

Hessisches Kultusministerium

HESSEN



Lehrplan

Zweijährige Fachschule für Technik

FACHRICHTUNG ELEKTROTECHNIK

SCHWERPUNKT AUTOMATISIERUNGS- UND
PROZESSLEITTECHNIK

BERUFLICHER LERNBEREICH

BILDUNGSLAND
Hessen 

Impressum

Lehrplan Zweijährige Fachschule für Technik
Fachrichtung Elektrotechnik
Schwerpunkt Automatisierungs- und Prozessleittechnik
Beruflicher Lernbereich
Ausgabe 2020

Hessisches Kultusministerium
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden
Tel.: 0611 368-0
Fax: 0611 368-2099

E-Mail: poststelle@hkm.hessen.de
Internet: www.kultusministerium.hessen.de

Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen	10
3.2	Personale Kompetenzen	11
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse	20
4.1	Lernfeldbegriff und Aufbau der Lernfeldbeschreibungen	20
4.2	Stundenübersicht	22
4.3	Beruflicher Lernbereich	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld)	23
4.3.2	Projektarbeit	25
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	26
4.3.4	Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen.....	28
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Physikalische, chemische, elektrische und thermodynamische Phänomene analysieren sowie deren Gesetze bei der Automatisierung berücksichtigen.....	30
4.3.6	Lernfeld 4: Sensoren und Messsysteme auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen	33
4.3.7	Lernfeld 5: Steuerungen für Prozesse entwickeln, bereitstellen, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren	36
4.3.8	Lernfeld 6: Regelungen für Prozesse entwickeln, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren	39
4.3.9	Lernfeld 7: Aktoren und Antriebe auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen	41
4.3.10	Lernfeld 8: Leitsysteme für verfahrens- und fertigungstechnische Prozesse projektieren, konfigurieren und betreiben	44
5	Handhabung des Lehrplans	46
6	Literaturverzeichnis	48

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.¹

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.“²

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zur staatlich geprüften Technikerin / zum staatlich geprüften Techniker 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 selbstständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren, Beurteilen und Lösen von Problemen des Berufsbereichs. Sie lernen überdies, 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 zur Bewältigung von Konflikten.

¹DQR Niveau 6

²Rahmenvereinbarung über Fachschulen; Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 22.03.2019 S.16

Nicht zuletzt vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit, 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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. So ist der Tätigkeitsbereich der Technikerinnen und Techniker in vielen Bereichen durch zusätzliche Merkmale gekennzeichnet:

- 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.³

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.

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

2 Grundlegung für die Fachrichtung Elektrotechnik

Die Elektrotechnik ist sowohl eine Ingenieurwissenschaft, die die Entwicklung, Herstellung und Verwendung elektrotechnischer Systeme untersucht, als auch das Aufgabenfeld zahlreicher Industrie- und Handwerksberufe. Sie korrespondiert mit vielen natur- und technikkundlichen Disziplinen (Physik, Mathematik, Informatik, Messtechnik, Informationstechnik, Prozessautomatisierungstechnik, Antriebstechnik, Kommunikationstechnik, Energietechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik).

Die Curricula der Fachschule für Technik, Fachrichtung Elektrotechnik gehen deshalb konsequent von den praktischen Handlungsfeldern in den Industrie- und Handwerksberufen der Elektrotechnik aus. Die daraus entwickelten Lernfelder werden durch Kompetenzmatrizen abgebildet, die mithilfe von Wissenskategorien (siehe Kapitel 3) in möglichst kurzer Form die Inhalte strukturieren. In einer sich zunehmend beschleunigenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik soll die unterrichtliche Umsetzung der vorliegenden Curricula insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen.

Elektrotechnische Problemstellungen erfordern im gesellschaftlichen Kontext (etwa bezüglich der Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem) immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Elektrotechnik stets auch um die Befähigung zur rationalen Bewältigung von gesellschaftlich bedingten Lebenssituationen. Außer der Vermittlung von Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie des dazu notwendigen gründlichen Fach- und Methodenwissens ist zugleich der Erwerb sozialer und gesellschaftlich-politischer Kompetenzen erforderlich, insbesondere die Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Elektrotechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

Die Weiterbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik trägt damit zu den übergeordneten Bildungszielen der Fachschule für Technik bei, da sie auf die Bewältigung zukünftiger Lebens- und Berufssituationen in einer hochgradig von elektrotechnischen Systemen durchdrungenen Gesellschaft vorbereitet.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung und Auftragsabwicklung, beim Vertrieb, bei der Entwicklung und Produktion sowie bei der Instandhaltung und im Service elektro- und informationstechnischer Geräte, Systeme und Anlagen eingesetzt.

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

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- fähig sein, im Team zu arbeiten, aber auch Führungsaufgaben zu übernehmen,
- fähig sein, sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und gegebenenfalls darin zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

Die unterschiedlichen Einsatzbereiche der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in folgenden Schwerpunkten:

- **Automatisierungs- und Prozessleittechnik**
- **Energietechnik und Prozessautomatisierung**
- **Informations- und Kommunikationstechnik**
- **Technische Betriebswirtschaft**

Die schwerpunktbezogenen Zielsetzungen der Weiterbildung werden wie folgt beschrieben:

Automatisierungs- und Prozessleittechnik

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Anlagen der Prozessleittechnik sowie der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikationstechniken in Automatisierungssystemen.
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Die Weiterbildung zur staatlich geprüften Elektrotechnikerin / zum staatlich geprüften Elektrotechniker im Schwerpunkt Automatisierungs- und Prozessleittechnik soll die Studierenden befähigen, vielfältige Automatisierungsaufgaben in allen Bereichen der Prozesstechnik zu lösen. Automatisiert werden z. B. Produktionsanlagen der chemischen Industrie, der Nahrungsmittelindustrie, der Papierherstellung und vieler anderer verfahrenstechnischer Branchen sowie Anlagen der Energieerzeugung und Umwelttechnik.

Sensoren erfassen die Prozessgrößen (z. B. Temperatur und Druck) und Aktoren (z. B. moderne elektrische Stellantriebe) greifen gezielt in den Prozess ein. Die erforderlichen Steuer- und Regelfunktionen werden durch Automatisierungssysteme realisiert. Speicherprogrammierbare Steuerungen sorgen für den gewünschten Ablauf von Verfahren und Vorgängen. Regelungen bringen gemessene Größen auf gewünschte Werte und halten diese gegen Störeinflüsse konstant. Ein komfortables Prozessleitsystem ermöglicht durch Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik eine bedienergerechte, sichere und umweltschonende Führung der Prozesse. Dabei haben die konventionelle Signalverarbeitung mit normierten Einheitssignalen und die moderne Feldbustechnologie eine hohe Bedeutung.

Energietechnik und Prozessautomatisierung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker für Energietechnik und Prozessautomatisierung sind in der Lage Anlagen der Energietechnik zu projektieren, abzuändern und auf den aktuellen Stand der Entwicklung hin zu überprüfen. Diese Fähigkeiten können sie auf Anlagen, Netze und elektrische Maschinen der Energieerzeugung in Industrie- und Wohngebäuden und auf die Umformung, Verteilung und Steuerung des Energieflusses anwenden. Die Qualifizierung in der Prozessautomatisierung befähigt die Technikerinnen und Techniker, komplexe Prozess- und Produktionsabläufe sowohl bei Steuerungs- als

auch bei Regelungsaufgaben zu projektieren und zu optimieren sowie an individuelle Kundenwünsche und Produktionsbedingungen der Industrie anzupassen. Dabei sind die Technikerinnen und Techniker in der Lage, Arbeitsprozesse aus den Bereichen des Service, der Reparatur und der Wartung zu organisieren und überwachen und auf verschiedene Betriebsbedingungen unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit anzuwenden.

Informations- und Kommunikationstechnik

- Projektierung, Planung, Entwicklung, Produktion, Montage und Inbetriebnahme von Systemkomponenten und Anlagen der Informationsverarbeitung, -übertragung, -verteilung und -vermittlung,
- Organisation, Überwachung und Ausführung spezifischer Aufgaben im Bereich von Reparatur, Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Im Rahmen der beruflichen Tätigkeitsbereiche führt die staatlich geprüfte Technikerin/der staatlich geprüfte Techniker des Schwerpunkts Informations- und Kommunikationstechnik folgende typische Tätigkeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Projekte, auch mit Leitungsverantwortlichkeit, durchführen
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Steuerungs- und regelungstechnische Anlagen sowohl für die Fertigungs- als auch die Gebäudetechnik entwickeln und vernetzen
- Anbindungen an öffentliche Netze bereitstellen, Zugangskontrolle regeln und sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege ermöglichen
- Funksysteme zur Vernetzung einsetzen und optimieren
- Betriebssysteme installieren und Dienste nach Kundenanforderungen konfigurieren
- Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte planen und umsetzen
- Embedded Systems für spezielle mess- und steuerungstechnische Problemstellungen bauen, betreiben und programmieren
- Sich selbständig in neue Technologien einarbeiten und Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen entwickeln
- Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten planen

Technische Betriebswirtschaft

Der große Anteil betriebswirtschaftlicher Problemstellungen innerhalb der Arbeitswelt stellt erhöhte Anforderungen an die Beschäftigten in der Industrie. Neue Organisationsformen und Managementtechniken bestimmen den betrieblichen Alltag und die Ausgestaltung von Geschäftsprozessen. Im Zentrum steht die Kundenorientierung, die die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig sichert. Das Unternehmen ist bestrebt, aus dem Zielkonflikt zwischen Qualität, Kosten und Termin die Ausprägung abzuleiten, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen der Weiterbildung werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker projektieren und entwickeln folglich technische Systeme und Anlagen und nehmen sie in Betrieb. Ferner planen, steuern und optimieren sie Absatz-, Beschaffungs- und Leistungserstellungsprozesse. Außerdem gestalten sie die Unternehmenskultur mit und setzen diese personalwirtschaftlich um. Darüber hinaus bereiten die Technikerinnen und Techniker Investitionen vor und stellen deren Finanzierung sicher. Sie erfassen und überwachen die daraus entstehenden Wertströme zur Kostenkontrolle und Preisgestaltung.

3 Theoretische Grundlagen des Lehrplans

Der vorliegende Lehrplan für Fachschulen in Hessen orientiert sich am aktuellen Anspruch beruflicher Bildung, Menschen auf der Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, ihnen also nicht allein Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf den Forschungen des US-amerikanischen Sprachwissenschaftlers 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 Kompetenzen werden im Kontext beruflichen Handelns nach EULER & REEMTSMA-THEIS (1999) konkretisiert und differenziert in einen (a) agentiven Schwerpunkt, einen (b) reflexiven Schwerpunkt und (c) die Integration der beiden:

Zu (a): Die agentive Kompetenz besteht in der Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation verbaler und nonverbaler Äußerungen auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene und der Fähigkeit zur Artikulation und Interpretation verbaler und nonverbaler Äußerungen im Rahmen einer Metakommunikation auf der Sach-, Beziehungs-, Selbstkundgabe- und Absichtsebene.

Zu (b): Die reflexive Kompetenz besteht in der Fähigkeit zur Klärung der Bedeutung und Ausprägung der situativen Bedingungen, insbesondere der zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen der Kommunikation, der „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), der 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) und des Selbstkonzepts („Bild“ von der Person – jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartner) sowie der Fähigkeit zur Klärung der Übereinstimmung zwischen den äußeren Erwartungen an ein situationsgerechtes Handeln und den inneren Ansprüchen an ein authentisches Handeln.

Zu (c): Die Integration der agentiven und reflexiven Kompetenz besteht in der Fähigkeit und Sensibilität, Kommunikationsstörungen zu identifizieren, und der Bereitschaft, sich mit ihnen (auch reflexiv) auseinanderzusetzen. Darüber hinaus zeichnet sie sich durch die Fähigkeit aus, reflexiv gewonnene Einsichten und Vorhaben in die Kommunikationsgestaltung einzubringen und (ggf. unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umzusetzen.

3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Motivationen und 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 zwischen motivational-affektiven Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle sowie Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorischen Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement und Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL & FRIEDRICH 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, die 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 sowie Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten. Das schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten, und die Methoden selbst kreativ weiterzuentwickeln.

Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE UND SAUTER (2017, S. XXI ff.) – durch die Korrespondenz von konkreten Handlungen und spezifischem Wissen beschreibbar. Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welche Wissensbasis sich dieses Können abstützen 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 zu deren Überprüfung entwickelt. 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, während das Wissen in drei eigenständigen Kategorien auf mittlerem Konkretisierungs-niveau spezifiziert wird: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PIT-TICH 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: Wissen über den Aufbau eines Temperatursensors, die Bauteile und die Funktion eines Kompaktreglers, den Aufbau und die Programmiersprache einer speicherprogrammierbaren Steuerung, die Struktur des Risikomanagement-Prozesses, das 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 (Aufgabentypus, -abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch strukturiert; es wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Wissen über die Kalibrierung eines Temperatursensors, die Bedienung eines Kompaktreglers, den Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, die Umsetzung des Risikomanagements, die Handhabung einer EFQM-Zertifizierung

Zu (c): Reflexionswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen*, das 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 Metaebene. 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 (Erklärungsfunktion), b) die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion) und c) die Relativierung des Sach- und Prozesswissens im Hinblick auf dessen berufliche Flexibilisierung und Dynamisierung (Transferfunktion). Umfang und Tiefe des Reflexionswissens werden ausschließlich so bestimmt, dass diesen drei Funktionen Rechnung getragen wird.

In der Trias der 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 Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant und anzuführen sind, wenn sie innerhalb des 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, sondern folgen einem generativen Ansatz, d. h. dass sie aufeinander aufbauen. Somit gelten innerhalb eines Lernfelds 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 vermeiden, 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 sowie Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

Diese Kategorisierung soll den Lehrplan in beruflicher Ausrichtung mit dem Konzept der vollständigen Handlung (VOLPERT 1980) hinterlegen und in mathematischer Ausrichtung mit dem O-M-A-Konzept (SILLER ET AL. 2014). Damit wird zum einen eine theoretisch ab-

gestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht und zum anderen die strukturelle Basis für eine nachvollziehbare und handhabbare Taxierung herstellt.

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 die 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 -plattformen 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 eine erfolgreiche Kooperation ist Klarheit über die Gesamtzielsetzung, die Teilziele, die Schnittstellen und die 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 und 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 in großer Fülle Information zu vielen technischen, gestalterischen und betriebswirtschaftlichen Sachverhalten. Weitere Informationsquellen sind die wissenschaftliche Literatur und Dokumente aus den Betrieben und der Industrie sowie die Aussagen von Experten und Kollegen. Sich umfassend und objektiv zu informieren stellt angesichts dieser Vielfalt eine grundsätzliche und wichtige Kompetenz dar. Die Studierenden sollen die Fähigkeit erwerben, wichtige Informationsquellen zu Sachverhalten und Problemstellungen 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 Erwerb von Informationen geht ihre Strukturierung 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 sowie 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 die Verbesserung eines vorhandenen Produkts oder eines technischen Systems. Dabei bilden die Studierenden stufenweise Detaillösungen zu den Problemstellungen ab. Die Kenntnis über Kreativitätstechniken, Analyse- und Berechnungsmethoden sowie deren fachspezifische Anwendungen spielen in diesem Prozess eine zentrale Rolle.

Realisieren und Betreiben

Neben der eigentlichen Umsetzung eines Entwurfs (z. B. eines Prototyps, einer Nullserie oder einer Testanlage) geht es hier um die Inbetriebnahme und die Einbindung eines Produkts in die Produktumgebung, das Messen und Prüfen der realisierten Komponenten und Modelle, die konkrete Fertigung, auch in Form einer Serie, die Integration eines Softwaremoduls in ein Softwaresystem, 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 sind hinsichtlich der eingesetzten Methoden, Ressourcen, Kosten und erbrachten Ergebnisse folgende Fragen zu klären: Was hat sich bewährt und was sollte bei der nächsten Gelegenheit wie verbessert werden (*Lessons Learned*)?

Die Kenntnis und Anwendung spezieller Methoden der Reflexion 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 Verbesserungspotenzial 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 anwenden 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) zugrunde 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 den 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 sind eindeutig, umgesetzt wird durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

Start und Ziel sind eindeutig, umgesetzt wird durch das koordinierte Abarbeiten mehrerer Abfolgen und damit zusammenhängender Auswahlentscheidungen (Algorithmen).

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

Ziel und Start müssen definiert werden, umgesetzt wird durch Antizipieren tragfähiger Algorithmen bzw. deren Erprobung und durch reflektierte Kombination (Heuristiken).

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die vorausgehende 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, trotz-

dem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist ein Mindestmaß an 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 Reflexionswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welches 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 Kompetenzunterschiede, die nicht als Kontinuum darstellbar sind, sondern diskrete Niveaustufen bilden. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenzbeschreibungen 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)
Kommunizieren & Kooperieren	Informationen mitteilen und annehmen, koagierend arbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend arbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
Darstellen & Visualisieren	klare Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen und Details präsentieren	eindeutige Zusammenhänge und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen präsentieren	komplexe Zusammenhänge und offene Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden präsentieren und dokumentieren
Informieren & Strukturieren	Informationsmaterialien handhaben, Informationen finden und ordnen	einschlägige Informationsmaterialien finden, verifizieren und selektieren sowie Informationen ordnen	offene Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information umsetzen
Planen & Projektieren	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte unter Beachtung verfügbarer Ressourcen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern
Entwerfen & Entwickeln	einfache Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen umsetzen	konkurrierende Ideen abgleichen, in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen umsetzen	einzelne Ideen zu einer Gesamtlösung integrieren, in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen umsetzen
Realisieren & Betreiben	serielle Prozesse aktivieren und kontrollieren	zyklische Prozesse aktivieren und regulieren	mehrschichtige Prozesse abstimmen, aktivieren und modulieren
Evaluieren & Optimieren	entlang eines standardisierten Rasters bewerten, unmittelbare Konsequenzen umsetzen	entlang eines offenen Rasters bewerten, adäquate Konsequenzen herleiten und umsetzen	in Anwendung eigenständiger Kategorien bewerten, adäquate Konsequenzen herleiten und umsetzen

3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
mathematisches Operieren	ein gegebenes bzw. vertrautes Verfahren im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens anwenden	mehrschrittige Verfahren ggf. durch Rechnereinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten abarbeiten und ausführen	erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
mathematisches Modellieren	einen Darstellungswechsel zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation durchführen vertraute und direkt erkennbare Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen (mathematisierten) Situation verwenden	vorgegebene (mathematisierte) Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge beschreiben Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen erkennen und setzen Standardmodellen auf neuartige Situationen anwenden eine Passung zwischen geeigneten mathematischen Modellen und realen Situationen finden	eine vorgegebene komplexe Situation modellieren Lösungsvarianten bzw. die Modellwahl reflektieren zugrunde gelegte Lösungsverfahren beurteilen
mathematisches Argumentieren	einfache fachsprachliche Begründungen ausführen; das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Anwendung eines Begriffs auf eine gegebene Situation prüfen	mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchführen und beschreiben mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexten nachvollziehen und erläutern einfache mathematische Sachverhalte, Resultate und Entscheidungen fachlich und fachsprachlich korrekt erklären	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 die Integration der beiden 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 gleichzeitig reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

Im Zentrum dieses Lehrplankonzepts stehen die fachlich-methodischen Kompetenzen und deren differenzierte und taxiierte 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 Handlungs- 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, und 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 Lernfeldbegriff und Aufbau der Lernfeldbeschreibungen

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

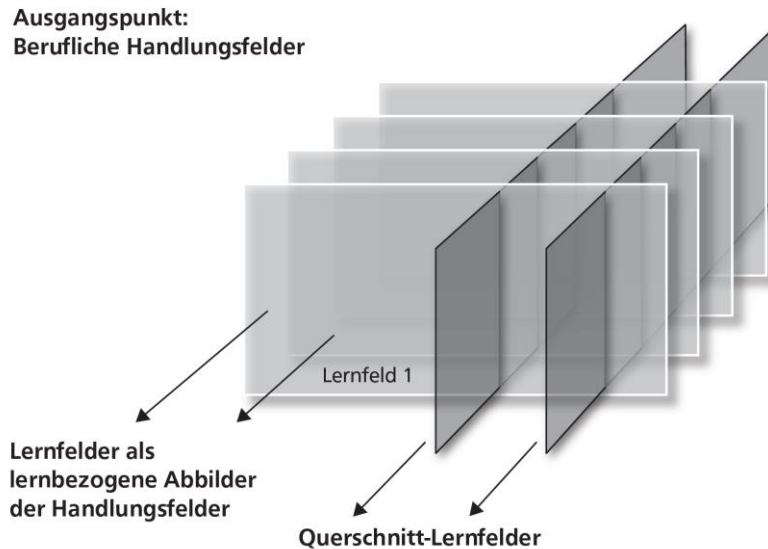


Abbildung 1: Beziehung zwischen berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

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 Lernfelds folgt dem Prinzip der Exemplarität (KLAFFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments. Zusammen repräsentieren die Lernfelder das Berufssegment 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, die sich im Hinblick auf die Berufskompetenzen als Basis- oder Bezugskategorien darstellen. Zu den Querschnitt-Lernfeldern gehört die fachrichtungsbezogene Mathematik.

Innerhalb jeder Lernfeldbeschreibung werden Lernfeldnummer, -bezeichnung und Zeithorizont sowie insbesondere die Lernziele dargestellt. 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 Aggregaten aus beruflichen

Handlungen und zugeordnetem Wissen. Die 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 nach Zielkategorien geordnet 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 Stundenübersicht

Die Stundenübersicht ist nach den zwei Ausbildungsabschnitten gegliedert und gibt für jedes Lernfeld Zeitrichtwerte an. Die Lernfelder können durch die Schulen frei auf die beiden Ausbildungsabschnitte verteilt werden. Die Summe der Wochenstunden im beruflichen Lernbereich muss immer 2000 Stunden betragen.

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Beruflicher Lernbereich			
	Mathematik	200	
	Projektarbeit		200
Lernfelder			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen		120
LF 2	Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen		160
LF 3	Physikalische, chemische, elektrische und thermodynamische Phänomene analysieren sowie deren Gesetze bei der Automatisierung berücksichtigen		240
LF 4	Sensoren und Messsysteme auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen		200
LF 5	Steuerungen für Prozesse entwickeln, bereitstellen, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren		240
LF 6	Regelungen für Prozesse entwickeln, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren		240
LF 7	Aktoren und Antriebe auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen		200
LF 8	Leitsysteme für verfahrens- und fertigungstechnische Prozesse projektieren, konfigurieren und betreiben		200

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.	Zahlenmengen: <ul style="list-style-type: none"> • natürliche Zahlen • ganze Zahlen • rationale Zahlen • irrationale Zahlen • reelle Zahlen • komplexe Zahlen algebraische Gleichungen: <ul style="list-style-type: none"> • linear • quadratisch • exponentiell • gemischt lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Äquivalenzumformung, • p-q-Formel • Einsetzverfahren • Additionsverfahren • Gaußalgorithmus Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze: <ul style="list-style-type: none"> • Kommutativgesetz • Assoziativgesetz • Distributivgesetz Operatoren Gauß'sche Zahlenebene
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen steuerungs- und regelungstechnischer Aufgabenstellungen	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz Flächen und Volumina geometrischer Formen und Körper	Berechnung von Längen, Abständen und Winkeln Berechnung realer Flächen und Körper Approximation von Flächen und Volumina	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, auch mittels Software, u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen wie Kennlinien von Bauelementen und Ladekurven von Kondensatoren.	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische • trigonometrische Funktionen • e-Funktionen <p>Charakteristika:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steigung • Nullstellen und Abszissenabstand • Scheitelpunkt • Periodizität <p>Werte und Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika</p> <p>Wechsel der Darstellungsformen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norma und Scheitelpunktform, Linearfaktor-darstellung • Implizite und explizite Funktionsvorschrift • Graph und Wertetabelle <p>Funktionsermittlung</p> <p>Differenzenquotient</p> <p>Funktionsdarstellung mittels Software</p> <p>Konstruktion trigonometrischer Funktionen mithilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen</p> <p>Relationen und Abbildungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kartesisches Produkt • Surjektivität, Injektivität, Bijektivität <p>Funktionsbegriff</p> <p>mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
... beschreiben periodische Vorgänge (z. B. bei Wechselstromgrößen und in der Regelungstechnik) mithilfe komplexer Rechnung.	<p>Gauß'sche Zahlenebene</p> <p>kartesische und exponentielle Form komplexer Zahlen</p> <p>Kreisfrequenz</p>	<p>Wechsel zwischen den Darstellungsformen</p> <p>Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division komplexer Zahlen</p> <p>Konstruktion von Zeigerdiagrammen in der Gauß'schen Zahlenebene</p>	<p>trigonometrische Grundlagen</p> <p>Euler'sche Formel</p> <p>Potenzgesetze</p>
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollen Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung bzw. des Schwerpunkts gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200h]

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, 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 zwischen den einzelnen Fächern und Lernfeldern 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 und Finanzierbarkeit), dann ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrkräfteteam betreut. Die im LF1 (Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen) erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden.</p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projektstage 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 für Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
<p>HINWEISE:</p>	<p>Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.</p>	

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

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 Durchführung eines Projektmeetings Analyse eines Konflikts 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"> • Qualität • Kosten und Termine • Leistungsziele etc. 	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, -formulierung und -abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiken, Chancen und Maßnahmen zur Risikominderung Unternehmens- und Projektorganisations-	Phasenplanung Beurteilung des Projekts auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrags	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	formen sowie Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag und Projekthandbuch Projektstrukturplan und Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittel-, Kapazitäts- und Kostenplan	Erstellung des Projektstrukturplans Durchführung einer 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 das Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der Individual Competence Baseline (ICB), siehe auch https://www.gpm-ipma.de/know_how/pm_normen_und_standards/standard_icb_4.html .		

4.3.4 Lernfeld 2: Informationstechnik für Aufgaben in der Automatisierung nutzen [160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER AUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Grundlagen der Digitaltechnik um Aufgaben in der Automatisierungstechnik zu lösen.	Grundverknüpfungen und Operatoren Diagramme zur Vereinfachung von Schaltfunktionen (z. B. KV-Diagramm)	Entwicklung und Vereinfachung digitaler Schaltungen mithilfe der Boole'schen Algebra	Boole'sche Algebra Zahlensysteme
... visualisieren Abläufe und Algorithmen.	standardisierte Diagramme (z. B. Nassi-Shneiderman, Zustandsdiagramme) Notationen, Symbolik und Normen	normgerechte Anwendung der Symbolik und der Visualisierung von Programmabläufen	Graphentheorie
... entwickeln strukturierte Programme.	Kontrollstrukturen Funktionen Programmier- und Softwareentwicklungsumgebungen	Entwicklung und Dokumentation eigener Algorithmen Erstellung und Überprüfung von Programmcodes in einer Entwicklungsumgebung	Prinzipien der strukturierten Programmierung
... vernetzen verschiedene Komponenten der Automatisierungstechnik.	Netzwerktopologien, -geräte und -protokolle Echtzeitfunktionalität, Ausfallsicherheit und Skalierbarkeit Adressnutzung und Internetanbindung	industrietaugliches Netzwerkdesign Anbindung eines Automatisierungsnetzwerks an bestehende lokale und globale Netze	Industrial Internet of Things

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER AUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... schützen die Netze vor Angriffen von außen.	Firewalling Datenkonzepte für Edge-Computing Angriffsszenarien und Schutzmaßnahmen Tunneling, Authentifizierung und Verschlüsselung	Einhaltung und Weiterentwicklung von Security-Konzepten Realisierung von Virtuellen Privaten Netzen (VPN)	IT-Grundschutz
... gewährleisten die Verfügbarkeit der benötigten Daten.	Ausfallsicherheit USV Backup Patch-Management	Erstellung einer Risikobewertung Entwicklung und Einhaltung von Pflegeroutinen Vereinbarung von Regeln Auswahl und Einsatz geeigneter Komponenten	informatische Hintergründe für die Pflege und Wartung von Systemen und Datenbeständen
HINWEISE:			

4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Physikalische, chemische, elektrische und thermodynamische Phänomene analysieren sowie deren Gesetze bei der Automatisierung berücksichtigen [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 PHYSIKALISCHE, CHEMISCHE, ELEKTRISCHE UND THERMODYNAMISCHE PHÄNOMENE ANALYSIEREN SOWIE DEREN GESETZE BEI DER AUTOMATISIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... unterscheiden und bestimmen Kräfte, Arbeit und Leistung bei stationärer, linearer Bewegung.	SI-Einheiten Weg, Zeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung Masse, Kraft, Arbeit, Leistung und Moment Vektoren als Kraftpfeile potentielle und kinetische Energie beschleunigte und stationäre Bewegung Wirkung von Kräften auf feste Körper	Bestimmung von Kräften Bestimmung des Kräftegleichgewichts Vektorrechnung Bestimmung von linearer und kreisförmiger Geschwindigkeit und Beschleunigung	Prinzip des Kräfte- und Momentengleichgewichts Bewegungsgleichungen
... neutralisieren Säuren und Laugen und messen pH-Werte und Leitfähigkeiten.	Reaktionsenthalpie Säure- Base- Gleichgewicht Konzentration in logarithmischer Darstellung	Herstellung von Lösungen in verschiedenen Konzentrationen Titration nach dem für den jeweiligen Sensor typischen Verfahren Auswertung der Versuchsdaten mittels moderner Messtechnik quantitative Bestimmung der zur Neutralisation notwendigen Stoffmenge	Massenwirkungsgesetz Periodensystem der Elemente Unterschied zwischen direkten und indirekten Messverfahren

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 PHYSIKALISCHE, CHEMISCHE, ELEKTRISCHE UND THERMODYNAMISCHE PHÄNOMENE ANALYSIEREN SOWIE DEREN GESETZE BEI DER AUTOMATISIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bestimmen Massenströme von Fluiden und messen Druck an ruhenden und strömenden Medien.	Dichte Druck Temperatur Normzustand von Fluiden kompressibles und inkompressibles Fluid	Berechnung von Stoffwerten unter Prozessbedingungen quantitative Angabe des Massenstroms bei Fluiden Ermittlung von statischem und dynamischem Druck	Energieerhaltungssatz Bernoulli-Gleichung Kontinuitätsgleichung ideales Gasgesetz Boyle-Mariotte
... kennen und unterscheiden die Erscheinungsformen von Energie und deren Transportgesetze auch unter Berücksichtigung des Phasenübergangs.	Temperatur Wärme Wärmeleitung Wärmekapazität Wärmeinhalt elektrische Größen elektrische Arbeit mechanische Größen mechanische Arbeit	Bewertung der Überführbarkeit der Energie von einer Erscheinungsform in eine andere Ermittlung von Energiemengen mittels der jeweiligen Transportgesetze	Ohm'sches Gesetz erster Hauptsatz der Thermodynamik latente und fühlbare Wärme
... beschreiben und berechnen das Verhalten von passiven Bauelementen im Gleichstromkreis.	Schaltung von Widerständen Spannungsteiler Brückenschaltung elektrisches Feld Kondensator und Spule im Gleichstromkreis	Aufbau von Messschaltungen Darstellung von Bauteilkennlinien Pegelanpassung über Widerstandsnetzwerke Messungen im Stromkreis	Kirchhoff'sche Regeln Pegelanpassung von elektrischen Signalen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3 PHYSIKALISCHE, CHEMISCHE, ELEKTRISCHE UND THERMODYNAMISCHE PHÄNOMENE ANALYSIEREN SOWIE DEREN GESETZE BEI DER AUTOMATISIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beschreiben und berechnen das Verhalten von passiven Bauelementen im Wechselstromkreis.	Grundbegriffe Reihen- und Parallelschaltung passiver Bauelemente Phasenverschiebung elektrische Leistung elektrische Arbeit Wirkungsgrad Normen zur Gefährdung durch elektrischen Strom	Kompensation von Blindstrom Stromversorgung mit Sekundärspannung Dimensionierung von Leitungen	Wirkprinzipien der elektronischen Bauelemente
... lesen, erstellen oder ändern Stromlaufpläne sowie Schaltpläne und setzen die Inhalte technologisch um.	aktuelle Normen für Schaltpläne und Dokumente der Elektrotechnik	Erstellung normgerechter Dokumentationen Fehlersuche in Baugruppen	
HINWEISE:	Halbleiter werden im Lernfeld 7 behandelt, das bei Bedarf auch teilweise in den ersten Ausbildungsabschnitt vorgezogen werden kann.		

4.3.6 Lernfeld 4: Sensoren und Messsysteme auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: SENSOREN UND MESSSYSTEME AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Arten von Messfehlern sowie deren Behandlung bzw. Vermeidung.	Fehlerarten Ursachen von Messfehlern Regelwerke zu Messfehlern	Einstufung nach Fehlerklassen Berechnung von Gesamtfehlern Auswahl der Messgeräte nach der notwendigen Genauigkeit	wirtschaftliche und bedarfsgerechte Instrumentierung statistische Grundlagen
... wählen geeignete Sensoren für die wichtigsten Prozessgrößen in der entsprechenden Messumgebung aus.	physikalische Messverfahren <ul style="list-style-type: none"> • Drucksensoren • Temperatursensoren • Durchflusssensoren • Füllstandssensoren • Massenstromsensoren 	adäquate Auswahl einschlägiger Sensoren Anpassung von Sensoren an die Anlage und das Medium Berücksichtigung von wirtschaftlichen, betriebsspezifischen und messtechnischen Kriterien	systematischer Messfehler Sicherheit der Anlage
... passen die Signale der Sensoren an standardisierte Pegel an und minimieren Störungen sowie systematische Fehler.	Messkette Abschirmung Masseschleifen Messumformer Speisen und Trennen	Ausführung von Messketten in analoger Technik Anwendung von Strategien zur Vermeidung von Störsignalen	systematische Fehler

Automatisierungs- und Prozessleittechnik

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: SENSOREN UND MESSSYSTEME AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konzipieren Systeme um analoge oder digitale Signale zu übertragen.	Einheitssignale digitale Datenübertragung Feldbussysteme IP-Netze	Auswahl der Komponenten nach geforderter Spezifikation	Unterschiede zwischen analogen und digitalen Signalen
... konzipieren (auch automatisierte) Messsysteme für Kontroll-, Prüf- oder Überwachungsaufgaben.	mechatronische Systeme automatisierte Handhabung	Prozessüberwachung im sicherheits-, umwelt- und gesundheitsrelevanten Bereich Automatisierung von Prüfungen	Arbeits- und Umweltschutz Verbesserung des Betriebsergebnisses durch Automatisierung
... wählen die Ausführung der Sensoren und den Aufwand der Installation nach den Ex-Schutz Anforderungen.	Explosionsdreieck explosionsgefährdete Zonen Geräteklassen Zündschutzarten Temperaturklassen ATEX-Richtlinien Kennzeichnung und Konformitätserklärung	Beurteilung der Prozessumgebung Auswahl der Maßnahmen Berücksichtigung des Sicherheitskonzepts bei der Instrumentierung	Schutz von Produkt, Anlage, Personal und Umwelt

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: SENSOREN UND MESSSYSTEME AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die Richtlinien der Funktionalen Sicherheit (SIL) bei Planung und Ausführung.	gesetzliche Anforderungen Sicherheit von Maschinen Risikograph funktionale Sicherheit von Sicherheitstechnischen Systemen funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektronischer, programmierbarer Systeme	Berücksichtigung von SIL bei Planung, Produktion und Instandhaltung	wirtschaftliche Vorteile durch prozessintegrierte Instandhaltung
HINWEISE:	Wenn die Möglichkeit besteht, sollen Modelle mit industriellen Geräten verwendet werden.		

4.3.7 Lernfeld 5: Steuerungen für Prozesse entwickeln, bereitstellen, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 STEUERUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen gängige Hardwarekomponenten zur Realisierung von Steuerungen.	mechanische Komponenten elektrische- und elektropneumatische Komponenten pneumatische Komponenten hydraulische Komponenten Pneumatik und Hydraulikschaltpläne	Analyse und Erstellung von Stromlauf-, Hydraulik- oder Pneumatikschaltplänen	
... wählen eine Steuerung (Peripherie, Hard- und Software) für eine zu realisierende Steuerungsaufgabe aus und parametrieren diese.	Aufbau und Funktionsweise von Steuerungen zyklische Arbeitsweise aufgabenspezifische Hardware Fehlersicherheit	aufgaben- und ortsspezifische Auswahl und Zusammenstellung von Automatisierungshardware	Prämissen einer aufgaben- und zielorientierten Hardwareauswahl
... entwickeln einfache Steuerungsprogramme mithilfe von Bibliotheken, konfigurieren die entsprechende Hard- und Software aufgabenbezogen, parametrieren diese und nehmen sie in Betrieb.	Automatisierungssoftware Programmiersprachen (z. B. FUP, SCL/ Hochsprachen) Simulationsumgebungen Bibliotheksfähigkeit Datentypen (z. B. eigene Datentypen, Rezepte) Anbindungsarten von Busteilnehmern Entwurfsmethoden für Verknüpfungssteuerungen	Erstellung, Dokumentation und Inbetriebnahme von Steuerungsprogrammen Umwandlung und Normierung von verschiedenen Datentypen Übertragung von Sensorsignalen mithilfe geeigneter Technologien Aufbereitung und Anpassung von digitalen und analogen Sensorsignalen für die Prozessverwaltung Erstellung und Verwendung bibliotheksfähiger Bausteine	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 STEUERUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erfassen, analysieren und planen Steuerungen, erstellen diese unter Einhaltung der Normen, setzen sie steuerungstechnisch um und überprüfend ihre Funktion selbstständig.	Entwurfsmethoden für Ablaufsteuerungen DIN EN 60848 / IEC 611313 GRAFCET Zustandsgraphen und Struktogramme strukturierte Programmierung	normgerechte Darstellung und programmtechnische Umsetzung von Abläufen Entwurf von Ablaufsteuerungen Auswahl der Programmiersprache Auswahl der Entwurfsmethode zielgerichtete und anwendungsbezogene Verwendung verschiedener Programmiersprachen Erstellung von Funktionsbeschreibungen und Bedienungsanleitungen	Softwarequalität
... nutzen Human Machine Interfaces (HMI) zur Projektierung und Steuerung.	Visualisierungssoftware Webserverfunktionen herstellerübergreifende Kommunikationsstandards Bedien- und Beobachtungsfunktionen	Erstellung und Parametrierung benutzerfreundlicher Bedienoberflächen	Ergonomie Datenkonsistenz
... arbeiten sich in komplexe Programme ein, erfassen deren Struktur und Funktion, erkennen Fehler selbstständig, passen die Programme an und erweitern diese.	Fehleranalyse Strategien zur Fehlerbeseitigung Diagnosefunktionen	Nutzung von Strukturen aus fremden Programmen für die Fehlersuche	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5 STEUERUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, BEREITSTELLEN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und parametrieren fehlersichere Steuerungen.	sicherheitstechnische Hardwaremaßnahmen sicherheitstechnische Softwaremaßnahmen Sicherheitsschaltungen fehlersichere Steuerungen Strategien zur Fehlervermeidung	Parametrierung, Inbetriebnahme und Wartung von fehlersicheren Steuerungen	
HINWEISE:	Hochsprachen spielen bei der Programmierung eine immer wichtigere Rolle, z. B. bei der Strukturierung großer Datenmengen.		

4.3.8 Lernfeld 6: Regelungen für Prozesse entwickeln, in Betrieb nehmen, optimieren und dokumentieren [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 REGELUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Komponenten für einen Regelkreis oder eine Steuerung aus.	Wirkungsplan Signale regelungs- und steuerungstechnische Grundbegriffe Merkmale von Steuerung und Regelung Regelungsarten allpolige Schaltpläne	Zeichnung von Blockschaltbildern und allpoligen Schaltplänen Auswahl von Mess- und Stelleinrichtung Aufbau von einfachen Regelkreisen	Prinzip der Gegenkopplung
... nehmen Sprungantworten und Kennlinien von Regelstrecken auf.	Kennlinien von Regelstrecken Zeitverhalten von Regelstrecken Kenngrößen verschiedener Regelstrecken der Ordnung null bis n mit und ohne Ausgleich Regelbarkeit	Aufnahme von Sprungantworten und Kennlinien Beachtung von Sicherheitsaspekten bei der Sprungantwortaufnahme Bestimmung von Kenngrößen aus Sprungantworten und Kennlinien Beurteilung und Bestimmung der Regelbarkeit	
... wählen geeignete Regler aus.	Reglerarten (kontinuierliche Regler, Zweipunktregler, Dreipunktregler) Reglerstrukturen (P-, I-, PI-, PD- und PID-Regler) Reglerkenngrößen Auswahlkriterien für Regler	Aufnahme und Auswertung von Reglersprungantworten Beurteilung des Reglereingriffs Auswahl passender Regler für vorhandene Regelstrecken	Bedeutung des Differenzierens und Integrierens

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6 REGELUNGEN FÜR PROZESSE ENTWICKELN, IN BETRIEB NEHMEN, OPTIMIEREN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... parametrieren und optimieren Regler.	Störungs- und Führungsverhalten Parametrierverfahren für Regler (z. B. CHR, ZN, T-Summe) Stabilität im Regelkreis Gütekriterien einer Regelung	Bedienung eines Hardware- bzw. Softwarereglers Parametrierung von Reglern Nachoptimierung von Reglern mit empirischen Verfahren Beurteilung der Regelgüte	
... planen erweiterte und mehrschleifige Regelkreise.	Kaskade Störgrößenaufschaltung Verhältnisregelung	Aufbau und Inbetriebnahme einer Kaskadenregelung Verbesserung der Regelgüte durch eine Störgrößenaufschaltung Auswahl von Hilfsregelgrößen	
... simulieren Regelkreise rechnergestützt.	Simulationssoftware Verfahren zur Modellbildung Plausibilitätsbetrachtung	Simulation von realen Regelkreisen Übertragung der Simulationsergebnisse auf die reale Anlage Anwendung und Einsatz von Simulationssoftware	Übertragbarkeit der Simulationsergebnisse in die Realität
HINWEISE:	Wenn die Möglichkeit besteht, sollen Modelle mit industriellen Geräten verwendet werden.		

4.3.9 Lernfeld 7: Aktoren und Antriebe auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 AKTOREN UND ANTRIEBE AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... verwenden leistungselektronische Grundsaltungen.	Halbleiterbauelemente (Dioden, Transistoren, Thyristoren) Netzteile Pulsweitenmodulation (DC, AC) Gleichstromsteller Gleichrichter Wechselrichter Vierquadrantensteller	Planung von Netzteilen nach Kundenvorgaben	
... analysieren die Antriebsaufgabe des Kunden unter Berücksichtigung verschiedener Last- und Prozesssituationen.	Lastarten (z. B. Hubvorrichtungen, Rührwerke, Lüfter) mechanische und energetische Grundlagen (z. B. Drehbewegung, Längsbewegung, Drehmomentbedarf, Leistungsbedarf) drehzahl- und positionsvariable Anforderungen Motor- und Generatorbetrieb	Erfassung und Beschreibung von Last- und Prozesssituationen	Topologie des mechanischen Antriebsstrangs vollständige und strukturierte Auslegung Normbauteile

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 AKTOREN UND ANTRIEBE AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und dimensionieren einen Antrieb unter Berücksichtigung des Betriebsumfeldes.	<p>Motorarten Kenndaten elektrischer Antriebe Arbeitsbereich (z. B. Vierquadrantenbetrieb) Länderspezifikation Umgebungsbedingungen (z. B. Schutzarten, Bauformen, Ex-Schutz, E-Effizienz, Kühlarten) Einflussgrößen der Betriebssicherheit Betriebsarten Isolationsklassen Energiebereitstellung</p>	<p>Projektierung und Dokumentation von Antriebssystemen nach Anforderungen Erfassung des Antriebssystems und Berücksichtigung des Betriebsumfelds</p>	<p>Anlagensicherheit</p>
... nehmen Antriebssysteme in Betrieb.	<p>Anschluss Schutzklassen Typenschild Schaltungsarten Einstellung, Parametrierung und Optimierung Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien Optimierungsmöglichkeiten</p>	<p>Anschluss des Antriebssystems Anpassung und Überprüfung des Antriebssystems Übergabe des Antriebssystems und dessen Dokumentation</p>	<p>Kosteneinsparpotenziale</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7 AKTOREN UND ANTRIEBE AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... steuern, regeln und parametrieren Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards.	Antriebs- und Ansteuermethoden: <ul style="list-style-type: none"> • Anlauf und Bremsen • drehzahlverstellbar • positionierbar Frequenzumrichter und Softstarter Softwaresteuerung und -regelung mittels Technologieobjekten Motor- und Generatorbetrieb	anwendungsspezifische Ansteuerung des Antriebs Nutzung von Soft- und Hardwaresteuerungen zur Realisierung von Antriebssteuerungen und Regelungen	Fehlervermeidung Qualitätsmanagement
... halten Antriebssysteme instand und warten sie.	Herstellervorgaben Umweltaspekte Wartungspläne Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien Fehlersuchstrategie	Erstellung von Wartungsplänen und Durchführung der Wartung Fehleranalyse eines Antriebssystems	
... dimensionieren Aktoren für fluide Stoffe.	Stellorgane (Absperr-, Stell- und Sicherheitsarmaturen) Kv-Werte und Rohrleitungsklassen Stellantriebe (z. B. pneumatische, hydraulische, elektrische, elektromagnetische, elektromotorische) Stellungsregler I/P-Wandler	anwendungs- bzw. anlagenspezifische Auswahl und Auslegung von Aktoren und Antrieben	
HINWEISE:	Wenn die Möglichkeit besteht, sollen Modelle mit industriellen Geräten verwendet werden.		

4.3.10 Lernfeld 8: Leitsysteme für verfahrens- und fertigungstechnische Prozesse projektieren, konfigurieren und betreiben [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 LEITSYSTEME FÜR VERFAHRENS- UND FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PROJEKTIEREN, KONFIGURIEREN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen Prozessautomatisierungs- bzw. Leitsysteme.	<p>Aufbau und Funktionen eines Leitsystems Sicherheitskonzepte Bedienkonzepte Steuerungs- und Regelkonzepte Redundanz R&I-Fließbilder PLT-Stellenpläne und -blätter übergeordnete Systeme (z. B. MES) gültige Normen und Richtlinien</p>	<p>Erstellung von R&I-Fließbildern sowie PLT-Stellenplänen (EMSR-Stellenplänen) und -blättern Definition und Dokumentation der Schnittstellen zu übergeordneten Systemen (z. B. MES)</p>	<p>Aufgabenkategorien der Leittechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prozessführung • Prozessüberwachung • Prozessstabilisierung • Prozesssicherung • Prozessoptimierung • Prozessbilanzierung <p>Automatisierungspyramide</p>
... projektieren Leitsystemhardware.	<p>Anzeige- und Bedienkomponenten prozessferne Komponenten prozessnahe Komponenten Prozessperipherie Bussysteme Sicherheitseinrichtungen</p>	<p>Hardwarekonfiguration Einbindung der Prozessperipherie Kommunikation mit übergeordneten Systemen</p>	<p>Echtzeitfähigkeit Zuverlässigkeit</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 LEITSYSTEME FÜR VERFAHRENS- UND FERTIGUNGSTECHNISCHE PROZESSE PROJEKTIEREN, KONFIGURIEREN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konfigurieren Leitsystemsoftware.	Konfigurationsebene der Leitsystemsoftware Bibliotheksbausteine Softwareregler Ablaufsteuerungen Rezepte Alarmhierarchie Animationsarten	Softwarekonfiguration Konfiguration von Steuerungen und Regelungen Konfiguration des Alarmsystems Visualisierung von Prozessabbildern	Boole'sche Algebra digitale Repräsentation von Daten Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit (Softwarequalität) Bediensicherheit Ergonomie
... betreiben Leitsysteme.	Funktionen der Bedienebene der Leitsystemsoftware Datenbanken	Umgang mit der Bedienebene der Leitsystemsoftware Aufzeichnen von Daten Datenanalyse	relationales Datenbankmodell Möglichkeiten und Risiken von Fernwartung und Webdiagnose in der industriellen Prozesstechnik
HINWEISE:	Sensoren und Aktoren werden immer intelligenter. Die zunehmende Vernetzung und die dadurch mögliche Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit sowie die angestrebte Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten, löst die als „Industrie 4.0“ bezeichnete nächste industrielle Revolution aus. Diese wird derzeit noch schwer abschätzbare Folgen für die Leittechnik und das hier beschriebene Lernfeld haben. Daher sind die oben genannten Wissensaspekte zukünftig flexibel an den Stand der Technik anzupassen.		

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 sich alle zu planenden Unterrichtsprozesse 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 Lehrplaninhalte 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 *beruflicher Handlungen* der curriculare Ausgangspunkt der Unterrichtsplanung. Damit wird von Anfang an geklärt, welches Wissen in welchen Handlungszusammenhängen von den Studierenden erworben werden soll. Dabei gilt es, die im Lehrplan vollzogene Beschreibung der Kompetenzen auf einem mittleren Niveau 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*, der dann auch als übergreifende Lernsituation den Gesamtrahmen der jeweiligen Unterrichtseinheit bildet.
- Kompetenzerwerb setzt Verständnisprozesse voraus, die durch eine *Problemorientierung* des Unterrichts ausgelöst werden. Je anspruchsvoller die Problemstellungen, desto höher das zu erreichende Kompetenzniveau.
- Kompetenzen im Sinne eines verstandenen Handelns erfordern einschlägiges Sach- und Prozesswissen sowie entsprechendes Reflexionswissen mit unmittelbarem Bezug zu dessen *berufsspezifischer Nutzung*. Daher sollen sich beim Kompetenzerwerb kasuistisch-operative Phasen (handlungssystematisch) und theoretisch-abstrakte Phasen (fachsystematisch) in *sinnvollen Abschnitten 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. Lernreflexionen 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* 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 den Studierenden sozial-kommunikative Kompetenzziele zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und 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.