



# Curriculum

Fachrichtungsbezogener Lernbereich

Fachbereich Technik

Fachrichtung Maschinentechnik/  
Maschinenbautechnik

Schwerpunkt Produktionstechnik

Stand: 1.8.2021



**SACHSEN-ANHALT**

Ministerium für Bildung

**Fachschule**



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Abkürzungsverzeichnis ..... 2
2	Intention der Weiterbildung ..... 3
2.1	Intention der Fachschule..... 3
2.2	Intention der Fachschule Maschinentchnik/Maschinenbautechnik ..... 4
3	Kompetenzmodell ..... 6
4	Fachdidaktische Konzeption..... 10
5	Kompetenzentwicklung in den Fächern ..... 14
5.1	Übersicht über die Fächer..... 14
5.2	Kompetenzen und Wissensbestandteile der Fächer ..... 15
5.2.1	Technische Mathematik ..... 15
5.2.2	Technische Physik ..... 20
5.2.3	Berufs- und Arbeitspädagogik ..... 23
5.2.4	Betriebswirtschaft/Unternehmensführung..... 27
5.2.5	Technische Mechanik..... 32
5.2.6	Werkstofftechnik und Technische Chemie..... 35
5.2.7	Qualitätsmanagement und Arbeitswissenschaft ..... 39
5.2.8	Fertigungstechnik und Fertigungsmesstechnik..... 46
5.2.9	Konstruktionstechnik ..... 57
5.2.10	Maschinenelemente ..... 65
5.2.11	Werkzeugmaschinen..... 69
5.2.12	Steuerungs- und Regeltechnik ..... 73
5.2.13	Informationstechnik ..... 76
5.2.14	Elektrotechnik/Elektrische Antriebe ..... 79
5.2.15	Projektarbeit ..... 82

# 1 Abkürzungsverzeichnis

3D	dreidimensional
AEVO	Ausbilder-Eignungsverordnung
AG	Aktiengesellschaft
AS-i	Actor-Sensor-Interface
BAB	Betriebsabrechnungsbogen
BBiG	Berufsbildungsgesetz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BVW	Betriebliches Vorschlagswesen
CAD	computer-aided design
CAX	computer-aided x
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIN EN ISO	DIN Deutsches Institut für Normung, EN Europäische Norm, ISO für International Organization for Standardization
ECM	electro chemical machining
EDM	electrical discharge machining
EMSR	Elektrische Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Europäische Union
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
GbR	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPS	geometrische Produktspezifikation
Hart-Protokoll	Highway Addressable Remote Transducer-Protokoll
HSQ-VO	Hochschulqualifikationsverordnung des Landes Sachsen-Anhalt
HwO	Handwerksordnung
JArbSchG	Jugendarbeitsschutzgesetz
KG	Kommanditgesellschaft
KMK	Kultusministerkonferenz
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KV-Diagramm	Karnaugh-Veitch-Diagramm
Ltd.	Limited
MES	Manufacturing Execution
MFU-PFU	Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen
MTM	Methods-Time Measurement
OHG	Offene Handelsgesellschaft
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PLM	Product-Lifecycle-Management
PPS	(computergestütztes) Produktionssteuerungs- und -planungssystem
ProdHaftG	Produkthaftungsgesetz
QRK	Qualitätsregelkarten
RAMI 4.0	Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0
SCL	Structured Control Language (strukturierter Text)
SE	Simultaneous Engineering
SI-Einheit	Système international d'unités, Internationales Einheitensystem
SIL	Safety Integrity Level (Sicherheitsintegritätslevel)
SMART	spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch und terminiert
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WF-Verfahren	Work-Factor-Verfahren

## 2 Intention der Weiterbildung

### 2.1 Intention der Fachschule

*Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung*

Die fachschulischen Bildungsgänge schließen an eine berufliche Erstausbildung und an Berufserfahrungen an. Sie führen in unterschiedlichen Organisationsformen des Unterrichts (Vollzeit- oder Teilzeitform) zu einem staatlichen postsekundären Berufsabschluss nach Landesrecht.

Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

*Fachschulen qualifizieren zur Übernahme erweiterter Verantwortung und Führungstätigkeit*

Fachschulen vermitteln erweiterte berufliche Fähigkeiten und Kenntnisse für Fachkräfte in der beruflichen Praxis. Fachschülerinnen und -schüler qualifizieren sich für übergreifende oder spezielle Aufgaben koordinierender, gestaltender, leitender und pädagogischer Art. Ziel der Ausbildung ist es, Fachkräfte mit beruflicher Erfahrung zu befähigen, komplexe Arbeiten selbstständig zu bewältigen, effektiv und kostenbewusst betriebliche Prozesse zu gestalten, Entscheidungen zu treffen, deren Umsetzung zu planen, diese durchzuführen und zu reflektieren, verantwortlich in aufgaben- und projektbezogenen Teams tätig zu werden sowie Führungsaufgaben in definierten Funktionsbereichen zu übernehmen.

Der Abschluss der Fachschule befähigt auch zur unternehmerischen Selbstständigkeit.

*Fachschulen orientieren sich an den aktuellen Qualifikationsanforderungen der Arbeitswelt*

Die Arbeitswelt ist von Wandlungen und Umbrüchen in den Produktions-, Verwaltungs- und Dienstleistungsbereichen geprägt. Berufliche Anforderungen ändern sich entsprechend. Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Fachschülerinnen und -schüler, den technischen, technologischen und wirtschaftlichen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien - verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden - wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Fachschule besonderer Wert beigemessen. Die Fähigkeit, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen sowie die Fähigkeit zur Teamarbeit erlangen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen besondere Bedeutung.

### *Fachschulen vermitteln Studierfähigkeit*

Absolventinnen und Absolventen der Fachschulen erwerben gemäß Hochschulqualifikationsverordnung (HSQ-VO) des Landes Sachsen-Anhalt vom 17. April 2009 (i. d. F. vom 10.12.2015) mit ihrem Bildungsabschluss die allgemeine Hochschulzugangsberechtigung. Der Unterricht in den Fachschulen orientiert sich daher an den Bildungsstandards der Stufe 6 des Deutschen Qualifikationsrahmens und gewährleistet ein wissenschaftspropädeutisches Niveau durch seine Orientierung an aktuellen Anforderungen an das wissenschaftliche Denken und Handeln. Dabei vermittelt der Unterricht in der Fachschule für Technik auch eine technikwissenschaftliche Grund- und Fachbildung, die gemäß KMK-Vereinbarungen zur Anrechnung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Hochschulstudium vom 28.06.2002 und vom 18.09.2008 bei einem späteren fachlich affinen Studium teilweise angerechnet werden können.

Gemäß der Rahmenvereinbarung über Fachschulen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002, i. d. F. vom 10.09.2020) können die Länder vorsehen, dass die Berufsbezeichnung durch den Klammerzusatz „Bachelor Professional in „Bezeichnung des Fachbereiches nach Ziffer 3.1““ ergänzt wird. Sachsen-Anhalt weist die veränderte Berufsbezeichnung auf dem Zeugnis aus. Durch die attraktiven, international anschlussfähigen Abschlussbezeichnungen wird ein wichtiges Signal für die Gleichwertigkeit von beruflicher und akademischer Bildung gesetzt und die Mobilitäts- und Karrierechancen der Absolventen werden gestärkt.

Die Weiterbildung baut auf eine breite mathematisch-naturwissenschaftliche Basis auf. In den technischen Fächern werden komplexe berufliche Aufgaben- und Problemstellungen bearbeitet. Im Rahmen einer Projektarbeit entwickeln die Fachschülerinnen und -schüler Projektmanagementkompetenz. Sie machen sich dabei mit den Ingenieurwissenschaften zugrundeliegenden Denk- und Handlungsweisen vertraut und lernen sukzessiv das Einschätzen von technischen Risiken und Problemen sowie deren Lösung. Die dabei erlernten Lösungsalgorithmen, -strategien und -ansätze sind Werkzeuge zur Bewältigung wissenschaftlich-technischer Aufgaben und bereiten auch auf ein erfolgreiches Hochschulstudium vor.

## **2.2 Intention der Fachschule Maschinentechnik/Maschinenbautechnik**

Das berufliche Handeln von Technikern und Technikerinnen ist bestimmt durch ein methodengeleitetes Vorgehen sowie die permanente Reflexion der jeweiligen Bedingungen und Konsequenzen. Dabei finden die ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Bedingungen in der gesamten Prozesskette Beachtung.

Technikerinnen und Techniker werden auf die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten vorbereitet:

- Vernetzung der Infrastruktur sowie der gesamten Wertschöpfungskette,
- Erfassung, Transport, Speicherung und Auswertung von technischen Daten,
- Echtzeitfähigkeit der Systeme,
- Cyber-physische Systeme – intelligente, kommunikationsfähige und autonome Maschinen und Systeme,
- Verschmelzung von virtueller und realer Welt,
- Gewährleistung von Datensicherheit und Datenschutz.

Technikerinnen und Techniker verfügen über ausgeprägte kommunikative und soziale Fähigkeiten. Die kommunikativen Kompetenzen sind Voraussetzung für die verantwortliche Mitwirkung in aufgaben- bzw. projektbezogenen Teams und die Wahrnehmung von Führungsaufgaben. Sie delegieren Aufgaben und Entscheidungsbefugnisse, informieren, beraten und motivieren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und weisen sie in Arbeitsaufgaben ein. Dabei entwickeln die Technikerinnen und Techniker ihre berufssprachlichen Kompetenzen weiter und verwenden zunehmend Elemente der Fachsprache.

Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik/Maschinenbautechnik mit dem Schwerpunkt Produktionstechnik lösen vielfältige technische, organisatorische und betriebswirtschaftliche Aufgaben, die bei der Planung und Entwicklung, Produktion, Wartung und Reparatur und beim Vertrieb maschinentechnischer Systeme und Anlagen anfallen.

Sie werden vor allem in folgenden Handlungsfeldern eingesetzt:

- Projektierung, Konfiguration und Errichtung maschinentechnischer Systeme
- Gestaltung und Optimierung automatisierter Produktionsprozesse
- Qualitätsmanagement betrieblicher Prozesse
- Übernahme von Führungsaufgaben

Zur Entwicklung und Errichtung maschinentechnischer Systeme analysieren, projektieren, dimensionieren, errichten und warten sie komplexe Maschinen und Anlagen. Bei der Entwicklung von Lösungsstrategien wenden sie naturwissenschaftliche und mathematische Methoden sowie Methoden des Projektmanagements an. Sie erstellen Inbetriebnahmeprotokolle und Wartungspläne, nehmen die Anlagen in Betrieb, weisen betriebliche Fachkräfte in die Bedienung und Wartung ein. Dazu nutzen sie auch eine Fremdsprache. Sie visualisieren Steuerungs- und Regelungsprozesse zur Produktionsüberwachung.

Technikerinnen und Techniker wenden Qualitäts- und Umweltmanagementsysteme zur Optimierung ihrer Entscheidungen an. Zur Unterstützung der Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter und Kundinnen bzw. Kunden erarbeiten sie Schulungsprogramme und führen Schulungen durch.

### 3 Kompetenzmodell

Neben der vertieften umfassenden Handlungskompetenz werden auch Kompetenzen im Bereich des Managements wie z. B. Führung von Mitarbeitern, Arbeiten im Team, Orientierung an Kundenbedürfnissen sowie für die Gestaltung von betrieblichen Prozessen nach ethischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten entwickelt. Deshalb ist es notwendig, dass die Fachschülerinnen und -schüler über folgende überfachliche Kompetenzen verfügen:

- übertragene Aufgaben in ihrer Gesamtheit ohne Anleitung und Anweisung selbstständig vorbereiten, durchführen und bewerten,
- unternehmerisches Denken und Handeln als Bestandteil der Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz annehmen,
- auf wachsende Anforderungen in Bezug auf Flexibilität, sich wechselnde Bedingungen sowie immer kürzerer Innovationszyklen und ein verändertes Kundenverhalten angemessen reagieren,
- definierte Anforderungen, wie sie in Form von Kundenspezifikationen, Regelwerken oder sonstigen Vorschriften vorliegen, interpretieren und umsetzen,
- mit digitalen Tools kompetent, selbstbestimmt, verantwortungsbewusst und kreativ umgehen.

Aufgrund der Anforderungen durch die Entwicklung und Nutzung digitaler Technologien ist die berufliche Handlungskompetenz zu erweitern. Technikerinnen und Techniker erwerben Kompetenzen zu

- agilem Produktionsmanagement,
- SmartProduction und zu
- digitalem Systemmanagement.

*Agiles Produktionsmanagement:* Technikerinnen und Techniker verfügen über die Kompetenz, den Weg von der Produktidee über die Entwicklung und Konstruktion der Produkte bis zur Produktionsplanung und -steuerung zu realisieren und Daten im Enterprise Resource Planning-System (ERP) aufzubereiten, anzulegen und dem Manufacturing Execution System (MES) zu übermitteln. Dabei bestimmen sie die Produktdaten, die für das Produkt-Lifecycle-Management (PLM) von Bedeutung sind und in Zukunft erhoben werden.

*Intelligente, vernetzte Produktion und Logistik (SmartProduction):* Technikerinnen und Techniker verfügen über die Kompetenz, eine flexible Fertigung von unterschiedlichen Produktvarianten zu entwickeln, deren Strukturen zu projektieren, diese in Betrieb zu nehmen und zu optimieren. Dabei beachten sie die Prinzipien zur dynamischen Anpassung der Fertigungs-, Montage- und Logistikprozesse in Abhängigkeit von den aktuellen Prozessdaten. Sie generieren Prozessdaten und stellen diese dem Service (Condition Monitoring) zur Verfügung.



*Digitales Systemmanagement*: Technikerinnen und Techniker verfügen über die Kompetenz, automatisierungstechnische und informationstechnische Komponenten unter Beachtung der Anforderungen zur Datensicherheit nach Vorgaben einzubauen, zu lokalisieren und Fehlermeldungen weiterzuleiten.

Die aus dem Einsatz der Technikerinnen und Techniker resultierenden Kompetenzen werden im folgenden Modell subsummiert:

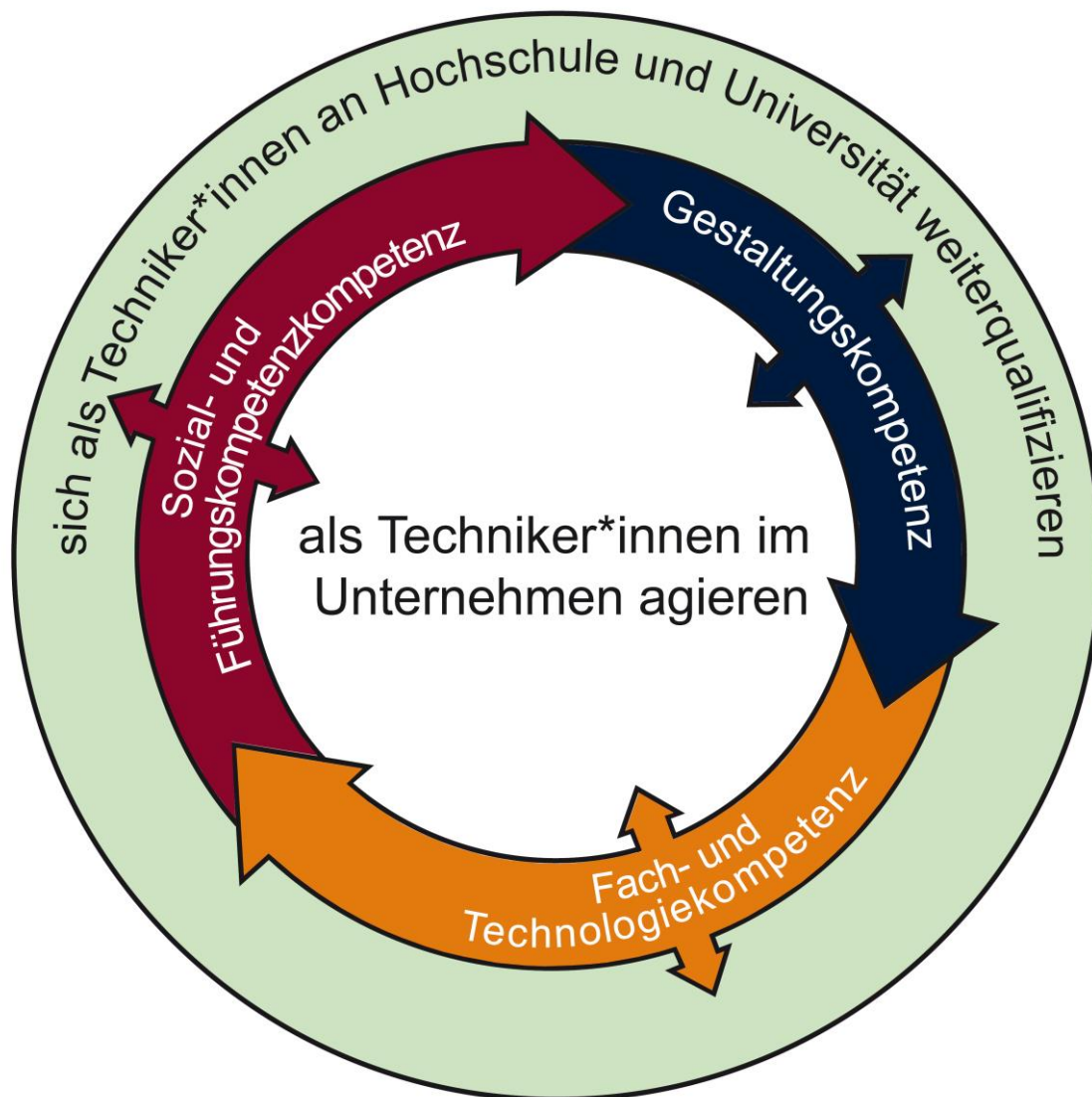


Abb.1: Kompetenzmodell

Mit der Qualifizierung sind Technikerinnen und Techniker zum Einsatz in Unternehmen befähigt, in denen sie technische, führende und pädagogische Aufgaben übernehmen. Die Qualifizierung vermittelt gleichzeitig Studierfähigkeit und kann bei einem späteren fachlich affinen Studium teilweise angerechnet werden.

### *Kompetenzbereich Gestaltungskompetenz*

Auf Basis der Wissensbestände entwickeln die Fachschülerinnen und -schüler Lösungen sowohl im Bereich der Gestaltung von sozialen Interaktionssituationen als auch in der Gestaltung von technischen Produkten und betrieblichen Prozessen. Dazu wählen sie zur Lösung eines Problems einen geeigneten Lösungsalgorithmus bzw. eine Lösungsstrategie aus und überprüfen die entwickelten Lösungen. Zur Präsentation ihrer Strategien gestalten die Fachschülerinnen und -schüler geeignete Dokumentationen. Dabei verwenden sie neben Elementen der Bildungssprache zunehmend Elemente der Fachsprache.

Zur Umsetzung der Lösungsstrategien vergleichen die Fachschülerinnen und -schüler ihre Lösungen mit realen Sachbezügen. Aus den Lösungsstrategien entwickeln sie allgemeine Konzepte und gestalten Lösungsalgorithmen weiter.

Am Ende der Qualifizierung können die Fachschülerinnen und -schüler

- Konstruktionsaufgaben für die Lösung komplexer maschinentechnischer Problemstellungen strukturiert bearbeiten,
- konstruktive Lösungen für maschinentechnische Probleme entwerfen, ausarbeiten und präsentieren,
- für maschinentechnische Aufgaben Lösungsstrategien entwickeln, technische Verfahren auswählen und optimieren,
- technisch-technologische und betriebswirtschaftlich-ökonomische Prozesse reflektieren, optimieren und planen und
- Situationen sozialer Interaktion wie Mitarbeiteranweisungen, -unterweisungen und -anweisungen bewusst planen, durchführen und evaluieren.

### *Kompetenzbereich Sozial- und Führungskompetenz*

Die Fachschülerinnen und Fachschüler sind befähigt, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen und zu verstehen, umsichtig und nutzbringend zu agieren sowie Ziele unter Beachtung sozialer Beziehungen zweckrational umzusetzen. Darauf aufbauend befähigen sie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihr Handeln auf die Verwirklichung von Zielen auszurichten. Sie geben nicht nur Prozesse vor und überwachen die Prozessausführung im Hinblick auf die Zielrealisierung, sondern schaffen Bedingungen, damit die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Team die optimale Leistung erbringen können und wollen. Sie moderieren dies so, dass am Ende die besten Ergebnisse erzielt werden. Die Führung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern umfasst das Gestalten von unternehmerischen, technologischen und pädagogischen Prozessen.

Am Ende der Qualifizierung können die Fachschülerinnen und -schüler

- in oder mit Teams zielgerichtet und normenidentisch interagieren,
- Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur Realisierung unternehmerischer, technisch-technologischer oder pädagogischer Ziele führen und anleiten,
- Planungs-, Arbeits- und Führungsprozesse selbstständig durchführen sowie
- Bedingungen zur Leistungsoptimierung schaffen und anpassen.

#### *Kompetenzbereich Fach- und Technologiekompetenz*

Die Fachschülerinnen und Fachschüler sind befähigt, auf der Basis maschinenbautechnischen Wissens und Könnens Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen sowie technische Abläufe zu planen, nach ihnen zu handeln und diese zu evaluieren. Dabei werten sie technische Dokumentationen und allgemein anerkannte Regeln der Technik aus, entnehmen ihnen notwendige Informationen, verknüpfen diese mit ihrem Wissen und ziehen Schlussfolgerungen für technologische Entscheidungen. Zusammenhänge zwischen technischen und unternehmerischen Faktoren werden hergestellt und bei der Erarbeitung strategischer Problemlösungen bewusst herangezogen. Neue digitale Tools werden analysiert und zur Lösung maschinenbautechnischer Problemstellungen herangezogen.

Am Ende der Qualifizierung können die Fachschülerinnen und -schüler

- bestehende Verfahren zur Lösung technischer und unternehmerischer Aufgaben sowie Führungsaufgaben analysieren, evaluieren, verändern und methodengeleitet anwenden,
- Verfahren und Abläufe zur Lösung technischer und unternehmerischer Aufgaben sowie Führungsaufgaben planen und anwenden und
- technische und unternehmerische Zusammenhänge unter Verwendung der Berufssprache situationsangepasst erläutern, grafisch und mathematisch modellieren und unter konkreten betrieblichen Anforderungssituationen bewerten.

Eine strikte Trennung zwischen den Kompetenzbereichen ist nicht möglich. Vielmehr sind die Kompetenzbereiche in der Praxis eng miteinander verwoben. Generell ist davon auszugehen, dass überfachliche und fachliche Kompetenzen nicht losgelöst vom fachlich-beruflichen Inhalt erworben werden.

Die zu entwickelnden Kompetenzen in den Fächern werden grundsätzlich einem Kompetenzbereich zugeordnet. Ausnahmen bilden lediglich die Fächer Technische Mathematik und Technische Physik, denen fächerspezifische Kompetenzmodelle zugrunde liegen.

## 4 Fachdidaktische Konzeption

Der Unterricht umfasst den fachrichtungsübergreifenden und den fachrichtungsbezogenen Lernbereich. Die Lernbereiche sind aufeinander bezogen und ergänzen sich. Sie tragen gemeinsam zur Entwicklung umfassender Handlungskompetenz bei. Das Curriculum baut auf den Kenntnissen und Fähigkeiten der beruflichen Erstausbildung sowie den Erfahrungen der beruflichen Tätigkeit auf und orientiert sich eng an der unternehmerischen Praxis. Im Curriculum werden die zu entwickelnden Kompetenzen durch Wissensbestände näher beschrieben.

Das zentrale strukturelle Merkmal des Curriculums ist die Gestaltungsoffenheit in Bezug auf unterrichtliche Umsetzung. Die berufsbezogene Akzentuierung für die Fachschule im Fachbereich Technik erfordert weitere curriculare Ausgestaltungsarbeit im konkreten Bildungsgang sowie standortbezogene Planungsarbeit im Rahmen einer didaktischen Jahresplanung. Schwerpunkte sind:

- didaktisch-methodische Gestaltung fachlicher, fächerverbindender und fächerübergreifender Unterrichtsphasen,
- fachbezogene Kompetenzentwicklung und die Entwicklung erweiterter beruflicher Handlungskompetenz,
- Maßnahmen zur Analyse von Lernfortschritten und zur individuellen Förderung.

Ausgehend von der Spezifik der Fachschule und deren Erziehungs- und Bildungsauftrag werden im Folgenden Leitideen formuliert, die für die Gestaltung des Unterrichts in allen Fächern als verbindliche Grundlage anzusehen sind:

### **Leitidee: Zu lebenslangem Lernen befähigen**

Lernen hat die Entwicklung der individuellen Persönlichkeit zum Inhalt und zum Ziel. Da die wirtschaftlichen und technischen Bedingungen moderner Industrieproduktion einem immer schnelleren Wandel unterzogen sind, sind Fachschülerinnen und -schüler zur selbstständigen Kompetenzerweiterung zu befähigen. Daher steht das selbstorganisierte und selbstgesteuerte Lernen (auch unter Zuhilfenahme digitaler Medien und interaktiver Tools) im Mittelpunkt des Lernprozesses. Das Lernen erstreckt sich dabei auf fünf Bereiche:

- Aneignung von fachlichem Wissen,
- Einübung von instrumentellen Fertigkeiten und Anwenden einzelner Arbeitstechniken, aber auch Entwicklung gedanklicher Konzepte,
- produktives Denken und Gestalten, d. h. vor allem selbstständiges Bewältigen berufstypischer Aufgabenstellungen,
- Entwicklung von Führungsverhalten,
- Entwicklung von Wertorientierungen.

Diese Bereiche stellen Schwerpunkte dar und geben den Rahmen für didaktische und methodische Entscheidungen. Im Unterricht werden sie oft ineinanderfließen.

Besonderes Augenmerk wird auf die Befähigung der Fachschülerinnen und Fachschüler zur Bewältigung von Aufgaben in der digitalisierten Welt der Industrie gelegt. Es werden Kompetenzen entwickelt, die es den Technikerinnen und Technikern ermöglichen, sich auch zukünftig auf neue digitale Herausforderungen einzustellen.

Technikerinnen und Techniker achten im Rahmen ihrer Führungstätigkeit darauf, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Möglichkeiten lebenslangen Lernens erkennen und annehmen.

**Leitidee: Handlungsorientiertes Lernen ermöglichen**

Das vorliegende Curriculum geht vom Konzept der Handlungsorientierung aus. Es werden fach- und handlungssystematische Strukturen miteinander verbunden. Damit werden Lernprozesse selbst als Handlungen verstanden – die Lernenden informieren sich, planen und entscheiden, führen aus, kontrollieren und bewerten. Gleichmaßen werden Handlungen berücksichtigt, die die Lernenden in ihrem Berufs- und Privatleben zu bewältigen haben. Der handlungsorientierte Unterricht erfordert beim Lernen in vollständigen Handlungen an einer konkreten Aufgabenstellung die Vernetzung von Fächern und Handlungsfeldern. Eine komplexe Aufgabenstellung, die zeitlich längerfristig zu bearbeiten ist, wird in den Mittelpunkt gestellt und so gewählt, dass einzelne Fächer oder Handlungsfelder Beiträge zur Bewältigung der inhaltlichen Anforderungen leisten. Dabei werden Fächer des fachrichtungsübergreifenden Lernbereichs und Fächer des fachrichtungsbezogenen Lernbereichs miteinander verbunden. Durch diese Vorgehensweise wird für die Lernenden die Notwendigkeit eines breit gefächerten Wissenserwerbs für die eigene Lebensbewältigung deutlich sichtbar gemacht.

Für die Entwicklung von Handlungskompetenz sind methodische Ansätze eines handlungsorientierten Unterrichts mit folgenden Orientierungspunkten geeignet:

- didaktische Bezugspunkte sind Handlungssituationen, die für die Berufsausübung bedeutsam sind (lernen für handeln),
- den Ausgangspunkt des Lernens bilden Handlungen, die selbst ausgeführt oder zumindest gedanklich nachvollzogen werden (lernen durch handeln),
- die Handlungen werden von den Lernenden selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet (ganzheitlich handeln),
- die Handlungen beziehen u. a. technische, sicherheitstechnische, ökonomische, rechtliche, ökologische, soziale Aspekte ein (nachhaltig handeln),
- die Handlungen integrieren die Erfahrungen der Lernenden, die auch in Bezug auf ihre gesellschaftlichen Auswirkungen reflektiert werden (erfahrungsgeleitet handeln),
- die Handlungen beziehen auch soziale Prozesse, z. B. der Interessenklärung, Konfliktbewältigung, Führungshandeln, Anleiten ein (sozial handeln),
- die Handlungen werden auch in Team vollzogen und es wird unter Verwendung einer Berufssprache kommuniziert (im Team handeln).

**Leitidee: Lernende und Lehrende handeln professionell**

Quelle: Landesportal Sachsen-Anhalt <https://lisa.sachsen-anhalt.de> | Lizenz: Creative Commons (CC BY-SA 3.0)

Handlungsorientierter Unterricht fordert eine veränderte Rolle der Lernenden – aber auch der Lehrenden. Die Rolle der Lernenden ist gekennzeichnet durch eine größere Selbstständigkeit, Verantwortlichkeit und Selbstevaluation in den Lernprozessen. Die Rolle der Lehrkräfte besteht darin, als Moderatorin und Moderator von Lernprozessen, als unterstützende Beraterin und Berater bei Schwierigkeiten und als Lernbegleiterin und Lernbegleiter zu agieren. Zu den Merkmalen dieses Qualitätsbereiches gehören neben der Sachkompetenz die methodisch-didaktischen Kompetenzen, diagnostische Kompetenzen, Haltungen zur eigenen Qualifizierung und die Bereitschaft, mit anderen Kolleginnen und Kollegen zu kooperieren. Darüber hinaus gestaltet sich Professionalität zwischen Lehrenden und Lernenden durch gemeinsam geplante Unterrichtsthemen, durch gemeinsame Schwerpunktsetzung in der pädagogischen Arbeit und nicht zuletzt durch den Austausch von Informationen zur Leistungsbewertung und -überprüfung.

**Leitidee: Unternehmerisches Denken und Handeln als Bestandteil der Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz fördern**

In Bezug auf die Förderung unternehmerischen Denkens und Handelns sind Motivations- und Wertaspekte zu berücksichtigen, die als wesentliche Größe für die Disposition eines Menschen gesehen werden, um Kenntnisse und Fähigkeiten einzubringen, zu entwickeln bzw. weiterentwickeln zu wollen. Die Entwicklung unternehmerischen Denkens und Handelns ist somit nicht allein eine Kompetenzfrage. Die Förderung von unternehmerischem Denken und Handeln gelingt insbesondere durch Übungs- und Erfahrungsanlässe zum:

- Bewusstmachen des eigenen Beitrags zur Erreichung von Unternehmenszielen,
- Erfassen und Reflektieren von Bedingungen am Markt und Kundenwünschen,
- Treffen von unternehmerischen Entscheidungen sowie
- Anstoßen von unternehmerischen und arbeitswissenschaftlichen Prozessen und Initiativen.

**Leitidee: Nachhaltiges Denken und Handeln als Bestandteil der Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz weiterentwickeln**

Nachhaltigkeit zielt auf eine dauerhafte Bedürfnisbefriedigung durch die Bewahrung der natürlichen Regenerationsfähigkeit der beteiligten Systeme ab. Sie ist durch die ganzheitliche Betrachtung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte gekennzeichnet. Die Ziele der Nachhaltigkeit sind im gesellschaftlichen, privaten und beruflichen Handeln zu realisieren. Wesentliche Ziele der nachhaltigen Entwicklung tangieren das Tätigkeitsfeld der Technikerinnen und Techniker:

- Energie- und Rohstoffeffizienz,
- Gesundheits- und Umweltschutz,
- Beschäftigung,
- Möglichkeiten lebenslangen Lernens,
- nachhaltige Industrialisierung und Produktion, nachhaltiges Wirtschaften.

Die Entwicklung nachhaltigen Denkens und Handelns erfolgt fachübergreifend in allen drei Kompetenzbereichen. Die Förderung nachhaltigen Denkens und Handelns gelingt insbesondere durch Übungs- und Erfahrungsanlässe zum

- Treffen technischer, technologischer und wirtschaftlicher Entscheidungen,
- Bewusstmachen der wechselseitigen Bedingtheit ökonomischen, ökologischen und sozialen Handelns sowie
- Initiieren von nachhaltigkeitsfördernden Prozessen.

## 5 Kompetenzentwicklung in den Fächern

### 5.1 Übersicht über die Fächer

Studenten-tafel für den Fachbereich Technik, Fachrichtung Maschinentechnik/Maschinenbau-technik, Schwerpunkt Produktionstechnik

Fachrichtungsbezogener Lernbereich	Gesamtstunden
Technische Mathematik <sup>1)</sup>	240 Std.
Technische Physik <sup>1)</sup>	120 Std.
Berufs- und Arbeitspädagogik	60 Std.
Betriebswirtschaft und Unternehmensführung	160 Std.
Technische Mechanik	160 Std.
Werkstofftechnik und Technische Chemie <sup>1)</sup>	140 Std.
Qualitätsmanagement und Arbeitswissenschaft	160 Std.
Fertigungstechnik und Fertigungsmesstechnik	220 Std.
Konstruktionstechnik <sup>2)</sup>	220 Std.
Maschinenelemente	120 Std.
Werkzeugmaschinen	120 Std.
Steuerungs- und Regeltechnik	120 Std.
Informationstechnik	160 Std.
Elektrotechnik/Elektrische Antriebe	120 Std.
Projektarbeit	120 Std.
<b>Fachrichtungsbezogener Lernbereich</b>	<b>2.240 Std.</b>

<sup>1)</sup> In diesem Fach sind die Standards zum Erwerb der Fachhochschulreife zu erbringen.

<sup>2)</sup> In diesem Fach sind 80 Stunden Unterricht im CAD-Labor enthalten.



## 5.2 Kompetenzen und Wissensbestandteile der Fächer

### 5.2.1 Technische Mathematik

ZRW: 240 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Mengen darstellen und Mengenoperationen durchführen	10 Std.
2. Mit Gleichungen mathematisch modellieren	40 Std.
3. Mit Funktionen mathematisch modellieren	40 Std.
4. Grenzwerte von Folgen und Funktionen ermitteln	20 Std.
5. Methoden der Differentialrechnung anwenden	40 Std.
6. Methoden der Integralrechnung anwenden	30 Std.
7. Verfahren der analytischen Geometrie anwenden	30 Std.
8. Stochastische Methoden anwenden	30 Std.

Schwerpunkt: Mengen darstellen und Mengenoperationen durchführen
ZRW: 10 Std.
Mathematische Kompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>– ausgewählte Begriffe der Mengenlehre unterscheiden</li> <li>– Mengenoperationen anwenden</li> <li>– den Begriff der Abbildung erläutern</li> </ul>
Grundlegende Wissensbestände
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundmenge, leere Menge</li> <li>– Durchschnitts-, Vereinigungs- und Differenzmenge</li> <li>– eindeutige Abbildungen</li> </ul>

<b>Schwerpunkt:</b>	<b>Mit Gleichungen mathematisch modellieren</b>	ZRW: 40 Std.
Mathematische Kompetenzen		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Termstrukturen erkennen und Terme umformen</li> <li>– Verfahren zum Lösen von Gleichungen sowie von linearen Gleichungssystemen auswählen, anwenden und Beziehungen zur Maschinentechnik herstellen</li> <li>– Gleichungen und Ungleichungen umformen sowie Lösungsmengen bestimmen</li> <li>– Begriffe und Gesetze der Proportionalitäten beim Lösen von Verhältnisgleichungen anwenden</li> <li>– mit Potenzen, Wurzeln und Logarithmen rechnen und Potenzgesetze anwenden</li> </ul>		
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Termstrukturen, Termwertberechnungen,</li> <li>– Termumformungen [Zusammenfassen, Ausmultiplizieren und Faktorisieren (Polynomdivision)]</li> <li>– binomische Formeln, quadratische Ergänzung</li> <li>– lineare und quadratische Gleichungen, Satz von Vieta, Linearfaktorzerlegung</li> <li>– Gleichungen höheren Grades (Lösungsfälle für Gleichungen 3. Grades, biquadratische Gleichung)</li> <li>– Wurzel-, Logarithmus- und Exponentialgleichungen</li> <li>– lineares Gleichungssystem (Additions-, Gleichsetzungs-, Einsetzungsverfahren)</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt:</b>	<b>Mit Funktionen mathematisch modellieren</b>	ZRW: 40 Std.
Mathematische Kompetenzen		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– grundlegende Eigenschaften von Funktionen erkennen und beschreiben</li> <li>– funktionale Zusammenhänge beschreiben und diese in sprachlicher, tabellarischer oder grafischer Form sowie ggf. als Funktionsgleichung auch mithilfe digitaler Mathematikwerkzeuge darstellen</li> <li>– mathematische Probleme aus dem Bereich der Maschinenbautechnik im Zusammenhang mit linearen und quadratischen Funktionen, Potenz-, Wurzel-, Exponential- und Logarithmusfunktionen, insbesondere durch grafisches Darstellen lösen</li> <li>– Schnittpunktkoordinaten berechnen und Funktionsgleichungen zu gegebenen Graphen ermitteln</li> </ul>		
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Funktionen als eindeutige Zuordnung</li> <li>– Darstellungsformen (Wortvorschrift, Graph, Gleichung, Wertetabelle, Menge geordneter Zahlenpaare)</li> <li>– lineare Funktion <math>y = f(x) = mx + n</math>, Bedingungen für Parallelität und Orthogonalität</li> <li>– quadratische Funktion <math>y = f(x) = ax^2 + bx + c</math> (Stauchung, Streckung und Richtung der Öffnung, Scheitelpunkt als lokaler und globaler Extrempunkt)</li> <li>– ganzrationale Funktionen höherer Ordnung</li> <li>– Schnittpunkte von Funktionsgraphen; Lagebeziehung von Geraden und Parabeln</li> <li>– Potenz-, Wurzel- sowie Exponential- und Logarithmusfunktionen</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt:</b> <b>Grenzwerte von Folgen und Funktionen ermitteln</b>	ZRW: 20 Std.
Mathematische Kompetenzen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zahlenfolgen auf Monotonie und Beschränktheit untersuchen</li> <li>– Grenzwertbegriff von Zahlenfolgen an Beispielen erklären</li> <li>– Verhalten von Funktionen im Unendlichen untersuchen</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zahlenfolgen als spezielle Funktionen</li> <li>– Zwischenwertsatz</li> <li>– Grenzwertsätze</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt:</b> <b>Methoden der Differentialrechnung anwenden</b>	ZRW: 40 Std.
Mathematische Kompetenzen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– ganzrationale Ableitungsfunktionen bestimmen und graphisch veranschaulichen</li> <li>– Eigenschaften ganzrationaler Funktionen untersuchen</li> <li>– Gleichungen von Tangenten und Gleichungen ganzrationaler Funktionen ermitteln</li> <li>– Zielfunktionen zu Extremwertaufgaben aufstellen und diese auf Extrema untersuchen</li> <li>– Lösungsstrategien für Extremwertprobleme entwickeln</li> <li>– Begriffe, Sätze und Verfahren der Differentialrechnung flexibel zur Lösung maschinenbautechnischer Problemstellungen anwenden</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Differenzen- und Differentialquotient</li> <li>– Ableitungsfunktion</li> <li>– Ableitungsregeln (Konstantenregel, Potenzregel, Summenregel, Faktorregel, Produktregel)</li> <li>– Ableitungen höheren Grades</li> <li>– Kurvendiskussion ganzrationaler Funktionen (Definitionsbereich, Monotonie, Schnittpunkte mit den Koordinatenachsen, Symmetrie, Extrem- und Wendepunkte, Wertebereich, Graph)</li> <li>– Extremwertaufgaben mit technischem Bezug</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Methoden der Integralrechnung anwenden</b>	ZRW: 30 Std.
Mathematische Kompetenzen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriff des Integrals beschreiben</li> <li>– Zusammenhänge zwischen Differential- und Integralrechnung an Beispielen erklären</li> <li>– Stammfunktionen durch Anwendung der Integrationsregeln bestimmen</li> <li>– bestimmte Integrale ganzzahliger Funktionen mithilfe des Hauptsatzes der Differential- und Integralrechnung berechnen</li> <li>– bestimmtes Integral zur Berechnung des Flächeninhaltes kontextorientiert, auch mithilfe digitaler Mathematikwerkzeuge anwenden</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stammfunktion und Flächeninhalt</li> <li>– Integrationsregeln (Konstanten- und Summenregel)</li> <li>– bestimmtes und unbestimmtes Integral</li> <li>– Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung</li> <li>– Flächenberechnungen</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Verfahren der analytischen Geometrie anwenden</b>	ZRW: 30 Std.
Mathematische Kompetenzen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigenschaften von Vektoren und von Rechenoperationen mit Vektoren an ausgewählten Beispielen beschreiben</li> <li>– Parametergleichungen für Geraden im Raum aufstellen und damit Lagebeziehungen von Geraden untersuchen</li> <li>– Koordinaten von Schnittpunkten und das Gradmaß von Schnittwinkeln einander schneidender Geraden berechnen</li> <li>– Vektoren und Geradengleichungen in verschiedenen inner- und außermathematischen Kontexten anwenden</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Koordinatensysteme im Raum, kartesisches Koordinatensystem</li> <li>– Darstellung von Vektoren, Ortsvektor</li> <li>– Betrag eines Vektors</li> <li>– Linearkombination von Vektoren, lineare Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit von Vektoren</li> <li>– Skalarprodukt, Winkel zwischen Vektoren, Orthogonalitätsbedingung</li> <li>– Aufstellung von Geradengleichungen (Parametergleichungen)</li> <li>– Lagebeziehung von Geraden in Ebene und Raum</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Stochastische Methoden anwenden</b>	ZRW: 30 Std.
<b>Mathematische Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>– Zusammenhänge stochastisch unabhängiger Ereignisse erkennen und diese zweckmäßig darstellen</li><li>– Wahrscheinlichkeiten eines Ereignisses bei einer Bernoulli-Kette mithilfe der Bernoulli-Formel bzw. mithilfe von Tabellen berechnen</li><li>– binomialverteilte Zufallsgrößen erkennen und deren Parameter angeben</li><li>– technische Anwendungssituationen unter dem Aspekt der Zufallsgröße analysieren und diese auf Binomialverteilung untersuchen</li><li>– Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen ermitteln</li><li>– Binomialverteilung in technischen Problemstellungen anwenden</li><li>– statistische Verfahren zur Qualitätssicherung einsetzen</li></ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>– Zufallsgröße, mehrstufige Zufallsversuche</li><li>– bedingte Wahrscheinlichkeit</li><li>– Bernoulli-Versuch, Bernoulli-Kette, Bernoulli-Formel</li><li>– binomialverteilte Zufallsgröße (grafische Darstellung, Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswert)</li><li>– diskrete Zufallsgröße und ihre Verteilung</li><li>– Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung von Zufallsgrößen</li></ul>	

## 5.2.2 Technische Physik

ZRW: 120 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Gesetzmäßigkeiten der Mechanik der festen Körper anwenden	40 Std.
2. Mechanische Gesetzmäßigkeiten auf deformierbare Medien übertragen und anwenden	20 Std.
3. Thermodynamische Prozesse erklären	30 Std.
4. Modelle zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen sowie der Lichtausbreitung anwenden	30 Std.

Schwerpunkt: <b>Gesetzmäßigkeiten der Mechanik der festen Körper anwenden</b> ZRW: 40 Std.
Physikalische Kompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsweisen der Physik in Erkenntnisprozessen anwenden</li> <li>– Methoden der Physik und ihre Beziehungen zur Technik an Beispielen erläutern</li> <li>– physikalische Größen sachgerecht messen, Messreihen aufnehmen, Messgenauigkeiten beurteilen, Messfehler abschätzen und den Bezug zur Fertigungsmesstechnik herstellen</li> <li>– kinematische Problemstellungen innerhalb der Anwendungsgrenzen bearbeiten</li> <li>– die Newtonschen Axiome an maschinentechnischen Beispielen erläutern und den Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegungsablauf aufzeigen</li> <li>– dynamische Grundgesetze bei der Berechnung von Kräften anwenden</li> <li>– Anwendungen des Energieerhaltungssatzes erläutern</li> <li>– Zusammenhänge von Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad in technischen Energieanwendungsprozessen erläutern</li> <li>– Wirkung des Drehmomentes auf den Ablauf der Rotation für praktische Beispiele diskutieren</li> <li>– Analogien zwischen Translation und Rotation beschreiben</li> <li>– Möglichkeiten der Speicherung von Rotationsenergie diskutieren</li> </ul>
Grundlegende Wissensbestände
<ul style="list-style-type: none"> <li>– physikalische Größen, Einheiten, Messungenauigkeiten</li> <li>– Bewegungsarten und Formen, Bewegungsgleichungen auch für überlagerte und zusammengesetzte Bewegungen (freier Fall, Wurf, Kreisbewegung)</li> <li>– Newtonsche Axiome, Kraft als Vektor, Gewichtskraft, Federkraft, Elastizität, Reibungskraftarten</li> <li>– Arbeit, Energie, Wirkungsgrad, mechanische Leistung</li> <li>– Impuls und Stoß</li> <li>– Energie-, Masse- und Impulserhaltung</li> <li>– Kräfte in rotierenden Systemen, Drehmoment, Massenträgheitsmoment, Drehimpuls</li> </ul>

<b>Schwerpunkt:</b>	<b>Mechanische Gesetzmäßigkeiten auf deformierbare Medien übertragen und anwenden</b>	ZRW: 20 Std.
Physikalische Kompetenzen		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Druck und Kräfte mit dem Pascalschen Gesetz für Anwendungsfälle berechnen</li> <li>– inkohärente Druckeinheiten umrechnen</li> <li>– die Strömung in idealen und realen Flüssigkeiten und Gasen charakterisieren und vergleichen</li> <li>– die grundsätzlich geänderten Verhältnisse bei strömenden Medien bewerten</li> <li>– Wasserstrahlpumpe zur Demonstration des Vergaserprinzips anwenden</li> <li>– Wirkungsweise von Strömungsmesseinrichtungen vergleichen</li> <li>– Beispiele für reibungsbehaftete Strömung erläutern</li> </ul>		
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kohäsion, Adhäsion, Kapillarität, Elastizität, Festigkeit, Härte, Oberflächenspannung</li> <li>– Druck, Druckausbreitung in geschlossenen Gefäßen</li> <li>– Auftrieb, Dichte</li> <li>– Gesetz von Boyle-Mariotte</li> <li>– Kontinuitätsgleichung</li> <li>– Druck- und Energieformen in strömenden Flüssigkeiten und Gasen</li> <li>– Viskosität, Strömungswiderstand</li> </ul>		
<b>Schwerpunkt:</b>	<b>Thermodynamische Prozesse erklären</b>	ZRW: 30 Std.
Physikalische Kompetenzen		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– thermodynamische Grundgrößen erklären</li> <li>– Auswirkungen der Temperaturänderung auf Festkörper, Flüssigkeiten und Gase bewerten</li> <li>– Energiebilanzen für Mischungsvorgänge, Energieumwandlungen und Phasenänderungen berechnen</li> <li>– Vorgänge in Gasen mit Denkmodellen beschreiben</li> <li>– statistische Betrachtungen der räumlichen Verteilung und der Energieverteilung von Teilchen, zur Darstellung grundlegender Gesetzmäßigkeiten anwenden</li> <li>– Hauptsätze der Thermodynamik zur Beschreibung der Wirkungsweise technischer Anwendungen (z. B. Kühlschrank, Wärmepumpe, Verbrennungsmotor) anwenden</li> <li>– Zustandsänderungen darstellen und vergleichen</li> <li>– Kreisprozesse unter Verwendung von Zustandsdiagrammen interpretieren</li> <li>– Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen berechnen</li> </ul>		
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Temperatur, Temperaturmessung, Wärmeausdehnung</li> <li>– spezifische Wärmekapazität, Brennwert</li> <li>– kinetische Wärmetheorie, Mischungstemperatur, Aggregatzustandsänderung, Energieumwandlung, Wärmetransport</li> <li>– Modell des idealen Gases</li> <li>– Zustandsänderungen (isotherme, isochore, isobare, adiabatische und polytrope)</li> <li>– Kreisprozesse</li> <li>– Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>– Wirkungsgrad</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt:</b>	<b>Modelle zur Beschreibung von Schwingungen und Wellen sowie der Lichtausbreitung anwenden</b>	ZRW: 30 Std.
Physikalische Kompetenzen		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– schwingende Systeme analysieren und dabei Energieumwandlungen erläutern</li> <li>– Resonanz und deren Bedeutung in technischen Anwendungen erklären</li> <li>– Grundbegriffe der Wellenlehre erklären und im Zusammenhang mit Licht interpretieren</li> <li>– Funktionsweise von optischen Geräten analysieren</li> <li>– Licht als elektromagnetische Welle beschreiben und in das elektromagnetische Spektrum einordnen</li> <li>– Widerspruch der experimentellen Befunde des Photoeffekts zur klassischen Physik erläutern und den Photoeffekt mithilfe der Einstein'schen Photonenhypothese deuten</li> <li>– Teilchen- und Welleneigenschaften von Photonen beschreiben</li> <li>– Experimente zur Messung des Planck'schen Wirkungsquantums planen und auswerten</li> <li>– Energiezustände in Energieniveauschemen darstellen</li> <li>– Aufbau eines Lasers beschreiben, seine Wirkungsweise erklären und die Eigenschaften des Laserlichtes nennen</li> <li>– Einsatzmöglichkeiten von Laserstrahlen in der betrieblichen Praxis beurteilen</li> </ul>		
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– harmonische Schwingung</li> <li>– Fadenpendel, Federschwinger, Torsionspendel</li> <li>– Schwingungsgleichung, rücktreibende Kräfte</li> <li>– freie, gedämpfte, erzwungene Schwingung, Resonanz, Resonanzfrequenz</li> <li>– Transversal- und Longitudinalwelle, stehende Wellen</li> <li>– Grundgleichung der Wellenlehre</li> <li>– Reflexion, Beugung, Brechung, Interferenz von mechanischen Wellen</li> <li>– Wellenmodell des Lichtes</li> <li>– Wellenlängenbereiche des elektromagnetischen Spektrums</li> <li>– quantenhafte Absorption und Emission von Licht (Photonen, Plancksches Wirkungsquantum)</li> <li>– LASER und –Anwendungen</li> </ul>		



### 5.2.3 Berufs- und Arbeitspädagogik

ZRW: 60 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Rechtliche und organisatorische Aspekte des Bildungssystems analysieren	10 Std.
2. Berufspädagogische und entwicklungspsychologische Grundlagen der Ausbildung anwenden	10 Std.
3. Betriebliche Ausbildungsprozesse gestalten	40 Std.

Schwerpunkt: <b>Rechtliche und organisatorische Aspekte des Bildungssystems analysieren</b>		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verfahren für die Feststellung der Eignung von Ausbildungsstätte und Ausbildungspersonal beschreiben</li> <li>– Ausbildungsakteure und -institutionen hinsichtlich ihrer Handlungs- und Aufgabenfelder unterscheiden</li> <li>– Einbindung der Berufsausbildung in das Bildungssystem analysieren und europäische Entwicklungen beachten</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausbildungsvoraussetzungen eines Betriebes und seines betrieblichen Personals prüfen</li> <li>– rechtliche Vorgaben für Ausbildung und Prüfung auf ausgewählte Fall- und Problemkonstellationen anwenden</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Konflikte in der Ausbildung beschreiben und Handlungsansätze zur Einbindung von handelnden Personen und Institutionen in Lösungsprozesse entwickeln</li> <li>– Fachvorträge zu Themen der betrieblichen Ausbildung halten und hierbei Methoden und Techniken der Visualisierung einsetzen</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eignung des Ausbildungspersonals (persönliche Eignung, fachliche Eignung) und der Ausbildungsstätte</li> <li>– Handlungs- und Aufgabenfelder der Ausbildungsakteure und -institutionen (z. B. Auszubildende, Auszubildende, Berufsschule, zuständige Stellen)</li> <li>– Prüfungswesen (Aufgaben der zuständigen Stellen, Prüfungsformen und -verfahren)</li> <li>– Berufsausbildungsvertrag, Verzeichnis der Berufsausbildungsverhältnisse</li> <li>– Rechte und Pflichten in der Berufsausbildung</li> <li>– Strukturen des deutschen Bildungssystems, europäische Entwicklungen</li> <li>– rechtliche Vorgaben (z. B. BBiG, HwO, JArbSchG, AEVO, Arbeits- und Vertragsrecht)</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Berufspädagogische und entwicklungspsychologische Grundlagen der Ausbildung anwenden</b>	
	ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verschiedene Lernformen unterscheiden und für spezifische Lernorte auswählen</li> <li>– Handlungs- und Situationsorientierung als pädagogische Grundsätze unter Einbeziehung einschlägiger Theorien beschreiben und an Beispielen aus dem eigenen Berufsfeld erklären</li> <li>– Prinzipien der Lernerfolgsmessung und -beurteilung unterscheiden und Gütekriterien in der Leistungsbeurteilung berücksichtigen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Theorien und Methoden für die Gestaltung lernförderlicher und teilnehmeraktivierender Lehr-Lern-Arrangements auf ihre Eignung für die betriebliche Ausbildung analysieren und in der Ausbildung anwenden</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– motivierende Kommunikationsstrategien aufzeigen und in Lehr-Lern-Situationen anwenden</li> <li>– Gesprächstechniken beherrschen und in Ausbildungssituationen umsetzen</li> <li>– Konzepte der Differenzierung für Auszubildende mit heterogenen Lernvoraussetzungen anwendungsrelevant auswählen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kompetenztheorien und -modelle als Grundlage für betriebliche Ausbildung und Prüfung</li> <li>– Lern- und Aneignungstheorien als Grundlage für formelle und informelle Lernprozesse (z. B. Lerntypen)</li> <li>– Motivation und soziale Beziehungen als Grundlage beruflicher Lernprozesse</li> <li>– Prozess der vollständigen Handlung als Grundlage der Planung und Durchführung der Ausbildung</li> <li>– Methoden des Lehrens und Lernens am Arbeitsplatz</li> <li>– Konzepte der Lernerfolgssicherung und Leistungsbewertung, Gütekriterien (Gültigkeit, Zuverlässigkeit, Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität in der Leistungsbewertung)</li> <li>– Beurteilungsfehler (z. B. Halo-Effekt, Maßstabsfehler, Korrekturfehler) und Maßnahmen zu deren Vermeidung</li> <li>– Heterogenität, soziale Integration/Inklusion und ihre Umsetzung in der betrieblichen Bildung</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Betriebliche Ausbildungsprozesse gestalten</b>		ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ordnungsmittel unterscheiden</li> <li>– Verfahren zur Kooperation und Abstimmung mit Kooperationspartnern, insbesondere mit der Berufsschule erläutern</li> <li>– Handlungsansätze zum Umgang mit Lernschwierigkeiten, Lösung von Konflikten und Berücksichtigung von Heterogenität und Diversität entwickeln</li> <li>– Prüfungswesen und Prüfungsformen für die Ausbildungsberufe unterscheiden sowie die Mitwirkung des betrieblichen Ausbilders an Prüfungen beschreiben</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausbildungsvoraussetzungen eines Betriebes und seines betrieblichen Bildungspersonals prüfen</li> <li>– betrieblichen Ausbildungsplan unter Berücksichtigung berufstypischer Arbeits- und Geschäftsprozesse erstellen</li> <li>– Verfahren für die Bewerberauswahl ausarbeiten, geeignete Instrumente berücksichtigen und Auswahl und Einstellung von Bewerberinnen und Bewerbern vollziehen</li> <li>– Ausbildung am Arbeitsplatz, in der Ausbildungswerkstatt und im Unterrichtsraum durchführen</li> <li>– Handlungskonzepte für die Bewertung von Ausbildungsleistungen, Durchführung von Prüfungen und für den Abschluss der Ausbildung entwickeln</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bewerbungsgespräche und Beurteilungsgespräche führen</li> <li>– Differenzierungsmöglichkeiten für Auszubildende mit heterogenen Lernvoraussetzungen auswählen und anwenden</li> <li>– Methoden zur Förderung der Kommunikations- sowie Kooperationsfähigkeit entwickeln</li> <li>– Konzepte zur Schaffung einer lernförderlichen und motivierenden Lernkultur aufzeigen</li> <li>– auf Lernschwierigkeiten und Verhaltensauffälligkeiten reagieren und Konfliktsituationen lösen</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ordnungsmittel (Ausbildungsverordnung, Ausbildungsrahmenlehrplan, betrieblicher Ausbildungsplan, Rahmenlehrplan)</li> <li>– Auswahl- und Einstellungsverfahren, Bewerberauswahlgespräche</li> <li>– Konzepte und Methoden der Gestaltung betrieblicher Lernsituationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lern- und Arbeitsaufgaben</li> <li>• betriebliche Ausbildungsmethoden (z. B. Vierstufen- und Leittextmethode)</li> <li>• Lernzielkontrollen, Beurteilungsgespräche</li> <li>• Kurzvorträge, Lehrgespräche, Moderationstechniken, Medieneinsatz</li> </ul> </li> <li>– Lernortkooperation in der Berufsausbildung</li> <li>– Konfliktmanagement</li> <li>– Lernschwierigkeiten (z. B. Motivationsprobleme, Verständnisprobleme bspw. durch fehlenden sprachlichen Hintergrund, Konzentrationsprobleme), Förderung durch Differenzierung und Lernhilfen</li> <li>– lernförderliche und motivierende Lernkultur (z. B. gute Methodenvariation, Berücksichtigung unterschiedlicher Lern- und Motivationstypen)</li> </ul>		

- interkulturelle Unterschiede, Förderung von Auszubildenden mit Migrationshintergrund
- Prüfungswesen und Prüfungsformen
- Verfahren zur Vorbereitung von Auszubildenden auf Prüfungen
- Ausbildungsbeendigung und Optionen der Ausbildungsverlängerung
- Ausbildungszeugnisse
- betriebliche Entwicklungswege und berufliche Weiterbildungsmöglichkeiten

## 5.2.4 Betriebswirtschaft/Unternehmensführung

ZRW: 160 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Kosten- und Erlössituationen in Unternehmen analysieren und bewerten	20 Std.
2. Betriebliches Rechnungswesen als Element eines Informations-, Steuerungs- und Kontrollsystems begreifen	30 Std.
3. Rechtliche Voraussetzungen einer Unternehmensgründung recherchieren, reflektieren und anwenden	60 Std.
4. Investitionen und Finanzierungen in Unternehmen darstellen, analysieren und überprüfen	30 Std.
5. Zustandekommen von Preisen auf verschiedenen Märkten analysieren und beurteilen	20 Std.

Schwerpunkt: <b>Kosten- und Erlössituationen in Unternehmen analysieren und bewerten</b>		ZRW: 20 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verhalten der fixen Kosten in Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad analysieren</li> <li>– Kostenarten nach dem Beschäftigungsgrad unterscheiden, berechnen und graphisch darstellen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Betriebsergebnis als Zusammenhang zwischen Kosten und Leistungen berechnen und interpretieren</li> <li>– Einflüsse der Nachfrage und Konkurrenz auf die Kostenstruktur eines Unternehmens untersuchen und diskutieren</li> <li>– betriebswirtschaftliche Entscheidungen anhand der Kosten- und Erlösstruktur treffen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– betriebswirtschaftliche Entscheidungen sozialverträglich umsetzen</li> <li>– ökonomische Probleme unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit analysieren, alternative Lösungsmöglichkeiten planen und deren Durchsetzbarkeit prüfen</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe (Kosten, Kapazität und Beschäftigungsgrad)</li> <li>– fixe und variable Kosten als Stück- und Gesamtkosten</li> <li>– Erlösfunktion, Break-Even-Point</li> <li>– Gesetz der Massenproduktion</li> <li>– ein- und mehrstufige Deckungsbeitragsrechnung</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Betriebliches Rechnungswesen als Element eines Informations-, Steuerungs- und Kontrollsystems begreifen</b>	
ZRW: 30 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inventurverfahren unterscheiden und Zusammenhang zwischen Inventur, Inventar und Bilanz beschreiben</li> <li>– Bestands- und Erfolgsbuchungen aufgrund von Geschäftsbelegen durchführen und die wirtschaftliche Situation eines Unternehmens anhand der Bilanz und der Gewinn- und Verlustrechnung analysieren</li> <li>– Vor- und Umsatzsteuer berechnen, buchen und Vorsteuerüberhang bzw. Zahllast ermitteln</li> <li>– Zusammenhang zwischen Finanzbuchhaltung und Kosten- und Leistungsrechnung darstellen</li> <li>– Herstellkosten der Kostenträger als Bestimmungsfaktor der Verkaufspreiskalkulation ermitteln</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– eine Bilanz unter Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und der Grundsätze ordnungsgemäßer Buchführung erstellen und interpretieren</li> <li>– Kostenstrukturen eines Industriebetriebes in Ergebnistabellen und einem Betriebsabrechnungsbogen abbilden, untersuchen und Optimierungsvorschläge erarbeiten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ursachen der Veränderungen der Bilanzstruktur im Vermögens- und Kapitalaufbau diskutieren und daraus Schlussfolgerungen für zukünftige Unternehmensentscheidungen ziehen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufgaben und Bereiche des Rechnungswesens, Gesetzliche Grundlagen</li> <li>– Inventur, Inventar, Bilanz</li> <li>– Werteveränderung der Bilanz</li> <li>– Auflösung der Bilanz in Bestandskonten</li> <li>– Buchungsregeln und Buchen in Aktiv- und Passivkonten</li> <li>– einfache und erweiterte Buchungssätze</li> <li>– Erfolgskonten mit Gewinn- und Verlustrechnung</li> <li>– Umsatzsteuer und Vorsteuer</li> <li>– Kalkulationsrechnung [Kostenarten-, Kostenstellen- (BAB I), Kostenträgerrechnung (BAB II), Zuschlagskalkulation]</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Rechtliche Voraussetzungen einer Unternehmensgründung recherchieren, reflektieren und anwenden</b>	
ZRW: 60 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung eines Unternehmens als produktives und soziales Wirtschaftssubjekt mit betrieblichen Grundfunktionen erklären und dessen Einfluss auf den betrieblichen Wertschöpfungsprozess beschreiben</li> <li>– unternehmerische Ziele und Voraussetzungen der Unternehmensgründung in den einzelnen Rechtsformen analysieren und die im Zusammenhang mit einer Unternehmensgründung auftretenden wesentlichen Aufgaben erfassen und systematisieren</li> <li>– Formen der Kooperation und Konzentration unterscheiden und mögliche Marktveränderungen abschätzen sowie Konsequenzen für die Wirtschaftssubjekte ableiten</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– handelsrechtliche Grundlagen für eine Unternehmensgründung anwenden und auf Handlungssituationen übertragen</li> <li>– Rechtsform unter Beachtung der Haftungsbedingungen auswählen und deren Einflüsse auf die am Unternehmen Beteiligten berücksichtigen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ursachen von Unternehmensinsolvenzen analysieren und die Bedeutung für die Belegschaft einschätzen</li> <li>– Selbstständigkeit als berufliche Perspektive diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gründung eines Unternehmens (Voraussetzungen, Unternehmensziele)</li> <li>– Gewerbefreiheit</li> <li>– Kaufmannseigenschaften, Firma, Handelsregister, Vollmachten und Prokura</li> <li>– Rechtsformen (Einzelunternehmung, OHG, KG, GbR, GmbH, AG, Ltd.)</li> <li>– Kooperation und Konzentration, Kartell</li> <li>– Steuern im Unternehmen (Umsatzsteuer, Gewerbesteuer, Körperschafts- und Einkommenssteuer, Kapitalertragssteuer)</li> <li>– Unternehmenskrisen (Ursachen, Arten)</li> <li>– Insolvenz, Insolvenzverfahren, Privatinsolvenz</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Investitionen und Finanzierungen in Unternehmen darstellen, analysieren und überprüfen</b>	
	ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Investitionsvorhaben rechnerisch beurteilen, Finanzierungsmöglichkeiten mit ihren Wirkungen aufzeigen sowie Finanzierungsentscheidungen treffen und begründen</li> <li>– Kreditsicherheiten unterscheiden und deren Einsatz in der Praxis beurteilen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenhang zwischen Investition und Finanzierung darstellen und Investitions- und Finanzierungsarten unterscheiden und Finanzierungsart auswählen</li> <li>– mit Investitionen strategische Unternehmensziele realisieren</li> <li>– betriebliche Entscheidungsstrategien und -alternativen für Investitions- und Finanzierungsvorhaben erarbeiten und bewerten</li> <li>– Chancen und Risiken verschiedener Finanzierungsmöglichkeiten gegenüberstellen und bei der Auswahl beachten</li> <li>– Darlehen rechnerisch bewerten und entsprechend der Bedingungen auswählen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– soziale und ökologische Aspekte bei Investitionsvorhaben beachten</li> <li>– Auswirkungen von Finanzierungen beurteilen und kommunizieren</li> <li>– Finanzierungs- und Investitionsentscheidungen für künftige private Finanzierungsvorhaben diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe Investition und Finanzierung</li> <li>– Investitionsarten</li> <li>– Investitionsvergleichsrechnung (Kosten-, Gewinn-, Rentabilitäts- und Amortisationsvergleichsrechnung)</li> <li>– Arten der Finanzierung (Beteiligungs-, Selbst- und Fremdfinanzierung)</li> <li>– Darlehensvertrag</li> <li>– Darlehensarten (Annuitäten-, Fälligkeits- und Ratendarlehen, Kontokorrentkredit und Lieferantenkredit)</li> <li>– Kreditsicherheiten (Bürgschaft, Sicherheitsübereignung, Faustpfandkredit, Eigentumsvorbehalt, Grundpfandrechte)</li> </ul>	



<b>Schwerpunkt: Zustandekommen von Preisen auf verschiedenen Märkten analysieren und beurteilen</b>	
ZRW: 20 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Angebots- und Nachfrageverhalten bei verschiedenen Marktformen bewerten</li> <li>– Markt als Koordinierungsinstrument für Angebot und Nachfrage verstehen</li> <li>– Cournotschen Punkt grafisch und rechnerisch ermitteln</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Auswirkungen der Verhaltensweisen von Wirtschaftssubjekten auf polypolistischen, oligopolistischen und monopolistischen Märkten auf das Marktgeschehen reflektieren</li> <li>– Angebots- und Nachfragekurve unter Nutzung von Tabellenkalkulationssoftware grafisch darstellen, Gleichgewichtspreis und -menge berechnen und daraus Schlussfolgerungen aus Marktungleichgewichten auf die Preisbildung ziehen</li> <li>– aus Cournotschen Punkt Konsequenzen für die Preisdifferenzierung ableiten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– rechnerisch und grafisch kritische Kosten- und Leistungspunkte ermitteln und auf deren Grundlage unternehmerische Entscheidungen treffen</li> <li>– Auswirkungen kritischer Kosten- und Leistungspunkte abwägen und in Entscheidungsfindung einbinden</li> <li>– Handlungsspielräume bei Absatz- und Preisentscheidungen diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe (Bedürfnis, Bedarf und Nachfrage)</li> <li>– Marktformen</li> <li>– Markttypen (vollkommener und unvollkommener Markt)</li> <li>– Preisbildung im vollkommenen Polypol</li> <li>– Preisbildung um vollkommenen und unvollkommenen Angebotsmonopol</li> <li>– Konsumenten und Produzentenrente</li> <li>– Arten der Preisdifferenzierung</li> </ul>	

## 5.2.5 Technische Mechanik

ZRW: 160 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Methoden der Statik zur Berechnung von Kräften anwenden	60 Std.
2. Reibungskräfte untersuchen	15 Std.
3. Mit Methoden der Festigkeitslehre Bauteile dimensionieren	85 Std.

Schwerpunkt: Methoden der Statik zur Berechnung von Kräften anwenden	
ZRW: 60 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundbegriffe und grundlegende Methoden der Statik erläutern und hinsichtlich ihrer Gültigkeit einordnen.</li> <li>– Kräfte- und Momentengleichgewichtsbeziehungen bestimmen und definieren</li> <li>– im zentralen und allgemeinen Kräftesystem resultierende und unbekannte Kräfte berechnen</li> <li>– Stabkräfte im Fachwerk berechnen</li> <li>– Schwerpunkte von Bauteilen und Baugruppen analytisch und grafisch ermitteln</li> <li>– Vorschriften, Regeln und Normen der Statik starrer Körper anwenden</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– reale Bauteile in Kraftmodelle einfacher Systeme unter statischen Bedingungen transferieren</li> <li>– Problemlösungen für grundlegende Aufgaben der Statik in der Ebene untersuchen, entwickeln und dokumentieren</li> <li>– Einfluss von Komponenten auf das Gesamtsystem erklären und anhand von Schnittstellenuntersuchungen überprüfen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– berufsnahen Aufgabenstellungen eigenständig oder im Team bearbeiten</li> <li>– Ergebnisse nachvollziehbar dokumentieren, präsentieren und bewerten</li> <li>– Schlussfolgerungen für Gesundheits- und Arbeitsschutz mittels Standsicherheitsberechnungen ableiten</li> </ul>
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung und Teilgebiete der Technischen Mechanik</li> <li>– Regeln des Freimachens, Kräfte und Momente</li> <li>– Addition und Zerlegung von Kräften</li> <li>– zentrales Kräftesystem (konstruktive und analytische Methoden, Auflagerreaktionen, Querkraft, Normalkraft, Biegemomentenverlauf)</li> <li>– allgemeines Kräftesystem (resultierende Kraft, Drehmomente, erster und zweiter Gleichgewichtsbedingung)</li> <li>– ideales und statisch bestimmtes Fachwerk (Knoten- und Rittersches Schnittverfahren)</li> <li>– Linien-, Flächen- und Körperschwerpunkte, Standsicherheit</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Reibungskräfte untersuchen</b>		ZRW: 15 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– äußere Reibungskräfte bestimmen und deren wirtschaftliche Bedeutung für die Maschinentechnik herausstellen</li> <li>– technologische Daten bestimmen, erforderliche Berechnungen durchführen und auswerten</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Entstehung und Auswirkung von Reibungskräften an Bauelementen auf gerader und schiefer Ebene untersuchen und vergleichen</li> <li>– Reibungskraft und -zahl anhand von Normenauszügen berechnen und Schlussfolgerungen zur Lebensdauer und zum Verschleiß ableiten</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestimmungen des Umweltschutzes beachten</li> <li>– arbeitsteilige Aufgaben lösen und Ergebnisse im Plenum diskutieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– physikalisch-technische Grundlagen</li> <li>– Einflussfaktoren auf die Reibungskraft</li> <li>– Reibungszahl</li> <li>– Reibungsarten (Haft-, Gleit- und Rollreibung)</li> <li>– ausgewählte Ziele für die Nachhaltige Entwicklung</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Mit Methoden der Festigkeitslehre Bauteile dimensionieren</b>	
	ZRW: 85 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– komplexe Aufgabenstellungen gliedern, mathematische Werkzeuge sicher anwenden, mathematisch exakt arbeiten und argumentieren</li> <li>– Grundbegriffe und grundlegenden Methoden der Festigkeitslehre erläutern und hinsichtlich ihrer Gültigkeit einordnen</li> <li>– die an Bauteilen und Baugruppen wirkenden Belastungsarten und Belastungsfälle analysieren sowie Festigkeiten und Spannungsarten mathematisch und grafisch ermitteln und beurteilen</li> <li>– Wechselwirkung verschiedener Grundbeanspruchungen erfassen</li> <li>– aktuelle Normen und VDI-Richtlinien zur Berechnung der Beanspruchungen einsetzen</li> <li>– branchenübliche Berechnungssoftware anwenden</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Belastbarkeit der Bauteile und Baugruppen unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen, Beanspruchungsarten, Abmessungen und Werkstoffeigenschaften beurteilen und bewerten</li> <li>– Bauteile und Baugruppen norm- und funktionsgerecht dimensionieren sowie darstellen</li> <li>– vorhandene Spannungen mit den zulässigen Spannungswerten vergleichen, anwendungsgerechte Werkstoffe und geeignete Sicherheitsfaktoren auswählen sowie Optimierungsmöglichkeiten berücksichtigen</li> <li>– aus der Wechselwirkung verschiedener Grundbeanspruchungen resultierende Lösungsansätze reproduzieren und auf andere Systeme übertragen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauelemente unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit dimensionieren und beurteilen</li> <li>– Relevanz sicherheitstechnischer Aspekte verdeutlichen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe (Festigkeit und Spannung)</li> <li>– Spannungs-Dehnungs-Diagramm, Hookesches Gesetz, zulässige Spannung</li> <li>– Belastungsarten, Belastungsfälle</li> <li>– Zug- und Druckbeanspruchung</li> <li>– Beanspruchung auf Flächenpressung an ebenen und gewölbten Flächen sowie Gewinden, Lochleibung</li> <li>– Scherbeanspruchung</li> <li>– Biegebeanspruchung (Spannungsverteilung, Biegemoment, Flächenträgheitsmomente elementarer und zusammengesetzter Querschnitte, Durchbiegung)</li> <li>– Torsionsbeanspruchung (polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment)</li> <li>– Beanspruchung auf Knickung (Knickfälle)</li> </ul>	

## 5..2.6 Werkstofftechnik und Technische Chemie

ZRW: 140 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Chemische Grundlagen der Stoffe erläutern	20 Std.
2. Chemische Reaktionen beschreiben	20 Std.
3. Grundlagen technischer Werkstoffe erläutern	20 Std.
4. Metallische Werkstoffe auswählen	54 Std.
5. Kunststoffe bearbeiten und einsetzen	10 Std.
6. Werkstoffe prüfen	16 Std.

Schwerpunkt: Chemische Grundlagen der Stoffe erläutern		ZRW: 20 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Eigenschaften der Elemente beschreiben</li> <li>– Bau der Atome auf der Grundlage des Bohrschen Atommodells darstellen</li> <li>– Aufbau des Periodensystems der Elemente beschreiben</li> <li>– Bau und chemische Bindung der Metalle erläutern und Eigenschaften der Metalle erklären</li> <li>– Bindungsarten im Überblick vergleichen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informationsmaterialien zur Struktur, zu Eigenschaften und zur Verwendung von Metallen auswerten und die gewonnenen Informationen strukturieren und darstellen</li> <li>– Eigenschaften der Stoffe aus dem Aufbau ableiten</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informationen zu Stoffen und deren Gemische in geeigneter Form präsentieren.</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stoffe und Stoffgemische</li> <li>– Atom und Atommodelle</li> <li>– Periodensystem der Elemente, Zusammenhang zwischen dem Atombau der Hauptgruppenelemente und ihrer Stellung im Periodensystem</li> <li>– Atombindung, Ionenbindung, Metallbindung</li> <li>– Präsentationstechniken</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Chemische Reaktionen beschreiben</b>		ZRW: 20 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Merkmale chemischer Reaktionen erläutern</li> <li>– chemische Elemente und Verbindungen systematisieren</li> <li>– Reaktion von unedlen Metallen und Metalloxiden mit Säuren als Herstellungsmöglichkeit von Salzen beschreiben</li> <li>– Reaktion von unedlen Metallen mit Wasser als Herstellungsmöglichkeit von Metallhydroxiden beschreiben</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reaktionsgleichungen aufstellen, in der Fachsprache wiedergeben und interpretieren</li> <li>– Experimente planen, selbständig durchführen und auswerten</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– experimentelle Ergebnisse unter Verwendung der Fachsprache dokumentieren und präsentieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nichtmetalle, Nichtmetalloxide, Säuren, Metalle, Metalloxide, Metallhydroxide und Salze</li> <li>– Merkmale und Voraussetzungen chemischer Reaktionen</li> <li>– Reaktionsgleichungen</li> <li>– Redoxreaktionen</li> <li>– Säure-Base-Reaktionen</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Grundlagen technischer Werkstoffe erläutern</b>		ZRW: 20 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Systematik der Stoffgruppen der Technik darstellen</li> <li>– Struktur metallischer Kristalle beschreiben und daraus resultierende Eigenschaften ableiten</li> <li>– elastische und plastische Verformung unterscheiden</li> <li>– Zustandsarten von Metalllegierungen unterscheiden</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aus dem Verhalten der Werkstoffe unter Krafteinwirkung Schlussfolgerungen für das jeweilige Fertigungsverfahren ziehen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung des nachhaltigen Einsatzes von Werkstoffen begründen und als Firmenphilosophie darstellen</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kristallgitterstrukturen und deren Bildung</li> <li>– Eigenschaften der Metalle</li> <li>– Rekristallisation</li> <li>– Zustandsdiagramme von Legierungen</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Metallische Werkstoffe auswählen</b>	
	ZRW: 54 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einfluss wichtiger Eisenbegleiter und Legierungselemente in Bezug auf die Eigenschaften darstellen</li> <li>– Zeit- Temperatur- Umwandlungsschaubilder (ZTU- Schaubilder) anwenden</li> <li>– Eigenschaftsbeeinflussung durch Umformen und Wärmebehandlung erkennen</li> <li>– Bezeichnungssystem der Metalle anwenden</li> <li>– Arten und Erscheinungsformen der Korrosion analysieren</li> <li>– Möglichkeiten des aktiven und passiven Korrosionsschutzes beurteilen und zielführend auswählen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– typische Gefügeausbildungen, den Einfluss auf die Werkstoffeigenschaften und die sich daraus ergebenden Verwendungsmöglichkeiten ableiten und anwenden</li> <li>– Wärmebehandlungsverfahren analysieren und anwendungsrelevant auswählen</li> <li>– für technisch relevante Situationen metallische Werkstoffe gezielt auswählen und optimieren</li> <li>– zukunftsfähige Werkstoffe gestalten</li> <li>– Abläufe des Korrosionsschutzes optimieren</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ausgewählte Verfahren zum Stoffeigenschaftsändern präsentieren</li> <li>– Nutzen und Kosten ausgewählter Korrosionsschutzverfahren diskutieren und bewerten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eisen-Kohlenstoff-Diagramm</li> <li>– Einfluss der Legierungselemente</li> <li>– Bezeichnung und Systematisierung der Metalle</li> <li>– Verfahren der Wärmebehandlung</li> <li>– ausgewählte Stähle</li> <li>– Eisengusswerkstoffe</li> <li>– Bedeutende Nichteisenmetalle und ihre Legierungen (Aluminium, Titan, Kupfer)</li> <li>– Sinterwerkstoffe</li> <li>– Verbundwerkstoffe</li> <li>– Korrosionsarten und Erscheinungsformen</li> <li>– Korrosionsschutzverfahren</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Kunststoffe bearbeiten und einsetzen</b>		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herstellung der Kunststoffe erklären</li> <li>– Arten und Eigenschaften der Kunststoffe beschreiben</li> <li>– fertigungstechnische Aspekte zur Bearbeitung und Formgebung der Kunststoffe analysieren</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatzmöglichkeiten in Abhängigkeit technologischer Eigenschaften planen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– für umweltbewusste Einsatzmöglichkeiten von Kunststoffen argumentieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verfahren zur Herstellung von Kunststoffen, z. B. Polymerisation</li> <li>– thermoplastische und duroplastische Kunststoffe</li> <li>– Elastomere</li> <li>– Formgebungsverfahren</li> <li>– Bearbeitungsmöglichkeiten</li> <li>– Umweltschutz und Nachhaltigkeit</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Werkstoffe prüfen</b>		ZRW: 16 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkstoffprüfung in den Produktlebenszyklus einordnen</li> <li>– Werkstoffprüfverfahren beschreiben sowie technische Kennwerte beurteilen</li> <li>– Werkstoffprüfverfahren auswählen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prüfabläufe erstellen</li> <li>– Werkstoffprüfungen selbstständig durchführen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– technische Prüfvorschriften anwenden</li> <li>– in interdisziplinären Teams Werkstoffprüfungen und Qualitätssicherungsmaßnahmen durchführen und auswerten</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– mechanische Prüfverfahren, z. B. Härtemessung nach Brinell, Vickers und Rockwell, Zugversuch, Kerbschlagbiegeversuch, Schwingfestigkeitsprüfung</li> <li>– Eindringprüfung</li> <li>– zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</li> <li>– metallographische Untersuchung</li> <li>– Kommunikationsregeln</li> </ul>		



## 5.2.7 Qualitätsmanagement und Arbeitswissenschaft

ZRW: 160 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Grundlagen des Qualitätsmanagements erläutern	15 Std.
2. Qualitätsprüfung und Prüfmittelüberwachung beschreiben und durchführen	15 Std.
3. Qualitätsplanung und -sicherung von Systemen, Prozessen und Produkten erläutern und anwenden	30 Std.
4. Industrielle Unternehmensprozesse planen und gestalten	40 Std.
5. Arbeitssystem- und Prozessgestaltung beschreiben	40 Std.
6. Prozess- und Zeitdatenermittlung darstellen	20 Std.

Schwerpunkt: Grundlagen des Qualitätsmanagements erläutern		ZRW: 15 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Qualitätsmanagement in den Produktlebenszyklus einordnen</li> <li>– Fachbegriffe und Qualitätstechniken verwenden</li> <li>– Wirkung der Qualität und Wirtschaftlichkeit von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen zu deren Sicherstellung erläutern</li> <li>– PDCA-Gedankenmodell praxisbezogen anwenden</li> <li>– Schadensfälle entsprechend rechtlicher Rahmenbedingungen interpretieren und dokumentieren</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Qualitätsmanagementsysteme zur Stärkung der Marktposition und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen analysieren und nutzen</li> <li>– Notwendigkeit eines effektiven und effizienten Qualitätsmanagementsystems erläutern sowie mit wirksamen Prozessen und angemessenen Ressourcen optimieren</li> <li>– Umfeldanalysen durchführen, dokumentieren und nutzen</li> <li>– Maßnahmen des Qualitätsmanagements für Produkte, Dienstleistungen und Prozesse planen und durchführen</li> <li>– SWOT-Analyse anwenden und Empfehlungen für die Optimierung von Prozessen ableiten</li> <li>– Verfahrens- und Arbeitsanweisungen erstellen, validieren und fort-schreiben</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems und der integrierten Prozesse führen</li> <li>– die Akteure zur Mitwirkung am Qualitätsmanagementsystem sensibilisieren und einbeziehen</li> </ul>	

## Grundlegende Wissensbestände

- Qualitätsbegriff, Qualitätsmerkmale, Qualitätsmanagement, Total Quality Management
- Fehler: Fehlerarten, wirtschaftliche Betrachtungen
- Produktsicherheit und -haftung, rechtliche Vorgaben: BGB und ProdHaftG
- Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9000 ff.
- Qualitätspolitik und -ziele von Unternehmen
- Prozessmodell nach DIN EN ISO 9001: Aufbau, Aufgaben, Ziele
- PDCA-Gedankenmodell
- Dokumentenaufbau eines Qualitätsmanagementsystems
- Qualitätsmanagementhandbuch, Prozessbeschreibungen, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen

<b>Schwerpunkt: Qualitätsprüfung und Prüfmittelüberwachung beschreiben und durchführen</b>	
ZRW: 15 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– qualitätsrelevante Informationen und Prüfungen zur systematischen Bewertung der Produkt- und Prozessdaten in der Fertigung nutzen und Verbesserungsmaßnahmen ableiten</li> <li>– Phasen und Inhalte der Qualitätsprüfung beschreiben</li> <li>– Funktion des Prüfmittelmanagements samt Prüfmittelverwaltung darstellen</li> <li>– Prüfmittelmanagement und -überwachung als ein notwendiges Instrument zur Sicherstellung valider Prüfergebnisse umsetzen</li> <li>– CAx Systeme zielgerichtet zur Optimierung der Datenaufbereitung und -nutzung einsetzen</li> <li>– Daten aus CAD-Systemen zur Qualitätsprüfung auslesen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Qualitätsprüfungen systematisch planen, durchführen, dokumentieren und Schlussfolgerungen ableiten</li> <li>– Prüfvorschriften erstellen</li> <li>– Prüfergebnisse interpretieren und Entscheidungen zur Verbesserung der Prozesse ableiten</li> <li>– gesetzliche und normative Anforderungen an die Prüfmittelprozesse in der betrieblichen Praxis sicher umsetzen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– interdisziplinäre Zusammenarbeit bei Qualitätsprüfungen und der Prüfmittelüberwachung organisieren</li> <li>– Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur korrekten und nachweisbaren Durchführung von Qualitätsprüfungen und zum fehlerfreien Umgang mit Prüfmitteln anleiten und motivieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe und Kenngrößen der Prüf- und Messtechnik</li> <li>– Prüfmittel für die Fertigung</li> <li>– Messabweichungen (Einflussgrößen, systematische und zufällige Messabweichungen)</li> <li>– Prüfmittelmanagement (Aufgaben, gesetzliche Grundlagen/Anforderungen)</li> <li>– Prüfplanung (Arbeitsschritte, W-Fragen)</li> <li>– Prüfmittelüberwachung und -kalibrierung</li> <li>– Prüfmittelstatus</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Qualitätsplanung und -sicherung von Systemen, Prozessen und Produkten erläutern und anwenden</b>	
	ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Qualitätsplanung und -lenkung sowie zugehörige/integrierte Techniken erfassen und unter Berücksichtigung der Kundenanforderungen anwenden</li> <li>– Qualitätsmanagementwerkzeuge prozessorientiert einsetzen, überprüfen und bewerten</li> <li>– Möglichkeiten der Prozessdatenerfassung und -verarbeitung analysieren und anwenden</li> <li>– grundlegende mathematisch-statistische Verfahren zur Überwachung in der Fertigung einsetzen</li> <li>– Bedeutung und Vorgehensweise von Auditierungen und Zertifizierung sowie zugehöriger Prozesse erläutern, Ableitung von Maßnahmen und Zuständigkeiten beschreiben</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produktionsprozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitätswerkzeuge und -methoden hinsichtlich der Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und Prozessverbesserung planen, monitoren und dokumentieren</li> <li>– Strategien der Fehlervermeidung und zur Optimierung entwickeln, auf ihre Wirksamkeit überprüfen und anwenden</li> <li>– unternehmensspezifische Abläufe analysieren, Fehlerquellen erkennen und bewerten und Maßnahmen schlussfolgern</li> <li>– Prüfergebnisse von betrieblichen Arbeits- und Ablaufprozessen protokollieren, auswerten und Maßnahmen einleiten</li> <li>– Phasen interner Audits konzipieren, verfolgen und dokumentieren</li> <li>– Zertifizierungsverfahren einleiten und aktiv begleiten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufgaben- und Problemlösungen im multiprofessionellen Team daten- und faktenbasierend implementieren</li> <li>– Ergebnisse aus dem Methoden- und Werkzeugeinsatz präsentieren und diskutieren</li> <li>– Audit als Steuerelement interpretieren, Auditergebnisse beurteilen und Verbesserungen managen</li> <li>– Mitarbeiter auf interne und externe Audits vorbereiten und Prozessabläufe trainieren</li> <li>– am unternehmensspezifischen Zertifizierungsprozess unterstützend und lernend mitwirken</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Null-Fehler-Programm (KVP, Kaizen, BVW)</li> <li>– Problemlösungstechniken, fehlerverhütende Techniken</li> <li>– Seven Tools (Flussdiagramm, Baumdiagramm, Ishikawa-Diagramm, Fehlersammelliste, Pareto-Diagramm, Histogramm, Matrix-Diagramm, Korrelationsdiagramm)</li> <li>– Affinitätsdiagramm</li> <li>– A3-Problemlösungsblatt</li> <li>– Six-Sigma-Methode</li> <li>– Risikoanalyse (FMEA)</li> <li>– Werker selbstprüfung</li> <li>– Statistische Methoden zur Fertigungsüberwachung (MFU-PFU, QRK, Diagnose)</li> </ul>	

- Auditierung von Qualitätsmanagementsystemen (Planung, Durchführung und Bewertung)
- Arten von Audits (externe und interne Audits, System-, Prozess-, Produktaudit)
- Zertifizierungsprozess (Ablaufphasen, Prüfung der Dokumentation und Umsetzung des Systems)
- Coaching
- Changemanagement

<b>Schwerpunkt: Industrielle Unternehmensprozesse planen und gestalten</b>	
ZRW: 40 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Umfeldfaktoren und deren Wirkung auf das Unternehmen unter Berücksichtigung der Grundfunktionen des Betriebes erkennen</li> <li>– grundlegende Begriffe des Prozessmanagements unterscheiden</li> <li>– Strategisches Prozessmanagement erläutern</li> <li>– Planungssystematik beschreiben</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instrumente strategischer Unternehmensplanungen im eigenen Unternehmen identifizieren und-exemplarisch anwenden</li> <li>– Ablauf- und Aufbauorganisation planen, strukturieren und gestalten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– im Leitungssystem umfeldspezifisch agieren</li> <li>– Planungssystematik exemplarisch evaluieren und präsentieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herausforderungen an produzierende Unternehmen im Umfeld</li> <li>– Instrumente strategischer Unternehmensplanungen z. B. Lean Management, Change-Management, Simultaneous Engineering, Kaizen, Reengineering, Benchmarking, KVP</li> <li>– Methoden der Planung in der Produktion</li> <li>– REFA-Planungssystematik</li> <li>– Aufbau- und Ablauforganisation industrieller Prozesse (Aufbaustrukturprinzipien, Leitungssysteme, technische Dokumentationen, Organisationstypen der Fertigungsorganisation)</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Arbeitssystem- und Prozessgestaltung beschreiben</b>		ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitssysteme analysieren und zum Produktionsprozess synthetisieren</li> <li>– Kriterien für die Gestaltung menschengerechter Arbeit erfassen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitssysteme ressourceneffizient gestalten</li> <li>– Möglichkeiten der Digitalisierung zur Arbeitssystemgestaltung einbeziehen</li> <li>– Arbeitsumgebung berücksichtigen und humanitär ausrichten</li> <li>– Gesetze, Richtlinien und Vorschriften adressatengerecht anwenden</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsbelastungen und Arbeitsbeanspruchungen personenbezogen beeinflussen</li> <li>– Arbeitsbewertung effizient und gerecht steuern</li> <li>– arbeitsschutzrechtliche Bestimmungen und betriebliche Gesundheitsförderungsmaßnahmen fördern</li> <li>– Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer entsprechend ihrem Leistungsangebot einsetzen</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elemente des Arbeitssystems</li> <li>– physiologische und psychologische Grundlagen der Arbeit</li> <li>– Leistungsangebot ausgewählter Personengruppen</li> <li>– Arbeitsbewertung</li> <li>– Arbeitsgestaltung nach ergonomischen, physiologischen, arbeitsorganisatorischen und sicherheitsrelevanten Faktoren</li> <li>– Arbeitsumgebung, z. B. Lärm, Schwingungen, Beleuchtung, Farbgebung, Schadstoffe</li> <li>– EU-Maschinenrichtlinie, Gerätesicherheitsgesetz, europäische Sicherheitsnormen</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Prozess- und Zeitdatenermittlung darstellen</b>		ZRW: 20 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– betriebliche Daten unterscheiden und erfassen</li> <li>– Ablaufarten analysieren und darstellen</li> <li>– Zeitarten analysieren und berechnen</li> <li>– Verfahren zur Zeitermittlung anwenden</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prozesse analysieren, Darstellungsmöglichkeiten auswählen sowie visualisieren</li> <li>– IST-Zeiten digital erfassen, im Zeitaufnahmebogen dokumentieren und zur Veränderung von Abläufen nutzen</li> <li>– Plan- und Prozesszeiten aus Vorgabezeiten ermitteln und zur Prozessgestaltung verwenden</li> <li>– durch Zuordnung von Zeiten zu Ablaufabschnitten der Produktion die Tätigkeit des Menschen abrechenbar gestalten</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zeitdaten evaluieren, an digitale PPS weitergeben und präsentieren</li> <li>– Zeitdaten als Steuerinstrument von Produktionsabläufen nutzen und kommunizieren</li> <li>– Entgelt differenzierung beurteilen und kommunizieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prozessgestaltung im Unternehmen, Prozessdarstellungen</li> <li>– Betriebliche Daten (ausgewählte Arbeitssystemdaten, Arbeitsablauf- und Termindaten, Erzeugnis- und Auftragsdaten, Standardprogramm zur Datenerfassung)</li> <li>– Ablaufgliederungen</li> <li>– Ablaufarten bezogen auf den Menschen, die Betriebsmittel, die Arbeitsgegenstände</li> <li>– Ablaufstrukturen</li> <li>– Zeitermittlung (Auftragszeiten, Belegungszeiten, Durchlaufzeiten)</li> <li>– Arten der Zeitaufnahme (MTM, WF- Verfahren)</li> <li>– Arbeitsbewertung und Entgelt differenzierung, Entlohnungsformen</li> <li>– Grundregeln der Rhetorik</li> </ul>		

## 5.2.8 Fertigungstechnik und Fertigungsmesstechnik

ZRW: 220 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Grundlagen der Fertigungsmesstechnik umsetzen	15 Std.
2. Prüf- und Messdaten erfassen	25 Std.
3. Fertigungstechnik als Bestandteil der Produktionstechnik darstellen	6 Std.
4. Rohteile und Werkstücke durch Urformen herstellen	30 Std.
5. Halbzeuge und Werkstücke durch Umformen herstellen	30 Std.
6. Halbzeuge und Werkstücke durch Trennen bearbeiten	60 Std.
7. Werkstücke stoffschlüssig fügen	24 Std.
8. Additive Fertigungsverfahren beschreiben	10 Std.
9. Werkstücke beschichten	10 Std.
10. Stoffeigenschaften ändern	10 Std.



<b>Schwerpunkt: Grundlagen der Fertigungsmesstechnik umsetzen</b>	
	ZRW: 15 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– physikalische, mathematische, numerische und statistische Grundkenntnisse über wesentliche Messprinzipien, -verfahren und -gerätekunst sowie Auswertelgorithmen der Fertigungsmesstechnik fachübergreifend darstellen und ausführen</li> <li>– Zusammenhang von Zeichnungsanforderungen und Auswahl des Prüf- und Messmittels unter Berücksichtigung der Messunsicherheit grafisch darstellen und interpretieren</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fehlerursachen von Messabweichungen ermitteln und priorisieren sowie Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduzierung festlegen</li> <li>– Einflussgrößen auf Messabweichungen und deren Wirkung auf das vollständige Messergebnis untersuchen und Maßnahmen zur Korrektur ableiten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsschutz und Handhabungsregeln für Prüf- und Messprozesse einhalten und festlegen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufgaben und Ziele der Fertigungsmesstechnik</li> <li>– Prüf- und Hilfsmittel</li> <li>– Grundbegriffe und Kenngrößen</li> <li>– Messmethoden, Messstrategien</li> <li>– Maßverkörperungen (Strichmaßstäbe, Endmaße, digitale Messsysteme)</li> <li>– Laserinterferometer (Messprinzip, Aufbau, Anwendung)</li> <li>– Messabweichungen (systematische, zufällige) Messunsicherheit, Kalibrierung</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Prüf- und Messdaten erfassen</b>		ZRW: 25 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geometrische Produktmerkmale und zugehörige Kenngrößen unter Beachtung der Zeichnungsanforderungen und Fertigung für die Messung und Prüfung auswählen sowie entsprechende Mess- und Prüfmittel anwenden</li> <li>– Fertigungs- und Prüfsituationen geeignete Mess- und Prüfverfahren zuordnen</li> <li>– Funktion und Einsatzgrenzen unterschiedlicher konventioneller und automatisierter Mess- und Prüftechnik beschreiben</li> <li>– Koordinatenmessung und -messtechnik sowie CAX-Anwendungen zur Qualitätsprüfung von geometrischen Produktmerkmalen verwenden</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ausgewählte Messungen zur Längenmessung und Oberflächenprüfung durchführen, protokollieren, auswerten und den Messprozess optimieren</li> <li>– Daten und Messergebnisse visualisieren sowie einfache statistische Auswertungen durchführen und interpretieren</li> <li>– mögliche Prüfplan- und Prozessoptimierungen entwerfen und verwirklichen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informationen aus Fachliteratur und unternehmensspezifischen Dokumentationen selbstständig beschaffen und Messungen in Teams strukturiert vorbereiten</li> <li>– mit Messtechnikherstellern kommunizieren und Produktneuerungen im Projekt einbeziehen</li> <li>– Verständnis zur notwendigen Wartung und Pflege sowie zum sorgfältigen Umgang mit Prüf- und Messmitteln entwickeln und bei Mitarbeitenden gezielt fördern</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– anzeigende Messgeräte (Messschieber, -schraube, -uhr, Feinzeiger, Winkelmessgeräte) Funktion, Messbereich, Messunsicherheit</li> <li>– Lehren (Form-, Maß-, Grenzlehren, Taylorscher Grundsatz)</li> <li>– Messvorrichtungen, Mehrstellenmesstechnik (Baukastensysteme, Konstruktionselemente)</li> <li>– Koordinatenmesstechnik (Funktion, Bauarten, Messsysteme, Messwertverarbeitung, Verknüpfung mit CAD-Systemen)</li> <li>– Maß-, Form- und Lagemesstechnik (Hüllbedingungen, Unabhängigkeitsprinzip, Maximum-Material-Bedingung)</li> <li>– Oberflächen- und Konturmesstechnik (Rauheitskenngrößen, Tastsysteme)</li> <li>– Performance im konstruktiven Miteinander</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Fertigungstechnik als Bestandteil der Produktionstechnik darstellen</b>		ZRW: 6 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fertigungstechnik in den Produktlebenszyklus einordnen</li> <li>– Produktionstechnik in Hauptbereiche aufgliedern und die zentrale Stellung der Fertigungstechnik erläutern</li> <li>– Zusammenhänge zwischen verschiedenen Fertigungsverfahren untersuchen und deren Anwendungsmöglichkeiten charakterisieren</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fertigungstechnologien erstellen und geeignete Fertigungsverfahren in Abhängigkeit von der Fertigungsaufgabe auswählen und beurteilen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fertigungsverfahren im Hinblick auf Realisierbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Arbeitssicherheit und Umweltrelevanz auswählen</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Strukturierung und Komponenten der Produktionstechnik</li> <li>– Ziel und Aufgaben der Fertigungstechnik</li> <li>– Einteilung der Fertigungshauptgruppen nach DIN-Norm</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Rohteile und Werkstücke durch Urformen herstellen</b>	
	ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– physikalisch-technische Wirkprinzipien des Gießens und Sinterns erläutern</li> <li>– Gießverfahren beschreiben und nach konstruktiven Gesichtspunkten, wirtschaftlichen Aspekten und Fertigungsqualität vergleichen</li> <li>– Herstellung von Sinterformteilen erläutern und Anwendungsfällen zuordnen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geeignete Gießverfahren auswählen, diskutieren sowie im Fertigungsplan dokumentieren</li> <li>– Prozessparameter und -kenngößen typischer Urformverfahren fallbezogen ermitteln</li> <li>– typische Gussfehler an betrieblichen Bauteilen analysieren, Ursachen protokollieren und Schlussfolgerungen für praxisgerechte Veränderungen in den Prozessschritten ziehen</li> <li>– gießgerechte Konstruktionen anfertigen und bemaßen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Urformprozesse reflektieren und Arbeitssicherheit sowie Umweltverträglichkeit berücksichtigen</li> <li>– verfahrensbezogene Arbeitsergebnisse im Plenum darbieten und Ergebnisse verteidigen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung der Urformtechnik</li> <li>– Gusswerkstoffe (Gusseisenwerkstoffe, Stahl-, Aluminium-, Kupferguss)</li> <li>– technologischer Prozess des Formgießens</li> <li>– Urformwerkzeuge</li> <li>– Gießen mit verlorener Form (Sandguss, Croning-Verfahren, Wachsausschmelzverfahren)</li> <li>– Gießen mit Dauerform (Kokillen-, Druck-, Schleuder-, Strangguss)</li> <li>– Auswahlkriterien für Gießverfahren (z. B. Werkstoffeigenschaften, Genauigkeitsanforderungen, Produktanzahl, Werkzeugwiederverwendbarkeit)</li> <li>– Gestaltungsregeln und Gießfehler</li> <li>– Sintern (Pulvererzeugung, Verfahrensablauf, Nachbehandlung)</li> <li>– Schwindmaßberechnung</li> <li>– Präsentations- und Vortragstechniken</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Halbzeuge und Werkstücke durch Umformen herstellen</b>	
	ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Umformvorgang exemplarisch darstellen, analysieren und theoretische Grundlagen ermitteln</li> <li>– Umformverfahren klassifizieren und deren Wirkprinzipien erläutern</li> <li>– Aufbau und Funktion von Umformwerkzeugen und -maschinen einschließlich der Austauschmöglichkeit aktiver Werkzeugelemente für unterschiedliche Bearbeitungsaufgaben beschreiben</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kriterien für die Auswahl von Umformverfahren in Abhängigkeit der Erzeugnisgestaltung definieren und an Fallbeispielen anwenden</li> <li>– Prozessparameter für ausgewählte Umformverfahren anhand von Normenauszügen und technischen Dokumentationen analytisch und grafisch ermitteln, interpretieren und ggf. Entscheidungen zur Optimierung der Fertigungsprozesse ableiten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nachhaltigkeit hinsichtlich des Energieverbrauchs und Produktqualität von umgeformten Bauteilen beurteilen und bewerten</li> <li>– Arbeitsgruppen moderieren sowie Projektlösungen oder Lösungsvarianten zur Auswahl stellen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einteilung der Umformverfahren nach DIN- Norm</li> <li>– Theorie des Umformvorgangs (Gitterstruktur, Spannungs-Dehnungs-Diagramm, Umformgrad, -festigkeit, -widerstand, -temperatur)</li> <li>– geometrische und kinematische Größen (Volumenkonstanz, Formänderungsgrößen, Anisotropie, Umformgeschwindigkeit, -kraft, -arbeit)</li> <li>– Fließspannung, Fließbedingungen, Fließkurve</li> <li>– Umformverfahren (Schmieden, Walzen, Fließpressen, Tiefziehen, Hochgeschwindigkeitsumformen, Biegen)</li> <li>– Werkstoffe, Verfahrenseigenschaften, energetische Aussagen</li> <li>– Berechnungsgrundlagen (Kräfte, Ziehverhältnis, Biegelänge, Rückfederung)</li> <li>– ausgewählte Ziele für die Nachhaltige Entwicklung</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Halbzeuge und Werkstücke durch Trennen bearbeiten</b>	
	ZRW: 60 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatzbereiche der Trennverfahren nach Bauteilgestaltung, Werkstoffeigenschaften und erforderlicher Oberflächenqualität erörtern sowie an Fallbeispielen festlegen</li> <li>– grundlegende physikalische, chemische und technische Zusammenhänge erläutern und auf fachrichtungsspezifische Aufgabenfelder übertragen</li> <li>– Aufbau und Funktion von Trennwerkzeugen und -maschinen beschreiben und deren Vor- und Nachteile analysieren</li> <li>– Prozessparameter und zugehörige Spezifikationen für ausgewählte spanende Trennverfahren anhand von anerkannten Regelwerken und technischen Dokumentationen ermitteln</li> <li>– Kühlschmierstoffe nach Bearbeitungsaufgabe und zeit auswählen</li> <li>– Abtragverfahren nach Energieträgern unterscheiden und den jeweiligen Vorgang in der Wirkzone an der Werkstoffoberfläche beschreiben</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Phasen der Trennvorgänge schematisch darstellen und Rückschlüsse auf die Verfahrensauswahl ziehen</li> <li>– technologische Prozessschritte der Bauteilfertigung mit Verbundschneidwerkzeugen wirtschaftlich gestalten</li> <li>– spanabhebende Verfahrensabläufe vergleichen, anwendungsbezogen auswählen und nach leistungsbezogenen Aspekten (Fertigungskosten und -zeit) optimieren</li> <li>– Zusammenhang zwischen Schneidengeometrie, Schneidstoff, Standzeit und Maschinenleistung herstellen sowie Schlussfolgerungen für die Werkzeugauswahl herausarbeiten</li> <li>– Fertigungsabläufe simulieren und evtl. Störungen lokalisieren, untersuchen und durch gezielte Maßnahmen beheben</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkstoffausnutzung, Einsatz von Kühlschmierstoffen, Energieressourcen in der Fertigungsvorbereitung und -durchführung optimieren</li> <li>– Vorschriften zur Arbeitssicherheit, zum Gesundheitsschutz sowie Umwelanforderungen einhalten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gliederung des Trennens nach DIN-Norm</li> <li>– Zerteilen (Schnittarten, Schneidwerkzeuge, Berechnungsgrundlagen)</li> <li>– Spanen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik und Geometrie des Zerspanvorgangs, Schneidengeometrie, Spanbildung</li> <li>• Schneidstoffe und Beschichtungen</li> <li>• Kühlschmierstoffe</li> <li>• Werkzeugverschleiß, Standzeit</li> <li>• Verfahren des Spanens mit geometrisch bestimmter Schneide (Drehen, Fräsen, Bohren, Reiben, Räumen, Hobeln und Stoßen)</li> <li>• Verfahren des Spanens mit geometrisch unbestimmter Schneide (Schleifen, Läppen, Honen)</li> <li>• moderne Fertigungstechnologien</li> <li>• Prozessparameter (Schnittkraft, Vorschub, Zeitspanvolumen, Leistung, Hauptnutzungszeit, Standzeit)</li> </ul> </li> <li>– Abtragverfahren (thermisch, chemisch, elektrochemisch)</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Werkstücke stoffschlüssig fügen</b>	
	ZRW: 24 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenhänge zwischen Prozessgrößen herstellen</li> <li>– werkstoffbezogene und technologische Grundlagen der industriell relevanten Fügeverfahren erläutern und daraus die jeweiligen Einsatzmöglichkeiten ableiten sowie Grenzen der einzelnen Verfahren bestimmen</li> <li>– Bauelemente von Schweiß-, Löt- und Klebverbindungen auf Einhaltung der Gestaltungsrichtlinien (Sinnbilder) überprüfen</li> <li>– Spannungsnachweise unter Berücksichtigung relevanter Normen, Einsatzbedingungen und Belastungen für Konstruktionselemente durchführen und beurteilen</li> <li>– Schweißmaschinen unter Beachtung ihrer Leistungsfähigkeit auswählen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anforderungsprofile zur Auswahl notwendiger Zusatzwerkstoffe und eventueller Hilfsmittel entwerfen und umsetzen</li> <li>– Fügebereiche der Einzelteile und Baugruppen norm-, funktions- und fertigungsgerecht dimensionieren und darstellen</li> <li>– typische fertigungsbedingte Schweiß-, Löt- und Klebefehler an Bauteilen anhand von Schadensbildern beschreiben, Ursachen analysieren und Strategien zur Fehlerprophylaxe entwerfen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Trainings zum Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz organisieren und mit Demonstrationen durchführen</li> <li>– Bedeutung der Arbeitsvorbereitung und -durchführung der Fügeverfahren als ökonomischen Faktor herausarbeiten</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Definition und Gliederung der Fügeverfahren nach DIN-Norm</li> <li>– Grundschemata des Fügens durch Stoffverbinden</li> <li>– Schweißen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindungsschweißen, Auftragsschweißen (Gasschmelz-, Lichtbogen-, Plasmaschweißen)</li> <li>• Werkstoffe, Stoß- und Nahtarten, Schweißposition</li> <li>• Berechnungsgrundlagen (Nahtgeometrie, Schweißvolumen, Ausbringung, Tragfähigkeit von Schweißnähten)</li> </ul> </li> <li>– Löten (Lötvorgang und -verfahren, Lotarten, Flussmittel, Stoßarten)</li> <li>– Kleben <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klebstoffarten, Klebvorgang</li> <li>• Berechnungsgrundlagen (Scher-, Zug-, Schälfestigkeit)</li> </ul> </li> <li>– Coaching</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Additive Fertigungsverfahren beschreiben</b>		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– grundsätzliche Prozessschritte zur Bauteilherstellung erarbeiten</li> <li>– ausgewählte additive Fertigungsverfahren beschreiben, vergleichen und die sich daraus ergebenden Einsatzgebiete bestimmen</li> <li>– Vor- und Nachteile der additiven Prozessketten im Vergleich zu subtraktiven Fertigungsverfahren darstellen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauteilgeometrie funktions- und prozessgerecht gestalten</li> <li>– Fertigungsabläufe simulieren und evtl. Störungen lokalisieren, untersuchen und durch gezielte Maßnahmen beheben</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wirtschaftlichkeit und Produktqualität additiv hergestellter Bauteile bewerten und deren Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit beurteilen</li> <li>– innovativen Fortschritt der Entwicklungs- und Fertigungsetappen durch enge Kooperation interdisziplinär arbeitender Expertenteams vorantreiben</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe und Definitionen, profitierende Industriezweige und Entwicklungstendenzen</li> <li>– Bauteilarten, -geometrie und Verwendungszweck</li> <li>– additive Werkstoffe</li> <li>– Verfahren (Arten, Prozessketten, Datenaustausch)</li> </ul>		



<b>Schwerpunkt: Werkstücke beschichten</b>		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatzmöglichkeiten der Verfahren nach dem Aggregatzustand des Wirkmediums und dem aufgetragenen Beschichtungsstoff erarbeiten und deren Eignung beurteilen</li> <li>– Verfahrensabläufe zur Vorbehandlung der Substratoberfläche nach Vorbereitungsgraden unterscheiden und erörtern</li> <li>– Beschichtungsverfahren mit metallischen und nichtmetallischen Überzügen unterscheiden und wesentliche Charakteristiken vergleichen</li> <li>– oberflächenbeschichtete Produkte (Originale) anhand normgerechter Gestaltungsregeln und Zeichnungsvorgaben prüfen, dokumentieren und Gebrauchstauglichkeit beurteilen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschichtungsverfahren schematisch darstellen</li> <li>– fehlerbehaftete Beschichtungsausführungen analysieren und Nachbehandlungsverfahren zur Fehlerbeseitigung auswählen, Ergebnisse dokumentieren sowie Lessons Learned ableiten und für nachfolgende Beschichtungsprozesse anwenden</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherheits- und Umwelanforderungen beachten und Personal für Kontroll- und Sicherheitsmaßnahmen sensibilisieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einteilung und Anwendung der Beschichtungsverfahren nach DIN-Norm</li> <li>– Grundlagen der Oberflächenbehandlung</li> <li>– ausgewählte Beschichtungsverfahren (z. B. thermisches Spritzen, Wirbelsintern, Galvanisieren, Eloxieren)</li> <li>– Kommunikationstechniken</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Stoffeigenschaften ändern</b>		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– thermische und thermochemische Verfahren der Wärmebehandlung zur Änderung der Stoffeigenschaften analysieren</li> <li>– Zusammenhang zwischen werkstofftechnischen und technologischen Grundlagen sowie Verfahrensbeschreibungen der Wärmebehandlung herstellen</li> <li>– Entscheidungen für erforderliche Wärmebehandlungsverfahren vor, während und nach dem jeweils erforderlichen Fertigungsverfahren diskutieren, im Fertigungsplan protokollieren und präsentieren</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aus technischen Dokumentationen Informationen für die Auswahl der Wärmebehandlungsverfahren und der technologischen Parameter ableiten</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Selbstständigkeit durch Bearbeitung von Leittextfragen erweitern</li> <li>– gesundheitsrelevante Aspekte für den Arbeitsschutz reflektieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Notwendigkeit und Auswirkungen der Wärmebehandlung</li> <li>– Verfahrensablauf von Wärmebehandlungsprozessen</li> <li>– typische Wärmebehandlungen in der Fertigungstechnik</li> </ul>		

## 5.2.9 Konstruktionstechnik

ZRW: 220 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Systematisch konstruieren	10 Std.
2. Technische Gebilde darstellen	40 Std.
3. Funktion, Struktur und Gestalt technischer Bauelemente bestimmen	40 Std.
4. Konstruktive Lösungen den Anforderungen anpassen und optimieren	50 Std.
5. Grundlagen der CAD-Technik beschreiben und anwenden	10 Std.
6. Bauteile und Baugruppen rechnergestützt modellieren, simulieren und präsentieren	40 Std.
7. Konstruktionsaufgaben analysieren, rechnergestützt systematisch lösen und als technische Dokumentation ausarbeiten	30 Std.

<b>Schwerpunkt: Systematisch konstruieren</b>		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Konstruktion in den Produktlebenszyklus einordnen</li> <li>– Lösungsvarianten für konstruktionstechnische Aufgabenstellungen entwickeln, beurteilen und bewerten</li> <li>– Gestaltungsregeln unterscheiden</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Konstruktionsmethodik nach den VDI-Richtlinien anwenden</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung der Konstruktionstechnik in den Wertschöpfungsprozess eines Unternehmens einordnen</li> <li>– Sicherheitsvorschriften, ergonomische, ökologische und ökonomische Forderungen bei der Konstruktionsentwicklung berücksichtigen</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produktlebenszyklus</li> <li>– Konstruktionsphasen nach VDI-Richtlinie</li> <li>– Konstruktionsarten (Variantenkonstruktion, Anpassungskonstruktion, Neukonstruktion)</li> <li>– Anforderungsliste und Pflichtenheft</li> <li>– Systemstruktur nach DIN</li> <li>– Konstruktionsprozess <ul style="list-style-type: none"> <li>• morphologischer Kasten</li> <li>• Variantenbewertung nach VDI-Richtlinie (Wertanalyse)</li> <li>• Entwurfsskizzen</li> <li>• Detaillierung</li> </ul> </li> <li>– technische Dokumentationsunterlagen</li> <li>– ausgewählte Ziele für die Nachhaltige Entwicklung</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Technische Gebilde darstellen</b>		ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Funktion, Struktur und Gestalt eines technischen Gebildes anhand einer technischen Zeichnung analysieren</li> <li>– technische Gebilde darstellen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– technische Gebilde funktions-, fertigungs- und prüfgerecht bemaßen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsergebnisse kontrollieren und bewerten</li> <li>– technische Darstellung als Kommunikationsmittel im Arbeitsprozess nutzen</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inhalt und Aufbau technischer Zeichnungen</li> <li>– Schnittdarstellungen</li> <li>– Abwicklungen</li> <li>– Bemaßung technischer Zeichnungen</li> <li>– Formelemente</li> <li>– Gewindedarstellung</li> <li>– Montageanalyse</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Funktion, Struktur und Gestalt technischer Bauelemente bestimmen</b> ZRW: 40 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinenelemente unter Berücksichtigung der Normen, Einsatzbedingungen und Belastungen dimensionieren, auswählen und beurteilen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fertigungsunterlagen aufgrund funktionaler Anforderungen ergänzen</li> <li>– Einzelteile und Baugruppen norm-, funktions- und fertigungsgerecht dimensionieren und darstellen</li> <li>– technische Gebilde entwickeln</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinenelemente unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit auswählen und beurteilen</li> <li>– Lösungsvarianten konstruktionstechnischer Aufgaben im Team entwickeln, diskutieren und hinterfragen</li> <li>– Zusammenarbeit der Teammitglieder koordinieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Toleranzen und Passungen</li> <li>– Gestaltabweichungen</li> <li>– GPS (geometrische Produktspezifikation)</li> <li>– Oberflächenrauheiten</li> <li>– Kantenzustände</li> <li>– Freistiche, Gewindefreistiche</li> <li>– Kegel und Neigungen</li> <li>– Härteangaben</li> <li>– Maschinenelemente (Schrauben, Wälzlager, Gleitlager, Sicherungs- und Dichtelemente, Welle-Nabe-Verbindungen, Zahnräder, Riemenräder)</li> <li>– Werkstoffauswahl</li> <li>– Peer-Feedback</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Konstruktive Lösungen den Anforderungen anpassen und optimieren</b>	
	ZRW: 50 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– methodisches Konstruieren als Verbesserung der Konstruktionsqualität bei komplexen Aufgabenstellungen erschließen</li> <li>– konstruktive Probleme in vorgegebenen Skizzen oder technischen Zeichnungen lösen</li> <li>– branchenübliche Berechnungssoftware anwenden</li> <li>– Maschinenelemente nach Herstellerunterlagen auswählen und anwenden</li> <li>– technologische Vorgaben bestimmen</li> <li>– Dokumentationsunterlagen anfertigen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Konstruktionsvorgang planen, methodengeleitet konstruieren, Lösungsansätze und Wirkprinzipien entwickeln, bewerten und auswählen</li> <li>– Bauteile und Maschinenelemente dimensionieren</li> <li>– Arbeitsergebnisse für Dokumentation aufbereiten</li> <li>– Baugruppen montagegerecht konstruieren</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsaufgaben kooperativ planen, durchführen und eigenverantwortlich Teilaufgaben übernehmen</li> <li>– Projektgruppenarbeit anleiten und steuern</li> <li>– Arbeitsergebnisse prüfen, bewerten und präsentieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– methodisches Konstruieren</li> <li>– Dimensionierung, Berechnung von Maschinenelementen</li> <li>– Entwurfsskizzen</li> <li>– Änderungskonstruktion einfacher Getriebestufen</li> <li>– Funktionsnachweis der Lösung</li> <li>– technologische Vorgaben (Fertigungsverfahren, Halbzeuge, Werkstoffe, Härteverfahren)</li> <li>– Feedbackregeln</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Grundlagen der CAD-Technik beschreiben und anwenden</b>	
ZRW: 10 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Möglichkeiten der CAD-Technik erläutern</li> <li>– logische und strukturelle Datenstrukturen der Projektorganisation von CAD-Programmen begründen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Skizzen und einfache 3D-Körper erstellen</li> <li>– einheitliche Programmstandards zur gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsvorhaben einrichten und einstellen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– CAD-Technik als technischen Fortschritt in multiprofessionellen Teams implementieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung der CAD-Technik (z. B. Vor- und Nachteile)</li> <li>– CAx-Systeme</li> <li>– technische Voraussetzungen für CAD-Systeme</li> <li>– grundlegendes Vorgehen (Skizze, Modell, Zeichnung)</li> <li>– Programmaufbau, Bedienelemente, Dateiformate</li> <li>– Projekteinrichtung</li> <li>– Öffnen, Schließen, Speichern von Dateien in Projekten</li> <li>– Grundfunktionen (Verschieben, Zoom, Drehen)</li> <li>– Verwalten von Konstruktionsdateien</li> <li>– Skizzenumgebung</li> </ul>	



<b>Schwerpunkt: Bauteile und Baugruppen rechnergestützt modellieren, simulieren und präsentieren</b>	
	ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oberflächen und Werkzeuge von 3D-Software anwenden</li> <li>– Konstruktionsstrategien zum methodischen Konstruieren beschreiben</li> <li>– CAD-Analyse-Funktionen nutzen, um Überschneidungen, Kollisionen, Montageprobleme in Baugruppen zu erkennen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Skizzen, 3D-Modelle, Baugruppen erstellen und Zeichnungen sowie Stücklisten mit branchenüblicher CAD-Software generieren</li> <li>– mit CAD-Software technische Gebilde gestalten, animieren und präsentieren</li> <li>– Normteilkataloge und Konstruktionsassistenten anwenden</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verantwortlich sowohl eigenständig als auch in Teams arbeiten</li> <li>– das Erstellen einer technischen Zeichnung zu Lehrzwecken dokumentieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauteilmodellierung-Skizzen</li> <li>– Abhängigkeiten von geometrischen Formen</li> <li>– Funktionen (Abrunden, Fasen, Dehnen, Stutzen, Teilen, Drehen, Strecken, Spiegeln, Mustern)</li> <li>– Bemaßung (allgemeine Bemaßung, automatische Bemaßung, parametrische Bemaßung)</li> <li>– Bauteilmodellierung-Volumenkörper</li> <li>– 3D-Elemente (Extrusion, Rotation, Bohrung, Rundung, Fasen, Gewinde, Rippen, Wandstärken)</li> <li>– 3D-Anordnungen (Spiegeln, Spiralen, Trennen)</li> <li>– Arbeitsebenen, Hilfsebenen, Achsen, Punkte</li> <li>– Flächenmodellierung</li> <li>– Bauteilumgebung Blechbauteile</li> <li>– Baugruppenmodellierung-Zusammenbau</li> <li>– Konstruktionsstrategien (Top-down, Bottom-up)</li> <li>– Konstruktionsassistenten (z. B. Schraubverbindungen, Wellen, Zahnräder, Federn, Gestelle)</li> <li>– Simulation und Präsentation</li> <li>– Baugruppenanimation</li> <li>– Explosionsdarstellungen</li> <li>– Zeichnungserstellung (Ansichten, Einzelheiten, Schnittverläufe)</li> <li>– Positionsnummern und Stücklisten</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Konstruktionsaufgaben analysieren, rechnergestützt systematisch lösen und als technische Dokumentation ausarbeiten</b>	
ZRW: 30 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– CAD zur Lösung konstruktiver Problemstellungen nutzen</li> <li>– mithilfe branchenüblicher Berechnungssoftware und Herstellerunterlagen Informationen erfassen und auswerten</li> <li>– Dokumentationsunterlagen anfertigen</li> <li>– komplexe Aufgabenstellungen gliedern und mathematische Werkzeuge sicher anwenden</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bauteile und Baugruppen fertigungs- und funktionsgerecht gestalten</li> <li>– mithilfe Herstellersoftware und Simulationstools Bauteile dimensionieren</li> <li>– Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsaufgaben kooperativ planen, durchführen und eigenverantwortlich Teilaufgaben übernehmen</li> <li>– Projektgruppenarbeit planen und durchführen</li> <li>– Arbeitsergebnisse dem Team präsentieren und gemeinsam evaluieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– rechnergestütztes methodisches Konstruieren</li> <li>– Informationsbeschaffung</li> <li>– rechnergestützte Dimensionierung und Berechnung; Simulation</li> <li>– Entwürfe, Handskizzen, 3D-Einzelteile, norm- und fertigungsgerechte Zeichnungsableitung, Stücklisten, Explosionsdarstellung</li> <li>– Animationen</li> <li>– Projektpräsentation</li> </ul>	

## 5.2.10 Maschinenelemente

ZRW: 120 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Verbindungselemente auswählen und dimensionieren	30 Std.
2. Drehbewegungselemente auswählen und beurteilen	30 Std.
3. Kupplungen beschreiben und dimensionieren	10 Std.
4. Getriebe beschreiben und gestalten	50 Std.

Schwerpunkt: Verbindungselemente auswählen und dimensionieren		ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normung von Maschinenelementen als Grundlage unternehmensübergreifender und internationaler Zusammenarbeit beschreiben</li> <li>– Einsatz verschiedener Verbindungsarten hinsichtlich ihrer technologischen Anforderungen begründen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbindungselemente unter Berücksichtigung der Normen, Einsatzbedingungen und Belastungen dimensionieren</li> <li>– Verbindungselemente unter ökonomischen und montagetechnischen Aspekten auswählen und beurteilen</li> <li>– Federn mithilfe Herstellersoftware und Simulationstools dimensionieren</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbindungselemente hinsichtlich sicherheitsrelevanter Aspekte auswählen</li> <li>– Normen als internationales Regelwerk verstehen</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinenelemente (Begriff und Einteilung)</li> <li>– Grundlagen der Normung, Passungen</li> <li>– Festigkeitsberechnungen (statische und dynamische Nachweise)</li> <li>– Bolzen-, Stiftverbindungen und Sicherungselemente (Abscherung, Lochleibung)</li> <li>– Nietverbindungen</li> <li>– Gewinde (Gewindearten, geometrische Kenngrößen und Beziehungen)</li> <li>– Schrauben, Muttern, Scheiben (Normung, Festigkeiten, Zugbeanspruchung)</li> <li>– Schraubensicherungen</li> <li>– Federn (Federarten, Federwerkstoffe, Federkennlinien)</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Drehbewegungselemente auswählen und beurteilen</b>	
	ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Drehbewegungselemente als Maschinenelemente klassifizieren</li> <li>– Lagerungen ordnen und strukturieren</li> <li>– Wälzlager unter Beachtung technologischer Vorgaben mithilfe von Herstellerkatalogen auswählen</li> <li>– Spannungsnachweise durchführen</li> <li>– Verfahren zur Änderung von Stoffeigenschaften funktionsgerecht bestimmen</li> <li>– Einsatz von Wälzlagern und ihrer Anordnung hinsichtlich ihrer Belastung und Lebensdauer beurteilen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dimensionierung von Bauteilen durch Festigkeitsberechnungen überprüfen</li> <li>– Achsen und Wellen funktionsgerecht entwerfen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinenelemente unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit auswählen und beurteilen</li> <li>– Langlebigkeit technischer Systeme im Spannungsfeld ökonomischer, ökologischer Interessen diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Achsen und Wellen (Werkstoffe und Halbzeuge, Ermittlung des Entwurfsdurchmessers, dynamische Festigkeitsrechnung)</li> <li>– Welle-Nabe-Verbindungen (Passfeder, Scheibenfeder, Keilwellen, Pressverbände)</li> <li>– Gleitlagerungen (hydrostatische, hydrodynamische, Reibungszustände)</li> <li>– Wälzlagerungen (Normung und Ordnung und Tolerierung von Lagersitzen, Lageranordnungen, Lebensdauerberechnung)</li> <li>– Schmierungstheorie</li> <li>– Lager- und Wellendichtungen (statisch, dynamisch)</li> <li>– ausgewählte Ziele für die Nachhaltige Entwicklung</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Kupplungen beschreiben und dimensionieren</b>		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kupplungen ordnen und strukturieren</li> <li>– Aufbau und Funktion ausgewählter Kupplungen beschreiben</li> <li>– Kupplungen mithilfe von Herstellerunterlagen und Berechnungstools auswählen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kupplungen nach Drehmomenten und Leistungen dimensionieren</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht gemeinsam aufbereiten, dokumentieren und kritisch reflektieren</li> <li>– Arbeitsergebnisse präsentieren sowie Feedback geben und annehmen</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Auswahlkriterien</li> <li>– Dimensionierung</li> <li>– starre und elastische Kupplungen</li> <li>– schaltbare Kupplungen (Scheibenkupplungen, Lamellenkupplung, Kegelkupplung, Fliehkraftkupplung, hydrodynamische Kupplungen, Magnetkupplungen)</li> <li>– Feedbackregeln</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Getriebe beschreiben und gestalten</b>	
	ZRW: 50 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Getriebe und ausgewählte Bauelemente von Getrieben ordnen und strukturieren</li> <li>– Gestalt und Funktion verschiedener Getriebe anhand technischer Zeichnungen analysieren und beschreiben</li> <li>– Kräfte und Momente am Zahnrad berechnen</li> <li>– Reibung zwischen Getriebekomponenten lokalisieren und durch spezielle Verbundwerkstoffe minimieren</li> <li>– Zusammenhang zwischen Reibung, Verschleiß und Schmierung, erkennen und bewerten</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kenngrößen am Zahnrad festlegen</li> <li>– Baumaße und Aufbau einfacher Zahnradgetriebe anforderungsgerecht gestalten</li> <li>– Maschinenelemente zur Schmierung und Abdichtung funktionsgerecht auslegen</li> <li>– Montage- und Instandhaltungsanleitungen erstellen</li> <li>– konstruktive Lösungen zur Optimierung von Getrieben erarbeiten</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinenelemente und Schmiermittel unter Beachtung nachhaltiger und sicherheitstechnischer Kriterien beurteilen</li> <li>– Getriebe generell unter dem Aspekt des technischen Fortschritts hinterfragen</li> <li>– qualitätsbewusste Arbeitsweise umsetzen und bei Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern weiterentwickeln</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zahnradgetriebe (Stirnradgetriebe, Kegelradgetriebe, Schneckengetriebe, Planetengetriebe, Wellgetriebe)</li> <li>– Umschlingungsgetriebe (Riementriebe, Kettentriebe)</li> <li>– Dichtungen</li> <li>– Schmierung</li> </ul>	

## 5.2.11 Werkzeugmaschinen

ZRW: 120 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Spanende und abtragende Werkzeugmaschinen, Komponenten und Zubehör auswählen und gestalten	40 Std.
2. Werkzeugmaschinen der Ur- und Umformtechnik auswählen	20 Std.
3. CNC-Maschinen beschreiben und programmieren	40 Std.
4. Fertigungssysteme beschreiben	20 Std.

Schwerpunkt: <b>Spanende und abtragende Werkzeugmaschinen, Komponenten und Zubehör auswählen und gestalten</b>	
ZRW: 40 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– historische Entwicklungen der Werkzeugmaschinen beschreiben</li> <li>– spanende und abtragende Werkzeugmaschinen klassifizieren sowie Aufbau und Wirkprinzipien erklären</li> <li>– Baugruppen der Werkzeugmaschinen analysieren</li> <li>– Maschinenkenngrößen ermitteln und bewerten</li> <li>– Messungen in und an Werkzeugmaschinen darstellen</li> <li>– statistische Methoden für die zuverlässige Bestimmung der Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschinen mithilfe spezifischer Software anwenden</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aggregate und Zubehör fertigungsgerecht auswählen und gestalten</li> <li>– Komponenten der Werkstückhandhabung anpassen</li> <li>– Werkzeugmaschinen direkt und indirekt messtechnisch beurteilen und an betriebliche Bedingungen anpassen</li> <li>– Maschinenkomponenten der Werkzeugmaschinen infolge von Maschinenfähigkeitsuntersuchungen optimieren</li> <li>– begleitende Dokumente für Werkzeugmaschinen anwendergerecht erstellen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normen und Richtlinien im internationalen Kontext zur Abnahme von Werkzeugmaschinen konsequent umsetzen</li> <li>– Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter qualifizieren, um qualitätsbewusste Arbeitsweise umzusetzen</li> <li>– Werkzeugmaschineneinsatz im Spannungsfeld technischen Fortschritts und sozialer Aspekte diskutieren</li> </ul>
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterscheidungsmerkmale spanender Werkzeugmaschinen (Kinematik, Achsen)</li> <li>– Maschinenarten (Drehen, Fräsen, Bohren, Sägen, Schleifen, Verzahnen)</li> </ul>	

- Aggregate und Zubehör (Werkstückspannsysteme, Kühlschmiersysteme zur Ver- und Entsorgung, Messsysteme für Werkzeuge und Werkstücke)
- Mehrmaschinensysteme
- Maschinenkenngößen (z. B. Abmessungen der Maschinen, Arbeitsraum, Aufstellfläche, Antriebsleistung, Vorschubgeschwindigkeit)
- Baugruppen der Werkzeugmaschinen (Gestelle, Führungen und Lagerungen, Tische, Spindeln, Werkzeugaufnahmen, Werkzeugwechsler, Vorschubsysteme und deren Antriebe)
- Messungen an Werkzeugmaschinen (Kräfte, Steifigkeit, Schwingungen, Temperatur, Geräusche, Maschinenfähigkeitsuntersuchungen)
- Maschinen zum Funkenerosieren (EDM) (z. B. Senken, Bohren, Schneiden)
- Elektrochemische Abtragmaschinen (ECM)

<b>Schwerpunkt: Werkzeugmaschinen der Ur- und Umformtechnik auswählen</b>	
ZRW: 20 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkzeugmaschinen der Ur- und Umformtechnik klassifizieren sowie Aufbau und Wirkprinzipien beschreiben</li> <li>– Werkzeugmaschinen auswählen und Spezifika systematisieren</li> <li>– Prozessparameter fertigungsspezifisch zur qualitätsgerechten Prozesssteuerung festlegen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinen unter Berücksichtigung schlanker Produktionsorganisation auswählen und einsetzen</li> <li>– Maschinenkenngößen von Ur- und Umformmaschinen an betriebliche Bedingungen anpassen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinenkenngößen in Abhängigkeit von Nutzungsdauer und Investitionsvermögen im Team evaluieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Druckgießmaschinen, Spritzgießmaschinen</li> <li>– Maschinen für additive Fertigungsverfahren</li> <li>– Pressen, CNC-Stanz- und Biegemaschinen</li> <li>– Koordinatenmessmaschinen und deren Komponenten</li> </ul>	



<b>Schwerpunkt: CNC-Maschinen beschreiben und programmieren</b>		ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterschiede zwischen konventionellen und numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen erläutern</li> <li>– grundlegende Voraussetzungen der CNC-Technik einschätzen</li> <li>– fertigungsorientierte Steuerungen und Wegmesssysteme analysieren</li> <li>– Aufbau von Programmen ausgewählter Verfahren beschreiben</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– CNC-Programme grafikbasiert erstellen</li> <li>– CNC-Programme produktbezogen entwickeln und simulieren</li> <li>– CNC-Programme aus CAD-Schnittstellen erstellen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ökonomische und fertigungstechnische Vor- und Nachteile der CNC-Technik als soziotechnisches System diskutieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen der CNC Technik (Koordinatensysteme, Bezugspunkte im Arbeitsraum)</li> <li>– Steuerungsarten, Wegmesssysteme</li> <li>– Aufbau von CNC Programmen</li> <li>– Programmieren nach DIN und PAL <ul style="list-style-type: none"> <li>• CNC Fräsen</li> <li>• CNC Drehen</li> </ul> </li> <li>– Werkstattorientierte Programmierung</li> <li>– CAD-CAM</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Fertigungssysteme beschreiben</b>		ZRW: 20 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reihen- und Fließfertigung in automatisierte Fertigung überführen</li> <li>– Grundkonzeptionen von flexiblen Fertigungssystemen darstellen</li> <li>– Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Fertigungssysteme vergleichen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maschinen und Handhabungstechnik zu einer flexiblen Fertigungsstraße anordnen</li> <li>– flexible Fertigungsstraße in flexiblem Fertigungssystem integrieren</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in kollaborierende Arbeitsweisen einführen</li> <li>– ethische Aspekte automatisierter Fertigungssysteme diskutieren und reflektieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierungspyramide, RAMI 4.0</li> <li>– Sinnfließbilder und Funktionsplan Handhabung</li> <li>– Reihen- und Fließfertigung, Handhabungstechnik, Fertigungssysteme</li> <li>– integrierte Fertigungsformen (flexible Fertigungszelle, flexible Fertigungsstraße, flexibles Fertigungssystem)</li> <li>– Werkzeugstückverwaltung, -transport und -speicherung im Fertigungssystem</li> <li>– Fertigungssysteme (einstufige, mehrstufige, kombinierte)</li> <li>– systemgeeignete Werkzeugmaschinen</li> <li>– kollaborierende Systeme</li> <li>– Coaching, Changemanagement</li> <li>– Technikethik</li> </ul>		

## 5.2.12 Steuerungs- und Regeltechnik

ZRW: 120 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik darstellen	10 Std.
2. Pneumatische und hydraulische Steuerungen entwickeln und umsetzen	60 Std.
3. Speicherprogrammierbare Steuerungen erstellen	30 Std.
4. Regelungstechnik beschreiben	20 Std.

Schwerpunkt: Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik darstellen		ZRW: 10 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierung im technischen Entwicklungsprozess einordnen</li> <li>– Grundbegriffe der Signal- und Systemtechnik einordnen</li> <li>– Systemzusammenhänge erläutern</li> <li>– Steuerungen analysieren und Komponenten der Signalkette zuordnen</li> <li>– Signale und Signalverknüpfungen unterscheiden und darstellen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Steuerkette zum Regelkreis erweitern und Ergebnisse präsentieren</li> <li>– Wirkungsplan einer Steuerung entwickeln</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die Notwendigkeit lebenslangen Lernens am Beispiel verdeutlichen und Weiterbildungsbereitschaft entwickeln</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundbegriffe (Automatisierung, Steuerung, Regelung)</li> <li>– Systematisierung technischer Entwicklungsprozesse (Automatisierungspyramide, RAMI 4.0)</li> <li>– Wirkungsplan (offener und geschlossener Wirkungsablauf)</li> <li>– Steuerungsarten</li> <li>– Signalformen (analog, diskret, digital, binär)</li> <li>– Signalkette</li> <li>– Boolesche Algebra</li> <li>– Logikpläne, Funktionsgleichungen, Funktionstabelle</li> <li>– KV-Diagramm</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Pneumatische und hydraulische Steuerungen entwickeln und umsetzen</b>	
	ZRW: 60 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatzbereich pneumatischer und hydraulischer Steuerungen charakterisieren</li> <li>– Komponenten pneumatischer und hydraulischer Steuerungen analysieren und beschreiben</li> <li>– Funktionsdiagramme erstellen und präsentieren</li> <li>– Fehlersuche in pneumatischen und hydraulischen Steuerungen methodengeleitet durchführen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pneumatik-/Hydraulikplan aus Stromlaufplan ableiten</li> <li>– aus technologischer Problemstellung eine eindeutige technische Aufgabenstellung formulieren</li> <li>– elektropneumatische Steuerung entwickeln und realisieren</li> <li>– pneumatische und hydraulische Steuerungen mit Komponenten der speicherprogrammierbaren Steuerung kombinieren</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– technische Lösungen arbeitsteilig erarbeiten und Ergebnisse im Team abgleichen und gemeinsam reflektieren</li> <li>– Aspekte der verbalen und nonverbalen Kommunikation berücksichtigen</li> <li>– Anlagensicherheit, Umweltschutz im Kontext ökonomischer Anforderungen erörtern</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kennzeichnung und Schaltzeichen von Bauteilen</li> <li>– Berechnungen (Druck, Volumenstrom, Kolbenkräfte, Kolbengeschwindigkeiten, Luft-/Ölverbrauch, Pumpenleistungen)</li> <li>– Komponenten pneumatischer und hydraulischer Steuerungen (Versorgungs- und Aufbereitungseinheiten, Signalglieder, Zeitglieder, Wegeventile, Drossel- und Stromregelventile, Aktoren, Rückmeldemöglichkeiten)</li> <li>– Funktionsdiagramm (Weg-Schritt-Diagramm, GRAFCET)</li> <li>– Pneumatik-/Hydraulikpläne</li> <li>– Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen</li> <li>– Stromlaufpläne</li> <li>– SIL</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Speicherprogrammierbare Steuerungen erstellen</b>		ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– steuerungstechnische Aufgaben mithilfe von SPS lösen</li> <li>– Programmiersprachen (Text- und grafische Sprachen) unterscheiden</li> <li>– Prozess oder Teilprozess nach gültigen HMI Standards visualisieren</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zentrale und dezentrale Baugruppen verwenden und in bestehende Systeme integrieren</li> <li>– Programme für Maschinensteuerungen entwerfen</li> <li>– Funktionen mithilfe des KV-Diagrammes optimieren</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gespräche zur Koordinierung von Schnittstellen und Variablen der Anlagenprogrammierung planen und leiten</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Wirkungsweise einer SPS</li> <li>– Konfiguration einer SPS</li> <li>– logische Funktionen (Grundfunktionen, Speicherglieder, Zeitglieder, Zähler, Vergleicher, Flankenbausteine)</li> <li>– Programmiersprachen von SPS (FBS/FUP, KOP, AWL, ST)</li> <li>– HMI-Standards</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Regelungstechnik beschreiben</b>		ZRW: 20 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regelstrecken und deren Größen bestimmen</li> <li>– Wirkungspläne erstellen</li> <li>– Störgrößen im Regelkreis erkennen und im Wirkungsplan abbilden</li> <li>– stetige und unetige Regler unterscheiden, Reglerparameter definieren</li> <li>– Störgrößen erkennen und ausregeln</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– einfachen Regelkreis für ein System entwerfen</li> <li>– Reglerparameter optimieren</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Systeme hinsichtlich ihrer Regelung analysieren, Störgrößen ermitteln und Optimierungsmöglichkeiten in Teams diskutieren</li> <li>– überfachliche Bedeutung der Regelungstechnik Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern verdeutlichen</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wirkungsplan</li> <li>– Regelkreis (offener und geschlossener, Komponenten)</li> <li>– Regelkreisparameter (Sprung- und Impulsantwort, Verstärkung, Dämpfung, Zeitkonstanten)</li> <li>– Störgrößen</li> <li>– Stabilitätskriterien</li> <li>– Zweipunkt- und Dreipunktregler</li> <li>– Reglerarten (P, I, D, PI, PD, PID)</li> </ul>		

### 5.2.13 Informationstechnik

ZRW: 160 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Standardsoftware zur Kommunikation nutzen	30 Std.
2. Informationstechnische Systeme strukturiert modellieren	90 Std.
3. Datenübertragung in Netzwerken realisieren	40 Std.

Schwerpunkt: Standardsoftware zur Kommunikation nutzen		ZRW: 30 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Daten aus verschiedenen Informationsquellen ermitteln, kritisch bewerten, interpretieren und unter Beachtung urheberrechtlicher Aspekte weiterverarbeiten</li> <li>– Daten unter Beachtung des Datenschutzes organisieren, sichern und von verschiedenen Orten abrufen</li> <li>– für eine Aufgabe passende Software und spezielle Funktionen auswählen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Texte, Tabellen, Präsentationen und Datenbanken mithilfe von Standardsoftware bearbeiten und erstellen</li> <li>– mathematische Zusammenhänge unter Verwendung unterschiedlicher Diagrammtypen erfassen, berechnen und visualisieren</li> <li>– Projektabläufe grafisch darstellen</li> <li>– Schriftstücke unter Einbindung von Grafiken und grafischen Darstellungen normgerecht und anwenderfreundlich entwickeln</li> <li>– Texte, Tabellen, Grafiken und audio-visuelle Medien in unterschiedliche Anwendungen übertragen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Projekte, technische Inhalte und betriebswirtschaftliche Zusammenhänge Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern präsentieren, teilen und erläutern</li> <li>– auf Hinweise und Nachfragen angemessen reagieren</li> </ul>	
Grundlegende Wissensbestände		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Suchstrategien, Verzeichnisstrukturen, Speicherorte</li> <li>– Urheberrecht, Datensicherheit und Datenschutz sowie zugehörige Maßnahmen</li> <li>– ausgewählte Funktionen von Standardsoftware</li> <li>– Textverarbeitung (z. B. Bericht, Geschäftsbrief, Lieferschein)</li> <li>– Berechnungen und Diagrammtypen in Tabellenkalkulationssoftware</li> <li>– Präsentationen mit Grafiken, Diagrammen, geometrischen Formen SmartArt-Grafiken und Netzplänen</li> <li>– Textlayout, corporate Design</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Informationstechnische Systeme strukturiert modellieren</b>	
ZRW: 90 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informationen aus verschiedenen Quellen ermitteln und validieren, mittels informationstechnischer Systeme aufarbeiten und interpretieren</li> <li>– verschiedene Datenstrukturen vergleichen und Alternativen gegenüberstellen</li> <li>– Aufbau und Funktionsweise von informationstechnischen Systemen untersuchen und optimieren</li> <li>– Funktionsfähigkeit von Programmen mithilfe von Testdaten untersuchen und selbstständig einfache Testszenarien entwerfen</li> <li>– Dokumentationen zu Programm- und Objektbibliotheken zweckgerichtet erschließen und Funktionalitäten für Programme auswählen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Algorithmen mittels Standardsoftware entwerfen</li> <li>– Programme für technische Problemstellungen in einer Programmiersprache entwickeln</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– informationstechnische Systeme selbstständig erarbeiten sowie in Partnerarbeit Funktionsfähigkeit überprüfen und Programme optimieren</li> <li>– Algorithmen hinsichtlich Effizienz, Stabilität, Fehlerrobustheit, Wartbarkeit und Skalierbarkeit untersuchen und diskutieren</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Computer und Logik</li> <li>– Programmplanungsprozess</li> <li>– Softwarearchitektur</li> <li>– Eigenschaften und Darstellungsformen von Algorithmen (z. B. Struktogramm, Pseudotext)</li> <li>– Grundstrukturen von Programmabläufen (z. B. Iteration, Selektion, Sequenz, Funktionsblock)</li> <li>– Darstellung von Algorithmen in einer Programmiersprache</li> <li>– Grundlagen des Softwareengineerings (Aufbau von Programmen, Benutzerschnittstellen, Arbeit mit Variablen, Funktionen, Operationen)</li> <li>– komplexe Datenstrukturen (z. B. Arrays, Listen)</li> <li>– modulare Gestaltung von Programmen</li> <li>– Programmtexte in formale Darstellungen überführen</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Datenübertragung in Netzwerken realisieren</b>		ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Datenkommunikation in Netzwerken erläutern</li> <li>– Datenübertragungssysteme nach vorgegebenen Kriterien beurteilen</li> <li>– Netzwerkkomponenten hinsichtlich ihrer funktionalen Parameter unterscheiden</li> <li>– Funktion einer im Netzwerk eingebundenen Maschine überprüfen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Datenablagensystem konzipieren und erarbeiten</li> <li>– Anordnung von physikalischen Komponenten in einem Netzwerk entwerfen und darstellen</li> <li>– netzwerkfähige Endgeräte und Maschinen unter vorgegebenen Aspekten konfigurieren und mit einander vernetzen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Datensicherheit als Führungsaufgabe annehmen</li> <li>– IoT als Voraussetzung für technische Innovation und Sicherheitsgefahr diskutieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterscheidungsmerkmale von Netzen (z. B. Netztypen, Netztopologien, Übertragungsgeschwindigkeiten)</li> <li>– Netzwerkpläne</li> <li>– technische und organisatorische Maßnahmen zur Datensicherheit (z. B. Backupkonzepte, RAID-Systeme, Passwortregeln, Firewall)</li> <li>– Datenspeicherung in Netzwerken (z. B. NAS-Server)</li> <li>– ausgewählte Netzwerkkomponenten und Sensoren der industriellen Vernetzung, Übertragungsmedien und Zugriffsverfahren</li> <li>– Protokolle und Dienste (z. B. http, ftp/webdav, pop/imap/smtp, telnet/putty)</li> <li>– Adressierung zur Geräteidentifizierung in Netzen (MAC, IPv4, IPv6)</li> <li>– strukturierte Verkabelung als Instrument der professionellen Vernetzung</li> </ul>		



## 5.2.14 Elektrotechnik/Elektrische Antriebe

ZRW: 120 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Elektrotechnische Systeme analysieren	60 Std.
2. Sicherheit in elektrischen Anlagen realisieren	20 Std.
3. Antriebssysteme auswählen und integrieren	40 Std.

Schwerpunkt: Elektrotechnische Systeme analysieren		ZRW: 60 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundbegriffe und Grundgrößen der Elektrotechnik beschreiben und in kausalen Zusammenhängen verknüpfen</li> <li>– Standardschaltungen auswählen, anpassen, überprüfen und Messungen durchführen</li> <li>– Größen und Gesetzmäßigkeiten im elektrischen und magnetischen Feld beschreiben</li> <li>– Kennwerte von Spulen und Kondensatoren in Stromkreisen bestimmen</li> <li>– Zusammenwirken magnetischer Felder anhand der unterschiedlichen Kraftwirkungen erklären</li> <li>– Bestimmungsgrößen sinusförmiger Wechselgrößen aus Linien- und Kreisdiagrammen ableiten</li> <li>– bereits erworbene Kenntnisse über Leistungen in der Wechselstromtechnik auf spezifische Anwendungen in der Drehstromtechnik anwenden</li> <li>– Wirk-, Blind- und Scheinleistungen anhand ihrer charakteristischen Merkmale unterscheiden</li> <li>– Notwendigkeit der Verkettung sinusförmiger Wechselgrößen begründen und die praktische Bedeutung der Verkettung erklären</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundgesetze der Elektrotechnik in Gleichstromkreisen anwenden und Schaltungen entwerfen</li> <li>– elektrotechnische Komponenten, Baugruppen und Messsysteme beschreiben, analysieren und dimensionieren</li> <li>– Kondensatoren und Spulen in Gleichstromkreisen als Speicher verwenden</li> <li>– Abhängigkeiten zwischen Magnetflussänderung und Bewegung des elektrischen Leiters erkennen und daraus das Funktionsprinzip von Generatoren ableiten</li> <li>– Ursachen von Phasenverschiebungen erkennen und die zur Blindleistungskompensation erforderlichen Veränderungen in Linien- und Zeigerdiagrammen vornehmen</li> <li>– ökonomische Mehrbelastung durch Blindleistung erkennen und deren gezielte Beeinflussung erklären</li> </ul>	

Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verfahren zur Umwandlung elektrischer Energie in andere Energieformen bewerten und unter ökonomischen- und ökologischen Gesichtspunkten betrachten</li> <li>– Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Verfahren zur Erzeugung elektrischer Energie präsentieren</li> </ul>
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundgrößen in elektrischen Stromkreisen</li> <li>– Widerstand, Kondensator und Spule im Gleichstromkreis</li> <li>– Kenngrößen in Wechselstromkreisen</li> <li>– Widerstand, Kondensator und Spule im Wechselstromkreis</li> <li>– Dreiphasenwechselspannung</li> <li>– Drehstromkreise</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Sicherheit in elektrischen Anlagen realisieren</b>	
ZRW: 20 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gefahr durch elektrische Schläge für den Menschen beurteilen</li> <li>– Maßnahmen zum Basis-, Fehler- und Zusatzschutz auswählen</li> <li>– Nachweis der Einhaltung der Abschaltbedingungen erbringen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– einpolige Kurzschlussströme im TN-System berechnen, anhand der Ergebnisse die für den Personenschutz erforderlichen Schutzeinrichtungen auswählen und in das System integrieren</li> <li>– Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) zum Personen- und Sachschutz eigenverantwortlich planen</li> <li>– Schutzpotentialausgleich in einem Wohngebäude planen und realisieren</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Handhabung ausgewählter Prüfgeräte für Sicherheitsprüfungen in Elektroanlagen erklären</li> <li>– Prüfergebnisse bewerten und präsentieren</li> <li>– Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für den sicheren Umgang mit elektrischer Energie sensibilisieren</li> </ul>
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fehlerstromkreise</li> <li>– Maßnahmen des Basisschutzes</li> <li>– Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System</li> <li>– Maßnahmen des Zusatzschutzes</li> <li>– Prüfverfahren</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Antriebssysteme auswählen und integrieren</b>	
	ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Funktionsweise von Transformatoren, Asynchron- und Synchronmaschinen beschreiben</li> <li>– Voraussetzungen für den Generatorbetrieb von Elektromaschinen erläutern</li> <li>– Kennlinien von Elektroantrieben erstellen und daraus deren Kennwerte ermitteln</li> <li>– typische Arbeitsmaschinen hinsichtlich ihrer Drehzahl-Drehmomentkennlinien unterscheiden</li> <li>– Nutzen und Wirkungsweise von Motorschutzeinrichtungen erläutern</li> <li>– Kenngrößen von Energieleitungen beschreiben</li> <li>– Auswirkungen von Störungen auf das Antriebssystem bewerten</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schaltungen zur Steuerung von Elektroantrieben entwerfen</li> <li>– Betriebseigenschaften von Elektroantrieben optimieren</li> <li>– Elektroantriebe mithilfe von Datenblättern und Kennlinien für die vom Anwender gewünschte Antriebsaufgabe auswählen</li> <li>– mechanische und elektrische Anpassung von Antrieben vornehmen</li> <li>– elektrische Leitungen und Schutzeinrichtungen anforderungsgerecht dimensionieren</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– elektronische Anlauf- und Drehzahlsteuerungen nach technischen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten auswählen</li> <li>– Eckdaten für die Parametrierung von Antriebssteuerungen kommunikativ ermitteln</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau und Funktion von Drehfeldmaschinen und Transformatoren</li> <li>– Anlauf- und Drehzahlsteuerung von Drehfeldmaschinen</li> <li>– Kennwerte von Arbeitsmaschinen</li> <li>– Anpassung der Drehfeldmaschine an die Arbeitsmaschine und Energienetz</li> <li>– Verlegung und Strombelastbarkeit elektrischer Leitungen</li> </ul>	

## 5.2.15 Projektarbeit

ZRW: 120 Std.

Schwerpunkte	ZRW
1. Grundlagen des Projektmanagements erläutern und anwenden	20 Std.
2. Projektaufgaben realisieren	40 Std.
3. Eine wissenschaftlich-technische Projektarbeit planen und anfertigen	60 Std.

Schwerpunkt: Grundlagen des Projektmanagements erläutern und anwenden ZRW: 20 Std.	
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlegende Begriffe, Vorgehensweisen/Prozesse und Methoden zum Projektmanagement erklären</li> <li>– Normen und technische Regelwerke projektbezogen anwenden</li> <li>– Rollen und Verantwortungsbereiche von Projektleiter und Projektteam strukturieren</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Phasen und Prozesse des Projektmanagements praxisorientiert und strukturiert gestalten</li> <li>– Kundenanforderungen formulieren sowie Lasten- und Pflichtenhefte entwickeln</li> <li>– Projektziele nach dem Prinzip SMART definieren und realisieren</li> <li>– Projekte nach grundlegenden Methoden und Techniken planen und dokumentieren</li> <li>– Equipment und Software gezielt auswählen und einsetzen</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kommunikationsverhalten der Projektmitglieder steuern</li> <li>– gegenseitige Anerkennung der Qualifikation, Heterogenität und Integrität leben</li> <li>– Umgang mit Stakeholdern navigieren</li> <li>– kooperative Projektbearbeitung effektiv und effizient organisieren</li> </ul>
Grundlegende Wissensbestände	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Projekt nach DIN</li> <li>– Projektmanagement und Projektmanagementprozess</li> <li>– Projektinitiierung (Projektziele, Rahmendaten, Lastenheft, Pflichtenheft, Projektauftrag)</li> <li>– Projektteam (Projektleiter und -mitarbeiter)</li> <li>– Projektplanung [Projektstrukturplan (Arbeitspakete, Meilensteine), Projektablaufplan (Netzplan- und Gantt-Diagramm)]</li> <li>– Projektrisiko- und Chancenanalyse</li> <li>– Projektrealisierung (Projektcontrolling, Projektdokumentation)</li> <li>– Kommunikation, Konfliktmanagement</li> <li>– Projektabschluss (Projektabschluss, Projektbewertung)</li> <li>– Projektbericht</li> </ul>	

<b>Schwerpunkt: Projektaufgaben realisieren</b>		ZRW: 40 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen, Prozesse und Methoden des Projektmanagements anwenden</li> <li>– komplexe problemorientierte Aufgabenstellungen interdisziplinär bearbeiten</li> <li>– Quellen normgerecht nutzen und nachweisen</li> <li>– Rahmenbedingungen einer professionellen Kommunikation und Präsentation analysieren und berücksichtigen</li> <li>– Moderations- und Kreativitätstechniken zur Projektdurchführung und Projektgestaltung auswählen und einsetzen</li> </ul>	
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektziele unter Beachtung der Kundenanforderung formulieren</li> <li>– Kick-off- und Kick-out-Meeting planen und durchführen</li> <li>– Projektabschnitte strukturiert festlegen, terminieren und überwachen</li> <li>– Ressourcenbedarf und -einsatz planen, kontrollieren und ggf. anpassen</li> <li>– Statusbesprechungen und Meilensteinreviews durchführen</li> <li>– notwendige Projekt-, Prozess- und Produktdokumentationen effizient anfertigen und ständig fortschreiben</li> <li>– Hard- und Software zur Aufgabenbearbeitung einsetzen</li> <li>– Projektergebnisse fachwissenschaftlich präsentieren</li> <li>– Lessons learned durchführen</li> </ul>	
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mitarbeitertraining planen und durchführen</li> <li>– Eigeninitiative, Kritikfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Kooperations- und Urteilsfähigkeit innerhalb des Projektteams fördern und stärken</li> <li>– die Rolle des Projektleiters verantwortungsbewusst wahrnehmen und die aktive Einbeziehung und Gleichbehandlung der Mitarbeiter managen</li> <li>– Methoden und Strategien des Konfliktmanagements einsetzen</li> <li>– Arbeitsergebnisse des Projektteams und andere Monitoringdaten in Statusberichten entsprechend der Meilensteine zusammenfassen, bewerten und dokumentieren</li> <li>– Teamlösungen im Plenum präsentieren und evaluieren</li> </ul>	
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Teamarbeit als wesentlicher Erfolgsfaktor</li> <li>– Prozess- und Ressourcenmanagement</li> <li>– Kreativitätstechniken (Brainstorming, Mind Map, Metaplan, Flipchart)</li> <li>– Visualisierungstechniken</li> <li>– Projektpräsentation und -evaluierung</li> </ul>		

<b>Schwerpunkt: Eine wissenschaftlich-technische Projektarbeit planen und anfertigen</b>	
	ZRW: 60 Std.
Fach- und Technologiekompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– im Exposé Ziele und den inhaltlich-methodischen Aufbau nach vorgegebenen Richtlinien beschreiben</li> <li>– Thema der Abschlussarbeit fachspezifisch und anwendungsbezogen auswählen, ggf. interdisziplinär bearbeiten</li> <li>– Arbeitsergebnisse vor einer Prüfungskommission verteidigen</li> </ul>
Gestaltungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exposé für die Technikerabschlussarbeit verfassen</li> <li>– fachwissenschaftliche Sachverhalte selbstständig erschließen, analysieren und methodisch strukturieren</li> <li>– wissenschaftlich-technische Zusammenhänge umfassend darlegen, Wechselwirkungen aufzeigen, fachgerecht argumentieren und ergebnisorientiert schlussfolgern</li> <li>– praxisgerechte Lösungen entwickeln, dokumentieren und präsentieren</li> </ul>
Sozial- und Führungskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenarbeit mit Externen erproben</li> <li>– kooperatives und integratives Sozialverhalten weiterentwickeln</li> <li>– Arbeitsergebnisse nach Qualität und Wirtschaftlichkeit kontrollieren, selbstkritisch beurteilen und verteidigen</li> </ul>
<b>Grundlegende Wissensbestände</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anforderungen an eine wissenschaftlich-technische Arbeit (Layout, Aufbau und Inhalt)</li> <li>– Exposé als Arbeitsgrundlage und Leitfaden</li> <li>– Technikerabschlussarbeit</li> <li>– Vortrags- und Präsentationstechniken</li> </ul>	