

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

**Thüringer Lehrplan  
für die berufsbildende Schule**

**Schulform: Berufsschule**

**Beruf:**

**Zerspanungsmechanikerin/  
Zerspanungsmechaniker**

**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.....	11
4	Studentafel.....	12
5	Lernfelder.....	13
5.1	Lernfeld 1 - Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen.....	13
5.1.1	Grundlagen und Anfertigen technischer Zeichnungen.....	13
5.1.2	Technische Werkstoffe.....	14
5.1.3	Grundlagen der spanenden Formgebung.....	15
5.1.4	Grundlagen der Umformtechnik.....	16
5.2	Lernfeld 2 – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen.....	17
5.2.1	Bohren, Senken, Reiben.....	17
5.2.2	Gewindeherstellung.....	18
5.2.3	Drehen	19
5.2.4	Fräsen	20
5.3	Lernfeld 3 – Herstellen von einfachen Baugruppen.....	21
5.3.1	Kraft- und formschlüssige Verbindungen.....	21
5.3.2	Stoffschlüssige Verbindungen.....	22
5.3.3	Steuerungstechnik.....	23
5.4	Lernfeld 4 – Warten technischer Systeme.....	24
5.4.1	Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft technischer Systeme.....	24
5.4.2	Verfügbarkeit von Maschinen und technischen Systemen sichern.....	25
5.4.3	Grundlagen der Elektrotechnik.....	26
5.5	Lernfeld 5 - Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren.....	27
5.5.1	Bearbeiten von Drehteilen mit konventionellen Maschinen.....	27
5.5.2	Bearbeiten von Frästeilen mit konventionellen Maschinen.....	28
5.5.3	Grundlagen der Feinbearbeitung.....	29
5.6	Lernfeld 6 – Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen.....	30
5.6.1	Analyse von Funktionseinheiten und Baugruppen an einer Werkzeugmaschine.....	30
5.6.2	Instandhaltungsstrategien.....	31
5.6.3	Durchführen eines Wartungs- und Inspektionsauftrages.....	31
5.7	Lernfeld 7 – Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme.....	33
5.7.1	Pneumatische Steuerungen.....	33
5.7.2	Elektropneumatische Steuerungen.....	34
5.7.3	Hydraulische Steuerungen.....	35

5.8	Lernfeld 8 - Programmieren und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.....	36
5.8.1	Technologische Vorbereitung zur Herstellung von Bauelementen auf CNC- Maschinen 36	
5.8.2	Umsetzung von Arbeitsaufträgen, Schreiben von CNC-Programmen.....	37
5.8.3	Programmieren von CNC-Maschinen, Aufrufen, Starten und Simulieren von CNC- Programmen.....	38
5.9	Lernfeld 9 – Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren.....	39
5.9.1	Feinbearbeitungsverfahren.....	39
5.9.2	Schleifen.....	40
5.9.3	Honen 41	
5.9.4	Läppen 42	
5.9.5	Hartbearbeitung/Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSC).....	43
5.9.6	Erodieren (funkenerosives Abtragen).....	43
5.10	Lernfeld 10 – Optimieren des Fertigungsprozesses Feinbearbeitungsverfahren.....	45
5.10.1	Auswirkungen des Werkzeugwerkstoffes auf die Bearbeitung der Werkstücke und auf den Fertigungsprozess im Zusammenhang mit Verschleißverhalten.....	45
5.10.2	Maschinen und Antriebskonzepte.....	46
5.11	Lernfeld 11 – Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung.....	47
5.11.1	Planung, Entwicklung und Fertigung von Bauelementen und Produktionsabläufen mit CAD/CAM-Systemen.....	47
5.11.2	CNC-Fräsprogramme mit der Mehrseitenbearbeitung.....	48
5.11.3	CNC-Drehprogramme mit angetriebenen Werkzeugen.....	50
5.11.4	Vollautomatisierte Herstellung von Werkstücken.....	51
5.12	Lernfeld 12 – Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages.....	52
5.12.1	Planen eines Einzelfertigungsauftrages durch die Analyse der Auftragsunterlagen und Festlegung der Bearbeitungsstrategie.....	52
5.12.2	Konzipieren von fertigungstechnischen Lösungen unter Beachtung ökologischer und gesundheitlicher Aspekte bei der Auswahl geeigneter Spannsysteme.....	54
5.13	Lernfeld 13 – Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung.....	55
5.13.1	Analyse des betrieblichen Qualitätsmanagement.....	55
5.13.2	Statistische Überwachung des Fertigungsprozesses in der Serienfertigung.....	56

# 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.<sup>1</sup> 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.

---

<sup>1</sup>Handreichung 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.

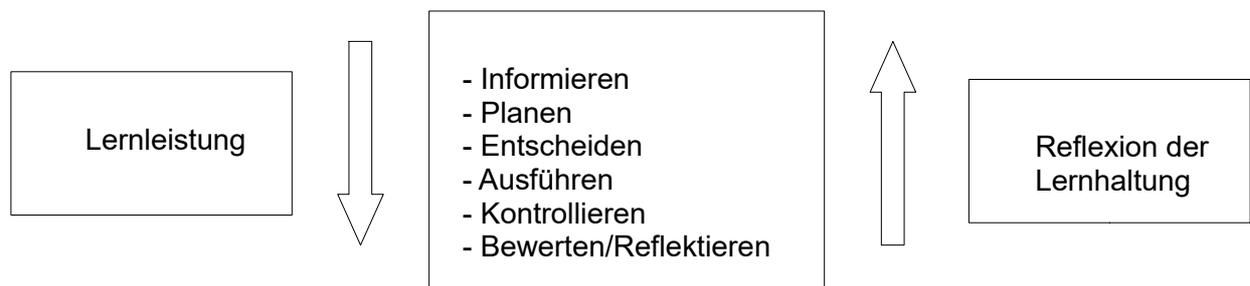
Eine enge Vernetzung der Partner der Berufsausbildung (Lernortkooperation zwischen Berufsschule, Ausbildungsbetrieb und überbetrieblicher Ausbildungseinrichtung) ist zwingend erforderlich, um der Kompetenzentwicklung in vollem Umfang Rechnung zu tragen.

### **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.

Personenbezeichnungen gelten für alle Geschlechter.

## 2 Berufsbezogene Vorbemerkung

Der vorliegende Rahmenlehrplan für die Berufsausbildung zum Zerspanungsmechaniker ist mit der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 09.07.2004 (BGBl I S. 1502) abgestimmt.

Aufgrund der Zweiten Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 07.06.2018 (BGBl. I S. 746) ist der Rahmenlehrplan hinsichtlich der Thematik „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ angepasst worden.

Die für den Prüfungsbereich Wirtschaftslehre und Sozialkunde erforderlichen Kompetenzen werden auf der Grundlage der „Elemente für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschaftslehre und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.05.2008) vermittelt. Hierfür liegen gesonderte Thüringer Lehrpläne vor.

Zerspanungsmechaniker stellen Bauelemente durch überwiegend spanabhebende Bearbeitungsverfahren in Einzel- und Serienfertigung her. Zu ihren Aufgaben gehören das Vorbereiten, Durchführen, Überwachen und Sicherstellen von Fertigungsabläufen sowie die Prüfdatenermittlung und Prüfdatenauswertung im Rahmen von Qualitätssicherungssystemen.

Innerhalb der Handlungsfelder sind folgende Ziele und Hinweise bedeutsam:

Die Zerspanungsmechaniker

- arbeiten und kommunizieren im Rahmen der beruflichen Tätigkeit inner- und außerbetrieblich sowie interdisziplinär mit anderen Personen, auch aus anderen Kulturkreisen. Sie arbeiten darüber hinaus teamorientiert und beherrschen den Umgang mit den jeweils aktuellen Informations- und Kommunikationsmitteln,
- beurteilen und analysieren Fertigungsaufträge auf technische Umsetzbarkeit,
- planen, steuern und kontrollieren Arbeitsabläufe unter Beachtung terminlicher und kalkulatorischer Vorgaben,
- berücksichtigen den Datenschutz und die Informationssicherheit bei der Arbeit mit und in digitalen Systemen,
- richten Fertigungs-, Handhabungs- und Prüfsysteme ein,
- wenden Normen, Vorschriften und Regeln zur Sicherung der Produktqualität an, sichern die Prozessfähigkeit von Fertigungsanlagen und tragen zur ständigen Verbesserung der Arbeitsabläufe bei,
- stellen Bauelemente nach qualitativen Vorgaben durch maschinelle spanabhebende (subtraktive) und additive Fertigungsverfahren her und überwachen den Fertigungsprozess,
- wenden Prüf- und Messverfahren an, dokumentieren und bewerten die Arbeitsergebnisse und leiten daraus Maßnahmen zur Fertigungs- und Produktoptimierung ab,
- erstellen, ändern und optimieren Programme für numerisch gesteuerte Fertigungssysteme,
- arbeiten in vernetzten Fertigungssystemen (Datenbanken, CAD/CAM-Kopplung)

- verwenden digitaler Werkzeuge (MES-, ERP-Systeme),
- überwachen und prüfen Sicherheitseinrichtungen, führen Wartungsarbeiten sowie systematische Fehler- und Störungssuche durch und halten Fertigungssysteme instand,
- nutzen Informations- und Kommunikationssysteme zur Beschaffung von Informationen, Bearbeitung von Aufträgen, Dokumentation und Präsentation der Arbeitsergebnisse,
- nutzen deutsch- und englischsprachige Datenblätter, Beschreibungen, Betriebsanleitungen und andere berufstypische Informationen,
- arbeiten im Team und stimmen ihre Tätigkeiten mit vor- und nachgelagerten Bereichen ab.

Ausgangspunkt der didaktisch-methodischen Gestaltung der Lernsituationen in den einzelnen Lernfeldern soll der Geschäfts- und Arbeitsprozess des beruflichen Handlungsfeldes sein. Dieser ist in den Kompetenzbeschreibungen 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 Schule entscheidet im Rahmen ihrer Möglichkeiten in Kooperation mit den Ausbildungsbetrieben eigenständig über die inhaltliche Ausgestaltung der Lernfelder. Die einzelnen Schulen erhalten somit mehr Gestaltungsfreiheit. Es besteht ein enger sachlicher Zusammenhang zwischen dem Rahmenlehrplan und der Ausbildungsverordnung 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. Die einzelnen Schulen erhalten somit mehr Gestaltungsaufgaben und eine erweiterte didaktische Verantwortung. 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 sowie die Inhalte orientieren sich an den berufsspezifischen Handlungsfeldern und Handlungsabläufen.

Sprachliche, mathematische, naturwissenschaftlich-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 Unfallverhütungsvorschriften sind auch dort zugrunde zu legen, wo sie nicht explizit erwähnt werden.

Die englischsprachigen Ziele und Inhalte sind mit 40 Stunden in die Lernfelder integriert.

Die Lernfelder 1 bis 4 im ersten Ausbildungsjahr entsprechen inhaltlich den Lernfeldern 1 bis 4 der Rahmenlehrpläne für die handwerklichen und industriellen Metallberufe. Eine gemeinsame Beschulung ist im ersten Ausbildungsjahr möglich.

Die Ziele und Inhalte der Lernfelder 1 bis 6 sind mit den geforderten Qualifikationen der Ausbildungsordnung für den Teil 1 der Abschlussprüfung abgestimmt.

Die Lernfelder des siebenten Ausbildungshalbjahres berücksichtigen insbesondere die beruflichen Einsatzgebiete in ihrer ganzheitlichen Aufgabenstellung. Diese komplexen Aufgabenstellungen ermöglichen es einerseits, bereits vermittelte Kompetenzen und Qualifikationen zusammenfassend und projektbezogen zu nutzen und zu vertiefen und andererseits zusätzliche einsatzgebietsspezifische Ziele und Inhalte in Abstimmung mit den Ausbildungsbetrieben zu erschließen.

### 3 Mitarbeiter der Lehrplangruppe

<b>Name</b>	<b>Funktion</b>	<b>Schule</b>
Adam, Edgar	Vorsitzender	Staatliches Berufsschulzentrum Nordhausen
Ziermann, Kathleen	Mitglied	Staatliches Berufsschulzentrum „Hugo Mairich“ Gotha
Haupt, Jürgen	Mitglied	Staatliche Berufsbildende Schule Sömmerda
Homeier, Rudolf	Mitglied	Staatliche Berufsbildende Schulen Eichsfeld Leinefelde-Worbis
Rupprecht, Jens	Mitglied	Staatliches Berufsbildungszentrum des Landkreises Saalfeld-Rudolstadt

## 4 Stundentafel

Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Zerspanungsmechaniker					
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	Technische Systeme instand halten	80			
5	Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren		100		
6	Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen		40		
7	Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme		60		
8	Programmieren und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen		80		
9	Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren			80	
10	Optimieren des Fertigungsprozesses			100	
11*	Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung*			100	
12	Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages				60
13	Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung				80
	<b>Summe insgesamt 1020 Stunden</b>	<b>320</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>140</b>

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.

\* **LF 11:** entsprechend der beruflichen Spezialisierung zwischen **Fräs-** und **Drehmaschinentchnik** wird differenziert gearbeitet.

Unter Punkt **11.2.2 CNC-Fräsprogramme mit der Mehrseitenbearbeitung** (40 Stunden)

Unter Punkt **11.2.3 CNC-Drehprogramm mit angetriebenen Werkzeugen** (40 Stunden)

## 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

<b>1. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrictwert 80 Stunden</b>
---------------------------	------------------------------------

#### 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)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– technische Zeichnungen nach DIN 199-1 analysieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einteilung technischer Zeichnungen</li> <li>– Normschrift</li> <li>– Zeichenblattnormen</li> <li>– Maßstäbe</li> <li>– Linienarten</li> <li>– Schriftfeld</li> <li>– Darstellungsnormen (Projektionen, Ansichten)</li> <li>– allgemein gültige Grundlagen der Bemaßung (parallele Maße, Abschrägungen, Durchmesser, Radien, ...)</li> <li>– Gesamtzeichnung und Stückliste</li> <li>– rechnergestütztes Zeichnen</li> </ul>

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Einzelteilzeichnungen, auch in Abstimmung mit anderen Lernfeldern, anfertigen.	– Blatteinteilung – Lage der Ansichten – Bemaßung
– Zeichnungen lesen und bewerten.	– Zeichnungen als Grundlage der Fertigung, Auftrags- und Funktionsanalyse und 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.

(Hinweis: Vertiefung der einzelnen Inhalte erfolgt berufsspezifisch)

**(ca. 20 Stunden)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– 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 nachvollziehen.	– 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)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– die Fertigungsverfahren den Fertigungshauptgruppen zuordnen.	– DIN 8580; Übersicht
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vorbereitende Arbeiten vornehmen.</li> <li>– Grundlagen des Trennens und Zerteilens analysieren und beschreiben.</li> <li>– Werkstücke durch manuelles Spanen herstellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anreißen</li> <li>– Körnen</li> <li>– Schneidengeometrie (Winkel und Kräfte am Werkzeug)</li> <li>– Scherschneiden</li> <li>– Meißeln</li> <li>– Sägen</li> <li>– Feilen</li> <li>– Beißschneiden</li> </ul>
– Arbeiten mit handgeführten Werkzeugen auswerten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prüfen mit geeigneten Mess- und Prüfmitteln</li> <li>– Prüfplan</li> <li>– Messen und Lehren</li> <li>– Zeichnungsunterlagen</li> <li>– Arbeitsplanung</li> </ul>

## 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)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Umformverfahren definieren	– DIN 8580; Unterteilung
<ul style="list-style-type: none"> <li>– das Verhalten der Werkstoffe untersuchen.</li> <li>– Kalt- und Warmumformen differenzieren.</li> <li>– das Werkstückverhalten beim Biegen ermitteln.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– elastisches Verhalten</li> <li>– plastisches Verhalten</li> <li>– Spannungs-Dehnungsdiagramm</li> <li>– Umformverfahren zuordnen</li> <li>– Biegeverfahren</li> <li>– Stauchung/Dehnung</li> <li>– neutrale Faser</li> <li>– gestreckte Länge</li> <li>– Biegewinkel</li> <li>– Biegeradius</li> <li>– Rückfederung</li> <li>– Biegeberechnungen</li> </ul>
– Prüfergebnisse nach Prüfprotokoll beurteilen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prüfen mit geeigneten Mess- und Prüfmitteln</li> <li>– Prüfplan</li> <li>– Prüfergebnisse digital darstellen</li> <li>– Prüfprotokoll</li> </ul>

## 5.2 Lernfeld 2 – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

<b>1. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 80 Stunden</b>
---------------------------	-------------------------------------

### 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)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Angaben aus technischen Zeichnungen zur Fertigung von Bauteilen ermitteln.	– Einzelteilzeichnungen – Maßtoleranzen – Passungen
– Arbeitsaufträge analysieren und den Spanungsvorgang beschreiben.	– Spanungsvorgang – Spanarten und -formen
– 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 festlegen.	– Arbeitspläne – Unfallverhütungsvorschriften (UVV)
– Mess- und Prüfergebnisse für verschiedene Bauteile beurteilen.	– Messen und Lehren – anzeigende Messmittel – Maßverkörperungen – Messfehler – Prüfplan – Messergebnisse digital erfassen und sichern

## 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.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ansichten zuordnen.</li> <li>– Maßtoleranzen ermitteln.</li> <li>– Zeichnungsangaben entschlüsseln.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einzelteilzeichnungen rotationssymmetrischer Werkstücke</li> <li>– Ansichten, Schnittdarstellungen</li> <li>– Bemaßung, Maßtoleranzen und Oberflächenangaben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– unterschiedliche Drehmaschinen klassifizieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Universaldrehmaschine (DLZ)</li> <li>– Baueinheiten</li> <li>– UVV</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– unterschiedliche Spannmöglichkeiten und Drehwerkzeuge auswählen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke</li> <li>– Drehmeißelarten</li> <li>– Winkel, Flächen, Schneiden</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Drehverfahren präzisieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Drehverfahren</li> <li>– Plandrehen</li> <li>– Längsdrehen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– verschiedene Schneidstoffe entsprechend dem Arbeitsauftrag zuordnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schneidstoffe im Überblick</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Drehvorgang präzisieren, Richtwerte ableiten und Arbeitswerte berechnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einflussgrößen und Arbeitswerte (<math>v_c</math>, <math>n</math>, <math>f</math>, <math>a_p</math>, <math>F_c</math>)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– entsprechende Bewegungen zuordnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsbewegungen</li> <li>– Spannbildung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– verschiedene Technologien anwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitspläne</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mess- und Prüfergebnisse protokollieren und beurteilen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mess- und Prüfmittel</li> <li>– Unterschiedsmessung</li> <li>– Prüfplan und -protokoll</li> </ul>

## 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.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ansichten zuordnen.</li> <li>– Maßtoleranzen ermitteln.</li> <li>– Zeichnungsangaben entschlüsseln.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einzelteilzeichnungen, auch von prismatischen Werkstücken</li> <li>– Ansichten, Schnittdarstellungen</li> <li>– Bemaßung, Maßtoleranzen und Oberflächenangaben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– unterschiedliche Fräsmaschinen klassifizieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fräsmaschinenarten</li> <li>– Baueinheiten</li> <li>– UVV</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– unterschiedliche Fräswerkzeuge und Spannmöglichkeiten auswählen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fräserarten</li> <li>– Fräser Typen</li> <li>– Winkel, Flächen, Schneiden</li> <li>– Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fräsverfahren präzisieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fräsverfahren</li> <li>– Umfangsfräsen</li> <li>– Stirnfräsen</li> <li>– Gleichlauf- und Gegenlaufräsen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Fräsvorgang präzisieren, Richtwerte ableiten und Arbeitswerte berechnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einflussgrößen und Arbeitswerte (<math>v_c, n, f_z, f, a_p, a_e</math>)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bewegungen zuordnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsbewegungen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– verschiedene Technologien anwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitspläne</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mess- und Prüfergebnisse protokollieren und beurteilen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mess- und Prüfmittel</li> <li>– Unterschiedsmessung</li> <li>– Prüfplan und -protokoll</li> </ul>

### 5.3 Lernfeld 3 – Herstellen von einfachen Baugruppen

<b>1. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrictwert 80 Stunden</b>
---------------------------	------------------------------------

#### 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 diese 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 und Beispiele aus der Praxis nennen.

(ca. 30 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– 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	– z. B. Kräfte, Drehmomente, Reibung

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
durchführen.	
– Montagepläne anfertigen.	– Werkzeuge, Hilfsmittel – Arbeitsschritte
– Sichtprüfungen auswerten. – die Funktion beurteilen. – Anzugmomente kontrollieren.	– 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)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– stoffschlüssige Verbindungen charakterisieren.	– Schweißen – Löten – Kleben
– Schweißverfahren untersuchen.	– Überblick zu den einzelnen Schweißverfahren
– Lötverfahren beschreiben.	– Arten – Lötspalt – Lot – Flussmittel
– Klebeverfahren untersuchen.	– Ausführung von Verbindungen – Klebstoffarten – Arbeitsregeln
– stoffschlüssige Verbindungen prüfen.	– Sichtprüfung – Bruchprüfung – Dichtheitsprüfung

### 5.3.3 Steuerungstechnik

**Hinweis:**

Die Schüler lernen am Beispiel einfacher Steuerungen Bauglieder kennen. Sie beschreiben Funktionszusammenhänge und bauen Schaltungen auf.

(ca. 25 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Grundbegriffe analysieren.	– Steuern, Regeln – Steuerungsarten
– Schaltpläne untersuchen. – Simulationssoftware anwenden.	– Arbeitsweise einzelner 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

<b>1. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrictwert 80 Stunden</b>
---------------------------	------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichem Rahmenlehrplan

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)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– technische Systeme analysieren.	– Bau- und Funktionseinheiten – Kraftmaschinen, Arbeitsmaschinen
– wichtige Kenngrößen ermitteln.	– Kraft, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad, Energie
– gesetzliche Vorgaben recherchieren.	– UVV, Umweltschutzmaßnahmen
– Ziele der Instandhaltung klassifizieren. – 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.	– Bedienungsanleitung – Schmierplan – Kennzeichnung von Schmierstoffen – Betriebsanweisung
– Wartungsarbeiten ableiten.	– Wartungstätigkeiten
– Wartungspläne erstellen.	– Wartungsplan für den Bediener – Wartungsplan für den Instandhalter
– Wartungstätigkeiten anwenden.	– Wartungsarbeiten an mechanischen Bauteilen – Wartungsarbeiten an pneumatischen Systemen
– 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)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Grundgrößen definieren.	– elektrische Ladung – elektrischer Stromkreis – Spannung – Stromstärke – Widerstand
– Zusammenhänge ableiten.	– Wirkungen des elektrischen Stroms – Ohmsches Gesetz – elektrische Arbeit – elektrische Leistung
– 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 - Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren

<b>2. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 100 Stunden</b>
---------------------------	--------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler besitzen die Kompetenz, die für die Herstellung der Bauelemente notwendigen Fertigungsschritte und Fertigungsparameter unter Berücksichtigung der Prozesskenngrößen und der Qualitätsmerkmale mit spanenden Fertigungsverfahren festzulegen. Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie digitale Unterlagen.

#### 5.5.1 Bearbeiten von Drehteilen mit konventionellen Maschinen

##### Hinweis:

Grundlegende technologische und zeichnerische Inhalte, die für das Drehen und Fräsen gleich sind, werden in dieser Lernsituation einmalig behandelt. Hierzu werden CAD-Programme hinzugezogen.

Ein durch Drehverfahren herzustellendes Bauteil soll gefertigt werden. Dazu sind die notwendigen Zeichnungsunterlagen zu analysieren, Entscheidungen über anzuwendende Drehverfahren und Werkzeuge zu treffen sowie eine Arbeitsplanung (Bearbeitungsschritte, Werkzeuge, Spannmittel und Arbeitswerte) zu erstellen. Verweis LF2

**(ca. 50 Stunden)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsaufträge und Dokumente zur Herstellung von Montagehilfsmitteln analysieren.</li> <li>– die Informationen einer Einzelteilzeichnung erschließen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gesamtzeichnung</li> <li>– Einzelteilzeichnungen</li> <li>– Bemaßung, Freistiche, Einzelheiten</li> <li>– Form- und Lagetoleranzen</li> <li>– Oberflächenangaben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkstoffparameter analysieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zerspanbarkeit von Werkstoffen</li> <li>– Klassifizieren der Schneidstoffe</li> <li>– Werkzeugverschleiß und Standzeit</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– geeignete Drehverfahren auswählen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Überblick und Vergleich der Verfahren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fertigungsunterlagen erstellen und dokumentieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellen von Arbeitsplänen, (Bearbeitungsschritte, Werkzeugdatenblatt, Schnittwertberechnungen)</li> <li>– Darstellen und Präsentieren der Ergebnisse in digitaler Form</li> <li>– Anfertigen und Bearbeiten von Mess- und Prüfprotokollen</li> <li>– Messergebnisse digital erfassen und sichern</li> </ul>

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen erarbeiten.	– Unfallverhütungsvorschriften – Umweltschutz

### 5.5.2 Bearbeiten von Frästeilen mit konventionellen Maschinen

**Hinweis:**

Es sind die notwendigen Zeichnungsunterlagen zu analysieren, Entscheidungen über anzuwendende Fräsverfahren und Werkzeuge zu treffen und eine Arbeitsplanung (Bearbeitungsschritte, Werkzeuge, Spannmittel und Arbeitswerte) zu erstellen. Verweis auf LF 8.

(ca. 40 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Frästeilzeichnungen analysieren. – Qualitätsanforderungen erkennen. – Skizzen und Zeichnungen analysieren.	– Bemaßung, Form- und Lagetoleranzen – auftragsbezogene Prüfverfahren – Zeichnungsangaben nach DIN
– Fräsverfahren analysieren.	– Überblick und Vergleich der Verfahren
– Fräswerkzeuge auswählen.	– Fräserarten
– geeignete Spannsysteme für Werkstücke untersuchen.	– Spannzeuge für Fräswerkzeuge – Systeme der Werkzeugeinstellungen – Werkzeugführungen – Auswahl der Werkzeuge unter Nutzung digitaler Werkzeugkataloge – Positionieren von Werkstücken, kraftbetätigte Spannelemente, Spannvorrichtungen, Stützen eingespannter Werkstücke
– Fertigungsunterlagen erstellen und dokumentieren.	– Arbeitspläne, Bearbeitungsschritte, Werkzeugdatenblatt, Schnittwertberechnung – Ergebnispräsentation in digitaler Form – Messergebnisse digital erfassen und sichern

### 5.5.3 Grundlagen der Feinbearbeitung

**Hinweis:**

Die Feinbearbeitung wird im LF 9 noch ausführlich behandelt.

(ca. 10 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Zeichnungsangaben von Schleifteilen analysieren.	– Maßtoleranzen, Form- und Lagetoleranzen
– Schleifverfahren analysieren.	– Umfangschleifen, Seitenschleifen, Planschleifen, Außenrundscheifen, Innenrundscheifen, spitzenloses Außenrundscheifen
– Schleifwerkzeuge auswählen.	– Schleifmittel, Körnung, Bindung, Härte, Gefüge, Schleifkörperformen
– geeignete Spannsysteme für Werkzeuge untersuchen.	– Positionieren von Werkstücken
– einen Arbeitsplan für das Abrichten und Auswuchten der Schleifscheiben anfertigen – Fertigungsunterlagen erstellen und dokumentieren.	– mit Diamant, Abrichtrolle, Unwucht, statisches Auswuchten – Arbeitspläne, Bearbeitungsschritte, Schnittwertberechnung, – Ergebnispräsentation in digitaler Form – Messergebnisse digital erfassen und sichern – Farbcodierung der zulässigen Umfangsgeschwindigkeiten, Kühlschmierung, Unfallverhütungsvorschriften
– Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen erarbeiten.	– Unfallverhütungsvorschriften – Umweltschutz

## 5.6 Lernfeld 6 – Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen

<b>2. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 40 Stunden</b>
---------------------------	-------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler besitzen die Kompetenz, Werkzeugmaschinen, sicherheitstechnische Einrichtungen und periphere Systeme zur Aufrechterhaltung einer störungsfreien Produktion zu inspizieren und zu warten.

#### 5.6.1 Analyse von Funktionseinheiten und Baugruppen an einer Werkzeugmaschine

**Hinweis:**

Die Schüler analysieren Funktionseinheiten und Baugruppen am technischen System Werkzeugmaschine. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen Reibung, Verschleiß und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit, durch Instandhaltung eine störungsfreie Produktion sicherzustellen.

(ca. 15 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– die Werkzeugmaschine als technisches System identifizieren.	– Eigenschaften, Merkmale technischer Systeme (LF 4)
– technische Systeme analysieren und Funktions- und Baueinheiten an Werkzeugmaschinen ermitteln.	– Bau- und Funktionseinheiten von Dreh-, Fräsmaschine etc. – Praxisbeispiele
– Funktions- und Baueinheiten an Werkzeugmaschinen den Teilfunktionen stützen, tragen, übertragen zuordnen und deren Zusammenwirken erschließen.	– Teilfunktionen stützen, tragen, übertragen – Bauelemente und Baugruppen, wie Wellen, Achsen, Lager, Getriebe etc.
– Verschleißursachen an Funktionseinheiten einer WZM erfassen und bestimmen.	– Verschleiß: Veranschleißkurve, -ursachen, -minderung, -mechanismen, -arten (LF 4) – 5-M-Methode zur Ursachenermittlung
– Reibung und Druck zwischen Maschinenelementen als Hauptursache für Verschleiß identifizieren. – verschiedene Reibungszustände charakterisieren.	– Reibungsarten, -zustände (LF 4) – Berechnung von Reibungskraft und Flächenpressung – Auflagerkräfte
– den Zusammenhang zwischen Verschleiß, Produktqualität und Maschinenverfügbarkeit nachweisen. – Maßnahmen zur Verschleißminderung ableiten.	– Anlagenverfügbarkeit, Stillstandszeiten, Ausfallkosten – Produktionsfaktor WZM – Abnutzung, Abnutzungsvorrat – Auswirkung von Störungen

## 5.6.2 Instandhaltungsstrategien

### Hinweis:

Die Schüler erörtern Instandhaltungsmaßnahmen und legen Instandhaltungsstrategien fest.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Bedeutung, Aufgaben und Ziele der Instandhaltung identifizieren.	– Instandhaltung: Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung – kritische Fehler, Hauptfehler, Nebenfehler
– Möglichkeiten der Zustandsüberwachung unterscheiden. – Funktions- und Fehlerprotokolle auswerten und interpretieren.	– Condition-Monitoring – Diagnosesysteme, Ferndiagnose – Auffinden von Störstellen und Fehlerquellen, – Schadensanalyse, -untersuchung, -ursachenfeststellung
– Instandsetzungsstrategien beschreiben.	– Störungsbedingte, vorbeugende (intervallabhängig, zustandsabhängig), prospektive ( <i>Predictive-Maintenance</i> ) Instandhaltung
– Instandhaltungskonzepte dokumentieren.	– Dokumentation in digitaler Form

## 5.6.3 Durchführen eines Wartungs- und Inspektionsauftrages

### Hinweis:

Die Schüler führen an bekannten technischen Systemen, wie Bohr-, Fräs- oder Drehmaschinen, führen die Schüler konkrete Inspektions- und Wartungsaufträge durch.

(ca. 15 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die zur Realisierung der Arbeitsaufgaben notwendigen technischen Unterlagen analysieren.	– Wartungs- und Inspektionspläne, Betriebsanleitungen von WZM, Tabellenbuch
– die einzelnen Teilbereiche der Instandhaltung und deren Aufgaben charakterisieren und abgrenzen.	– Maßnahmen der Instandhaltung: Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung
– die Schritte der Inspektion strukturieren und abgrenzen.	– Ist-Zustand feststellen, auswerten, beurteilen – subjektive Überprüfung durch Sinneswahrnehmung – objektive Überprüfung mit Messgeräten
– Inspektionsintervalle bestimmen.	– periodisch, vorgeschriebene Checks, belastungsabhängig, kontinuierlich mit Messgeräten ( <i>Condition-Monitoring</i> )

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Wartungsarbeiten ableiten.	– Übersicht über Wartungsarbeiten: Reinigen, Schmieren, Ergänzen, Auswechseln, Nachstellen, Konservieren
– die zeitliche und sachliche Abfolge von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen planen.	– Analyse von Inspektions- und Wartungsplänen
– Aufgaben von Schmierstoffen bestimmen und Schmierstoffeigenschaften ermitteln.	– Einteilung und Normung der Schmierstoffe
– die verschiedenen Schmiermittel unterscheiden und nach vorgegebenen Kriterien auftragsbezogen auswählen.	– Schmiermitteleigenschaften: Viskosität, Konsistenz, Walkpenetration – Vergleich Schmieröl, Schmierfett, Festschmierstoffe
– geeignete Schmierverfahren bestimmen.	– Ölschmierung, Fettschmierung, Zentralschmierung
– über Wartungs- und Pflegemaßnahmen entscheiden.	– Symbole für Schmieranleitungen
– einen Schmierplan erstellen.	– Aufbau und Inhalt eines Schmierplanes
– gewonnene Erkenntnisse auswerten und beurteilen.	– Lesen eines Wartungs- bzw. Schmierplans (Symbole, Aufbau, Inhalt)
– die Notwendigkeit der Dokumentation und Protokollierung (auch hinsichtlich der Gewährleistung) erkennen.	– Logbuch, Wartungsliste, Abnahme- und Inspektionsprotokolle

## 5.7 Lernfeld 7 – Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme

<b>2. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 60 Stunden</b>
---------------------------	-------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler analysieren steuerungstechnische Systeme in Hinblick auf Industrie 4.0 und nehmen diese unter Beachtung der Arbeitsschutzbestimmungen in Betrieb.

Sie überprüfen anhand der technischen Dokumentation den funktionalen Ablauf der Steuerung. Durch den Einsatz intelligenter Sensoren und Aktoren werden Steuerungs- bzw. Regelungsparameter digital erfasst. Die Schüler simulieren die Steuerungen.

Sie ermitteln und bewerten die jeweiligen Druck- und Kräfteverhältnisse unterschiedlicher Gerätetechnik. Sie diskutieren und bewerten alternative Lösungen.

Die Schüler erstellen und vervollständigen technische Dokumentationen und präsentieren ihre Ergebnisse mit digitalen Medien. Sie verwenden Informationsmedien, auch in englischer Sprache.

### 5.7.1 Pneumatische Steuerungen

#### Hinweis:

Laborunterricht – Der Unterricht findet entsprechend den Vorgaben des Thüringer Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport in Gruppen statt (siehe Klassenteiler).

Wiederholung, Verbindung zu LF3

**(ca. 20 Stunden)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Steuerungen und Regelungen analysieren und unterscheiden.</li> <li>– die Wirkungsweise der Steuerung ableiten und die erforderlichen Bauglieder zuordnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Steuerungen und Regelungen aus der betrieblichen Praxis</li> <li>– analoge und digitale Sensoren</li> <li>– EVA-Prinzip,</li> <li>– Funktionsdarstellungen (FUP, Grafcet, WSD)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die erforderlichen Bauteile selbstständig auswählen.</li> <li>– Lösungen für steuerungstechnische Aufgabenstellungen ausarbeiten.</li> <li>– Schaltungen normgerecht aufbauen und dokumentieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energieerzeugung</li> <li>– Antriebe, Wegeventile, Sperrventile</li> <li>– Druckventile</li> <li>– Stromventile</li> <li>– logische Grundsaltungen</li> <li>– einfache Verknüpfungen</li> <li>– Ablaufsteuerung</li> </ul>

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schalt- und Funktionspläne (FUP, Grafcet; WSD)</li> <li>– Simulation und Fehlersuche</li> </ul>
– physikalische Prozesskenngrößen ermitteln.	– Druck, Kraft, Leistung, Volumenstrom, Luftverbrauch, Kolbengeschwindigkeit
– die Vorschriften des Arbeits- und Umweltschutzes anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unfallverhütungsvorschriften</li> <li>– Umweltschutz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Lernergebnisse auf die Anforderungen in der betrieblichen Praxis anwenden.</li> <li>– das Steuerergebnis beurteilen und ggf. Alternativlösungen vorschlagen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Systemsicherheit und Anwenderfreundlichkeit</li> <li>– Protokolle</li> <li>– alternative Lösungen</li> </ul>

## 5.7.2 Elektropneumatische Steuerungen

### Hinweis:

Laborunterricht – Der Unterricht findet entsprechend den Vorgaben des Thüringer Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport in Gruppen statt (siehe Klassenteiler).

Wiederholung/Verbindung zu LF4

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Merkmale elektropneumatischer Steuerungen analysieren und bestimmen.</li> <li>– die erforderlichen Bauelemente zuordnen und deren Wirkungsweise erklären.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– elektrischer Steuerteil</li> <li>– pneumatischer Arbeitsteil</li> <li>– elektrische Bauglieder (Schalter, Relais, Magnetventile)</li> <li>– Schaltzeichen und Stromlaufpläne</li> <li>– intelligente Sensoren und Aktoren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die erforderlichen Bauteile selbstständig auswählen.</li> <li>– die Schaltungen normgerecht aufbauen und das Ergebnis dokumentieren.</li> <li>– Sensoren unterscheiden und anwenden.</li> <li>– Messpunkte im Stromkreis zur Fehlersuche verwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– elektropneumatische Umsetzung von Steuerungen aus der Pneumatik</li> <li>– direkte und indirekte Ansteuerung</li> <li>– Funktionspläne (FUP, GRAFCET)</li> <li>– intelligente Sensoren und Aktoren</li> <li>– Fehlersuchstrategien</li> </ul>
– die Anforderungen zur Unfallverhütung anwenden.	– Unfallverhütungsvorschriften
– die Vor- und Nachteile der Elektropneumatik beurteilen.	– Systemsicherheit und Anwenderfreundlichkeit

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alternative Lösungen</li> <li>– Einsatz digitaler Medien</li> </ul>

### 5.7.3 Hydraulische Steuerungen

**Hinweis:**

Der Umgang mit Öl und das Auftreten großer Kolbenkräfte erfordert eine erhöhte Umsicht und Aufmerksamkeit bei praktischer Simulation!

**(ca. 10 Stunden)**

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Gesetzmäßigkeiten der Hydraulik bestimmen.	– hydraulische Grundlagen (physikalische Gesetze, Berechnungen)
– die Komponenten hydraulischer Steuerungen analysieren und erklären.	– Bedienanleitungen
– Bauelemente der Steueraufgabe zuordnen und Hydraulikschaltpläne analysieren/lesen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einheiten zur Energieversorgung und Energiesteuerung (Pumpen, Ventile, Zylinder)</li> <li>– Vergleich mit Pneumatik (Vor- und Nachteile)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die erforderlichen Bauteile selbstständig auswählen und die Schaltung aufbauen.</li> <li>– die Lösung dokumentieren und simulieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– hydraulische Steuerungen (Vorschub- und Spannsysteme)</li> <li>– Geräteliste, Hydraulikplan</li> <li>– Kraftübersetzung (Berechnungen)</li> </ul>
– die Anforderungen zum Arbeits- und Umweltschutz anwenden.	– Arbeits- und Umweltvorschriften
– die steuerungstechnische Lösung beurteilen und bewerten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Systemsicherheit und Anwenderfreundlichkeit</li> <li>– Dokumentation in digitaler Form,</li> <li>– Einsatzmöglichkeiten/alternative Lösungen</li> </ul>

## 5.8 Lernfeld 8 - Programmieren und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

<b>2. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 80 Stunden</b>
---------------------------	-------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler besitzen die Kompetenz, Bauelemente auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen zu fertigen. Sie analysieren und erstellen fertigungsgerechte Teilzeichnungen und entnehmen ihnen die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung.

Sie ermitteln die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung und erstellen Arbeits- und Werkzeugpläne. Sie entwickeln auf der Basis dieser Pläne rechnergestützt CNC-Programme, überprüfen und optimieren den Bearbeitungsprozess durch Simulation und führen die Datensicherung durch. Dazu wird das digitale betriebliche Fertigungssystem (LAN) genutzt.

### 5.8.1 Technologische Vorbereitung zur Herstellung von Bauelementen auf CNC-Maschinen

#### Hinweis:

Die Schüler erlangen grundsätzliche Kenntnisse zur Arbeitsweise von CNC-Maschine, lernen die Unterschiede zur konventionellen Fertigung kennen und analysieren technologische Unterlagen.

Der Unterricht findet entsprechend den Vorgaben des Thüringer Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport in Gruppen statt (siehe Klassenteiler).

**(ca. 30 Stunden)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– den Aufbau und den Einsatz von CNC-Maschinen und konventionellen Maschinen beschreiben.	– verschiedene technische Dokumentationen – konventionelle Maschinen und CNC-Maschinen vergleichen (Wirtschaftlichkeit, Qualität)
– die Arbeitsweise verschiedener CNC-Dreh- und Fräsmaschinen unterscheiden.	– Wegmesssysteme – Steuerungsarten – Null- und Bezugspunkte – Antriebe – Werkzeugspeicher- und Wechselsysteme
– auftragsbezogene Dokumentationen und Zeichnungen analysieren.	– CNC-gerechte Bemaßung, Koordinatensysteme, Oberflächenangaben, Passungen (LF5) – Stücklisten

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Berechnung fehlender Prüfmaße und Daten</li> <li>– Konturpunktberechnung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsaufträge bearbeiten und entsprechende Fertigungsunterlagen erstellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsplan</li> <li>– Werkzeugplan</li> <li>– Technologiedaten für das Drehen und Fräsen</li> <li>– Einrichteblatt</li> <li>– Spannskizzen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– eigene Arbeitsergebnisse einschätzen.</li> <li>– verschiedene Lösungsvarianten bewerten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dokumentationserstellung (Nutzung digitaler Medien)</li> <li>– Präsentation in digitaler Form</li> </ul>

### 5.8.2 Umsetzung von Arbeitsaufträgen, Schreiben von CNC-Programmen

#### Hinweis:

Die Schüler erstellen CNC-Programme. Dabei werden die Informationen aus der technischen Dokumentation und dem Arbeitsauftrag umgesetzt.

(ca. 30 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Aufbau von CNC-Programmen beschreiben.</li> <li>– die Programmiersoftware analysieren.</li> <li>– den Auftrag und die Zeichnung analysieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Daten- und Programmverwaltung</li> <li>– Programmieren nach DIN</li> <li>– PAL-Software</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bearbeitungsstrategien festlegen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsplan</li> <li>– Werkzeugauswahl</li> <li>– Werkzeugvermessung</li> <li>– Schnittdatenermittlung</li> <li>– Werkzeugaufnahmen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– CNC-Programme erstellen (Drehprogramme, Fräsprogramme).</li> <li>– die Programme korrigieren.</li> <li>– die Verfahrswege optimieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Satzaufbau</li> <li>– Wegbedingungen</li> <li>– Schaltinformationen</li> <li>– Bahnkorrekturen</li> <li>– Polarkoordinaten</li> <li>– Unterprogramme</li> <li>– Arbeitszyklen</li> <li>– Zusatzfunktionen</li> </ul>

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– die Fertigung simulieren.	– Vermessen der Werkstücke
– die Auftragsdurchführung bewerten und diskutieren.	– Simulationsergebnisse – Dokumentieren von Arbeitsergebnissen im digitalen Fertigungssystem

### **5.8.3 Programmieren von CNC-Maschinen, Aufrufen, Starten und Simulieren von CNC-Programmen**

**Hinweis:**

Die Schüler sind in der Lage, den Herstellungsprozess von der Zeichnung bis zur Fertigung zu realisieren.

**(ca. 20 Stunden)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– die verschiedenen Maschinensteuerungen unterscheiden.	– Steuerungen auf CNC-Maschinen anwenden
– die Zeichnungsformate unterscheiden und zuordnen (dxf, igs, step).	– Umgang mit Daten und Programmen
– Daten an die CNC-Maschine digital übertragen.	– Verwalten, Aufrufen und Bearbeiten von Programmen im LAN – Bearbeiten von Werkstücken
– die Optimierung der Einzelteilerfertigung durchführen. – die Fertigungsmöglichkeiten bewerten.	– Qualitätsüberprüfung – wirtschaftliche Betrachtung (Fertigungsprozess, Bearbeitungszeiten, Maschinen, Steuerungen)

## 5.9 Lernfeld 9 – Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren

<b>3. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 80 Stunden</b>
---------------------------	-------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler bearbeiten Bauelemente durch Feinbearbeitungsverfahren unter Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften. Sie analysieren Teil- und Gesamtzeichnungen und leiten daraus die besonderen Anforderungen spezieller Funktionsflächen hinsichtlich ihrer mechanischen und optischen Eigenschaften sowie der Maß- und Formgenauigkeit ab.

Sie definieren produktbezogene Prüfmerkmale, erstellen unter Verwendung geeigneter Anwendungsprogramme einen Prüfplan und ordnen geeignete Prüfmittel zu. Dabei verwenden sie geeignete Prüfstrategien.

Die Schüler ermitteln die Fertigungsparameter für das ausgewählte Bearbeitungsverfahren unter Berücksichtigung der Werkstoff- und Werkzeugeigenschaften und der verwendeten Hilfsstoffe. Auf Grundlage der verfahrens- und werkzeugabhängigen Wirkprinzipien bewerten sie die technologischen, qualitativen und wirtschaftlichen Auswirkungen des ausgewählten Bearbeitungsverfahrens. Sie beachten bei der Prüfung geltende Prüfvorschriften und vervollständigen Prüfprotokolle in Datenbanken.

Die Schüler führen einen Soll-Ist-Vergleich mit den im Prüfplan definierten Merkmalsgrenzwerten durch und interpretieren mögliche Ursachen für Abweichungen und optimieren die Fertigungsparameter.

### 5.9.1 Feinbearbeitungsverfahren

#### Hinweis:

Wiederholung, Verbindung zu LF5

(ca. 10 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– die Anforderungen an eine Feinbearbeitung definieren.	– Toleranzgrad, Form- und Lagegenauigkeit,
– Feinbearbeitungsverfahren festlegen und die Fertigungsgenauigkeit bestimmen. – den Fertigungsangaben aus Teil- und Gesamtzeichnungen Feinbearbeitungsverfahren zuordnen.	– Feinbearbeitungsverfahren (Merkmal/ Kennwerte umformender, abtragender und strukturgebender Verfahren)
– aus berufstypischen Einzelteil- und Gesamtzeichnungen das geeignete Feinbearbeitungsverfahren für die Fertigung auswählen und Kennwerte festlegen.	– erreichbare Rauigkeitswerte, Form- und Lagetoleranzen – umformende, abtragende und strukturgebende Verfahren (Walzen, Schleifen, Honen, Läppen, Abtragen, ...)
– geeignete Prüfverfahren und Prüfanordnungen festlegen.	– Prüfverfahren (Rauheitsprüfung, Mess- und Prüfanordnungen)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Auswahl des jeweiligen Feinbearbeitungsverfahrens begründen und seine Tätigkeit in der betrieblichen Praxis einbeziehen.	– Fertigungsparameter, Kennwertevergleich – Messmöglichkeiten (Rauheitsmessung, Rundlaufprüfung, Zylindrizität, ...)

## 5.9.2 Schleifen

### Hinweis:

Wiederholung/Verbindung zu LF5  
Projektaufgaben einbeziehen

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– aus Teil- und Gesamtzeichnungen das erforderliche Schleifverfahren zuordnen.	– Schleifverfahren, einschließlich Sonderschleifverfahren
– das Schleifmittel festlegen und den Schleifkörper normgerecht auswählen.	– Schleifmittelarten, – Schleifkörper (Normung, Kennwerte, Bezeichnung der Schleifkörper)
– Schleifmaschinen bestimmen und deren grundsätzlichen Aufbau ableiten	– Schleifmaschinenarten
– Montage- und Sicherheitsbestimmungen ermitteln und an Bauelementen überprüfen.	– Montage- und Sicherheitsregeln (Klangprobe, Spannflansche, Anzugsmomente, Probelauf)
– Einstellwerte bestimmen und Kenngrößen berechnen.	– Einstellwerte (Schnittgeschwindigkeit, Drehzahl, Vorschub, ...)
– aus einer betrieblichen Projektaufgabe das erforderliche Schleifverfahren selbstständig auswählen.	– Planschleifen, Außen-, Innenrundscheifen, – Sonderschleifverfahren (Koordinatenschleifen, Tiefschleifen)
– eine Schleifmaschine zuordnen.	– Plan- und Rundscheifmaschinen
– die Schleifkörper auswählen und die normgerechte Werkzeugmontage durchführen.	– Prüfen und Aufspannen (Montage) der Schleifkörper
– Einstellwerte (Zerspanungsgrößen) ermitteln und berechnen.	– Schnittgeschwindigkeit, Vorschub, Drehzahl, Hubzahl, ...
– Schleiffehler erkennen und Maßnahmen zu deren Vermeidung beachten.	– Einflüsse auf das Schleifergebnis (Schleiffehler, Schleifwärme und Kühlschmierung)
– das Ergebnis dokumentieren.	– Arbeitsplan, Messprotokoll

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– den Arbeits- und Umweltschutz einhalten.	– Bedienanleitungen – Umgang/Einsatz von Kühlschmierstoffen
– wirtschaftliche Kennziffern ermitteln und beurteilen.	– Hauptnutzungszeit, Zeitspanvolumen
– Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.	– alternative Lösungen – Industrie 4.0

### 5.9.3 Honen

#### Hinweis:

Honen gilt als das typische Feinbearbeitungsverfahren beim Bau von Verbrennungsmotoren.

(ca. 10 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– aus Teil- und Gesamtzeichnungen die Anforderungen an das Honen zuordnen.	– Materialanteil, Rautiefe, Maß-, Form- und Lagegenauigkeit – Oberflächenstrukturen
– das Honverfahren festlegen.	– Honverfahren (einfaches Honen, Laserhonen) – Honwerkzeuge
– Honsteine bestimmen und Einstellwerte ermitteln.	– Einstellwerte
– Honöle festlegen.	– Honöle (Viskosität)
– das erforderliche Honverfahren selbstständig auswählen.	– Langhub-, Kurzhubhonen, Laserhonen
– das Honwerkzeug festlegen und die normgerechte Werkzeugmontage durchführen.	– Honahle (Aufbau, Einstellmöglichkeiten)
– Einstellwerte auswählen und berechnen.	– Anpressdruck, Schnittgeschwindigkeit, Überschneidungswinkel
– Anforderungen an das Honöl beachten.	– Honöl (Art, Viskosität, Temperatur)
– Honfehler ermitteln und Ursachen zuordnen. – auf Honfehler reagieren.	– Honfehler (Ursachen)
– die Anforderungen zum Arbeits- und Umweltschutz anwenden.	– Arbeits- und Umweltvorschriften

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wirtschaftliche Kennziffern ermitteln und beurteilen.</li> <li>– Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hauptnutzungszeit,</li> <li>– Einsatzmöglichkeiten/alternative Lösungen (Laserhonen)</li> </ul>

### 5.9.4 Läppen

(ca. 8 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– den Vorgang des Läppens charakterisieren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Läppvorgang</li> <li>– Rautiefe, Maß-, Form- und Lagegenauigkeit</li> </ul>
– die Einflussparameter auf den Läppvorgang erklären.	– Korngröße, Anpressdruck
– Läppverfahren unterscheiden.	– Läppverfahren (Planläppen, Außenrundläppen, Ultraschallschwingläppen)
– die Art der Läppmaschine bestimmen und Einstellwerte ermitteln.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ein- und Zweischeiben-Läppmaschine</li> <li>– Einstellwerte</li> </ul>
– Läppflüssigkeit bestimmen.	– Läppflüssigkeit, Läppkorn
– Läppverfahren selbstständig auswählen.	– Planläppen, Außenrundläppen, Ultraschallschwingläppen
– die Läppmaschine festlegen und die bedarfsgerechte Werkzeugmontage durchführen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Läppmaschine (Aufbau, Einstellmöglichkeiten)</li> <li>– Läppscheibenauswahl</li> <li>– Ebenheit/Abrichten der Läppscheiben</li> </ul>
– das Läppgemisch auswählen.	– Flüssigkeit, Läpp-Pulver
– Einstellwerte festlegen.	– Anpressdruck, Läppgeschwindigkeit
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Läppfehler ermitteln und Ursachen zuordnen.</li> <li>– die Ursache für Läppfehler beseitigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Läppfehler/Ursachen</li> <li>– Parallelitäts-, Ebenheitsabweichungen, Läppscheibenabtrag</li> </ul>
– die Anforderungen zum Arbeits- und Umweltschutz anwenden.	– Arbeits- und Umweltvorschriften
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wirtschaftliche Kennziffern ermitteln und beurteilen.</li> <li>– Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hauptnutzungszeit,</li> <li>– Einsatzmöglichkeiten/alternative Lösungen (Ultraschallschwingläppen)</li> </ul>

### 5.9.5 Hartbearbeitung/Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSC)

**Hinweis:** Verbindung zu LF5.

(ca. 15 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– fertigungstechnische Entwicklungstrends aufzeigen.</li> <li>– die Vorteile und Anforderungen der HSC-Technologie ableiten.</li> <li>– Bearbeitungsverfahren unterscheiden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bearbeitungszeit, Maß-, Form- und Oberflächenqualität, Trockenbearbeitung</li> <li>– Schnittgeschwindigkeit, Werkzeuge, Werkzeugaufnahme und Maschinen, Zerspanungstemperatur</li> <li>– HSC-Fräsen (Schrupp- und Schlichttechnologie)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkzeuge bestimmen und Einstellwerte ermitteln.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– HSC-Werkzeuge (Werkzeuggeometrien, Werkstoff und Beschichtung), Schnittwerte</li> <li>– Werkzeugspannsysteme</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die HSC-Frästechnologie festlegen und Werkzeuge zuordnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– HSC-Fräsen (Schnittdaten, Werkzeuge)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– das Werkzeugspannsystem festlegen und die bedarfsgerechte Werkzeugmontage erklären</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkzeugaufnahmen (Schrumpffutter, Spannfutter, ...)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– geeignete Werkzeugmaschinen auswählen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinentechnologie (Anforderungen Spindeldrehzahl und Vorschub)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einstellwerte festlegen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schnittdaten (Zustellung, Vorschub, Drehzahl)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Anforderungen zum Arbeits- und Umweltschutz anwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeits- und Umweltvorschriften</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wirtschaftliche Kennziffern ermitteln und beurteilen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hauptnutzungszeit,</li> <li>– Einsatzmöglichkeiten</li> </ul>

### 5.9.6 Erodieren (funkenerosives Abtragen)

**Hinweis:**

Erodieren ermöglicht das Erzeugen komplizierter Formen in gehärteten Werkstoffen.

(ca. 12 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Vor- und Nachteile des Erodierens aufzeigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bearbeitungszeit, Maß-, Form- und Oberflächenqualität, Kosten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Erodiervorgang erklären und Fertigungsparameter ableiten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– funkenerosives Abtragen (Strom, Impulsdauer, Spülverfahren, ...)</li> </ul>

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– das Erodierwerkzeug/die Erodiermaschine bestimmen.	– Erodier Elektroden (Werkstoff, Verwendung, Herstellung) – Schruppen, Schlichten – Elektrodenverschleiß
– Erodierparameter festlegen und Werkzeuge zuordnen.	– Elektode/Elektrodenwerkstoff (Stromstärke, Impulsdauer, Pause, ..)
– das Elektrodenmaß bestimmen und das Spülverfahren festlegen.	– Elektrodenmaß unter Berücksichtigung von Schrumpfvorgängen, Spülverfahren
– die Fertigungszeiten bestimmen. – Einstellwerte ermitteln.	– Hauptnutzungszeit
– die Anforderungen zum Arbeits- und Umweltschutz anwenden.	– Arbeits- und Umweltvorschriften
– wirtschaftliche Kennziffern ermitteln und beurteilen.	– Hauptnutzungszeit, – Einsatzmöglichkeiten

## 5.10 Lernfeld 10 – Optimieren des Fertigungsprozesses Feinbearbeitungsverfahren

<b>3. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 100 Stunden</b>
---------------------------	--------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler gestalten, beurteilen und optimieren den Fertigungsprozess auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Kenngrößen.

Die Schüler informieren sich unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten über alternative Fertigungsverfahren. Sie planen für eine Fertigungsaufgabe Bearbeitungsstrategien und legen die Fertigungsparameter unter Berücksichtigung des Werkzeugs, der Zusammensetzung des Werkstoffs und dessen Anlieferungszustandes fest. Dazu nutzen sie unterschiedliche Informationsmedien.

Die Schüler bewerten den Werkzeugverschleiß durch quantitative Kennwerte. Die Schüler überwachen und analysieren die Auswirkungen des Werkzeugverschleißes auf die Qualität und die Wirtschaftlichkeit des Zerspanungsvorgangs. Sie stellen den Zusammenhang zwischen Verschleißort, -art und -ursache her. Sie optimieren den Werkzeugeinsatz und entwickeln Strategien zur Verschleißminderung.

Die Schüler analysieren unterschiedliche Maschinenbauformen und Antriebskonzepte, berechnen fertigungsbezogene Leistungsdaten und beurteilen die Verwendungsmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit der Maschinen. Sie untersuchen die Einflüsse von Maschinen- und Fertigungsparametern auf die Qualität und die Wirtschaftlichkeit des Bearbeitungsprozesses, ermitteln und protokollieren Messdaten, werten Messreihen aus, interpretieren und präsentieren die Ergebnisse.

#### 5.10.1 Auswirkungen des Werkzeugwerkstoffes auf die Bearbeitung der Werkstücke und auf den Fertigungsprozess im Zusammenhang mit Verschleißverhalten

##### Hinweis:

Wiederholung/Verbindung zu LF 5

(ca. 50 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– verschiedene Schneidstoffe unterscheiden.</li> <li>– Ausführungen und Beschichtungen unterscheiden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tabellenbuch</li> <li>– Herstellerkataloge</li> <li>– Normung</li> <li>– Schneidengeometrien</li> <li>– Zerspanungsparameter</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gefügestände analysieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eisen-Kohlenstoffdiagramm</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Einfluss der Wärmebehandlung auf die</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Glühverfahren, Härteverfahren</li> </ul>

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
Werkstoffe unterscheiden.	– Vergüten
– geeignete Schneidwerkstoffe für die Bearbeitung bestimmen. – die Formen und die Ursachen des Verschleißes analysieren. – den Verschleiß kontrollieren.	– Wendeschneidplatten – aktuelle Normung – Kühlmiteleinsetz – Verschleißkenngrößen – Werkzeugüberwachungssysteme
– die Auswirkungen des Verschleißes auf die Qualität einschätzen.	– Vergleiche LF 13 – Fertigungsparameter, Kennwertevergleich – Prüfprotokolle – Wirtschaftlichkeit

### 5.10.2 Maschinen und Antriebskonzepte

(ca. 50 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– maschinenabhängige Größen analysieren.	– Bauformen von Maschinen – technische Unterlagen
– Maschinenkonzepte analysieren. – Antriebskonzepte beurteilen.	– Antriebe – Antriebskonzepte, Ansteuerungen
– fertigungsbezogene Leistungsdaten berechnen.	– Hauptnutzungszeiten, Zeitspanvolumen – Rüstzeiten – Nebenzeiten
– fertigungsbezogene Leistungsdaten auswerten, die Einfluss auf die Qualität des Bearbeitungsprozesses nehmen. – Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.	– Hauptnutzungszeit – alternative Lösungen – Industrie 4.0 – Wirkungsgrad, Wirtschaftlichkeit – Leistungsfähigkeit von Steuerungen

## 5.11 Lernfeld 11 – Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung

<b>3. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 100 Stunden</b>
---------------------------	--------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler gestalten, beurteilen und optimieren den Fertigungsprozess, auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Kenngrößen.

Sie bereiten auftragsbezogen einen rechnergestützten Fertigungsprozess vor, organisieren und überwachen den Fertigungsablauf. Dabei berücksichtigen sie die Anforderungen rechnergestützter Fertigung.

Die Schüler erstellen CNC-Programme für die Fertigung von Werkstücken mit komplexen Geometrien und nutzen dazu auch graphische Programmiersysteme und CAD/CAM-Systeme.

Sie simulieren, ändern, optimieren, speichern und übertragen die erstellten Programme und testen den Programmablauf.

Sie ermitteln bei der Werkzeugvoreinstellung die Werkzeugkorrekturdaten. Die Schüler planen die Belegung des Werkzeugmagazins der Maschine und bereiten den Werkzeugeinsatz vor. Sie nutzen die Vorteile eines Tool-Managementsystems und digitaler Werkzeugdatenbanken.

Die Schüler integrieren programmierbare Handhabungs- und Fertigungssysteme in den Herstellungsablauf. Dazu nutzen sie Programmieranleitungen und Herstellerunterlagen.

Die Schüler bewerten unter qualitativen Vorgaben das Arbeitsergebnis und sichern die Prozessfähigkeit.

Sie dokumentieren und präsentieren Lösungs- und Arbeitsergebnisse in auftragsbezogenen Unterlagen. Die Schüler entwickeln und diskutieren im Team alternative Vorschläge und bewerten diese.

### 5.11.1 Planung, Entwicklung und Fertigung von Bauelementen und Produktionsabläufen mit CAD/CAM-Systemen

#### Hinweis:

Wiederholung/Verbindung zu LF 8, Entsprechend den Vorgaben des Thüringer Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport sind für den Laborunterricht die Klassen zu teilen - Unterricht in Gruppenarbeit

(ca. 30 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– CAD/CAM-Systeme in ihrem Aufbau und in ihren Einsatzmöglichkeiten unterscheiden</li> <li>– verschiedene Systeme entsprechend vergleichen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wirtschaftlichkeit, Vernetzungsmöglichkeiten, Qualität</li> <li>– Einsatz von digitalen Medien und Nutzung von Testversionen der Softwareentwickler</li> </ul>

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die CAD/CAM-Software in der Planung und Fertigung anwenden.</li> <li>– CAD-Zeichnungen erstellen und bearbeiten.</li> <li>– CAD-Daten analysieren und weiterverarbeiten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellen von Werkstückgeometrien (Einzerteilzeichnungen)</li> <li>– Umgang mit komplexen CAD-Konstruktionen</li> <li>– Verwaltung, Datenexport/Datenimport</li> <li>– Einsatz digitaler Medien (Firmenplattformen, Cloud)</li> <li>– Anwendung verschiedener Datenformate</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– CNC-Programme aus den CAD-Dateien generieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erstellen von CNC-Programmen</li> <li>– rechnergestützte Betriebsmittel- und Werkzeugverwaltung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Durchgängigkeit der Bearbeitungsabläufe bewerten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Festlegung und Auswertung Fertigungsparameter und Toleranzen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Ergebnisse präsentieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Simulation</li> </ul>

### 5.11.2 CNC-Fräsprogramme mit der Mehrseitenbearbeitung

#### Hinweis:

Aufbau/Verbindung zu LF8, Punkt 5.11.3 Drehmaschinentchnik  
(ca. **40 Stunden für die Spezialisierung Frästechnik**)

(ca. 40 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– technische Dokumentationen hinsichtlich der verschiedenen Steuerungen analysieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedienungsanleitungen</li> <li>– technische Dokumentationen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Möglichkeiten der effektiven Programmierung mittels Arbeitszyklen analysieren und festlegen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Programmstrukturen</li> <li>– Arbeitszyklen</li> <li>– Tool-Managementsysteme</li> <li>– digitale Werkzeugbanken</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– aus einer betrieblichen Projektaufgabe die optimale Programmierung auswählen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Parameterprogrammierung, grafische Konturbeschreibung</li> </ul>

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die erforderliche Bearbeitungsebenen für die Mehrseitenbearbeitung wählen und unterscheiden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 2,5 D Mehrseitenbearbeitung mit strukturierten Anwahlbefehlen der Bearbeitungsebenen G17/18/19 <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit maschinenfesten Raumwinkeln</li> <li>• mit relativen Raumwinkeln</li> <li>• mit Schnittwinkeln</li> <li>• Basis und Zustellvektor</li> <li>• inkrementelle Drehung der aktuellen Bearbeitungsebenen</li> <li>• Drei-Punkte-Definition einer Bearbeitungsebene</li> </ul> </li> <li>– 5-Achs-Fräsen mit angestellter Achse</li> <li>– 5-Achs-Simultanfräsen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die für die Bearbeitung notwendigen Arbeitszyklen erstellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bohrzyklen (Auswahl: Zentrieren, Tieflochbohren), Fräszyklen (Auswahl: Taschen, Kreisbogen-Nutfräszyklus, Gewindefräszyklen, Reiben)</li> <li>– Konturtaschen- sowie Freistellungszyklus mit Insel, Aufmaßen und Restspanbearbeitung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Programmtechniken wählen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterprogramme, Polarkoordinaten, Konturzüge, Spiegeln, Skalieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Fertigungstechnologie und die Einstellwerte (Zerspanungsgrößen) ermitteln und berechnen.</li> <li>– Arbeitswerte bestimmen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schnittgeschwindigkeit, Vorschub, Drehzahl Einstellwerte</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tool-Managementsysteme und digitale Werkzeugdatenbanken nutzen.</li> <li>– eine Bearbeitungsmaschine zuordnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Auswahl entsprechender Arbeitsmittel und Werkzeuge</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Ergebnisse dokumentieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einflüsse auf das Bearbeitungsergebnis (Oberflächenqualität, Toleranzen, Kühlschmierung)</li> <li>– Arbeitsplan, Messprotokoll</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Arbeits- und Umweltschutz einhalten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Umgang/Einsatz von Kühlschmierstoffen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wirtschaftliche Kennziffern ermitteln und beurteilen.</li> <li>– Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.</li> <li>– Mess- und Prüfergebnisse beurteilen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hauptnutzungszeit, Zeitspanvolumen,</li> <li>– alternative Lösungen</li> <li>– Industrie 4.0</li> <li>– Qualitätssicherung (Werte digital erfassen und sichern)</li> </ul>

### 5.11.3 CNC-Drehprogramme mit angetriebenen Werkzeugen

**Hinweis:**

Aufbau/Verbindung zu LF 8, Aufbau Pkt. 5.11.2. Spezialisierung Frästechnik  
**(ca. 40 Stunden für die Spezialisierung Drehmaschinentechnik)**

**(ca. 40 Stunden)**

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– technische Dokumentationen hinsichtlich der verschiedenen Steuerungen analysieren.	– Bedienungsanleitungen – technische Dokumentationen
– Möglichkeiten der effektiven Programmierung mittels Arbeitszyklen analysieren und festlegen.	– Programmstrukturen – Arbeitszyklen – Tool-Managementsysteme – digitale Werkzeugbanken
– aus einer betrieblichen Projektaufgabe die optimale Programmierung auswählen.	– Parameterprogrammierung, grafische Konturbeschreibung
– das Werkzeuspannsystem festlegen und die bedarfsgerechte Werkzeugmontage erklären.	– Werkzeugaufnahmen (Schrumpffutter, Spannfutter, ...)
– die erforderlichen Bearbeitungsebenen einsetzen.	– Drehen mit angetriebenen Fräswerkzeugen im C-Achsbetrieb (G17/G18), – Komplettbearbeitung mit Gegenspindel
– die Arbeitszyklen anwenden. – Programmtechniken wählen.	– Schrappzyklen (längs, plan, parallel) an beliebigen Innen- und Außenkonturen) – Gewindedrehen – Freistiche DIN75/509 Form E&F+ – Formgesenk- und Einstichzyklen radial und axial – Unterprogramme, Polarkoordinaten, Konturzüge
– die Fertigungstechnologie und die Einstellwerte (Zerspanungsgrößen) ermitteln und berechnen. – Arbeitswerte bestimmen. – Tool-Managementsysteme und digitale Werkzeugdatenbanken nutzen. – eine Bearbeitungsmaschine zuordnen.	– Schnittgeschwindigkeit, Vorschub, Drehzahl Einstellwerte – Auswahl entsprechender Werkzeuge – Einflüsse auf das Bearbeitungsergebnis (Oberflächenqualität, Toleranzen, Kühlschmierung) – Arbeitsplan
– den Arbeits- und Umweltschutz einhalten.	– Umgang/Einsatz von Kühlschmierstoffen
– wirtschaftliche Kennziffern ermitteln und beurteilen.	– Hauptnutzungszeit, Zeitspanvolumen

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.</li> <li>– Ergebnisse dokumentieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alternative Lösungen</li> <li>– Industrie 4.0</li> <li>– Messprotokoll</li> </ul>

### 5.11.4 Vollautomatisierte Herstellung von Werkstücken

**Hinweis:**

Zielstellung ist die ständige digitale Vernetzung von Maschinen und Produktionsabläufen, eine automatisierte Produktion (Industrie 4.0)

**(ca. 30 Stunden)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– den Informations- und Stofffluss nachvollziehen.</li> <li>– Prozessabläufe analysieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Systembeschreibungen</li> <li>– technische Dokumentationen, Bedienungsanleitungen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– verschiedene Fertigungssysteme unterscheiden und analysieren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Planlappen, Außenrundlappen, Ultraschallschwinglappen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Arten der Handhabungssysteme einbinden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkzeughandhabesysteme (Aufbau und Wirkungsweise)</li> <li>– Werkstückhandhabungssysteme (Aufbau und Wirkungsweise)</li> <li>– Greifersysteme</li> <li>– Transportsysteme</li> <li>– Industrieroboter (Bauarten, Einsatzmöglichkeiten)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– CIM-Konzepte analysieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verknüpfung von CAD/CAM/PPS darstellen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Anforderungen zum Arbeits- und Umweltschutz anwenden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeits- und Umweltvorschriften</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mess- und Überwachungssysteme bedienen.</li> <li>– Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prozessüberwachung</li> <li>– Fehlerdiagnose</li> <li>– Werkzeugüberwachung</li> <li>– Werkstücküberwachung</li> <li>– Qualitätsmanagement</li> </ul>

## 5.12 Lernfeld 12 – Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages

<b>4. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 60 Stunden</b>
---------------------------	-------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler planen eigenverantwortlich die Durchführung eines Einzelfertigungsauftrages. Dazu analysieren sie die Auftragsunterlagen und legen unter Berücksichtigung der geometrischen und qualitativen Vorgaben des zu fertigenden Bauteils die Bearbeitungsstrategie fest. Sie ermitteln oder überprüfen und optimieren die Fertigungsparameter. Unter Berücksichtigung der Werkstückgeometrie und der auftretenden Kräfte wählen die Schüler geeignete Spannsysteme aus und bewerten sie nach Funktionsweise, Verwendungsmöglichkeit und Handhabbarkeit. Dazu nutzen sie unterschiedliche Informationsmedien. Die Schüler wählen Werkzeuge und Spannmittel aus und stellen die erforderlichen Prüfmittel bereit. Sie konzipieren unter fertigungstechnischen, ökologischen und gesundheitlichen Aspekten eine effektive Kühlschmierung. Sie erstellen und präsentieren die Fertigungsunterlagen und diskutieren unter ökonomischen und qualitativen Gesichtspunkten alternative Lösungsmöglichkeiten. Die Schüler wählen zur Realisierung des Materialflusses Anschlagmittel und Hebezeuge aus und beurteilen deren Betriebssicherheit. Die Schüler richten die Maschine ein und achten auf Kollisionsgefahren im Arbeitsraum. Sie führen die Bearbeitung des Werkstücks unter der Beachtung der Arbeitssicherheitsvorschriften durch und prüfen die qualitativen Merkmale des fertigen Bauelementes. Die Schüler dokumentieren die Fertigungs- und Prüfdaten in geeigneten Protokollen und führen eine kundenorientierte Übergabe des Fertigteil und der Fertigungsunterlagen durch. Sie führen die in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Instandhaltungsmaßnahmen nach betrieblichen Vorgaben durch.

### 5.12.1 Planen eines Einzelfertigungsauftrages durch die Analyse der Auftragsunterlagen und Festlegung der Bearbeitungsstrategie

#### Hinweis:

Wiederholung/Verbindung zu LF 8, 11

(ca. 45 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Kundenanforderungen entsprechend den Auftragsunterlagen ableiten.</li> <li>– die Zeichnungen analysieren, importieren oder erstellen.</li> <li>– die Produktionsumgebung für die Auftragsbearbeitung optimal nutzen.</li> <li>– geeignete Prüfverfahren ableiten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Auftrag</li> <li>– technische Dokumentation</li> <li>– automatisierten Fertigung (Industrie 4.0)</li> <li>– betriebliche Organisationsstrukturen</li> <li>– Betriebsbesichtigung</li> <li>– Prüfanweisungen/-verfahren</li> </ul>

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– Lösungsstrategien für die Fertigung unter Berücksichtigung der Betriebssicherheit entwickeln.	– Fertigungsplan (Arbeitsplatzorganisation, Maschinenaufstellpläne, Handhabetechnik, Messtechnik, Werkzeugvermessung, Werkzeugwechselsystem, Werkzeugaufnahmen, Spannplan, Prüfplan)
– ein CAD/CAM-System anwenden.	– Zeichnung im DXF-Format, – dreidimensionale Werkstückgeometrie
– Fertigungsunterlagen komplettieren.	– Zeichnungen – Programme – Stücklisten – Werkstoffe – Normteile
– die Arbeitsplanung vornehmen.	– Schnittdaten – Werkzeugwahl
– die Fertigungskosten planen, kontrollieren und beeinflussen.	– Kalkulation – Gesamtkosten – Lohnkosten, Materialkosten – Fertigungszeiten (Rüst- und Auftragszeit, Hauptnutzungszeit)
– Prüfverfahren festlegen.	– Prüfprotokolle – Prüfanordnungen – Prüfmittel – Maße, Oberflächen, Passungen
– Qualitätsstandards kontrollieren und einhalten.	– Produkthaftung – Zertifikate – Garantie
– Sicherheitsvorschriften und den Arbeits- und Umweltschutz einhalten.	– technische Vorschriften – innerbetriebliche Vorschriften – BG-Vorschriften, Lappen
– die Fertigung und die Produktionsergebnisse bewerten.	– Fertigungsparameter, Kennwertevergleich – Messmöglichkeiten – Wirtschaftlichkeit – Qualität – digitale Auswertung und Sicherung

## 5.12.2 Konzipieren von fertigungstechnischen Lösungen unter Beachtung ökologischer und gesundheitlicher Aspekte bei der Auswahl geeigneter Spannsysteme

### Hinweis:

Wiederholung/Verbindung zu LF 2/5/8/11  
Projektaufgaben einbeziehen

(ca. 15 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Werkzeugspannmittel analysieren.	– unterschiedliche Spindelaufnahmen (Morse-, Steil- und Hohlkegel, Polygonschaft) – Werkzeugaufnahmen (Dreibacken-Bohr-, Schnellspann-, Bohr- und Spannzangenfutter – Internetrecherche
– Werkstückspannmittel analysieren.	– mechanische, hydraulische, magnetische und Vakuum-Spannmittel, Internetrecherche
– Spannmittel zum Drehen analysieren.	– verschiedene Drehmaschinenfutter, Planscheibe – verschiedene Werkzeughalter – Internetrecherche
– Spann- und Zerspanungskräfte berechnen.	– Tabellenbücher, auch digitale Datenbanken, Schnittwertrechner
– den Arbeitsplan erstellen und mithilfe eines CAD/CAM-System generieren. – ein generiertes Programm am Computer simulieren und Arbeitsplan optimieren.	– CAD/CAM-Lernsoftware
– Hebezeuge für den Transport von Material, Werkstück auswählen.	– Trag-, Lastaufnahme-, Anschlagmittel
– Sicherheitsvorschriften und den Arbeits- und Umweltschutz einhalten.	– Arbeits- und Umweltvorschriften
– geeignete Prüfverfahren ableiten. – Fertigungsplan und Prüfdaten dokumentieren. – Bearbeitungsstrategien beurteilen und hinterfragen.	– Prüfanweisungen, -verfahren – Fertigungspläne, Prüfpläne

## 5.13 Lernfeld 13 – Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung

<b>4. Ausbildungsjahr</b>	<b>Zeitrichtwert 80 Stunden</b>
---------------------------	-------------------------------------

### Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler organisieren die Serienfertigung von Bauelementen als Teil einer betrieblichen Gesamtproduktion im Einsatzgebiet. Sie überprüfen die auftragsbezogenen Fertigungsunterlagen auf Vollständigkeit und Richtigkeit und analysieren diese. Die Schüler informieren sich außerdem in den geltenden betrieblichen Prüfvorschriften und Normen zur Qualitätssicherung über die qualitativen Anforderungen, die zu prüfenden Merkmale des Produkts und die zu verwendenden Prüfmittel. Die Schüler richten Teilsysteme eines Produktionssystems und die notwendigen Betriebsmittel für die Fertigung ein und dokumentieren die Fertigungsparameter. Dabei prüfen und optimieren sie die Steuerungsprogramme der jeweiligen Teilsysteme und protokollieren die durchgeführten Veränderungen. Die Schüler stellen einen störungsfreien Fertigungsprozess sicher. Sie prüfen die Produktqualität und überwachen den Fertigungsablauf. Die Schüler erstellen Prüfprotokolle, auch mit Hilfe von Anwendungsprogrammen. Sie interpretieren die Prüfergebnisse und reagieren bei auftretenden Störungen mit systematischen Lösungsstrategien. Dabei beseitigen sie Störungen selbstständig oder organisieren die Beseitigung. Die Schüler überprüfen und bewerten am Produkt die angewendeten Maßnahmen zur Prozesslenkung, auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Die Schüler dokumentieren die Betriebs-, Fertigungs- und Prüfdaten, führen diese Daten einer zentralen Auswertung zu und bereiten die Übergabe des Fertigungsauftrages an den nachfolgenden Produktionsbereich vor. Die Schüler führen unter Beachtung der Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes die in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Instandhaltungsmaßnahmen nach betrieblichen Vorgaben durch.

### 5.13.1 Analyse des betrieblichen Qualitätsmanagement

#### Hinweis:

Kennenlernen der betrieblichen Organisationsstrukturen sowie des Ablaufs der Zertifizierung und Audits des gesamten Betriebes, Fehlerquellen im betrieblichen Ablauf analysieren.

**(ca. 35 Stunden)**

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– betriebliche Organisationsstrukturen analysieren.	– Aufbau- und Ablauforganisation
– den Lebensweg eines Produktes ermitteln. – die Qualitätsanforderungen ableiten.	– Einflussgrößen (systematische, zufällige), Ursache-Wirkung-Diagramm, Qualitätsregelkreis

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– QS-Normen anwenden.	– DIN ISO 9000 ff
– an Hand eines Prüfungsplanes den Prüfplan erstellen.	– Prüfmerkmal, -mittel, -umfang, -methode, -zeitpunkt – Prüfmittelplanung – Prüfmittelverwaltung – Prüfmittelüberwachung
– die Auditierung seines Unternehmens beurteilen.	– Systemaudit, Zertifizierungsaudit, Überwachungsaudit

### 5.13.2 Statistische Überwachung des Fertigungsprozesses in der Serienfertigung

#### Hinweis:

Auf der Basis der geltenden betrieblichen Prüfvorschriften und der qualitativen Anforderungen des Produkts ist ein störungsfreier Fertigungsprozess sicherzustellen und die Produktqualität im Fertigungsablauf zu überwachen. Projektaufgaben sollen einbezogen werden.

(ca. 45 Stunden)

<b>Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann</b>	<b>Lerninhalt</b>
– den Aufbau des Qualitätsmanagements analysieren. – Möglichkeiten der statistischen Prozessüberwachung erläutern.	– Qualitätsbegriff und Qualitätsmanagement – Qualitätslenkung, -prüfung und -sicherung – Qualitätsverbesserung
– Prüfmerkmale für die statistische Auswertung auswählen und Messprotokolle erstellen.	– Aufnehmen und Berechnen statistischer Größen
– die statistische Auswertung der Ergebnisse grafisch darstellen.	– Histogramm, Wahrscheinlichkeitsnetz, Gaußkurve
– Qualitätsregelkarten entwickeln.	– Aufbau der Regelkarte (Kennwerte OEG, UEG, UWG, OWG, Mittelwert-, Median- und Spannweiten-Regelkarte)
– die Maschinenfähigkeit berechnen.	– Bedingungen für die Maschinenfähigkeit
– die Qualitätsregelkarte interpretieren.	– Auswerten der Verlaufsmuster von Regelkarten (z. B. natürlicher Verlauf, Überschreiten der Eingriffsgrenzen)
– die Prozessfähigkeit beurteilen und darauf reagieren.	– notwendige Änderungen