



# Lehrplan

## Zweijährige Fachschule für Technik

### FACHRICHTUNG MECHATRONIK

### SCHWERPUNKT MASCHINEN- UND ANLAGENTECHNIK

## Impressum

Lehrplan Zweijährige Fachschule für Technik  
Fachrichtung Mechatronik Schwerpunkt Maschinen- und Anlagentechnik  
Ausgabe 2019

Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden  
Tel.: 0611 368-0  
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: [poststelle@hkm.hessen.de](mailto:poststelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

**Inhaltsverzeichnis**

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik .....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans .....	8
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen .....	8
3.2	Personale Kompetenzen .....	8
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen .....	9
3.4	Zielkategorien.....	10
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	11
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	13
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen.....	13
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	15
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien .....	16
3.6	Zusammenfassung.....	17
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse .....	18
4.1	Lernfelder .....	18
4.2	Studentafel .....	20
4.3	Beruflicher Lernbereich .....	21
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) .....	21
4.3.2	Projektarbeit .....	24
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen .....	25
4.3.4	Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen.....	27
4.3.5	Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen .....	28
4.3.6	Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren .....	30
4.3.7	Lernfeld 5: Steuerungen und Anlagen analysieren, konzipieren und optimieren.....	32
4.3.8	Lernfeld 6: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen .....	34
4.3.9	Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme automatisieren .....	35
4.3.10	Lernfeld 8: Mechatronische Systeme analysieren, konzipieren, optimieren und in Betrieb nehmen .....	36
4.3.11	Lernfeld 9: Produktions- und Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen, steuern und optimieren .....	38
5	Handhabung des Lehrplans .....	40
6	Literaturverzeichnis .....	42

## 1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.<sup>1</sup>

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„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.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen 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 Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“<sup>2</sup>

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zum staatlich geprüften Techniker / zur staatlich geprüften Technikerin befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren und Beurteilen von Problemen des Berufsbereiches und deren Lösung. Sie lernen, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Förderung des wirtschaftlichen Denkens und verantwortlichen Handelns in Führungspositionen und der damit verbundenen Fähigkeit zu konstruktiver Kritik und der Bewältigung von Konflikten.

---

<sup>1</sup>DQR Niveau 6

<sup>2</sup>Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 02.06.2016 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, sprachlich sicher zu agieren, um in allen Kontexten des beruflichen Handelns bestehen zu können.

Die rasante Entwicklung digitaler Technologien und die damit einhergehenden, tiefgreifenden Veränderungen in der Wirtschaft, in Arbeitsprozessen und im Kommunikationsverhalten stellen auch neue Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. So ist auch der Tätigkeitsbereich der Techniker und Technikerinnen in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale betroffen:

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

Somit muss die klassische Trennung in prozess- und produktorientierte berufsspezifische Handlungsfelder zugunsten eines die Schnittstellen vernetzenden, stärker systemorientierten und unternehmerischen Handlungskontextes aufgelöst werden.<sup>3</sup>

Der Erwerb der dazu benötigten Kompetenzen muss, auch wenn sie in den Lernfeldmatrizen nicht explizit aufgeführt sein sollten, durch die unterrichtliche Umsetzung in den Fachschulen für Technik ermöglicht werden.

## 2 Grundlegung für die Fachrichtung Mechatronik

Viele moderne technische Systeme können nicht mehr nur aus dem Blickwinkel einer einzelnen Disziplin betrachtet werden, sondern sie erfordern eine interdisziplinäre Herangehensweise. Der Verein Deutscher Ingenieure definiert die Mechatronik als das „synergetische Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik beim Entwurf und der Herstellung industrieller Erzeugnisse sowie bei der Prozessgestaltung“<sup>4</sup>.

In der Fachrichtung Mechatronik stehen technische Systeme und Verfahren im Mittelpunkt, die einer oder mehreren klassischen Disziplinen der Technik zuzuordnen und unter verschiedenen, auch die Technikwissenschaften übergreifenden Fragestellungen zu untersuchen sind.

Die staatlich geprüfte Technikerin oder der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik wird mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut. Die Einsatzgebiete umfassen wesentliche Teile von Produktions- und Verfahrensprozessen: Entwicklung, Produktion, Planung, Projektierung, Inbetriebnahme, Instandhaltung und Vertrieb von Baugruppen, Anlagen und Systemen.

---

<sup>3</sup> Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017)

<sup>4</sup> VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme (Juni 2004), S. 9

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin / der staatlich geprüfte Techniker der Fachrichtung Mechatronik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Methoden der Ideenfindung und Bewertung anwenden
- Lösungsstrategien entwickeln, Lösungsverfahren auswählen
- Planungs- und Arbeitsschritte dokumentieren
- Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen erstellen
- ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden anwenden
- Lösungen technisch und wirtschaftlich beurteilen
- Technik human-, sozial- und umweltverträglich gestalten
- Baugruppen, Anlagen und Systeme entwerfen, entwickeln, planen, realisieren, in Betrieb nehmen und instand halten
- Kostenrechnungen durchführen
- Qualitäts- und Umweltmanagement anwenden
- beraten und verkaufen
- ausbilden und fortbilden

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge, der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Mechatronik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte:

- **Fertigungsautomatisierung und Robotik**
- **Maschinen- und Anlagentechnik**
- **Systemtechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Schwerpunktbezogene Zielsetzung der Weiterbildung ist insbesondere die Befähigung zur Bewältigung folgender Aufgaben und Tätigkeiten:

#### **Fertigungsautomatisierung und Robotik**

- Sensoren und Aktoren für den fertigungstechnischen Prozess auswählen und in die Automatisierungssysteme integrieren
- Automatisierte Messsysteme zur Überwachung von Betriebs- und Maschinendaten konzipieren und realisieren
- Auswahl, Programmierung, Inbetriebnahme und Instandhaltung vernetzter Automatisierungssysteme und Roboter
- Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse computerintegriert planen, steuern und optimieren
- Produktionsqualität managen und für Arbeitssicherheit verantwortlich sorgen

#### **Maschinen- und Anlagentechnik**

- Planung, Projektierung, Entwicklung und Konstruktion von mechatronischen Anlagen und Systemen
- Automatisierung von technischen Prozessen unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheitstechnik

- Organisation, Überwachung und Ausführung von Projekten im Bereich Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit

### **Systemtechnik**

- optische und lasertechnische Baugruppen analysieren
- automatisierte Messdatenerfassungssysteme und Smarte Systeme analysieren, entwickeln und in Betrieb nehmen
- komplexe automatisierte mechatronische Systeme methodisch projektieren, bereitstellen, in Betrieb nehmen und instand halten
- automatisierte mechatronische Produktionsabläufe wirtschaftlich gestalten

### **Technische Betriebswirtschaft**

- Planung, Steuerung und Qualitätssicherung von Absatz-, Beschaffungs-, und Leistungserstellungsprozessen
- Mitwirkung bei der Personalplanung und -entwicklung
- Mitarbeit bei der Investitionsplanung und Finanzierung
- Planung und Umsetzung von Unternehmensstrategien
- Wahrnehmung von Aufgaben des betrieblichen Rechnungswesens und Controllings
- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemen und Anlagen der Mechatronik.

### 3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, also ihnen nicht alleine Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf dem US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen, variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY, 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER, 2017, S. XXI ff).

#### 3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten, und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

Diese werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) deren Integration:

Zu (a): Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation von verbalen und nonverbalen Äußerungen im Rahmen einer Meta-Kommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere von zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, 'Nachwirkungen' aus vorangegangenen Ereignissen, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der personalen Bedingungen, insbesondere der emotionalen Befindlichkeit (Gefühle) der normativen Ausrichtung (Werte), der Handlungsprioritäten (Ziele), der fachlichen Grundlagen (Wissen), des Selbstkonzepts ('Bild' von der Person), (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner), Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und die Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Fähigkeit, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einbringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umsetzen zu können.

#### 3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Moti-



vationen, Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement sowie Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH, 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, welche auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

### 3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d. h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten; das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, sowie die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, UND SAUTER (2017, S.XXI ff) – durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt und eine Diagnostik entwickelt, mit welcher diese überprüft werden können. Im vorliegenden Lehrplan werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungsniveau spezifiziert: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PITTICH, 2013).

Zu (a): Sachwissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen* über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme etc. Es ist Teil fachlicher Systematiken und daher sachlogisch-hierarchisch strukturiert, wird durch assoziierendes Wahrnehmen, Verstehen und Merken erworben und ist damit die *gegenständliche Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Aufbau eines Temperatursensors, Bauteile eines Kompaktreglers, Funktion eines Kompaktreglers, Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Programmiersprache einer Speicherprogrammierbaren Steuerung, Struktur des Risikomanagement-Prozesses, EFQM-Modell.

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch struk-

turiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung.

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesen gegenüber auf einer Meta-Ebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch einer Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf a) das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungs-Funktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungs-Funktion), c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transfer-Funktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. D. h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen:

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, gegenteilig folgen sie einem generativen Ansatz. D. h., dass die jeweils nachfolgende Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

### 3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben und Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll in beruflicher Ausrichtung den Lehrplan mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT, 1980) hinterlegen, in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht, zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung hergestellt.

### 3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

#### **Kommunizieren und Kooperieren**

Zum Kommunizieren gehören die schriftliche und mündliche Darlegung technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte sowie die Führung einer Diskussion oder eines Diskurses über Problemstellungen unter Nutzung der erforderlichen Fachsprache. Das Spektrum der Zielkategorie reicht von einfachen Erläuterungen über fachlich fundierte Argumentation bis hin zur fachlichen Bewertung und Begründung technischer bzw. gestalterischer Zusammenhänge und Entscheidungen. Dabei sind die Sachverhalte und Problemstellungen inhaltlich klar, logisch strukturiert und anschaulich aufzubereiten. Der sachgemäße Gebrauch von Kommunikationsmedien und Kommunikationsplattformen sowie die Kenntnis der Kommunikationswege ermöglichen effektive Teamarbeit. Nicht zuletzt sind in diesem Zusammenhang der angemessene Umgang mit interkulturellen Aspekten sowie fremdsprachliche Kenntnisse erforderlich.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Lösung komplexer Problemstellungen. Notwendig für erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, über die Teilziele, über die Schnittstellen und Randbedingungen sowie über die Arbeitsteilung und die Stärken und Schwächen aller Kooperationspartner. Um erfolgreich zu kooperieren, ist es erforderlich, die eigene Person und Leistung als Teil eines Ganzen zu sehen und einem gemeinsamen Ziel unterzuordnen. Auftretende Konflikte müssen respektvoll und sachbezogen gelöst werden.

#### **Darstellen und Visualisieren**

Diese Zielkategorie umfasst das Darstellen und Illustrieren technischer, gestalterischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, insbesondere das 'Übersetzen' abstrakter Daten und dynamischer Prozesse in fachgerechte Tabellen, Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und weitere grafische Formen sowie beschreibende und erläuternde Texte. Dazu gehört es, geeignete Medien zur Visualisierung zu wählen, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsvarianten in Dokumenten und Präsentationen darzustellen und zu erläutern. Ferner sind bei der Erstellung von Dokumenten die geltenden Normen und Konventionen zu beachten.

#### **Informieren und Strukturieren**

Das Internet bietet Information in großer Fülle zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt unter dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, zu Sachverhalten und Problemstellungen wichtige Informationsquellen zu benennen, sowie die Glaubwürdigkeit und Seriosität dieser Quellen anhand belastbarer Kriterien zu bewerten. Das Spektrum dieser Zielkategorie beinhaltet ferner die korrekte und sachgerechte Verwendung von Zitaten und die Beachtung von Persönlichkeitsrechten. Mit dem Informationserwerb geht die Strukturierung der Informationen durch zielgerechtes Auswählen, Zusammenfassen und Aufbereiten einher.

#### **Planen und Projektieren**

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu

strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung, der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

### **Entwerfen und Entwickeln**

Das Entwerfen ist die zielgerichtete geistige und kreative Vorbereitung eines später zu realisierenden Produktes. Dieses Produkt kann beispielsweise ein Modell, eine Kollektion, eine Vorrichtung, eine Schaltung, eine Baugruppe, ein Steuerungsprogramm oder auch ein Regelkreis sein. Das Ergebnis dieses Prozesses – der Entwurf – wird in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, (Näh-) Proben, Schnittmustern, Schaltplänen, Modellen oder Berechnungen dokumentiert.

Entwickeln ist die zielgerichtete Konkretisierung eines Entwurfs oder Verbesserung eines bestehenden Produktes oder technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden in Schritten stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifischen Anwendungen spielen in diesem Entwicklungsprozess eine zentrale Rolle.

### **Realisieren und Betreiben**

Neben dem eigentlichen Umsetzen des Entwurfs (z. B. Prototyp, Nullserie, Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme, das Einbinden des Produktes in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration einer Software in ein System, die Integration von Software und Hardware oder das Testen einer implementierten Software oder eines Verfahrens möglichst unter Realbedingungen. Dabei können auch geeignete Simulationsverfahren zum Einsatz kommen. Gewonnene Erkenntnisse können auf neue Problemstellungen transferiert werden. Damit ein technisches System dauerhaft funktioniert, sind ggf. Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig, bedarfsgerecht und geplant unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems durchzuführen.

### **Evaluieren und Optimieren**

Im Interesse der Qualitätssicherung ist ein stetiges Reflektieren, Evaluieren und Optimieren erforderlich. Sowohl bei überschaubaren Arbeitspaketen als auch bei ganzen Projekten ist hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse zu klären: Was hat sich bewährt, was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (Lessons Learned)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflektion und Evaluation mit der dazugehörigen Datenerfassung und Auswertung sind in dieser Zielkategorie essenziell.

Jeder Prozess oder jede Anlage bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Dafür sind spezielle Kompetenzen notwendig, die die Datenerfassung, die Datenauswertung zur Identifikation von Verbesserungspotential und die Entscheidung für Maßnahmen unter Berücksichtigung von Effektivität und Effizienz ermöglichen.

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwen-

den sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

### 3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen „Operieren“, „Modellieren“ und „Argumentieren“ (kurz: O-M-A) zu Grunde gelegt, welche sich nach SILLER ET. AL (2014) zum einen an grundlegenden mathematischen Tätigkeiten und zum anderen an den fundamentalen Ideen der Mathematik orientieren.

Die Dimension *Operieren* bezieht sich auf „die Planung sowie die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Rechen- oder Konstruktionsabläufen und schließt z. B. geometrisches Konstruieren oder (...) das Arbeiten mit bzw. in Tabellen und Grafiken mit ein“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Modellieren* ist darauf ausgerichtet „in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen (...), allenfalls Annahmen zu treffen, Vereinfachungen bzw. Idealisierungen vorzunehmen und Ähnliches“ (BIFIE, 2013, S. 21).

Die Dimension *Argumentieren* fokussiert „eine korrekte und adäquate Verwendung mathematischer Eigenschaften, Beziehungen und Regeln sowie der mathematischen Fachsprache“ (BIFIE, 2013, S. 22).

### 3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

Die Qualität einer fachlich-methodischen Kompetenz kann nicht anhand einzelner Wissenskomponenten bemessen werden. Entscheidend ist hier vielmehr der Freiheitsgrad des Handlungsraums, in dem sie eingebettet ist. Nicht diejenigen, die hier in einzelnen Facetten das breiteste Wissen nachweisen können, sind die Kompetentesten, sondern diejenigen, deren Handlungsfähigkeit im einschlägigen Kontext am weitesten reicht. Hier lassen sich theoriebasiert drei Handlungsqualitäten unterscheiden:

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel eindeutig, Umsetzung durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängenden Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, Umsetzung durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und reflektierter Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die der vorausgehenden integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotzdem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist moderates Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexi-

onswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welche neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenz-Unterschiede, welche nicht auf einem Kontinuum darstellbar sind, sondern sich in diskreten Qualitäten ausdrücken. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenz-Beschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

## 3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>Kommunizieren &amp; Kooperieren</b>	Mitteilen und Annehmen von Informationen, koagierend zusammenarbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend zusammenarbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
<b>Darstellen &amp; Visualisieren</b>	Präsentieren von klaren Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen, Details	Präsentieren von eindeutigen Zusammenhängen und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen	Präsentieren und Dokumentieren komplexer Zusammenhänge und offener Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden
<b>Informieren &amp; Strukturieren</b>	Handhaben von Informationsmaterialien, Finden und Ordnen von Informationen	Finden einschlägiger Informationsmaterialien, Verifizieren, Selektieren und Ordnen von Informationen	Umsetzen offener Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information
<b>Planen &amp; Projektieren</b>	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
<b>Entwerfen &amp; Entwickeln</b>	Umsetzen einfacher Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Abgleichen konkurrierender Ideen, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen	Integration einzelner Ideen zu einer Gesamtlösung, Umsetzen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen
<b>Realisieren &amp; Betreiben</b>	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
<b>Evaluieren &amp; Optimieren</b>	Bewerten entlang eines standardisierten Rasters, Umsetzen unmittelbarer Konsequenzen	Bewerten entlang eines offenen Rasters, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen	Bewerten in Anwendung eigenständiger Kategorien, Herleiten und Umsetzen von adäquaten Konsequenzen

## 3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
<b>mathematisches Operieren</b>	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechneinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
<b>mathematisches Modellieren</b>	Durchführen eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwenden vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierter) Situation	Beschreiben vorgegebener (mathematisierter) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen Anwenden von Standardmodellen auf neuartige Situationen Finden einer Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen	komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation Reflektieren der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl Beurteilen der zugrunde gelegten Lösungsverfahren
<b>mathematisches Argumentieren</b>	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben Nachvollziehen und Erläutern von mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von einfachen mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen	mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen eigenständige Argumentationsketten aufbauen



### 3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach ER-PENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER (2017, XXI ff.) ein: Sozial-kommunikative Kompetenzen, personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) und fachlich-methodische Kompetenzen.

Sozial-kommunikative Kompetenzen werden nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) in einen agentiven Schwerpunkt, einen reflexiven Schwerpunkt und deren Integration unterteilt. Personale Kompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) werden nach LERCH (2013) in motivational-affektive und strategisch-organisatorische Komponenten unterschieden. Für diese beiden Kompetenzklassen sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen – durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums – deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die Entwicklung fachlich-methodischer Kompetenzen. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Fachschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei aber auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxierte curriculare Dokumentation. Teilkompetenzen sind hierbei Aggregate aus spezifischen beruflichen Handlungen und dem diesen jeweils zugeordneten Wissen. Dabei unterscheidet man zwischen Sach-, Prozess- und Reflexionswissen. Als Basis für einen kompetenzorientierten Unterricht konkretisiert dieser Lehrplan zusammenhängende Komplexe aus Handlungskomponenten und Wissenskomponenten auf einem mittleren Konkretisierungsniveau. Der Fachschulunterricht wird dann erstens durch die Explikation und Konkretisierung der Handlungs- und Wissenskomponenten inhaltlich ausgestaltet und zweitens durch die Umsetzung der Taxonomietabellen (Tabellen in Abschnitt 3.5.1 und 3.5.2) in seinem Anspruch dimensioniert. Damit besteht einerseits eine curriculare Rahmung, die dem Anspruch eines Kompetenzstufenmodells gerecht wird, zum anderen liegen die für Fachschulen erforderlichen Freiheitsgrade vor, um der Heterogenität der Adressatengruppen gerecht werden und dem technologischen Wandel folgen zu können.

## 4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

### 4.1 Lernfelder

Wie der vorausgehende Lehrplan ist auch dieser in Lernfelder segmentiert. Als Novität ist hier nun zwischen berufsbezogenen Lernfeldern und Querschnitt-Lernfeldern zu unterscheiden (Abbildung 1).

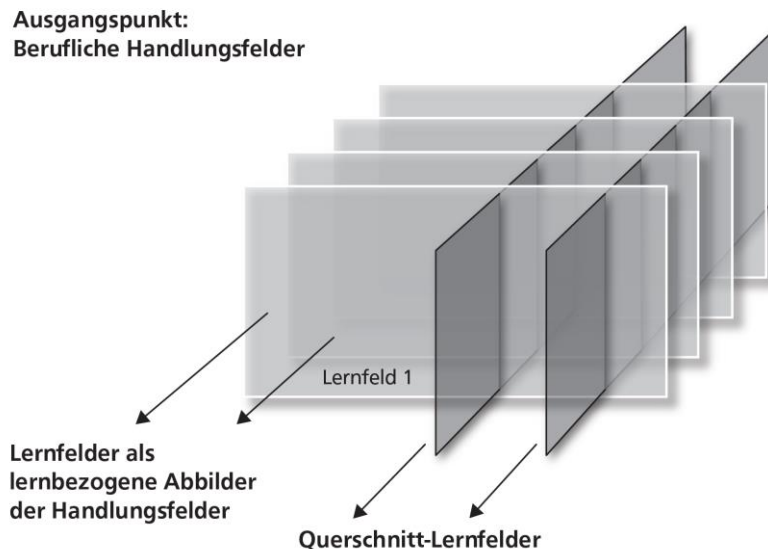


Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

**Berufsbezogene Lernfelder** sind curriculare Teilsegmente, welche sich aus einer spezifischen didaktischen Transformation beruflicher Handlungsfelder ergeben (BADER, 2004, S. 1). Wesentlich ist hierbei, dass die für das jeweilige Berufssegment wesentlichen Tätigkeitsbereiche adressiert werden. Relevante berufliche Handlungsfelder haben Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, ihre didaktische Reduktion in das Format eines Lernfeldes folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments, als Gesamtheit repräsentieren sie dieses als exemplarisches Gesamtgefüge.

**Querschnitt-Lernfelder** integrieren übergreifende Aspekte der berufsbezogenen Lernfelder und adressieren entsprechend primär Grundlagenthemen, welche innerhalb der berufsbezogenen Lernfelder bedeutsam sind, jedoch diesbezüglich vorbereitend oder ergänzend vermittelt werden müssen. Insbesondere handelt es sich hier um mathematische, naturwissenschaftliche, informatische, volks- und betriebswirtschaftliche, gestalterische und ästhetische Kenntnisse bzw. Fertigkeiten, welche sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeden Lernfeldes werden dessen Nummer, Bezeichnung sowie Zeit-Horizont dargestellt und insbesondere die darin adressierten Lernziele. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff). Dies erfolgt in Aggre-

gaten aus beruflichen Handlungen und zugeordnetem Wissen. Diese Lehrplaninhalte sind angesichts der Streuung und Unschärfe beruflicher Tätigkeitsspektren in den jeweiligen Segmenten sowie der Dynamik des technisch-produktiven Wandels auf einem mittleren Konkretisierungsniveau angelegt. Zur Taxierung dieser Lernziele liegt eine eigenständige Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.1) vor, welche geordnet nach Zielkategorien die jeweils erforderlichen Handlungsqualitäten für die Stufen 1 (Minimalanspruch), 2 (Regelanspruch) und 3 (hoher Anspruch) konkretisiert. Zur Taxierung der Lernziele in der Mathematik (beruflicher Lernbereich) liegt eine gesonderte Tabelle (siehe Abschnitt 3.5.2) mit gleichem Aufbau vor. In den übrigen *Querschnitt*-Lernfeldern werden die Lernziele entweder durch Kenntnisse oder durch Fertigkeiten beschrieben. Sie werden dabei weder taxiert noch zeitlich näher präzisiert, da dieses nur im Rahmen der schulspezifischen Umsetzung möglich und sinnvoll erscheint. Als Orientierung dient hier jeweils der in den berufsbezogenen Lernfeldern konkret feststellbare Anspruch an übergreifende Aspekte.

## 4.2 Stundentafel

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich<sup>5</sup> in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik	200	
Projektarbeit		200 - 240
<b>Lernfelder</b>		
LF 1 Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80 - 120	
LF 2 Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen	160 - 240	
LF 3 Elektrische, elektromechanische und elektronische Baugruppen analysieren, planen und in Betrieb nehmen	160 - 240	
LF 4 Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren	80 - 120	
LF 5 Steuerungen und Anlagen analysieren, konzipieren und optimieren		200
LF 6 Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen		120
LF 7 Komplexe mechatronische Systeme automatisieren		160 - 240
LF 8 Mechatronische Systeme analysieren, konzipieren, optimieren und in Betrieb nehmen		240
LF 9 Produktions- und Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen, steuern und optimieren		80 - 160

<sup>5</sup> Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Zahlen</li> <li>• ganze Zahlen</li> <li>• rationale Zahlen</li> <li>• irrationale Zahlen</li> <li>• reelle Zahlen</li> </ul> algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• linear</li> <li>• quadratisch</li> <li>• exponentiell</li> <li>• gemischt</li> </ul> lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmusregeln	Anwendung von Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzumformung</li> <li>• pq-Formel</li> <li>• Gleichsetzungsverfahren</li> <li>• Einsetzverfahren</li> <li>• Additionsverfahren</li> <li>• Gaußalgorithmus</li> </ul> Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle Umgang mit einem wissenschaftlichen Taschenrechner (WTR)	Axiome des mathematischen Körpers Operatoren Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommutativgesetz</li> <li>• Assoziativgesetz</li> <li>• Distributivgesetz</li> </ul>
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u. a. im Rahmen konstruktiver, steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körpern	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper	Ähnlichkeits- und Kongruenzsätze für Dreiecke Strahlensatz euklidische Axiome

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung u. a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische</li> <li>• trigonometrische Funktionen</li> <li>• Exponentialfunktionen</li> </ul> <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigung</li> <li>• Nullstellen, Abszissenabstand</li> <li>• Schnittpunkt</li> <li>• Scheitelpunkt</li> <li>• Periodizität</li> <li>• Wertebereich, Definitionsbereich</li> </ul>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung</li> <li>• implizite, explizite Funktionsvorschrift</li> <li>• Graph und Wertetabelle</li> </ul> <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kartesisches Produkt</li> <li>• Surjektivität, Injektivität, Bijektivität</li> </ul> <p>Funktionsbegriff</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematisches Modell vs. Realbezug</li> </ul>
... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften als Vektoren.	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorkomponenten</li> <li>• Schreibweisen</li> </ul> <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierung</li> <li>• Vektoraddition</li> <li>• Skalarprodukt</li> </ul> <p>orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren</p>	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
... setzen statistische Methoden, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, ein.	<p>Statistische Kenngrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arithmetisches Mittel</li> <li>• Median</li> <li>• Varianz</li> </ul>	<p>Datenerfassung und -darstellung Berechnung statistischer Kenngrößen (auch mit Hilfe von Software) Berechnung von Fehlern indirekt gemessener</p>	<p>deskriptive Statistik empirische Verfahren</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardabweichung</li> <li>Fehlerfortpflanzung</li> </ul>	Größen	
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

## 4.3.2 Projektarbeit [200h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie z. B. Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Fragen der Arbeitsergonomie und Arbeitssicherheit, Haftung und Gewährleistung, Qualitätssicherung, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie Entsorgung und Recycling.</p> <p>... legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation.</p>	<p>Für die Projektarbeit werden fachrichtungsbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben bearbeitet, die sich aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Technikerinnen und Technikern ergeben. Die Aufgabenstellung ist so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordert und unterschiedliche Lösungsvarianten zulässt. Durch den lernfeldübergreifenden Ansatz können Beziehungen und Zusammenhänge der einzelnen Fächer und Lernfelder hergestellt werden. Die Projektarbeit findet interdisziplinär statt. In allen Fächern und Lernfeldern soll über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte geleistet werden.</p>	<p>Mit den Studierenden werden die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten besprochen. Die Studierenden sollen in der Regel Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeiten. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz geprüft, z. B. auf Realisierbarkeit, Finanzierbarkeit, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrerinnen/Lehrerteam betreut. Die im LF1 „Projekte mittels systematischem Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttage einzuführen, an denen nach Rücksprache die am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrer beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für die Studierenden während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz gegen Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		



4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80 h – 120 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... kommunizieren effizient und organisieren sich selbst im Projektgeschehen.	Präsentationstechniken Kommunikationssituationen Führung Motivation Konflikte und Krisen Zeitmanagement Arbeitsteilung Klassische und agile Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführen eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung Hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität</li> <li>• Kosten und Termine</li> <li>• Leistungsziele etc.</li> </ul>	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, –formulierung und Abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag,	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Durchführung Ablauf- und Terminplanung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termintrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholder Management Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der ICB (International Competence Baseline, siehe auch <a href="https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html">https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html</a> ).		

**4.3.4 Lernfeld 2: Mechanische Baugruppen und Funktionseinheiten analysieren, planen und prüfen [160h-240h]**

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: MECHANISCHE BAUGRUPPEN UND FUNKTIONSEINHEITEN ANALYSIEREN, PLANEN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bestimmen Kräfte und Momente an technischen Systemen.	allgemeines und zentrales Kräftesystem Kräfte und Momente an rotierenden Bauteilen Lager- und Gelenkanordnung	Freimachen von Bauteilen Auflagerberechnung Berechnung von Kraft- und Momentverläufen	Newton'sche Axiome
... analysieren und bestimmen Spannungen an Maschinenelementen und Bauteilen.	Beanspruchungsarten Lastfälle Spannungen und Verformungen an Bauteilen Reibungskräfte zulässige Spannungen für statische und dynamische Belastungen Widerstandsmomente für Standardformen	Berechnung auftretender Spannungen und Verformungen Dimensionierung von Maschinenelementen und Bauteilen Abstraktion/Idealisierung der Wirklichkeit	Reibung Widerstandsmomente • Flächenträgheitsmoment • Torsionsmoment
... wählen begründet geeignete Werkstoffe für Bauteile und Baugruppen aus.	technologische Einteilung von Werkstoffen Eigenschaften und Kenngrößen von Werkstoffen Kennzeichnung von Werkstoffen	Auswahl von Werkstoffen nach physikalischen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Kriterien	physikalischer Aufbau von Werkstoffen
... erstellen Handskizzen und konstruieren Bauteile und Baugruppen normgerecht mit Hilfe von CAD-Systemen.	einschlägige Normen und Regelwerke für die Darstellung und Bemaßung von Bauteilen Toleranzen und Passungen Stücklisten für Baugruppen CAD-Systeme	Konstruktion von Einzelteilen und Baugruppen fachgerechte Auswahl anhand von Regelwerken und Katalogen Darstellung von Baugruppen mit Stücklisten Anwendung eines CAD-Systems	Kraft-/Spannungsverläufe in Bauteilen
HINWEISE:			

### 4.3.5 Lernfeld 3: Elektrische, elektronische und elektromechanische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen [160h–240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die für den Umgang mit elektrischer Energie einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Schutzmaßnahmen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) DIN VDE 0100 – 510/600 VDE 1000 Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper
... analysieren die Funktionsweise elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente, Baugruppen, Geräte und Systeme anhand der Schaltpläne und entwickeln Schaltungen.	elektrische und mechanische Grundgesetze und Grundgrößen elektrische und elektronische Bauelemente Schaltzeichen und deren Zusammenhänge elektrotechnische Elementarschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen symmetrische/unsymmetrische Belastung, Kompensation Schaltpläne Unterschied verschiedener Schaltungsunterlagen	Berechnung von Parametern Arbeit mit Tabellenwerken Umrechnung von Grundgrößen Berechnung von Kenngrößen und Darstellung der Ergebnisse Dimensionierung elektrischer Komponenten	elektrisches und magnetisches Feld Wirkprinzipien der Bauelemente pn-Übergang

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ELEKTRISCHE, ELEKTRONISCHE UND ELEKTROMECHANISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, PLANEN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen messtechnisch die Funktion und Betriebswerte elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente und werten die Ergebnisse aus.	elektrische Messgeräte und Messinstrumente elektrische Messverfahren und Messschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen, z. B. Brücken für die Sensortechnik Regeln zum Aufbau von Messschaltungen Arten von Messfehlern Typische Fehlerarten Erscheinungsbilder unterschiedlicher Fehlerarten	Handhabung von Messgeräten Aufbau von Messschaltungen Durchführung von Messungen Systematische Fehlersuche	
...wählen elektrische Maschinen für verschiedene Antriebsaufgaben der Mechatronik aus, begründen ihre Wahl, zeigen Alternativlösungen auf und nehmen die gewählten Antriebe in Betrieb.	elektrische Maschinen Frequenzumrichter Motorschutzschalter Dreiphasennetz Umwandlungsprozesse Energieverlust in Anlagen	Dimensionierung der Maschinen Darstellung der Auswahl-Ergebnisse Berechnung von Parametern Inbetriebnahme der Antriebe	Kraftübertragung Bewegung Moment Reibung Schlupf
HINWEISE:			

## 4.3.6 Lernfeld 4: (Querschnitt-Lernfeld) Anwendungen programmieren, Daten auswerten und dokumentieren [80h–120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Textverarbeitungs-, Präsentations- und Tabellenkalkulations-Software zur Auswertung von Daten sowie zur Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen.	Textverarbeitungsprogramm Tabellekalkulationsprogramm Präsentationsprogramm	Umgang mit dem Textverarbeitungsprogramm Umgang mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Umgang mit dem Präsentationsprogramm	
... nutzen passende Typen und Strukturen zur Speicherung von Daten.	elementare Datentypen zusammengesetzte Datentypen globale – lokale Daten statische – dynamische Daten	Deklaration von Variablen Umgang mit dem Programmeditor	Repräsentation von Daten im Speicher
... berechnen Werte.	Operatoren und Operanden Ausdrücke Zuweisungen Typkonvertierungen	Formulierung algebraischer oder logischer Ausdrücke	Rechenregeln für Grundrechenarten Regeln der Boole'schen Algebra
... analysieren bestehende Algorithmen.	Abfolge Kontrollstrukturen	Erkennung und Beschreibung von Strukturelementen und zusammengesetzten Strukturen	Terminierung von Schleifen
... dokumentieren analysierte oder selbst entworfene Algorithmen mit Hilfe von grafischen Darstellungsformen.	grafische Darstellungsformen für Algorithmen (z. B. Programmablaufpläne, Struktogramme, Aktivitätsdiagramme)	Umgang mit geeignetem Zeichentool	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: ANWENDUNGEN PROGRAMMIEREN, DATEN AUSWERTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln, testen und dokumentieren eigene Programme.	Grundlagen des Programmaufbaus Funktionen/Unterprogramme Parameterübergabe Rückgabewert Syntax und Semantik wichtiger Bibliotheksfunktionen (z. B. Ein- u. Ausgabe, Dateioperationen, Kommunikationsroutinen) Debugging-Funktionen Kommentare im Programmcode	Umgang mit Modulen oder mehreren Quelldateien in einem Programmierprojekt Einbindung von Bibliotheken Umgang mit der Programmierumgebung Debugging Vorgehensweise zur Dokumentation	Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
HINWEISE:			

## 4.3.7 Lernfeld 5: Steuerungen und Anlagen analysieren, konzipieren und optimieren [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: STEUERUNGEN UND ANLAGEN ANALYSIEREN, KONZIPIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren bestehende Anlagen sowie automatisierungstechnische Problemstellungen und finden Lösungsansätze.	Unterschiede zwischen Steuern und Regeln Steuerkette Regelkreis Steuerungsarten Verknüpfungssteuerung Ablaufsteuerung Komponenten der Steuerungstechnik Wegeventile Strömungsventile Zeitglieder Verknüpfungsbausteine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorik</li> <li>• Aktorik</li> </ul> Betriebsmittelkennzeichnung	Auswahl geeigneter Komponenten	
... konzipieren und optimieren Automatisierungsabläufe als kombinatorische Steuerungen (Verknüpfungssteuerungen).	Darstellungsformen für logische Funktionen Funktionstabellen Logikpläne Funktionsdiagramme	Aufstellen und Vereinfachen logischer Funktionen	Regeln der Boole'schen Algebra
... konzipieren und optimieren Automatisierungsabläufe als sequentielle Steuerungen (Ablaufsteuerungen).	Schrittkette/Taktstufe IEC 60848 (GRAFSET) Programmablaufpläne	Lösungsstrategien zum Entwurf von Steuerungen Erstellung von Ablaufplänen	



Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: STEUERUNGEN UND ANLAGEN ANALYSIEREN, KONZIPIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... realisieren Anlagen und Steuerungen gerätetechnisch mit unterschiedlichen Technologien und berücksichtigen dabei technische, wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte.	normgerechte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatikschaltpläne</li> <li>• Stromlaufpläne</li> <li>• Hydraulikschaltpläne</li> </ul>	Auslegung von Aktoren Kolbenkräfte Vakuumsauger Dimensionierung der anlagespezifischen Systemparameter Luftverbrauch Leitungsquerschnitte Pumpenleistung Auslegung der hydraulischen Anlage Entwicklung von normgerechten Schaltplänen	
... überprüfen die Funktionsabläufe durch Simulation bzw. Aufbau der Steuerungen.	Simulationssoftware Komponenten der Steuerungstechnik Anschlusskennzeichnung von Komponenten	Umgang mit der Simulationssoftware strukturierte Fehlersuche	
...dimensionieren die Druckluftbereitstellung, -aufbereitung und -versorgung.	Druckluftherzeuger Druckluftaufbereiter Druckluftspeicher Druckluftleitung und -verteilung	Auswahl der Druckluftherzeuger und -aufbereiter Dimensionierung der Druckluftleitungen Planen von Hallenlayouts zur Druckluftversorgung	Grundlagen der Thermodynamik
HINWEISE:			

4.3.8 Lernfeld 6: Informationstechnische Systeme und Netzwerke einrichten, anpassen und nutzen [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: INFORMATIONSTECHNISCHE SYSTEME UND NETZWERKE EINRICHTEN, ANPASSEN UND NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen informationstechnische Netzwerke und Systeme anlagenspezifisch, bauen diese auf und konfigurieren sie.	Arten der Datenübertragung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragungsmedien für Datennetzwerke (Leitungen, Lichtwellenleiter, Funk)</li> <li>• Schnittstellen und Peripheriegeräte</li> <li>• Netzwerke und Bussysteme</li> <li>• Topologien</li> <li>• Zugriffsverfahren</li> <li>• Adressierung</li> <li>• Übertragungsprotokolle</li> </ul> industrielle Bussysteme cyber-physisches System (CPS)	Planung und Erstellung schematischer Topologien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anbindung informationstechnischer Systeme an bestehende Netzwerke</li> <li>• Installation und Konfiguration von Anwendungssoftware</li> </ul> Konfiguration von Bussystemen Integration von netzwerkfähigen Aktoren und Sensoren	OSI-Modell
... gewährleisten Datensicherheit und Datenschutz in digitalen Netzwerkstrukturen.	Cyber-Sicherheit Zugriffsschutz Cloud Grundstrukturen von Datenbanken	Ablegen von Daten in einer Cloud	
HINWEISE:			

## 4.3.9 Lernfeld 7: Komplexe mechatronische Systeme automatisieren [160h-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: KOMPLEXE MECHATRONISCHE SYSTEME AUTOMATISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Funktionszusammenhänge und konzipieren Steuerungsabläufe für mechatronische Systeme.	Automatisierungskonzepte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfungssteuerung</li> <li>• Ablaufsteuerung</li> <li>• Regelkreis</li> </ul> IEC 60848 (GRAFCET) digitale und analoge Sensorsignale PLC-Variablentabelle	Lösungsstrategien zum Entwurf von Steuerungen Erstellung von Ablaufplänen	
... wählen Steuerungshardware sowie Sensorik und Aktorik anforderungsgerecht aus.	Steuerungshardware Produktfamilie E/A-Baugruppen Kommunikationsbaugruppen HMI-Komponenten	Auswahl anwendungsbezogener Sensorik und Aktorik Erstellung der Hardwarekonfiguration Anbindung der Prozessperipherie	
... entwickeln Steuerungsprogramme für mechatronische Systeme.	IEC 61131-3 FUP/KOP ST/AWL Funktionen, Funktionsbausteine, Organisationsbausteine, Datenbausteine Parameterübergabe	Umgang mit der Programmierumgebung Parametrierung von Steuerungshardware Anlegen der PLC-Variablentabelle IEC-konforme grafische und textuelle Programmierung Dokumentation von Steuerungsprogrammen	Boole'sche Algebra Repräsentation von Daten im Speicher Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit
... nehmen Steuerungsprogramme in Betrieb, finden und beheben Fehler.	Strategien zu Fehlerbeseitigung Debugging-Funktionen	Test mit Hilfe von Simulation Fehleranalyse Debugging	
... erstellen Visualisierungen für automatisierte Maschinen und Anlagen.	Virtuelle Bedien- und Anzeigeelemente Animationsarten	Umgang mit dem grafischen Editor Animieren grafischer Elemente	

## 4.3.10 Lernfeld 8: Mechatronische Systeme analysieren, konzipieren, optimieren und in Betrieb nehmen [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: MECHATRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, KONZIPIEREN, OPTIMIEREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und erstellen elektrische Schaltpläne für Maschinen und Anlagen.	E-CAE-Software Schaltschrankaufbau Netzsysteme, Leitungsschutzschalter, RCD, Motorschutz Betriebsmittelkennzeichnung	Umgang mit der Software Dimensionierung von Leitungen und Sicherheitseinrichtungen	
... analysieren, konzipieren und dokumentieren mechatronische Systeme im Hinblick auf Anlagensicherheit.	technische Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konformitätsbewertungsverfahren</li> <li>• Sicherheitshinweise</li> <li>• berufsgenossenschaftliche Verordnungen</li> <li>• technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)</li> <li>• Risikobeurteilung</li> <li>• Gefährdungsbeurteilung</li> </ul> Maschinenrichtlinie (MRL) Niederspannungsrichtlinie (NRL) Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Bedienungsanleitung	Erstellung normgerechter Dokumentationen	
... analysieren und konzipieren Werkerarbeitsplätze im Hinblick auf Anlagensicherheit und beraten Anlagenbetreiber bei der Auswahl und Optimierung der sicherheitsrelevanten Systemkomponenten.	Sicherheit im Betrieb und auf der Baustelle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsschaltrelais, sichere Steuerung</li> <li>• Sicherheitstechnik</li> <li>• berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen</li> </ul>	Auswahl geeigneter Sicherheitseinrichtungen Auslegung des Werkerarbeitsplatzes unter Berücksichtigung von Reaktionszeiten	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: MECHATRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN, KONZIPIEREN, OPTIMIEREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen mechatronische Systeme in Betrieb.	Prüf- und Messgeräte Prüfprotokolle/Messprotokolle (DGUV) Inbetriebnahmeanleitung (EN 60204, VDE 0113)	Anwendung technischer Dokumentationen Protokollierung der Inbetriebnahme	
... analysieren und konzipieren die Instandhaltung mechatronischer Systeme.	Instandhaltung Wartung Inspektion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instandsetzung</li> <li>• Verbesserung</li> </ul> Instandhaltungsstrategien <ul style="list-style-type: none"> <li>• ereignisorientierte Instandhaltung</li> <li>• zustandsabhängige Instandhaltung</li> <li>• intervallabhängige Instandhaltung</li> </ul> Ausfallverhalten Umwelt- und Kostenaspekte	Planung der Instandhaltung Optimierung der Instandhaltung	
HINWEISE:			

#### 4.3.11 Lernfeld 9: Produktions- und Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements planen, steuern und optimieren [80h–160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: PRODUKTIONS- UND ARBEITSABLÄUFE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES QUALITÄTSMANAGEMENTS PLANEN, STEuern UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagement(QM)- und Umweltmanagement(UM)-Systeme für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbe- reiche und wenden sie an.	<p>gängige QM- und UM-Systeme Grundzüge und Philosophie der DIN ISO 9001 und der ISO 14001</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gesetzliche Rahmenbedingungen insbesondere Produkthaftungsgesetz und Umweltrecht</li> <li>Grundzüge der CE-Kennzeichnung</li> </ul>	<p>Ermittlung und Analyse von Anforderungen aus einschlägigen Vorgaben für neue und bestehende Produkte und Prozesse Durchführung von Soll-Ist-Vergleichen und Ermittlung von Veränderungsbedarf für bestehende Prozesse und Produkte Entscheidung, Durchführung und Evaluation von QM- und UM-Maßnahmen</p>	<p>ökonomische und ökologische Erfordernisse für QMS und UMS Rückwirkungen von Maßnahmen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... erhöhen für ausgewählte Produkte, Betriebsmittel und Prozesse die Produktqualität bzw. Prozesssicherheit.	<p>elementare QM-Werkzeuge (z. B. Brainstorming, Fehlersammelliste, Paretoanalyse, Ursache-Wirkungs-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Verlaufsdigramm, Matrixdiagramm, Baumdiagramm, Histogramm, Flussdiagramm, Poka Yoke)</p>	<p>Analysieren von Problemstellungen Auswählen und Anwenden geeigneter QM- und UM-Werkzeuge Ableitung von Veränderungsmöglichkeiten Evaluierung des Veränderungsprozesses</p>	<p>Notwendigkeit einer strukturierten und methodischen Vorgehensweise bei komplexen Aufgabenstellungen</p>
... erstellen Prüfpläne zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten.	<p>Prüfpläne und Prüfprotokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Erstellung von Prüfplänen und Prüfprotokollen Ermittlung der Prüfmittelfähigkeit Erstellung von Systemen zur Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung Zusammenhang zwischen Fertigungsart und Prüfbedarf</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: PRODUKTIONS- UND ARBEITSABLÄUFE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES QUALITÄTSMANAGEMENTS PLANEN, STEuern UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... gestalten einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in Bereichen eines Unternehmens und reagieren auf erkannte Fehler und Reklamationen.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA Zyklus Fehlermöglichkeits- und -Einflussanalysen (FMEA)	strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEAs und ggf. Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität, sowie der Umweltsicherheit	interessierte Parteien (DIN ISO 9001) Zertifizierung nach DIN ISO 9001 und ISO 14001 ökonomische und ökologische Erfordernisse Kundenorientierung
... nutzen statistische Methoden zur Fehlervermeidung und zur Prozessregelung.	statistische Prozessregelung beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Normalverteilung Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Qualitätsregelkarten (QRK) systematische und zufällige Abweichung Eingriffs- und Warngrenzen	Erhebung und Auswertung geeigneter Daten Formulierung aussagekräftiger Kennziffern Auswahl und Gestaltung geeigneter QRK zur Prozessregelung Beurteilung von Prozessen aufgrund von Kennziffern und Ableitung von Veränderungsbedarf	Methoden der Statistik Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis
... berücksichtigen die durch Digitalisierung und Vernetzung gegebenen Möglichkeiten bei der Erhebung und Verarbeitung von qualitätsrelevanten Daten.	Erhebung und Verarbeitung von Qualitätsbezogenen Daten in digitalen und vernetzten Systemen	Anpassung von Qualitätsplanung, -steuerung und -lenkung an Industrie 4.0-Systemen	veränderte Rahmenbedingungen für das Qualitätsmanagement durch Industrie 4.0
HINWEISE:			

## 5 Handhabung des Lehrplans

Die in Kapitel 3 theoretisch begründete strukturell-curriculare Rahmung impliziert einen anspruchsvollen kompetenzorientierten Unterricht. Um die darin gesetzten Vorgaben unterrichtswirksam zu machen, gilt es folgende Prämissen zu berücksichtigen:

- Moderner Fachschulunterricht ist *lernerorientiert*, d. h., dass alle zu planenden Unterrichtsprozesse sich primär an Lernprozessen ausrichten sollen, nicht an Lehrprozessen. Lernprozesse sollen einer kasuistisch-operativen Umsetzungslogik (handlungssystematisch) folgen, die von einer theoretisch-abstrakten Objektivierungslogik (fachsystematisch) ergänzt wird.
- Die Zielbildung in den Querschnitt-Lernfeldern erfolgt als Explikation der Lehrplan-Inhalte durch die *Beschreibung von Wissens- und Fertigungszielen*. Ihr Umfang und Anspruch bemisst sich aus deren jeweiliger Bedeutung für die korrespondierenden fachlich-methodischen Kompetenzen.
- Im Rahmen der beruflichen Lernfelder ist die Explikation von *beruflichen Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau gilt es dabei in der konkreten Unterrichtskonzeption adäquat zu den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen und im jeweils aktuellen technisch-produktiven, gestalterischen oder betriebswirtschaftlichen Kontext zu konkretisieren.
- Die genaue Zusammenstellung eines unterrichtsrelevanten Gebildes aus Kompetenzen erfolgt über einen einschlägigen *Berufskontext*, welcher dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt *Verständnisprozesse* voraus, welche durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenz-Niveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen mit entsprechendem Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*, daher soll sich der Kompetenzerwerb in *sinnvollen* Abschnitten zwischen kasuistisch-operativen Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakten Phasen (fachsystematisch) *wechselseitig ergänzen*.
- *Fachsystematische Lernprozesse* gehen von den Fachwissenschaften aus, beinhalten deren Systematiken und bilden damit ein anwendungsübergreifendes Gerüst für das berufliche Handeln. Sie sind zudem der Raum für die Auseinandersetzung mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen bzw. gestalterischen Hintergründen. Lern-Reflexionen beziehen sich hier auf die Kategorien „Wissen“ (kognitive Reproduktion) und „Verstehen“ (kognitive Anwendung).
- *Handlungssystematische Lernprozesse* gehen von beruflichen Prozessen aus, beinhalten deren Eigenlogik und bilden damit anwendungsbezogene Ankerpunkte für das berufliche Handeln. Lernreflexionen beziehen sich hier auf die Kategorie „Können“ (operative Anwendung).
- *Lernerfolgsmessung* kann sich im Einzelnen auf „Wissen“, „Verständnis“ oder „Können“ beziehen, der Anspruch einer Kompetenzdiagnostik kann aber nur dann erfüllt werden, wenn alle drei oben genannten Komponenten *integrativ erhoben* werden, und mit den Zielkategorien *taxiert* werden.
- Der Erwerb sozial-kommunikativer Kompetenzen erfordert *kollektive Lernformen*, wird aber nicht allein durch diese gewährleistet. Entscheidend ist hier ein bewusster und re-



flektierter Kompetenzerwerb, daher sind sozial-kommunikative Kompetenz-Ziele den Studierenden zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und zu reflektieren.

- Der Erwerb von Personalkompetenzen (bzw. Selbstkompetenzen) erfordert die Akzentuierung motivationaler, affektiver und strategisch-organisationaler Auseinandersetzungen der Studierenden mit sich und ihrem Lernen. Fachschulunterricht sollte daher das *Lernen als eigenständigen Lerngegenstand* begreifen und dies pädagogisch und methodisch angemessen umsetzen.

## 6 Literaturverzeichnis

- Bader, R. (2004): Strategien zur Umsetzung des Lernfeld-Konzepts. In: bwp@ spezial 1
- BIFIE (Hrsg.). (2013). Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen – Entwicklung – Implementierung. Unter Mitarbeit von H. Cesnik, S. Dahm, C. Dorninger, E. Dousset-Ortner, K. Eberharter, R. Fless-Klinger, M. Frebort, G. Friedl-Lucyshyn, D. Frötscher, R. Gleeson, A. Pinter, F. J., Punter, S. Reif-Breitwieser, E. Sattlberger, F. Schaffenrath, G. Sigott, H.-S. Siller, P. Simon, C. Spöttl, J. Steinfeld, E. Süß-Stepancik, I. Thelen-Schaefer & B. Zisser. Wien: Herausgeber.
- Chomsky, N. (1965). Aspects of the theory of syntax. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Erpenbeck, J. / Rosenstiel, L. / Grote S. / Sauter W. (2017): Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart, Schäfer & Pöschel
- Euler, D. / Reemtsma-Theis, M. (1999): Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Heft 2, S. 168 - 198.
- Klafki, W. (1964): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung in: Roth, H. / Blumenthal, A. (Hrsg.): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule, Hannover 1964, S. 5 - 34.
- Lerch, S. (2013): Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT 1/2013 (36. Jg.) S. 25 - 34.
- Mandl, H. / Friedrich H.F. (Hrsg.) (2005): Handbuch Lernstrategien. Göttingen, Hogrefe.
- Pittich, D. (2013). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J., & Sattlberger, E. (2014). Stufung mathematischer Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014, Münster: WTM, S. 1135 - 1138.
- Tenberg, R. (2011): Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Steiner
- Volpert, W. (1980): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber.