Hessisches Kultusministerium

HESSEN

Lehrplan
Zweijährige Fachschule für Technik

Fachrichtung Elektrotechnik

Schwerpunkt Energietechnik und Prozessautomatisierung

BILDUNGSLAND Hessen

Impressum

Lehrplan Zweijährige Fachschule für Technik
Fachrichtung Elektrotechnik Schwerpunkt Energietechnik und Prozessautomatisierung

Ausgabe 2019

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

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 10
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 Lernfelder 20
4.2 Stundentafel 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 Energietechnik und Prozessautomatisierung nutzen 28
4.3.5 Lernfeld 3: Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen 30
4.3.6 Lernfeld 4: Energietechnische Anlagen planen, dimensionieren, erstellen, überwachen und regeln 32
4.3.7 Lernfeld 5: Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen 35
4.3.8 Lernfeld 6: Antriebssysteme planen, in Betrieb nehmen und instand halten 38
4.3.9 Lernfeld 7: Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren 41
4.3.10 Lernfeld 8: Produktionsumfeld und aktuelle Technologien analysieren und bei der Projektierung berücksichtigen 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 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.

---

[1] DQR Niveau 6

[2] 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.[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 vieler Industrie- und Handwerksberufe. Sie korrespondiert mit vielen natur- und technikwissenschaftlichen 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 mit Hilfe 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 im gesellschaftlichen Kontext (etwa die Frage nach einem verantwortbaren Energiesystem) erfordern immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt) denn es geht in der Fachrichtung Elektrotechnik immer 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 auch der Erwerb humaner 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, Auftragsabwicklung und dem Vertrieb, 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, 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 zu kommunizieren,
- fähig sein, sich weiterzubilden.

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

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

Nachfolgend zum Vergleich die schwerpunktbezogenen Zielsetzungen der Weiterbildung:

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 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, zu optimieren und auf individuelle Kunden-

wünsche 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, zu 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:

- Führen Projekte auch mit Leitungsverantwortlichkeit durch
- Netzwerkinfrastruktur entsprechend den Bedürfnissen der Auftraggeber bereitstellen, konzipieren, entwerfen, installieren, in Betrieb nehmen und dokumentieren
- Entwickeln und vernetzen steuerungs- und regelungstechnische Anlagen sowohl für die Fertigungs- als auch die Gebäudetechnik
- Stellen die Anbindungen an öffentliche Netze bereit, regeln die Zugangskontrolle und ermöglichen sichere Kommunikation über unsichere Verbindungswege
- Setzen zur Vernetzung Funksysteme ein und optimieren diese
- Installieren Betriebssysteme und konfigurieren Dienste nach Kundenanforderungen
- Planen Benutzer- und Ressourcen-Verwaltungskonzepte und setzen diese um
- Bauen, betreiben und programmieren Embedded Systeme für spezielle mess- und steuerungstechnische Problemstellungen
- Arbeiten sich selbständig in neue Technologien ein und entwickeln Ansätze für deren Implementierung im Unternehmen
- Planen Sicherheitskonzepte mit aktiven und passiven Schutzmaßnahmen für Netze und Daten

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 zu finden, die den Bedürfnissen der Kunden am besten entspricht. Hierfür sind neben technischen auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen notwendig, um langfristig einen Markterfolg zu erzielen.

Im Rahmen des Studiums werden die unternehmerischen Kompetenzen in Lernfeldern abgebildet, die sowohl technische als auch betriebswirtschaftliche berufliche Handlungen umfassen. Die Studierenden 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 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 zusammenzusetzen, 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 selbständig 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)
Kommunizieren & Kooperieren	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
Darstellen & Visualisieren	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
Informieren & Strukturieren	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
Planen & Projektieren	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenahe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern unter Beachtung verfügbarer Ressourcen
Entwerfen & Entwickeln	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
Realisieren & Betreiben	Aktivieren und Kontrollieren serieller Prozesse	Aktivieren und Regulieren zyklischer Prozesse	Abstimmen, Aktivieren und Modulieren mehrschichtiger Prozesse
Evaluieren & Optimieren	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)
mathematisches Operieren	Anwenden eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens im Sinne eines Abarbeitens bzw. Ausführens	Abarbeiten und Ausführen mehrschrittiger Verfahren ggf. durch Rechnereinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren anpassen und ggf. weiterentwickeln
mathematisches Modellieren	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
mathematisches Argumentieren	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 ERPENBECK, 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).

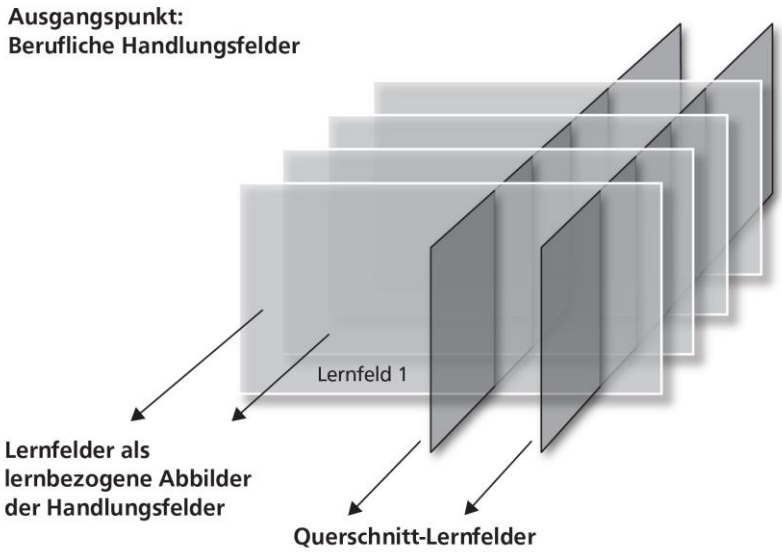

Abbildung 1: Beziehung von berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

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 (KLAFKI, 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

Die Stundentafel 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. Ausbildungs-abschnitt	**2. Ausbildungs-abschnitt**
Beruflicher Lernbereich			
Mathematik		200	
Projektarbeit			200
Lernfelder			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	120	
LF 2	Informationstechnik für Aufgaben in der Energietechnik und Prozessautomatisierung nutzen	180	
LF 3	Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen	200	
LF 4	Energietechnische Anlagen planen, dimensionieren, erstellen, überwachen und regeln	200	
LF 5	Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen	180	
LF 6	Antriebssysteme planen, in Betrieb nehmen und instand halten	200	
LF 7	Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren	400	
LF 8	Produktionsumfeld und aktuelle Technologien analysieren und bei der Projektierung berücksichtigen	120	

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200 h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	MATHEMATIK		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
… handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze.	Zahlenmengen • natürliche Zahlen • ganze Zahlen • rationale Zahlen • irrationale Zahlen • reelle Zahlen • komplexe Zahlen Algebraische Gleichungen • linear • quadratisch • exponentiell • gemischt Lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren, z. B. • Äquivalenzumformung, • pq - Formel • Einsetzverfahren • Additionsverfahren • Gaußalgorithmus Methoden der Abschätzung Ergebniskontrolle	Axiome des mathematischen Körpers Rechengesetze • 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 u.a. im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mittels Software, wie Kennlinien von Bauelementen, Ladekurve eines Kondensators.	Darstellungsformen und Funktionsvorschriften • Ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische • Trigonometrische Funktionen • e-Funktion Charakteristika • Steigung • Nullstellen, Abszissenabstand • Scheitelpunkt • Periodizität Wertebereich, Definitionsbereich	Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen, z. B. • Normal-, Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung • Implizite, explizite Funktionsvorschrift • Graph und Wertetabelle Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises	Trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen • kartesisches Produkt • Subjektivität, Injektivität, Bijektivität Funktionsbegriff Mathematisches Modell vs. Realbezug
… beschreiben periodische Vorgänge (beispielsweise Wechselstromgrößen und der Regelungstechnik) mit Hilfe komplexer Rechnung.	Gauß‘sche Zahlenebene Kartesische und Exponentialform komplexer Zahlen Kreisfrequenz	Wechsel zwischen den Darstellungsformen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division komplexer Zahlen Konstruktion von Zeigerdiagrammen in der Gauß‘schen Zahlenebene	Trigonometrische Grundlagen Euler‘sche Formel Potenzgesetze
HINWEISE:	Wo immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung / des Schwerpunktes gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
… analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht … bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess … 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 … legen besonderen Wert auf die Förderung von Kommunikation und Kooperation	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.	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. 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 systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen“ erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen angewendet werden. 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.
HINWEISE:	Die Bewertung der Projektarbeit erfolgt auf der Grundlage bestehender Rechtsmittel. In die Bewertung gehen Projektverlauf, Dokumentation, Präsentation und Kolloquium ein.	

4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [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 • 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 Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisations-	Phasenplanung Beurteilung des Projektes auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrages	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personifizierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
	formen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kostenplan	Erstellung des Projektstrukturplans 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 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 Energietechnik und Prozessautomatisierung nutzen [180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER ENERGIETECHNIK UND PROZESSAUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
wählen ein geeignetes informationstechnisches System für eine Aufgabenstellung aus der Energietechnik und Prozessautomatisierung aus.	Architektur Embedded Systems Mikrocontroller Schnittstellen/Ports Bussysteme analoge/digitale Signale Quantisierungsfehler	Problemanalyse Nutzwertanalyse	Vor- und Nachteile der Digitalisierung analoger Daten.
wählen Zusatzkomponenten (z. B. Sensoren, Aktoren) aus, verbinden sie mit dem informationstechnischen System und nehmen sie in Betrieb.	Data Sheets, Schaltpläne und Anleitungen von Bauteilen und Systemen Anschluss von Sensoren Ansteuerung von Aktoren IoT / Internet der Dinge	Planung und Auswahl von Bauteilen und Systemen hinsichtlich des Anwendungsfalls und des Einsatzbereichs Einsatz von E-CAD-Systemen Konfiguration der Schnittstellen	Spannungsfeld Komfort, Sicherheit, Energieeinsparung Wechselwirkungen von Komponenten und Teilsystemen Technologien mit integrierten Sensoren/Aktoren
erstellen ein Ablaufdiagramm für eine Software.	strukturierte Programmierung Notationen, Symbolik Normen	Visualisierung der Abläufe und Algorithmen	Laufzeitprognosen
programmieren eine Software zur Steuerung des IT-Systems und seiner Zusatzkomponenten mittels einer Softwareentwicklungsumgebung.	Programmier-/Softwareentwicklungsumgebungen Programmbibliotheken Software-Testverfahren Softwaredokumentation	hardwarenahe Programmierung Programmierung in Hochsprache Erstellung, Test und Dokumentation von Programmcode in einer Entwicklungsumgebung	Software-Qualität (z.B. Korrektheit, Robustheit, Wartbarkeit, Effizienz) Versionsmanagement

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF2 INFORMATIONSTECHNIK FÜR AUFGABEN IN DER ENERGIETECHNIK UND PROZESSAUTOMATISIERUNG NUTZEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
verbinden das IT-System und seine Zusatzkomponenten mit Netzen unter Berücksichtigung technischer und organisatorischer Voraussetzungen.	Medien Schnittstellen Protokolle Adressen Koppelelemente	Anbindung eines technischen Systems an lokale, öffentliche und cloudbasierte Netze Übertragung von Daten über lokale, öffentliche und cloudbasierte Netze	Vor- und Nachteile dezentraler Speicherung Skalierbarkeit und Konvergenz von Netzen
beachten den Schutz personenbezogener Daten.	10 Gebote des Datenschutzes Datenschutzgesetze Datenschutzbeauftragte	Umsetzung der Datenschutzgesetze in der Praxis	Informationelle Selbstbestimmung
berücksichtigen bei der Datenspeicherung und -übertragung die Notwendigkeit der Datensicherheit und -verfügbarkeit.	Backup technische und organisatorische Ausfallsicherheit Verschlüsselung Schadsoftware Zugangssicherung	Erstellung einer Gefährdungsanalyse Erstellung und Umsetzung einer Risikomaßnahmeplanung und eines Datensicherungskonzeptes	betriebliche Abhängigkeit von Daten gesetzliche Regelungen zur Aufbewahrung Archivierung Grundschutzhandbuch des BSI

HINWEISE:	Informationstechnische Systeme beschäftigen sich mit der Gewinnung, Umwandlung, Übertragung, Vermittlung, Speicherung und Ausgabe von informationstragenden Signalen. Die Hauptaufgabe ist es, Informationen möglichst unverfälscht von einer oder mehreren Informationsquellen zu einer oder mehreren Informationssenken zu übermitteln. Informationstechnik befasst sich mit der Anwendung dieser komplexen Informationstechnischen Systeme, die ein koordiniertes Zusammenspiel von Hard- und Software erfordern. Dazu gehören die wissenschaftlichen Grundlagen und die technischen Realisierungen moderner informationsverarbeitender, -übertragender und -speichernder Systeme. Bei der Entwicklung solcher Systeme verschwimmen die klassischen Grenzen zwischen Elektrotechnik und Informatik, die üblicherweise mit Hardware bzw. Software assoziiert werden, zunehmend. Hard- und Software bilden heute immer mehr eine Einheit (Embedded Systems) und können oft nicht mehr getrennt voneinander und ohne die Betrachtung der Einsatzumgebungen entwickelt werden.

4.3.5 Lernfeld 3: Elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte analysieren und entwerfen [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF3 ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN, BAUGRUPPEN UND GERÄTE ANALYSIEREN UND ENTWERFEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
suchen Fehler in elektronischen Schaltungen.	elektronische Bauteile logische Bauteile Spannungs- und Stromquelle mit Innenwiderstand Spannungsteiler Brückenschaltung Datenblätter	Analyse elektronischer Schaltungen technische Berechnungen Dokumentation der Fehlerursache und deren möglicher Behebung	Toleranzbetrachtung Optimierung von elektrischen Schaltungen
messen technische Größen.	Messgeräte/-systeme auch rechnergestützt Messaufbauten Messgrößen Messprotokolle Messgenauigkeit Sicherheitsvorschriften	Aufbau eines Messsystems Durchführung einer Messung Dokumentation der Messergebnisse Interpretation der Messwerte	Präzision Systemdiagnose (Signalfluss)
verwenden elektronische Bauelemente und Sensoren.	aktive und passive Bauelemente lineare und nicht lineare Bauelemente Bauelemente zum elektrischen Erfassen nichtelektrischer Größen z. B.: • Aufbau • Funktionsprinzip • Symbolik • Kennlinien • Bauformen • Bilinguale Datenblätter	Planung von Schaltungen	Alterungsprozesse von Bauteilen (Burn in)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF3 ELEKTRONISCHE SCHALTUNGEN, BAUGRUPPEN UND GERÄTE ANALYSIEREN UND ENTWERFEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
entwerfen elektronische Schaltungen, Baugruppen und Geräte.	digitale Logik analoge Schaltungen z. B.: • Operationsverstärker • Optoelektronik • Stromrichtertechnik usw. komplexe Schaltungen Leistungselektronik PWM Anpassung von Sensoren und Aktoren	Nutzung von Werkzeugen und Methoden zur Simulation von Schaltungen	Diagnose Fehlerbehebung Schaltungsalternativen
beachten bei der Schaltungssynthese gängige Normen und Vorschriften (Schutz elektronischer Schaltungen).	EMV Störeinflüsse Kopplung Normen	Schutz von Schaltungen vor Störeinflüssen	Störungsdiagnostik
HINWEISE			

4.3.6 Lernfeld 4: Energietechnische Anlagen planen, dimensionieren, erstellen, überwachen und regeln [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF4 ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN, ERSTELLEN, ÜBERWACHEN UND REGELN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
planen zentrale und dezentrale Energieerzeugungsanlagen für einen Gebäudekomplex, ein Industriegebäude oder ein Verbundnetz.	Energieerzeugung: • regenerativ • endlich Installations-Komponenten Installations-Normen/-Vorschriften Installations-Aspekte der Energieerzeugungsanlage: • funktionale • ökologische • ökonomische Energieerzeuger	Ermittlung des Energiebedarfs Auswahl und Dimensionierung von Komponenten Erstellung technischer Berechnungen Schaltplanerstellung Planung und Dokumentation der Arbeitsschritte Verbundnetzsteuerung	Energiemanagement Tarifrecht und Vertragsgestaltung Börsenhandel Klimaschutzziele Alternativen
planen die Energieübertragung und Energieverteilung in Verbundnetzen.	Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik Netzstrukturen und Verteilungssysteme Normen, Vorschriften und Regeln Schutzmaßnahmen (beispielhaft: Netzschutz, Kurzschluss, Schutz von Leitungen und Personen) Energieversorgungs-Komponenten und Schaltanlagen (beispielhaft: Transformator, Wechselrichter, Leitungen und Kabel, Schaltgeräte, Sicherungen) Hochspannungstechnik Versorgungssicherheit	Dimensionierung von Energieanlagen Auswahl und Dimensionierung der Energieversorgungs-Komponenten Installation und Dokumentation von Schutzmaßnahmen in unterschiedlichen Bereichen Überwachung von Netzen	Energieübertragungsalternativen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF4 ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN, ERSTELLEN, ÜBERWACHEN UND REGELN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
dimensionieren den Netzaufbau von Niederspannungsanlagen.	Netzformen TAB Selektivität Erdungssysteme Leitungsschutz Personenschutz Kompensationsanlagen Wartung/Dokumentation	netzspezifische Anwendung von Planungsmethoden und Auslegung von Niederspannungsanlagen	Netzqualität Qualitätsmanagement
dimensionieren den Potenzialausgleich.	Normen/Vorschriften Potentialausgleichsysteme Schutzpotentialausgleich örtlicher Potentialausgleich anwendungsspezifische Potentialsteuerung	Auslegung eines Potentialausgleichs für unterschiedliche Anwendungsfälle	Gefährdungspotentiale

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF4 ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN, ERSTELLEN, ÜBERWACHEN UND REGELN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
erstellen Erdungssysteme.	Erdungsarten bzw. Erderarten Aufgaben von Erdungssystemen Beeinflussung von Erdungssystemen: • Überlagerung und Verschleppung von Potentialen • Korrosionen, usw. Normen und Vorschriften Prüfen von Erdungssystemen	bestimmungs- und netzspezifische Dimensionierung eines Erdungssystems	Grenzen des Erdungsverfahrens
entwickeln intelligente Netzsteuerungssysteme zur Überwachung und Regelung.	Geräte für die Erfassung von Messgrößen Geräte für die Regelung von Netzstrukturen Kommunikationsstruktur zur Netzregulierung Visualisierung Warnsysteme Lastmanagement und Überwachungstechnik intelligenter Netze Sicherheitsbetrachtung Dezentraler Zugriff auf Netzstrukturen	Umsetzung eines intelligenten Netzes	smarte Technologien fluktuierende Energieerzeugung
HINWEISE:			

4.3.7 Lernfeld 5: Gebäudetechnische Systeme und Steuerungen planen, dimensionieren und erstellen [180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF5 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
planen die Elektroinstallation eines Gebäudes.	Installations- und Verteilungskomponenten Normen und Vorschriften Gefahrenmeldeanlagen	Auswahl und Dimensionierung von Installationskomponenten Erstellung technischer Berechnungen Schaltplanerstellung Planung und Dokumentation der Arbeitsschritte	funktionale und ökonomische Installationsaspekte
planen die Energieversorgung eines Gebäudes.	Netzsysteme (TN, TT, IT) Schutzmaßnahmen, Notwendigkeit und Anwendungsbereiche der Schutzsysteme Energieversorgungs-Komponenten: • zum Schutz gegen elektrischen Schlag • zum Arbeitsschutz • zur Unfallverhütung Versorgungssicherheit Normen, Vorschriften und Regeln	Dimensionierung von Energieanlagen Auswahl und Dimensionierung von Energieversorgungs-Komponenten Installation und Dokumentation von Schutzmaßnahmen in unterschiedlichen Bereichen	Energieversorgungsalternativen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF5 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
dimensionieren ein äußeres Blitzschutzsystem.	Blitzschutzklassen Bauteile und Werkstoffe eines äußeren Blitzschutzsystems Auslegungsverfahren: • Blitzkugelverfahren • Maschenverfahren • Schutzwinkelverfahren Ableitungen Erdungssysteme Wartung/Dokumentation	Gebäudespezifische Anwendung von Planungsmethoden und Auswahl für Fangeinrichtungen	Physik der Gewitterblitze und der Elektrostatik
dimensionieren ein inneres Blitzschutzsystem.	Potentialausgleichsysteme Überspannungsschutzgeräte und deren Funktion Überspannungsschutzsysteme für Energiesysteme Überspannungsschutzsysteme für Daten und Informationstechnik anwendungsspezifische Qualitätsmerkmale eines inneren Blitzschutzsystems, Normen und Abstände Wartung/Dokumentation	Anforderungsspezifische Planung und Auswahl von inneren Blitzschutzsystemen	Schutzebenen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF5 GEBÄUDETECHNISCHE SYSTEME UND STEUERUNGEN PLANEN, DIMENSIONIEREN UND ERSTELLEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
erstellen Beleuchtungskonzepte.	Größen und Begriffe der Lichttechnik Gütemerkmale der Beleuchtung Lichtquellen Normen und Vorschriften Notbeleuchtung/Sicherheitsbeleuchtung Wirtschaftlichkeit	Erstellung einer Lichtplanung und eines Lichtmanagements Simulierte und reale Messung und Bewertung von erstellten Konzepten	Arbeitsplatz-Ergonomie Gesundheitsrisiken durch Lichtanteile Physik der Leuchtmittel
erstellen eine intelligente Gebäudesteuerung.	Geräte für die Gebäudeautomation und deren Kommunikationsstruktur Visualisierung Alarmsysteme Lastmanagement Überwachungstechnik Vor- und Nachteile intelligenter Gebäudesteuerungen Sicherheitsbetrachtung dezentraler Zugriff und Datensicherheit	Umsetzung eines intelligenten Gebäudekonzeptes	smarte Technologien
HINWEISE:			

4.3.8 Lernfeld 6: Antriebssysteme planen, in Betrieb nehmen und instand halten [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF6 ANTRIEBSSYSTEME PLANEN, IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
analysieren die Antriebsaufgabe des Kunden unter Berücksichtigung verschiedener Last- und Prozesssituationen.	Lastarten beispielhaftes Lastverhalten: • Hubvorrichtungen • Rührwerke • Lüfter mechanische und energetische Grundlagen, beispielhaft: • Drehbewegung • Längsbewegung • Drehmomentbedarf • Leistungsbedarf drehzahl- und positionsvariable Anforderungen Motor/Generatorbetrieb	strukturierte Erfassung und Beschreibung der Last- und Prozesssituation	vollständige Auslegung
analysieren das Betriebsumfeld des Antriebssystems.	Umgebungsbedingungen, beispielhaft: • Schutzarten • Bauformen • Energieeffizienzklassen • Kühlarten Kriterien für die Anpassung des Antriebssystems auf das Betriebsumfeld Einflussgrößen der Betriebssicherheit Betriebsarten Isolationsklassen Energiebereitstellung	strukturierte Erfassung des Antriebssystems und Berücksichtigung des Betriebsumfeldes	Rolle des Antriebssystems in der Produktionsanlage

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF6 ANTRIEBSSYSTEME PLANEN, IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
planen und dimensionieren eines Antriebs.	Motorarten/Generatorarten, beispielhaft: • Drehantriebe mit GM, ASM, SM • Positions-/Servoantriebe Kenndaten elektrischer Antriebe Arbeitspunktbestimmung Arbeitsbereich (beispielsweise 4-Quadrantenbetrieb) Elektrotechnische Spezifikationen in verschiedenen Wirtschaftsräumen	Projektierung und Dokumentation von Antriebssystemen nach Anforderungen Berücksichtigung der Kosten	vollständige Planung alternative Antriebe Antriebsmechanik
nehmen Antriebssysteme in Betrieb.	Anschluss Schutzklassen Betriebsumfeld Typenschild Schaltungsarten Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien, beispielhaft: • Sicherheitsregeln nach VDE • EMV-Richtlinien Optimierungsmöglichkeit der Inbetriebnahme	Einstellung, Parametrierung und Optimierung der Antriebssysteme Anschluss, Anpassung, Überprüfung und Übergabe des Antriebssystems und dessen Dokumentation	Arbeitssicherheit Produkt- und Anlagensicherheit

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF6 ANTRIEBSSYSTEME PLANEN, IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
steuern oder regeln Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards.	Antriebs-/Ansteuermethoden: • Anlauf • Bremsen • drehzahlverstellbar • positionierbar Regelungs- und Steuerungsarten Motor-/Generatorbetrieb	Vergleich der verschiedenen Antriebs- und Ansteuermethoden anwendungsspezifische Auslegung des Antriebs	Kosteneinsparpotentiale
beheben Fehler an einem vorhandenen Antriebssystem.	Fehlerursachen Fehlersuchstrategien Messtechnik Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien	Fehleranalyse eines Antriebssystems Auswahl geeigneter Messmethoden	mögliche Fehlerquellen
halten Antriebssysteme instand	Wartungsintervalle Herstellervorgaben Handbuch Wartungspläne Maßnahmen zur vorbeugenden Instandhaltung Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien	Erstellung von Instandhaltungsplänen Durchführung der Instandhaltung	Umweltaspekte Kostenoptimierung Instandhaltungsmanagement
HINWEISE:			

4.3.9 Lernfeld 7: Produktionssysteme planen, organisieren und optimieren [400h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF7 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
entwickeln kundenspezifische Lösungen für automatisierte Anlagen.	Betrachtungsebenen: • technisch • wirtschaftlich • ökologisch • sicherheitsrelevant Komponenteneigenschaften: • Sensoren • Verarbeitungsgeräte • Aktoren Eigenschaften der Automatisierungsgeräte Fluide Antriebe	Bewertung der Betrachtungsebenen Planung und Auslegung der Prozessabläufe Auswahl von Komponenten für Steuerungen und Regelungen	Wirtschaftlichkeit
erstellen Anwendungsprogramme fachgerecht und beachten Aspekte zum Bedienen und Beobachten von Anlagen.	aktuelle Programmiersprachen auf der Basis strukturierter, objektorientierter und graphischer Programmierung, beispielhaft: • FUP, KOP, AWL • SCL / Hochsprachen (z.B. C++) • GRAFCET • LabVIEW Visualisierung und Kommunikation • lokal • global • Webdienste (OPC-UA)	Programmierung von Anlagen Planung der Bedienkonzepte	Laufzeitoptimierung Softwarequalität Programmoptimierung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF7 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
vernetzen automatisierungstechnische Systeme und beachten hierbei aktuelle Standards bezüglich der IT-Sicherheit.	Eigenschaften und Komponenten der Netzwerktechnik im Themenfeld der Automation Echtzeitkommunikation in der Automatisierungsebene Eigenschaften und Besonderheiten aktueller Bus-, Feldbussysteme, zum Beispiel: Profinet, Profibus, ASI usw. IT-Sicherheit in der Automatisierung	Einsatz von Netzwerkkomponenten in Automatisierungssystemen Parametrierung, Steuerung und Wartung von Automatisierungsgeräten im Netz	Möglichkeiten und Risiken von Fernwartung und Webdiagnose in der Automatisierung
binden aktuelle Antriebs- und Handhabungssysteme ein.	professionelle Entwicklungssysteme Hardware und Softwareschnittstellen von Antriebssystemen Softwareparameter von Antriebssystemen Teachfunktion	Einbindung und Programmierung per SPS-Bustechnik Handhabung von Robotern	Prozessoptimierung Anlagensicherheit
erfassen, speichern, analysieren und werten Prozessdaten aus.	Speichermedien Daten in Cloudsystemen Datenbanken für Automationssysteme Analysesysteme	Auswahl und Nutzung geeigneter Speichermedien und Analysesysteme	Datenkonsistenz Datensicherheit
erfassen physikalische Größen mit geeigneten Sensoren und verarbeiten sowie visualisieren diese.	analoge und digitale Messwerterfassung Verarbeiten der Messwerte: • normieren • skalieren mögliche Messdatenerfassung, z. B.: Temperatur, Druck, Materialart, Farbe, Helligkeit, Masse, Position usw.	Erfassung und Verarbeitung der Messwerte	Datenvalidität

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF7 PRODUKTIONSSYSTEME PLANEN, ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
entwickeln Lösungen für komplexe steuerungs- und regelungstechnische Anlagen.	Steuerungssysteme Regler z. B. P/I/D Regelstrecke Regelkreis	Kopplung von Steuerung und Regelungssystemen. Entwicklung und Optimierung von Regelkreisen.	SCRUM-Modell heuristische Methoden Faustformelverfahren
planen und realisieren Visualisierungskonzepte.	exemplarisch: • Webserver, OPC-UA • VR und AR Technik • 3D-Simulationssoftware • HMI • Apps	Auswahl und Inbetriebnahme von Simulations- und Visualisierungssystemen.	ergonomische und effiziente Schnittstellen
HINWEISE:	Mit dem LF7 soll eine bessere Anbindung an die LF3 und LF6 erreicht werden. So ist es möglich das LF7 bereits im ersten Ausbildungsabschnitt starten zu lassen, um eine kontinuierliche Vorbereitung in Bezug auf die Steuerungs- und Regelungstechnik der Abschlussprojekte zu ermöglichen. 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 die zu jedem Zeitpunkt optimale Wertschöpfung abzuleiten, löst die als „Industrie 4.0“ bezeichnete nächste industrielle Revolution aus. Diese wird jetzt noch schwer abschätzbare Folgen für die Produktionssysteme und das hier beschriebene Lernfeld haben. Daher sind die hier genannten Wissensaspekte zukünftig flexibel an den Stand der Technik anzupassen.		

4.3.10 Lernfeld 8: Produktionsumfeld und aktuelle Technologien analysieren und bei der Projektierung berücksichtigen [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF8 PRODUKTIONSUMFELD UND AKTUELLE TECHNOLOGIEN ANALYSIEREN UND BEI DER PROJEKTIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
halten branchenspezifische Vorgaben ein (Food, Pharma, Chemie, Elektro, Metall, …).	Reinraumbedingungen Reinigungsprozesse in der Produktion und daraus resultierende Anforderungen an die Technik Qualifizierung/Validierung	anwendungsspezifische Projektierung von elektrischen Anlagen. Planung und Dokumentation der Arbeitsschritte	Auswirkungen von Verunreinigungen Qualitätssicherung Werkstoffkunde (produktberührende Werkstoffe)
berücksichtigen den EX-Schutz bei der Projektierung und Wartung/Inbetriebnahme von Betriebsmitteln.	Maßnahmen zum Explosionsschutz Gerätegruppen Zoneneinteilung Befähigte Person für Explosionsschutz Zündschutzarten Temperaturklassen Explosionsgruppen	Erstellen von Schaltplänen und Installationsplanungen Auswahl und Dimensionierung von Bauteilen für den EX-Bereich	Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig (PTB) Arbeits- und Produktionssicherheit
erkennen und entwickeln neue Prozesszusammenhänge und implementieren neue Technologien im Unternehmen.	Einsatz intelligenter Betriebsmittel und Anlagen cyber-physische Systeme (CPS) vernetzte Systeme Unternehmensebenen (ERP, MES, PLS, SPS, Sensor-Aktor) Smart Factory Cloud Datensicherheit lebenslanges Lernen (eLearning)	Umsetzung eines intelligenten Steuerungskonzeptes anwendungsspezifische Auswahl Smarter Technologie	Historie der Industriellen Revolution Wertschöpfungsprozesse in der Produktion

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker …	LF8 PRODUKTIONSUMFELD UND AKTUELLE TECHNOLOGIEN ANALYSIEREN UND BEI DER PROJEKTIERUNG BERÜCKSICHTIGEN		
	Sachwissen	**Prozesswissen**	**Reflexionswissen**
wenden die aktuellen Normen und Vorschriften fachgerecht an.	Anlagen und Geräteprüfungen Schutzarten Schutzklassen Wiederholungsprüfung VDE 0100, DGUV, etc.	anforderungsspezifische fachgerechte Planung und Installation von elektrischen Anlagen und Systemen.	Gefahren des elektrischen Stroms Arbeitssicherheit
berücksichtigen die geltenden Normen und Richtlinien, um eine Konformitätserklärung zu erreichen (CE-Kennzeichnung).	elektromagnetische Verträglichkeit Maschinenrichtlinie persönliche Schutzausrüstung Niederspannungsrichtlinie	anforderungsspezifische fachgerechte Planung, Installation und Dokumentation von elektrischen Betriebsmittel nach CE-Konformität	Notwendigkeit der Harmonisierung Produkt- und Anlagensicherheit Produktqualität
optimieren die Energieeffizienz in allgemeinen Fertigungsprozessen und –systemen.	Grundlastreduzierung und Spitzenlastvermeidung Gesamtprozessketten Jahreswirkungsgrad	partielle Systemabschaltung Optimierung der Stillstandszeiten Substitution von Prozessen Integration von Verfahren Verkürzung von Prozessketten	nachhaltiges Wirtschaften Steigerung der Wertschöpfung
HINWEISE:	Techniker und Technikerinnen können auf spezifische Anforderungen des Produktionsumfelds eingehen und gezielte Lösungen zu Teilbereichen erarbeiten. Schwerpunkte können in diesem Lernfeld gezielt auf die fachlichen Bereiche und die Wissenstiefe abgestimmt werden. Individualisierte auf den Techniker und die Technikerinnen und deren Arbeitsumfeld abgestimmte Handlungen versetzen diese in die Lage, auf spezifische Herausforderungen zu reagieren. Die Inhalte bzw. Teile dieses Lernfeldes bilden eine Lernfeldübergreifende Profilierung, Grundlage sowie eine Vernetzung des Zusammenhangswissens. Die Lernfeldinhalte gelten hierbei als Grundlage bzw. Hilfestellung. Die Gestaltung der Inhalte kann an die jeweils ausgewählten Teilhandlungen angepasst werden.		

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 Fertigkeitszielen*. 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.