

Lernortkooperation 4.0

Zeitraahmen und Lernfelder für die Berufsausbildung Zerspanungsmechaniker / Zerspanungsmechanikerin

Übersicht über Zeitraahmen¹ und Lernfelder mit **Markierungen** der Ausbildungs-/Lerninhalte zu

- ▶ Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit
(integrative Berufsbildposition lfd. Nr. 5) und
- ▶ Industrie 4.0 **(Kern- und Fachqualifikation)**

welche für die Entwicklung und Ausgestaltung von Projekten **inhaltlich relevante "Andockstellen"** in den

- ▶ Zeitraahmen des Ausbildungsrahmenplans **und in den**
- ▶ Lernfeldern des KMK Rahmenlehrplans

aufzeigen.

	Zeitraahmen des Ausbildungsrahmenplans	Lernfelder des KMK-Rahmenlehrplans
vor Teil 1 der Abschlussprüfung	1. Fertigen von Bauteilen 4 bis 6 Monate	1. Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen 80 Stunden 2. Fertigen von Bauelementen mit Maschinen 80 Stunden
	2. Herstellen von Baugruppen 3 bis 5 Monate	3. Herstellen von einfachen Baugruppen 80 Stunden
	3. Montieren und demontieren 1 bis 2 Monate	4. Warten technischer Systeme 80 Stunden
	4. Inspizieren und warten 1 bis 2 Monate	5. Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren 100 Stunden
	5. Fertigungsauftrag planen, durchführen und kontrollieren 4 bis 5 Monate	6. Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen 40 Stunden
	6. Betriebsbereitschaft von Betriebsmitteln prüfen und sichern 1 bis 2 Monate	
nach Teil 1 der Abschlussprüfung	7. Steuerungstechnische Systeme inbetriebnehmen 2 bis 3 Monate	7. Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme 60 Stunden
	8. Programmieren und mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen fertigen 3 bis 4 Monate	8. Programmieren und Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen 80 Stunden
	9. Fertigungsprozesse planen und organisieren 1 bis 3 Monate	9. Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren 80 Stunden 11 Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung 100 Stunden
	10. Fertigungsprozesse durchführen und überwachen 4 bis 6 Monate	10. Optimieren des Fertigungsprozesses 100 Stunden
	11. Geschäftsprozesse und Qualitätsmanagement im Einsatzgebiet 10 bis 12 Monate	12. Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages 60 Stunden 13. Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung 80 Stunden

¹ Die Ausbildungsordnung enthält keine Überschriften über die Zeitraahmen. Diese wurden auf Basis der Ausarbeitungen im Rahmen der Neuordnung 2004 zum besseren Verständnis der Zusammenhänge ergänzend eingesetzt.

Abschnitt 1:

integrativ während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln

1 Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht

- Bedeutung des Ausbildungsvertrages, insbesondere Abschluss, Dauer und Beendigung, erklären
- gegenseitige Rechte und Pflichten aus dem Ausbildungsvertrag nennen
- Möglichkeiten der beruflichen Fortbildung nennen
- wesentliche Teile des Arbeitsvertrages nennen
- wesentliche Bestimmungen der für den ausbildenden Betrieb geltenden Tarifverträge nennen

2 Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes

- Aufbau und Aufgaben des ausbildenden Betriebes erläutern
- Grundfunktionen des ausbildenden Betriebes wie Beschaffung, Fertigung, Absatz und Verwaltung erklären
- Beziehungen des ausbildenden Betriebes und seiner Belegschaft zu Wirtschaftsorganisationen, Berufsvertretungen und Gewerkschaften nennen
- Grundlagen, Aufgaben und Arbeitsweise der betriebsverfassungs- oder personalvertretungsrechtlichen Organe des ausbildenden Betriebes beschreiben

3 Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit

- Gefährdung von Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz feststellen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung ergreifen
- berufsbezogene Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften anwenden
- Verhaltensweisen bei Unfällen beschreiben sowie erste Maßnahmen einleiten
- Bestimmungen und Sicherheitsregeln beim Arbeiten an elektrischen Anlagen, Geräten und Betriebsmitteln beachten
- Vorschriften des vorbeugenden Brandschutzes anwenden; Verhaltensweisen bei Bränden beschreiben und Maßnahmen zur Brandbekämpfung ergreifen

4 Umweltschutz

Zur Vermeidung betriebsbedingter Umweltbelastungen im beruflichen Einwirkungsbereich beitragen, insbesondere

- mögliche Umweltbelastungen durch den Ausbildungsbetrieb und seinen Beitrag zum Umweltschutz an Beispielen erklären
- für den Ausbildungsbetrieb geltende Regelungen des Umweltschutzes anwenden
- Möglichkeiten der wirtschaftlichen und umweltschonenden Energie- und Materialverwendung nutzen
- Abfälle vermeiden; Stoffe und Materialien einer umweltschonenden Entsorgung zuführen

5 Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit

- auftragsbezogene und technische Unterlagen unter Zuhilfenahme von Standardsoftware erstellen
- Daten und Dokumente pflegen, austauschen, sichern und archivieren
- Daten eingeben, verarbeiten, übermitteln, empfangen und analysieren
- Vorschriften zum Datenschutz anwenden
- informationstechnische Systeme (IT-Systeme) zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung anwenden
- Informationsquellen und Informationen in digitalen Netzen recherchieren und aus digitalen Netzen beschaffen sowie Informationen bewerten
- digitale Lernmedien nutzen
- die informationstechnischen Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität berücksichtigen
- betriebliche Richtlinien zur Nutzung von Datenträgern, elektronischer Post, IT-Systemen und Internetseiten einhalten
- Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen
- Assistenz-, Simulations-, Diagnose- oder Visualisierungssysteme nutzen
- in interdisziplinären Teams kommunizieren, planen und zusammenarbeiten

Berufsbezogene Vorbemerkungen des KMK-Rahmenlehrplans

Der vorliegende Rahmenlehrplan geht von folgenden Zielen aus:

Die Schülerinnen und Schüler

- o 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,
- o beurteilen und analysieren Fertigungsaufträge auf technische Umsetzbarkeit,
- o planen, steuern und kontrollieren Arbeitsabläufe unter Beachtung terminlicher und kalkulatorischer Vorgaben,
- o berücksichtigen den Datenschutz und die Informationssicherheit bei der Arbeit mit und in digitalen Systemen,
- o richten Fertigungs-, Handhabungs- und Prüfsysteme ein,
- o wenden Normen, Vorschriften und Regeln zur Sicherung der Produktqualität an, sichern die Prozessfähigkeit von Fertigungsanlagen und tragen zur ständigen Verbesserung der Arbeitsabläufe bei,
- o stellen Bauelemente nach qualitativen Vorgaben durch maschinelle spanabhebende (subtraktive) und additive Fertigungsverfahren her und überwachen den Fertigungsprozess,
- o wenden Prüf- und Messverfahren an, dokumentieren und bewerten die Arbeitsergebnisse und leiten daraus Maßnahmen zur Fertigungs- und Produktoptimierung ab,
- o erstellen, ändern und optimieren Programme für numerisch gesteuerte Fertigungssysteme,
- o arbeiten in vernetzten Fertigungssystemen (Datenbanken, CAD/CAM-Kopplung)
- o verwenden digitale Werkzeuge (MES-, ERP-Systeme)
- o überwachen und prüfen Sicherheitseinrichtungen, führen Wartungsarbeiten sowie systematische Fehler- und Störungssuche durch und halten Fertigungssysteme instand,
- o nutzen Informations- und Kommunikationssysteme zur Beschaffung von Informationen, Bearbeitung von Aufträgen, Dokumentation und Präsentation der Arbeitsergebnisse,
- o nutzen deutsch- und englischsprachige Datenblätter, Beschreibungen, Betriebsanleitungen und andere berufstypische Informationen,
- o arbeiten im Team und stimmen ihre Tätigkeiten mit vor- und nachgelagerten Bereichen ab.

Abschnitt 2: vor Teil 1 der Abschlussprüfung

Zeitraumen 1

Fertigen von Bauteilen

4 bis 6 Monate

- 6a) technische Zeichnungen und Stücklisten auswerten und anwenden sowie Skizzen anfertigen
- 7a) Arbeitsplatz unter Berücksichtigung der betrieblichen Vorgaben einrichten
- 7b) Werkzeuge und Materialien auswählen, termingerecht anfordern, prüfen, transportieren und bereitstellen
- 7f) Lösungsvarianten prüfen, darstellen und deren Wirtschaftlichkeit vergleichen
- 7h) Qualifikationsdefizite feststellen, Qualifizierungsmöglichkeiten nutzen
- 7i) unterschiedliche Lerntechniken anwenden
- 7j) Prüfverfahren und Prüfmittel auswählen und anwenden, Einsatzfähigkeit von Prüfmitteln feststellen
- 8b) Hilfsstoffe ihrer Verwendung nach zuordnen, einsetzen und entsorgen
- 16f) Schutzeinrichtungen (an Werkzeugmaschinen) montieren und Funktionsfähigkeit überprüfen
- 9a) Betriebsbereitschaft von Werkzeugmaschinen einschließlich der Werkzeuge sicherstellen
- 9b) Werkzeuge und Spannzeuge auswählen, Werkstücke ausrichten und spannen
- 9c) Werkstücke durch manuelle und maschinelle Fertigungsverfahren herstellen
- 9d) Bauteile durch Trennen und Umformen herstellen

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 4d) Abfälle vermeiden; Stoffe und Materialien einer umweltschonenden Entsorgung zuführen

Lernfeld 1 und 2

LF 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen 80 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Fertigen von berufstypischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen vor. Dazu werten sie Anordnungspläne und einfache technische Zeichnungen aus.

Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen sowie Skizzen für Bauelemente von Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen. **Stücklisten und Arbeitspläne werden auch mit Hilfe von Anwendungsprogrammen erarbeitet und ergänzt.**

Auf der Basis der theoretischen Grundlagen der anzuwendenden Technologien planen sie die Arbeitsschritte mit den erforderlichen Werkzeugen, Werkstoffen, Halbzeugen und Hilfsmitteln. Sie bestimmen die notwendigen technologischen Daten und **führen die erforderlichen Berechnungen durch.**

Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Prüfmittel aus, wenden diese an und **erstellen** die entsprechenden **Prüfprotokolle.**

In Versuchen werden ausgewählte Arbeitsschritte erprobt, die Arbeitsergebnisse bewertet und die Fertigungskosten überschlägig ermittelt.

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren und präsentieren die Arbeitsergebnisse insbesondere unter Verwendung digitaler Medien.

Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes und berücksichtigen die Bestimmungen des Urheberrechts.

- o Teilzeichnungen
- o Gruppen- oder Montagezeichnungen
- o **Technische Unterlagen und Informationsquellen**
- o Funktionsbeschreibungen
- o Fertigungspläne
- o Eisen- und Nichteisenmetalle
- o Eigenschaften metallischer Werkstoffe
- o Kunststoffe
- o Allgmeintoleranzen
- o Halbzeuge und Normteile
- o Bankwerkzeuge, Elektrowerkzeuge
- o Hilfsstoffe
- o Grundlagen und Verfahren des Trennens und des Umformens
- o Prüfen
- o Material-, Lohn- und Werkzeugkosten
- o Masse von Bauteilen, Stückzahlberechnung
- o **Präsentationstechniken**
- o Normen

LF 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

80 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor. Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.

Die Schülerinnen und Schüler werten Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus. Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne auch mit Hilfe von Anwendungsprogrammen zum rechnerunterstützten Zeichnen.

Sie wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus und ordnen sie produktbezogen zu. Sie planen die Fertigungsabläufe, ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.

Sie verstehen den grundsätzlichen Aufbau und die Wirkungsweise der Maschinen und wählen diese sowie die entsprechenden Werkzeuge auftragsbezogen unter Beachtung funktionaler, technologischer und wirtschaftlicher Kriterien aus und bereiten die Maschinen für den Einsatz vor.

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Beurteilungskriterien, wählen Prüfmittel aus und wenden sie an, erstellen und interpretieren Prüfprotokolle.

Sie präsentieren die Arbeitsergebnisse, optimieren die Arbeitsabläufe und entwickeln Alternativen. Dabei nutzen sie aktuelle Medien und Präsentationsformen.

In Versuchen erproben sie ausgewählte Arbeitsschritte und auch alternative Möglichkeiten und bewerten die Arbeitsergebnisse.

Sie kennen die Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maße und Oberflächengüte. Sie setzen sich mit den Einflüssen auf den Fertigungsprozess auseinander und berücksichtigen dabei die Bedeutung der Produktqualität.

Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.

- o Technische Zeichnungen und Informationsquellen auch in digitaler Form
- o Fertigungspläne
- o Funktionsbeschreibungen
- o Auswahlkriterien für Prüfmittel und Anwendungen
- o ISO – Toleranzen
- o Oberflächenangaben
- o Messfehler
- o Bohren, Senken, Reiben, Fräsen, Drehen,
- o Funktionseinheiten von Maschinen und deren Wirkungsweise
- o Standzeiten von Werkzeugen
- o Fertigungsdaten und deren Berechnungen
- o Kühl- und Schmiermittel
- o Grundlagen des Qualitätsmanagements
- o Werkzeug- und Maschinenkosten, Materialverbrauch, Arbeitszeit

aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler

- o nutzen Informations- und Kommunikationssysteme zur Beschaffung von Informationen, Bearbeitung von Aufträgen, Dokumentation und Präsentation der Arbeitsergebnisse,
- o beherrschen den Umgang mit den jeweils aktuellen Informations- und Kommunikationsmitteln,
- o berücksichtigen den Datenschutz und die Informationssicherheit bei der Arbeit mit und in digitalen Systemen

Zeitraumen 2 und 3

Herstellen von Baugruppen

3 bis 5 Monate

- 6a) technische Zeichnungen und Stücklisten auswerten und anwenden sowie Skizzen anfertigen
- 6b) Dokumente sowie technische Unterlagen und berufsbezogene Vorschriften zusammenstellen, ergänzen, auswerten und anwenden
- 14b) Fertigungsauftrag analysieren und die technische Umsetzbarkeit beurteilen
- 8a) Werkstoffeigenschaften und deren Veränderungen beurteilen und Werkstoffe nach ihrer Verwendung auswählen und handhaben
- 7j) Prüfverfahren und Prüfmittel auswählen und anwenden, Einsatzfähigkeit von Prüfmitteln feststellen
- 10a) Betriebsmittel inspizieren, pflegen, warten und die Durchführung dokumentieren
- 16f) Schutzeinrichtungen (an Werkzeugmaschinen) montieren und Funktionsfähigkeit überprüfen
- 9b) Werkzeuge und Spannzeuge auswählen, Werkstücke ausrichten und spannen
- 9c) Werkstücke durch manuelle und maschinelle Fertigungsverfahren herstellen
- 9e) Bauteile, auch aus unterschiedlichen Werkstoffen, zu Baugruppen fügen
- 7e) betriebswirtschaftlich relevante Daten erfassen und bewerten

Montieren und demontieren

2 bis 3 Monate

- 6d) Sachverhalte darstellen, Protokolle anfertigen; englische Fachbegriffe in der Kommunikation anwenden
- 7a) Arbeitsplatz unter Berücksichtigung betrieblicher Vorgaben einrichten
- 7b) Werkzeuge und Materialien auswählen, termingerecht anfordern, prüfen, transportieren und bereitstellen
- 7f) Lösungsvarianten prüfen, darstellen und deren Wirtschaftlichkeit vergleichen
- 16a) Werkstückspannmittel vorbereiten, montieren und ausrichten
- 16b) Werkzeugspannmittel vorbereiten und Werkzeuge spannen
- 9e) Bauteile, auch aus unterschiedlichen Werkstoffen, zu Baugruppen fügen

Lernfeld 3

Herstellen von einfachen Baugruppen

80 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Herstellen von einfachen Baugruppen vor. Dazu lesen sie berufstypische Gesamt- und Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und einfache Schaltpläne und können die Funktionszusammenhänge der Baugruppen beschreiben und erklären.

Sie erstellen und ändern Teil- und Gruppenzeichnungen sowie Stücklisten und wenden Informationen aus technischen, auch digitalen Unterlagen an. Auch unter Verwendung von Lernprogrammen planen sie einfache Steuerungen und wählen die entsprechenden Bauteile aus.

Sie beschreiben die sacherechte Montage von Baugruppen und vergleichen Montagevorschläge auch unter Anwendung fach- und englischsprachige Begriffe. Einzelteile werden systematisch und normgerechnet gekennzeichnet. Die Schülerinnen und Schüler verwenden Montageanleitungen und entwickeln Montagepläne unter Berücksichtigung von Montagehilfsmitteln und kundenspezifischen Anforderungen.

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

Sie wählen die erforderlichen Werkzeuge, Normteile und Vorrichtungen produktbezogen aus und organisieren einfache Montagearbeiten im Team, auch in digitaler Form.

Sie entwickeln Prüfkriterien für Funktionsprüfungen, erstellen Prüfpläne und Prüfprotokolle und dokumentieren und präsentieren diese. Sie bewerten Prüfergebnisse, beseitigen Qualitätsmängel, optimieren Montageabläufe und berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit.

Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.

- o Teil-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Anordnungspläne, auch in digitaler Form
- o Technische Informationsquellen
- o Funktionsbeschreibungen
- o Stückliste und Montagepläne
- o Montagebeschreibungen
- o Werkzeuge, Vorrichtungen
- o Werk-, Hilfs- und Zusatzstoffe
- o Grundlagen des kraft-, form- und stoffschlüssigen Fügens
- o Normteile
- o Grundlagen des Qualitätsmanagements
- o Funktionsprüfung
- o Kraft- und Drehmomentberechnungen
- o Grundlagen der Steuerungstechnik
- o Arbeitsorganisation und Arbeitsplanung
- o Montagekosten

aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler

- o wenden technische Regelwerke und Bestimmungen sowie audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel zur Beschaffung von Informationen und bei Arbeiten in technischen Systemen an
- o berücksichtigen den Datenschutz und die Informationssicherheit bei der Arbeit mit und in digitalen Systemen

Zeitraumen 4

Inspizieren und warten

1 bis 2 Monate

- 8b) Hilfsstoffe ihrer Verwendung nach zuordnen, einsetzen und entsorgen
- 10a) Betriebsmittel inspizieren, pflegen, warten und die Durchführung dokumentieren
- 10b) mechanische und elektrische Bauteile und Verbindungen auf mechanische Beschädigungen sichtbar prüfen, instandsetzen oder die Instandsetzung veranlassen
- 10c) Betriebsstoffe auswählen, anwenden und entsorgen
- 16e) Einrichtungen für Hilfs- und Betriebsstoffe vorbereiten

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 3d) Bestimmungen und Sicherheitsregeln beim Arbeiten an elektrischen Anlagen, Geräten und Betriebsmitteln beachten
- 5a) auftragsbezogene und technische Unterlagen unter Zuhilfenahme von Standardsoftware erstellen
- 5b) Daten und Dokumente pflegen, austauschen, sichern und archivieren
- 5c) Daten eingeben, verarbeiten, übermitteln, empfangen und analysieren
- 5d) Vorschriften zum Datenschutz anwenden
- 5e) informationstechnische Systeme (IT-Systeme) zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung anwenden 5i) betriebliche Richtlinien zur Nutzung von Datenträgern, elektronischer Post, IT-Systemen und Internetseiten einhalten
- 5f) Informationsquellen und Informationen in digitalen Netzen recherchieren und aus digitalen Netzen beschaffen sowie Informationen bewerten
- 5j) betriebliche Richtlinien zur Nutzung von Datenträgern, elektronischer Post, IT-Systemen und Internetseiten einhalten
- 5j) Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen

Lernfeld 4

Warten technischer Systeme

80 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler bereiten die Wartung von technischen Systemen insbesondere von Betriebsmitteln vor und ermitteln Einflüsse auf deren Betriebsbereitschaft. Dabei bewerten sie die Bedeutung dieser Instandhaltungsmaßnahme unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

Sie lesen Anordnungspläne, Wartungspläne und Anleitungen auch in englischer Sprache. Die Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Informationsquellen.

Sie planen Wartungsarbeiten und bestimmen die notwendigen Werkzeuge und Hilfsstoffe. Sie wenden die Grundlagen der Elektrotechnik und der Steuerungstechnik an und erklären einfache Schaltpläne in den verschiedenen Gerätetechniken.

Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes sowie der IT-Sicherheit. Dabei berücksichtigen sie besonders die Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel. Sie messen und berechnen elektrische und physikalische Größen. Sie bewerten und diskutieren ihre Arbeitsergebnisse und stellen diese dar.

- o Grundbegriffe der Instandhaltung
- o Wartungspläne
- o Anordnungspläne
- o Betriebsanleitungen
- o Betriebsorganisation
- o Verschleißursachen, Störungsursachen
- o Schmier- und Kühlschmierstoffe, Entsorgung
- o Korrosionsschutz und Korrosionsschutzmittel
- o Funktionsprüfung
- o Instandhaltungs- und Ausfallkosten, Störungsfolgen
- o Schadensanalyse
- o Größen im elektrischen Stromkreis, Ohmsches Gesetz
- o Gefahren des elektrischen Stroms, elektrische Sicherheit
- o Normen und Verordnungen

aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler

- o wenden technische Regelwerke und Bestimmungen sowie audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel zur Beschaffung von Informationen und bei Arbeiten in technischen Systemen an.
- o berücksichtigen den Datenschutz und die Informationssicherheit bei der Arbeit mit und in digitalen Systemen,

Zeitraahmen 5

Fertigungsauftrag planen, durchführen und kontrollieren 4 bis 5 Monate

- 14a) auftragsbezogene Unterlagen beschaffen und auf Vollständigkeit prüfen
- 14b) Fertigungsauftrag analysieren und die technische Umsetzbarkeit beurteilen
- 14c) Fertigungsverfahren und Prozessschritte festlegen
 - 7h) Qualifikationsdefizite feststellen, Qualifizierungsmöglichkeiten nutzen
 - 7i) **unterschiedliche Lerntechniken anwenden**
 - 7j) Prüfverfahren und Prüfmittel auswählen und anwenden, Einsatzfähigkeit von Prüfmitteln feststellen
- 12a) Transport-, Anschlagmittel und Hebezeuge auswählen, deren Betriebssicherheit beurteilen und unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften anwenden oder deren Einsatz veranlassen
- 12b) Transportgut absetzen, lagern und sichern
- 14d) Werkzeugmaschine nach Werkstückanforderung auswählen
- 17c) Zerspanbarkeit von Werkstücken unter Berücksichtigung der stofflichen Zusammensetzung, des Anlieferungszustandes und des Wärmebehandlungszustandes beurteilen
- 14e) Werkzeuge und Schneidstoffe unter Beachtung der Fertigungsverfahren, des zu bearbeitenden Werkstoffes, der Bearbeitungsstabilität und der Werkstückgeometrie festlegen
- 14f) Fertigungsparameter in Abhängigkeit von Werkstück, Werkstoff, Werkzeug und Schneidstoff festlegen
- 17a) Werkstücke unter Berücksichtigung der Form und der Werkstoffeigenschaften ausrichten und spannen
- 17b) Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen mit spanabhebenden Fertigungsverfahren nach technischen Unterlagen fertigen
- 7g) im eigenen Arbeitsbereich zur kontinuierlichen Verbesserung von Arbeitsvorgängen beitragen

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 5g) **digitale Lernmedien nutzen**

Lernfeld 5

Herstellen von Bauelementen durch spanende Fertigungsverfahren 100 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler stellen Bauelemente aus Eisen- und Nichteisenmetallen sowie Kunststoffen durch spanende Fertigungsverfahren her. Dazu analysieren, **erstellen und ändern sie auftragsbezogene Unterlagen. Sie nutzen technische, auch digitale Informationsquellen.**

Mit geeigneten Untersuchungsverfahren bestimmen die Schülerinnen und Schüler die mechanischen und technologischen Eigenschaften des zu zerspanenden Werkstoffs, bestimmen dessen Eigenschaftsprofil für die Zerspanbarkeit und leiten daraus geeignete Werkzeuggeometrien und Schneidstoffe ab.

Entsprechend den Werkstückanforderungen wählen sie geeignete Fertigungsverfahren, Werkzeugmaschinen und Werkzeuge aus und beachten dabei die technologischen Wirkprinzipien. Sie wählen Werkstück- und Werkzeugspannmittel aus und planen das Einrichten der Maschine. **Die Schülerinnen und Schüler verwenden aktuelle Anwenderprogramme zum Erstellen von Rüst- bzw. Einrichteplänen.**

Sie bestimmen den Kühlschmierstoff und überwachen dessen Einsatzfähigkeit.

Die Schülerinnen und Schüler legen die für die Herstellung der Bauelemente notwendigen Fertigungsschritte und Fertigungsparameter fest, **dokumentieren und präsentieren diese auch mit Hilfe digitaler Medien in einem Arbeitsplan.** Sie diskutieren und bewerten alternative Lösungsmöglichkeiten und berücksichtigen dabei wirtschaftliche Aspekte. Sie beachten die Einflüsse der Fertigungsparameter auf die Maßhaltigkeit und die Oberflächengüte des Werkstücks.

Zur Qualitätssicherung in der Fertigung werden Prüfverfahren und Prüfmittel auftragsbezogen ausgewählt, deren Einsatzfähigkeit festgestellt, Prüfpläne und Prüfvorschriften angewendet und die **Ergebnisse auch digital dokumentiert.**

Die Schülerinnen und Schüler beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes sowie der IT-Sicherheit.

Sie reflektieren und bewerten die gesamte Auftragsabwicklung im Team und reagieren sachbezogen auf Kritik an ihrer Arbeit.

- o Teil-, Gruppen-, Gesamtzeichnung
- o Fertigungsunterlagen: Arbeitsplan, Einrichteblatt, Rüstplan, Werkzeugdatenblatt, Prüfplan
- o Dreh-, Frästechnik und Schleiftechnik
- o Schneidstoffe
- o Fertigungsparameter: Technologiedaten, Schneidengeometrie, Schnittkraft, Schnitt- und Maschinenleistung, Zeitspannungsvolumen, Hauptnutzungszeit, Fertigungskosten
- o Spanbildung
- o Verschleiß, Standzeit
- o Funktionsbeschreibungen von Teilsystemen der Werkzeugmaschine
- o Bewegungen an Werkzeugmaschinen
- o Maschinenelemente, Übersetzungsverhältnis, Drehmoment
- o Spankräfte
- o Qualitätssicherung

aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler

- o **planen ihre Aufgaben anhand von technischen Unterlagen, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge. Sie wenden informationstechnische Systeme zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung an;**

Zeitraumen 6

Betriebsbereitschaft von Betriebsmitteln prüfen und sichern

1 bis 2 Monate

- 6b) Dokumente sowie technische Unterlagen und berufsbezogene Vorschriften zusammenstellen, ergänzen, auswerten und anwenden
- 6d) Sachverhalte darstellen, **Protokolle anfertigen**; englische Fachbegriffe in der Kommunikation anwenden
- 6e) Informationen auch aus englischsprachigen technischen Unterlagen oder Dateien entnehmen und verwenden
- 10a) Betriebsmittel inspizieren, pflegen, warten und die Durchführung dokumentieren
- 10b) mechanische und elektrische Bauteile und Verbindungen auf mechanische Beschädigungen sichtbar prüfen, instandsetzen oder die Instandsetzung veranlassen
- 10c) Betriebsstoffe auswählen, anwenden und entsorgen
- 12a) Transport-, Anschlagmittel und Hebezeuge auswählen, deren Betriebssicherheit beurteilen und unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften anwenden oder deren Einsatz veranlassen
- 18c) maschinenbedingte Störungen beheben oder Beseitigung veranlassen
- 18d) Sicherheitseinrichtungen kontrollieren und deren Funktion sicherstellen

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 3d) Bestimmungen und Sicherheitsregeln beim Arbeiten an elektrischen Anlagen, Geräten und Betriebsmitteln beachten

Lernfeld 6

Warten und Inspizieren von Werkzeugmaschinen

40 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler warten und inspizieren Werkzeugmaschinen, sicherheits-technische Einrichtungen und periphere Systeme zur Aufrechterhaltung einer störungsfreien Produktion. Sie nutzen die Möglichkeiten von **Diagnosesystemen** und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle, auch durch **Ferndiagnose**. Dazu nutzen sie Betriebs- und Wartungsanleitungen, verschiedene Informationsmaterialien und Medien auch in englischer Sprache.

Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen mögliche wirtschaftliche und rechtliche Folgen von Wartungsarbeiten und deren Einfluss auf die Qualitätsanforderungen der Produktion und des Produktes.

Sie untersuchen fertigungstechnische Systeme nach Funktions- und Baueinheiten, ordnen diese Einheiten den Teilfunktionen Stützen, Tragen und Übertragen zu und berechnen notwendige Kenngrößen.

Sie unterscheiden die Wartung, Inspektion und Instandsetzung als verschiedene Bereiche der Instandhaltung. Die Schülerinnen und Schüler legen die in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Wartungsmaßnahmen fest, führen sie unter Beachtung der Bestimmungen der Arbeits- und des Umweltschutzes durch und **dokumentieren sie auch digital**.

Sie grenzen im Störfall systematisch die Fehler-, Verschleiß- und Ausfallursachen ein, analysieren diese und können die Störungen entweder selbst beseitigen oder die Beseitigung veranlassen.

Die Schülerinnen und Schüler entsorgen verbrauchte Hilfsstoffe und defekte Teile umweltgerecht.

- o Produktionsfaktor Werkzeugmaschine
- o Abnutzung, Abnutzungsvorrat
- o Verschleißursachen, Verschleißarten
- o Flächenpressung, Reibung, Auflagerkräfte
- o Grundregeln der Instandhaltung
- o Instandhaltungsstrategien
- o Ereignisorientierte- und Vorausschauende Instandhaltung
- o Condition Monitoring
- o technische Dokumentationen
- o Betriebssicherheit
- o Methoden der Fehlereingrenzung, Fehlerarten
- o Störstellen, Störungsursachen
- o Inspektions- und Wartungsvorschriften
- o Entsorgungsvorschriften
- o Schmierstoffe, -spezifikationen
- o Produkthaftung
- o Normen, Richtlinien

Abschnitt 3: nach Teil 1 der Abschlussprüfung

Zeitraumen 7

Steuerungstechnische Systeme inbetriebnehmen

2 bis 3 Monate

- 6e) Informationen auch aus englischsprachigen technischen Unterlagen oder Dateien entnehmen und verwenden
- 11a) **steuerungstechnische Unterlagen auswerten**
- 11b) **Steuerungstechnik anwenden**
- 18a) Fertigungsprozess überwachen und optimieren
- 18b) Fehler im Fertigungsablauf erkennen und analysieren, Ursache ermitteln und beheben
- 18c) maschinenbedingte Störungen beheben oder Beseitigung veranlassen

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 5j) **Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen**
- 5k) **Assistenz-, Simulations-, Diagnose- oder Visualisierungssysteme nutzen**

Lernfeld 7

Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme

n

60 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler analysieren, **programmieren und parametrieren berufsspezifische steuerungstechnische Systeme** auch mit Hilfe von Simulationsprogrammen. Sie nehmen **diese die steuerungstechnischen Systeme** unter Beachtung der Arbeitsschutzbestimmungen **in Betrieb**.

Sie überprüfen anhand der technischen Dokumentation den funktionalen Ablauf der Steuerung und entwickeln unter Berücksichtigung des Stoff-, Informations- und Energieflusses **Strategien zur Fehlersuche**, sowie zur **Optimierung des steuerungstechnischen Systems**.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln und bewerten die jeweiligen Druck- und Kräfteverhältnisse und vergleichen die Wirtschaftlichkeit und Funktionalität unterschiedlicher Gerätetechniken. Sie diskutieren und bewerten alternative Lösungen.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen und vervollständigen technische Dokumentationen und präsentieren ihre Ergebnisse auch digital. Dazu verwenden sie auch geeignete aktuelle Anwendungsprogramme.

Für ihre Arbeit nutzen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Informationsmedien, auch in englischer Sprache.

- o **Technologieschema**
- o **Zuordnungsliste**
- o **Weg - Schritt - Diagramm**
- o **Schalt- und Stromlaufplan**
- o **Logikplan, Funktionstabelle**
- o **Pneumatik, Hydraulik, elektrische Ansteuerung**
- o **Steuern, Regeln**
- o **Steuerstromkreis, Arbeitsstromkreis**
- o **Logische Grundsaltungen**
- o **Speicherungen**
- o **Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen**
- o **Analoge, digitale und intelligente Sensoren und Aktoren**
- o **Normen**

aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler

- o **erstellen, ändern und optimieren Programme für numerisch gesteuerte Fertigungssysteme,**
- o **arbeiten in vernetzten Fertigungssystemen (Datenbanken, CAD/CAM-Kopplung) wenden technische Regelwerke und Bestimmungen sowie audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel zur Beschaffung von Informationen und bei Arbeiten in technischen Systemen an.**

Zeitraumen 8

Programmieren und mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen fertigen 3 bis 4 Monate

- 9a) Betriebsbereitschaft von Werkzeugmaschinen einschließlich der Werkzeuge sicherstellen
- 14a) auftragsbezogene Unterlagen beschaffen und auf Vollständigkeit prüfen
- 14b) Fertigungsauftrag analysieren und die technische Umsetzbarkeit beurteilen
- 17c) Zerspanbarkeit von Werkstücken unter Berücksichtigung der stofflichen Zusammensetzung, des Anlieferungszustandes und des Wärmebehandlungszustandes beurteilen
- 14d) Werkzeugmaschine nach Werkstückanforderung auswählen
- 16e) Einrichtungen für Hilfs- und Betriebsstoffe vorbereiten
- 14e) Werkzeuge und Schneidstoffe unter Beachtung der Fertigungsverfahren, des zu bearbeitenden Werkstoffes, der Bearbeitungsstabilität und der Werkstückgeometrie festlegen
- 14f) Fertigungsparameter in Abhängigkeit von Werkstück, Werkstoff, Werkzeug und Schneidstoff festlegen
- 15a) Dateneingabegeräte und Datenausgabegeräte sowie Datenträger handhaben
- 15b) Programme erstellen
- 15c) Programme eingeben, testen, ändern und optimieren
- 15d) Datensicherung unter Berücksichtigung betrieblicher Bestimmungen durchführen
- 16a) Werkstückspannmittel vorbereiten, montieren und ausrichten
- 16b) Werkzeugspannmittel vorbereiten und Werkzeuge spannen
- 16c) Werkzeugkorrekturdaten ermitteln und abspeichern
- 16d) Fertigungsparameter einstellen und eingeben
- 16g) Testlauf durchführen

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 5c) Daten eingeben, verarbeiten, übermitteln, empfangen und analysieren
- 5d) Vorschriften zum Datenschutz anwenden
- 5j) Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen
- 5k) Assistenz-, Simulations-, Diagnose- oder Visualisierungssysteme nutzen

Lernfeld 8

Programmieren und Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen 80 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. 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 nutzen Sie Programmieranleitungen und Herstellerunterlagen.

Die Schülerinnen und Schüler planen die Einspannung des Werkstücks und der Werkzeuge. Sie kontrollieren Sicherheitseinrichtungen und stellen deren Funktion sicher. Sie richten die Werkzeugmaschine ein und erproben unter Beachtung der Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes die CNC-Programme.

Auf Grundlage der erstellten Prüfpläne wählen die Schülerinnen und Schüler geeignete Prüfmittel aus. Sie interpretieren und dokumentieren die ermittelten Prüfergebnisse unter Verwendung aktueller Anwendungsprogramme.

Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden hierbei zwischen technologisch und programmtechnisch bedingten Einflüssen des Fertigungsprozesses auf Maßhaltigkeit und Oberflächengüte. Sie diskutieren und reflektieren die Auftragsabwicklung.

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Wirtschaftlichkeit und die Produktqualität der CNC-Fertigung mit der konventionellen Fertigung.

- o Arbeitsauftrag
- o CNC- Drehen, CNC-Fräsen
- o Konturpunktberechnung
- o Programmablaufplan
- o Aufbau und Merkmale von Maschinensystemen
- o Koordinatensysteme und Bezugspunkte
- o Steuerungsarten
- o Programmaufbau
- o Wegbedingungen, Zusatzfunktionen
- o Schneidenradiuskompensation, Bahnkorrektur
- o Zyklen, Unterprogrammtechnik
- o Fertigungsparameter
- o Tool Managementsystem, Werkzeug-Voreinstellung
- o Identifikation von Werkzeugen
- o Fertigungsunterlagen
- o Normen
- o Dokumentations- und Präsentationstechnik

aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler

- o

Zeitraahmen 9

Fertigungsprozesse planen und organisieren

1 bis 3 Monate

- 6c) Gespräche mit Kunden, Vorgesetzten und im Team situationsgerecht und ziel-orientiert auch mit digitalen Kommunikationsmitteln führen, kulturelle Identitäten berücksichtigen
- 6f) Besprechungen organisieren und moderieren, **Ergebnisse dokumentieren und präsentieren**
- 6g) Konflikte im Team lösen
- 7c) Arbeitsabläufe und Teilaufgaben unter Beachtung wirtschaftlicher und terminlicher Vorgaben planen und durchführen
- 7d) **Instrumente zur Auftragsabwicklung sowie der Terminverfolgung anwenden**
- 7g) im eigenen Arbeitsbereich zur kontinuierlichen Verbesserung von Arbeitsvorgängen beitragen
- 7l) Aufgaben im Team planen und durchführen
- 13a) auftragspezifische Anforderungen und Informationen beschaffen, prüfen, umsetzen oder an die Beteiligten weiterleiten
- 13b) Kunden auf auftragspezifische Besonderheiten und Sicherheitsvorschriften hinweisen
- 14a) auftragsbezogene Unterlagen beschaffen und auf Vollständigkeit prüfen
- 14b) Fertigungsauftrag analysieren und die technische Umsetzbarkeit beurteilen
- 14c) Fertigungsverfahren und Prozessschritte festlegen
- 14d) Werkzeugmaschine nach Werkstückanforderung auswählen
- 14e) Werkzeuge und Schneidstoffe unter Beachtung der Fertigungsverfahren, des zu bearbeitenden Werkstoffes, der Bearbeitungsstabilität und der Werkstückgeometrie festlegen
- 14f) Fertigungsparameter in Abhängigkeit von Werkstück, Werkstoff, Werkzeug und Schneidstoff festlegen
- 15a) **Dateneingabegeräte und Datenausgabegeräte sowie Datenträger handhaben**
- 15b) **Programme erstellen**
- 15c) **Programme eingeben, testen, ändern und optimieren**
- 15d) **Datensicherung unter Berücksichtigung betrieblicher Bestimmungen durchführen**
- 16a) Werkstückspannmittel vorbereiten, montieren und ausrichten
- 16b) Werkzeugspannmittel vorbereiten und Werkzeuge spannen
- 16c) Werkzeugkorrekturdaten ermitteln und abspeichern
- 16d) Fertigungsparameter einstellen und eingeben
- 16g) Testlauf durchführen
- 17c) Zerspanbarkeit von Werkstücken unter Berücksichtigung der stofflichen Zusammensetzung, des Anlieferungszustandes und des Wärmebehandlungszustandes beurteilen
- 17a) Werkstücke unter Berücksichtigung der Form und der Werkstoffeigenschaften ausrichten und spannen

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 5e) **informationstechnische Systeme (IT-Systeme) zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung anwenden**
- 5c) **Daten eingeben, verarbeiten, übermitteln, empfangen und analysieren**
- 5d) **Vorschriften zum Datenschutz anwenden**
- 5j) **Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen**
- 5k) **Assistenz-, Simulations-, Diagnose- oder Visualisierungssysteme nutzen**
- 5h) **die informationstechnischen Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität berücksichtigen**

Lernfeld 9 und 11

LF9: Herstellen von Bauelementen durch Feinbearbeitungsverfahren

80 Stunden

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

Die Schülerinnen und Schüler definieren produktbezogene Prüfmerkmale, erstellen unter Verwendung aktueller Anwendungsprogramme Prüfpläne, ordnen Prüfmittel zu und wählen produktbezogene Prüfverfahren aus.

Sie 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 die Schülerinnen und Schüler die technologischen, qualitativen und wirtschaftlichen Auswirkungen des ausgewählten Bearbeitungsverfahrens.

Sie beachten bei der Prüfung geltende Prüfvorschriften und **vervollständigen Prüfprotokolle in Datenbanken.**

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

Sie präsentieren die Arbeitsergebnisse.

- o Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden
- o Schleifen, Honen, Läppen
- o Kühlschmierung, Trockenschliff
- o Werkzeugspezifikationen
- o Abtragsleistung
- o **Digitale Messmittel**
- o Prüfstrategien
- o Oberflächengüte
- o Rauheitsmessung
- o ISO- Toleranzen
- o Form-, Lagetoleranzen
- o Hauptnutzungszeit
- o Wirtschaftliche Kennziffern
- o Arbeits- und Umweltschutz

LF 11: Planen und Organisieren rechnergestützter**Fertigung**

100 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler bereiten auftragsbezogen einen rechnergestützten Fertigungsprozess vor, organisieren und überwachen auch unter Anwendung eines MES, den Fertigungsablauf. Dabei berücksichtigen sie die Anforderungen rechnergestützter Fertigung.

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

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

Die Schülerinnen und Schüler bewerten unter qualitativen Vorgaben das Arbeitsergebnis und sichern die Prozessfähigkeit. Dazu nutzen sie auch rechnergestützte Qualitätsmanagementsysteme.

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

- o Programmstruktur
- o Parameterprogrammierung
- o Graphische Konturbeschreibung
- o Werkzeug- Datenbank
- o ERP-Systeme und MES
- o Werkzeugkodierung
- o Flexible Fertigungssysteme
- o Vernetzung und mobile Kommunikation
- o optische und elektronische Identifikationssysteme
- o Stoff-, Energie- und Informationsfluss
- o Zuführ- und Handhabungssysteme
- o Handhabungsfunktionen
- o Industrieroboter
- o Palettensysteme
- o Sicherheitsanforderungen an Produktionseinrichtungen

aus den berufsbezogenen Vorbemerkungen

Die Schülerinnen und Schüler

- o erstellen, ändern und optimieren Programme für numerisch gesteuerte Fertigungssysteme,
- o arbeiten in vernetzten Fertigungssystemen (Datenbanken, CAD/CAM-Kopplung)
- o verwenden digitale Werkzeuge (MES-, ERP-Systeme)

Zeitraumen 10

Fertigungsprozesse durchführen und überwachen

1 bis 2 Monate

- 18d) Sicherheitseinrichtungen kontrollieren und deren Funktion sicherstellen
- 12a) Transport-, Anschlagmittel und Hebezeuge auswählen, deren Betriebssicherheit beurteilen und unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften anwenden oder deren Einsatz veranlassen
- 12b) Transportgut absetzen, lagern und sichern
- 17b) Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen mit spanabhebenden Fertigungsverfahren nach technischen Unterlagen fertigen
- 17d) Zerspanungsprozess unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften durchführen
- 17e) Werkstücke unter Beachtung wirtschaftlicher Faktoren fertigen
- 18a) Fertigungsprozess überwachen und optimieren
- 18b) Fehler im Fertigungsablauf erkennen und analysieren, Ursachen ermitteln und beheben
- 18c) maschinenbedingte Störungen beheben oder Beseitigung veranlassen
- 18e) Qualität und Quantität durch Optimieren der Prozessparameter lenken
- 7k) Arbeitsergebnisse kontrollieren, beurteilen und **dokumentieren**

Lernfeld 10

LF 10: Optimieren des Fertigungsprozesses

100 Stunden

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

Die Schülerinnen und 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 Schülerinnen und Schüler bewerten den Werkzeugverschleiß durch quantitative Kennwerte. **Dabei nutzen sie aktuelle Diagnosesysteme.** Die Schülerinnen und 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 Schülerinnen und 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. **Sie erfassen Messdaten auch in digitaler Form, werten diese mit Hilfe von Anwendersoftware aus und präsentieren die Ergebnisse.**

- o Fertigungstechnische Entwicklungstrends
- o Härte- und Glühverfahren
- o Verschleißkenngrößen
- o Werkzeugüberwachungssysteme
- o Condition-Monitoring
- o Vorausschauende Instandhaltung
- o Tool Managementsystem
- o Schneidstoffe, Beschichtungen
- o Kühlschmiermitteleinsatz
- o Maschinenkonzepte
- o **Leistungsfähigkeit von Steuerungen**
- o ERP-Systeme und MES
- o Maschinenleistung
- o Hauptnutzungszeit, Rüst- und Nebenzeit
- o Kalkulation
- o Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchung

Zeitraumen 13

Geschäftsprozesse und Qualitätssicherungssysteme im Einsatzgebiet

10 bis 12 Monate

- 20a) Art und Umfang von Aufträgen klären, spezifische Leistungen feststellen, Besonderheiten und Termine mit Kunden absprechen
- 20b) Informationen für die Auftragsabwicklung beschaffen, auswerten und nutzen, technische Entwicklungen berücksichtigen, sicherheitsrelevante Vorgaben beachten
- 20c) Auftragsabwicklungen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, betriebswirtschaftlicher und ökologischer Gesichtspunkte planen sowie mit vor- und nachgelagerten Bereichen abstimmen, Planungsunterlagen erstellen
- 20d) Teilaufträge veranlassen, Ergebnisse prüfen
- 20e) Aufträge, insbesondere unter Berücksichtigung von Arbeitssicherheit, Umweltschutz und Terminvorgaben durchführen
- 20f) betriebliche Qualitätssicherungssysteme im eigenen Arbeitsbereich anwenden; Ursachen von Qualitätsmängeln systematisch suchen, beseitigen und dokumentieren
- 20g) Prüfverfahren und Prüfmittel auswählen und anwenden, Einsatzfähigkeit von Prüfmitteln feststellen, Prüfpläne und betriebliche Prüfvorschriften anwenden, Ergebnisse dokumentieren
- 20h) Auftragsabwicklung, Leistungen und Verbrauch dokumentieren
- 20i) technische Systeme oder Produkte an Kunden übergeben und erläutern, Abnahmeprotokolle erstellen
- 20j) Arbeitsergebnisse und -durchführung bewerten sowie zur kontinuierlichen Verbesserung von Arbeitsvorgängen im Betriebsablauf beitragen
- 20k) Optimierung von Vorgaben, insbesondere von Dokumentationen, veranlassen
- 20l) Lebenszyklusdaten von Aufträgen, Dienstleistungen, Produkten und Betriebsmitteln auswerten, Vorschläge zur Optimierung von Abläufen und Prozessen erarbeiten

während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln:

- 5d) Vorschriften zum Datenschutz anwenden
- 5e) informationstechnische Systeme (IT-Systeme) zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung anwenden
- 5f) Informationsquellen und Informationen in digitalen Netzen recherchieren und aus digitalen Netzen beschaffen sowie Informationen bewerten
- 5g) digitale Lernmedien nutzen
- 5h) die informationstechnischen Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität berücksichtigen
- 5i) betriebliche Richtlinien zur Nutzung von Datenträgern, elektronischer Post, IT-Systemen und Internetseiten einhalten
- 5k) Assistenz-, Simulations-, Diagnose- oder Visualisierungssysteme nutzen
- 5l) in interdisziplinären Teams kommunizieren, planen und zusammenarbeiten

Lernfeld 12 und 13

LF 12: Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages

60 Stunden

Die Schülerinnen und 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 auch unter Verwendung von Datenmanagementsystemen fest.

Sie ermitteln oder überprüfen und optimieren die Fertigungsparameter. Unter Berücksichtigung der Werkstückgeometrie und der auftretenden Kräfte wählen die Schülerinnen und Schüler geeignete Spannsysteme aus und bewerten sie nach Funktionsweise, Verwendungsmöglichkeiten und Handhabbarkeit. Dazu nutzen sie digitale Informationsmedien. Die Schülerinnen und 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 Schülerinnen und Schüler wählen zur Realisierung des Materialflusses Anschlagmittel und Hebezeuge aus und beurteilen deren Betriebssicherheit. Die Schülerinnen und Schüler richten die Maschine ein und achten auf Kollisionsgefahren im Arbeitsraum. Sie führen die Bearbeitung des Werkstückes unter Beachtung der Arbeitssicherheitsvorschriften durch und prüfen die qualitativen Merkmale des fertigen Bauelementes. Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Fertigungs- und Prüfdaten in geeigneten Protokollen und führen eine kundenorientierte Übergabe des Fertigteiltes und der Fertigungsunterlagen durch.

Sie führen die in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Instandhaltungsmaßnahmen nach betrieblichen Vorgaben durch.

- o Projektmanagement
- o Auftragsanalyse
- o Arbeitsplatzorganisation
- o CAD/CAM/CAQ - Technik
- o Fertigungsunterlagen
- o Werkzeugspannsysteme
- o Werkstückspannsysteme
- o Spann- und Zerspanungskräfte
- o Interne und externe Kühlschmierstoffzufuhr
- o Mehrachsenbearbeitung
- o Bezugspunkte
- o Materialfluss, Hebezeuge
- o Betriebliche Organisationsstrukturen
- o Produkthaftung
- o Kunden- Lieferanten Beziehung
- o Sicherheitsvorschriften
- o Fertigungskosten
- o Messmaschinendigitale Messmittel

LF13: Organisieren und Überwachen von Fertigungsprozessen in der Serienfertigung 80 Stunden

Die Schülerinnen und 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 Schülerinnen und 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 Schülerinnen und 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 Schülerinnen und Schüler stellen einen störungsfreien Fertigungsprozess sicher.

Sie prüfen die Produktqualität und überwachen den Fertigungsablauf.

Die Schülerinnen und 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 Schülerinnen und Schüler überprüfen und bewerten am Produkt die angewendeten Maßnahmen zur Prozesslenkung, auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Die Schülerinnen und 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 Schülerinnen und Schüler führen unter Beachtung der Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes die in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Instandhaltungsmaßnahmen nach betrieblichen Vorgaben durch.

- o Betriebliche Organisationsstrukturen
- o Betriebliches Auftragwesen
- o Inbetriebnahme
- o **ERP-Systeme, MES**
- o Prüfsysteme
- o Audit, Betriebliche Prüfvorschrift, Prüfanweisung
- o Qualitätsregelkarte
- o Qualitätsregelkreis
- o Qualitätslenkung
- o Prozessfähigkeit, Maschinenfähigkeit
- o **Betriebsdatenerfassung**
- o Dokumentation
- o Produkthaftung
- o Instandhaltung