

Hessisches Kultusministerium

HESSEN



Lehrplan

Zweijährige Fachschule für Technik

FACHRICHTUNG AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

BERUFLICHER LERNBEREICH

BILDUNGSLAND
Hessen 

Mai 2024

FACHMUSTER

Impressum

Lehrplan Zweijährige Fachschule für Technik
Fachrichtung Automatisierungstechnik.
Beruflicher Lernbereich
Ausgabe 2021

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 Automatisierungstechnik.....	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans	7
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen	7
3.2	Personale Kompetenzen	7
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen	8
3.4	Zielkategorien.....	9
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	10
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien	12
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen.....	12
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	14
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien	15
3.6	Zusammenfassung.....	16
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse	17
4.1	Lernfeldbegriff und Aufbau der Lernfeldbeschreibungen	17
4.2	Stundenübersicht	19
4.3	Beruflicher Lernbereich	20
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld)	20
4.3.2	Projektarbeit	22
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen.....	23
4.3.4	Lernfeld 2: Aufbau, Funktionsweise und Auswahl von industriellen Sensoren	25
4.3.5	Lernfeld 3: Anwendungsprogramme entwerfen, programmieren, testen und dokumentieren.....	27
4.3.6	Lernfeld 4: Automatisierte Systeme entwickeln, bereitstellen, dokumentieren, in Betrieb nehmen und an den Betreiber übergeben	29
4.3.7	Lernfeld 5: Netzwerke aus automatisierungstechnischen Komponenten und Systemen konzipieren, konfigurieren und in Betrieb nehmen.....	35
4.3.8	Lernfeld 6: Antriebe und Aktoren nach Lastsituation auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen	38
4.3.9	Lernfeld 7: Roboter für industrielle Anwendungen projektieren, in Betrieb nehmen, dokumentieren und an den Betreiber übergeben	42
4.3.10	Lernfeld 8: Produktionsanlagen konzipieren, realisieren und betreiben ...	47
5	Handhabung des Lehrplans	50
6	Literaturverzeichnis	52

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.

2 Grundlegung für die Fachrichtung Automatisierungstechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Automatisierungstechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut, z. B. bei der Planung, Projektierung, Programmierung, Inbetriebnahme und Instandhaltung automatisierter Anlagen der Fertigungs- und Prozessindustrie. 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.

Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

Maschinen und Anlagen werden mit komplexen Automatisierungssystemen ausgestattet. Dabei muss der zunehmenden Digitalisierung Rechnung getragen werden. Zum Beispiel kommunizieren Sensoren, Aktoren und Antriebssysteme über Feldbussysteme mit einer zentralen Steuereinheit (Automatisierungsgerät), die wiederum häufig mittels eines Netzwerks mit weiteren dezentralen Peripheriegeräten (z. B. **Human Machine Interface**) sowie übergeordneten Leitrechnern verbunden ist. 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 Au-

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

tomatisierungssysteme realisiert. Speicherprogrammierbare Steuerungen sorgen für den gewünschten Ablauf von Verfahren und Vorgängen. Regelungen bringen Prozessgrößen auf gewünschte Werte und halten diese gegen Störgrößen konstant. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert.

Der Lehrplan der Fachschule für Technik, Fachrichtung Automatisierungstechnik, geht von den praktischen Anforderungen einschlägiger Industrie- und Handwerksberufe aus, greift aber auch die fortschreitende technologische Entwicklung auf. 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 des vorliegenden Lehrplans insbesondere dazu beitragen, die Studierenden zur Bewältigung und Mitgestaltung des permanenten technologischen Wandels zu befähigen. Dazu müssen sie agil, projektorientiert und interdisziplinär arbeiten können.

Automatisierungstechnische Problemstellungen erfordern im gesellschaftlichen Kontext immer auch eine lernfeld- und fächerübergreifende Bearbeitung (Deutsch, Englisch, Politik, Wirtschaft, Recht und Umwelt), denn es geht in der Fachrichtung 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 Automatisierungstechnik auf Umwelt und Gesellschaft.

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

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker

- Probleme analysieren, strukturieren und lösen,
- Informationen selbstständig beschaffen, auswerten und strukturieren,
- im Team arbeiten, aber auch Führungsaufgaben übernehmen,
- agil, projektorientiert und interdisziplinär arbeiten,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen informieren und darin kommunizieren,
- sich eigenverantwortlich weiterbilden,
- automatisierte Anlagen unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikationstechniken projektieren, planen, in Betrieb nehmen und betreiben,
- spezifische Aufgaben im Bereich von Service und Wartung unter Beachtung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit organisieren, überwachen und ausführen,
- vernetzte Automatisierungssysteme und Roboter auswählen, programmieren, in Betrieb nehmen und instandhalten,
- Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse planen, steuern und optimieren,
- Produktionsqualität managen und für Arbeitssicherheit verantwortlich sorgen.

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 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 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 Metakommunikation 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, 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), 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 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, Moti-

vationen 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 motivational-affektive Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle sowie Anstrengungsbereitschaft und strategisch-organisatorische Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement und 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 sowie 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 von konkreten 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 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, 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 (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: 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 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 aufeinander aufbauen. 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 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 abgestützte Differenzierung der vielfältigen Ziele beruflicher Lehrpläne erreicht und 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 -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 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 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 zielgerichtetes 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 bestehenden Produktes oder eines 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 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 anwen-

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

3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

Den mathematisch akzentuierten Zielkategorien werden die Handlungsdimensionen *Operieren*, *Modellieren* und *Argumentieren* (kurz: O-M-A) 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 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 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, trotzdem 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.

ENTWURF

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 Rechneinsatz 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 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 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).

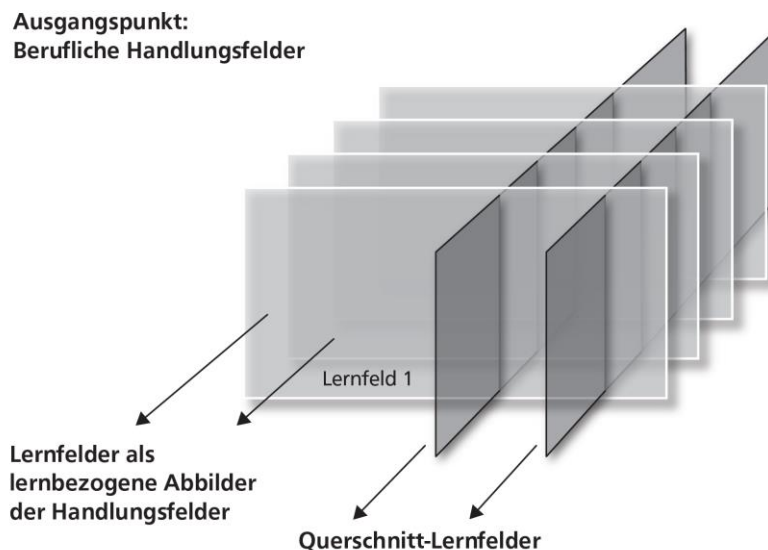


Abbildung 1: Beziehung zwischen berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

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

Für jedes Lernfeld dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich⁴ in Summe erreicht werden muss.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden	
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik	200	
Projektarbeit		200
Lernfelder		
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80-120
LF 2	Aufbau, Funktionsweise und Auswahl von industriellen Sensoren	200-240
LF 3	Anwendungsprogramme entwerfen, programmieren, testen und dokumentieren	180-220
LF 4	Automatisierte Systeme entwickeln, bereitstellen, dokumentieren, in Betrieb nehmen und an den Betreiber übergeben	260-300
LF 5	Netzwerke aus automatisierungstechnischen Komponenten und Systemen konzipieren, konfigurieren und in Betrieb nehmen	180-240
LF 6	Antriebe und Aktoren nach Lastsituation auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen	200-240
LF 7	Roboter für industrielle Anwendungen projektieren, in Betrieb nehmen, dokumentieren und an den Betreiber übergeben	180-220
LF 8	Produktionsanlagen konzipieren, realisieren und betreiben	120-180

⁴ Die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt ist als Empfehlung zu betrachten.

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 Schaltungen.	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.	<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 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 Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mithilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kartesisches Produkt • Surjektivität, Injektivität, Bijektivität <p>Funktionsbegriff mathematisches Modell vs. Realbezug</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 Wirtschaftlichkeit, Energie- und Rohstoffeinsatz, Arbeitsergonomie und -sicherheit, 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 Aufgabenstellungen sind so offen zu formulieren, dass sie die Aktivität der Studierenden in der Gruppe herausfordern und unterschiedliche Lösungsvarianten zulassen. 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 die methodische Vorbereitung für die Durchführung der Projekte über eine entsprechende Problem- und Aufgabenorientierung geleistet werden.</p>	<p>Die Zielvorstellungen, die inhaltlichen Anforderungen sowie die Durchführungsmodalitäten werden mit den Studierenden besprochen. In der Regel sollen Projekte aus der betrieblichen Praxis in Kooperation mit Betrieben bearbeitet werden. Die Vorschläge für Projektaufgaben sind durch einen Anforderungskatalog möglichst genau zu beschreiben.</p> <p>Alle eingebrachten Projektvorschläge werden durch die zuständige Konferenz z. B. auf Realisierbarkeit und Finanzierbarkeit geprüft, ausgewählt und beschlossen. Jede Projektarbeit wird von einem Lehrkräfteteam betreut. Die in LF1 „Projekte erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten sollen angewendet werden.</p> <p>Es empfiehlt sich während der Projektphase Projekttag einzuführen, an denen die am Projekt beteiligten Lehrkräfte nach Rücksprache beratend zur Verfügung stehen. Während dieser Zeit können die Studierenden die Projektarbeit beim Auftraggeber im Betrieb und / oder in den Räumlichkeiten der Schule durchführen. Da es sich um eine Schulveranstaltung handelt, besteht für sie während dieser Tätigkeit ein Versicherungsschutz für Unfall- und Haftpflichtschäden.</p>
HINWEISE:		

4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [80h-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: • 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 Projektorganisationsformen sowie Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag	Phasenplanung Beurteilung des Projekts auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrags Erstellung des Projektstrukturplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	und Projekthandbuch Projektstrukturplan und Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittel-, Kapazitäts- und Kostenplan	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 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: Aufbau, Funktionsweise und Auswahl von industriellen Sensoren [200h-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: AUFBAU, FUNKTIONSWEISE UND AUSWAHL VON INDUSTRIELLEN SENSOREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen messtechnisch die Funktion und Betriebswerte elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente und werten die Ergebnisse aus.	elektrische Messgeräte und -instrumente elektrische Messverfahren und -schaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen, z. B. Brücken für die Sensortechnik Regeln zum Aufbau von Messschaltungen	Handhabung von Messgeräten Aufbau von Messschaltungen Durchführung von Messungen	
...analysieren Arten von Messfehlern sowie deren Behandlung bzw. Vermeidung.	Arten von Messfehlern typische Fehlerarten Erscheinungsbilder unterschiedlicher Fehlerarten Ursachen von Messfehlern Regelwerke zu Messfehlern	systematische Fehlersuche 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.	Sensorarten, z. B. <ul style="list-style-type: none"> • Drucksensoren • Temperatursensoren • Durchflusssensoren • Füllstandssensoren • Massenstromsensoren Funktionsweise von Sensoren <ul style="list-style-type: none"> • Schaltung von Widerständen • Spannungsteiler • Brückenschaltung • elektrischer Schwingkreis Konfektionierung eines Sensorkabels	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 Kirchhoff'sche Regeln Pegelanpassung von elektrischen Signalen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: AUFBAU, FUNKTIONSWEISE UND AUSWAHL VON INDUSTRIELLEN SENSOREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... minimieren Störungen sowie systematische Fehler beim Einsatz von Sensoren.	Messkette Abschirmung Masseschleifen Messumformer Speisen und Trennen Einheitssignale Filter	Ausführung von Messketten in analoger Technik Anwendung von Strategien zur Vermeidung von Störsignalen	systematische Fehler
HINWEISE:	Dieses Lernfeld sollte zusammen mit Lernfeld 6 genutzt werden, in heterogenen Gruppen elektrotechnische Grundlagen aufzuarbeiten bzw. für das nötige Grundwissen zu sorgen. Eine abgestimmte Vorgehensweise mit den Lernfeldern 3 und 4 bietet sich außerdem an.		

4.3.5 Lernfeld 3: Anwendungsprogramme entwerfen, programmieren, testen und dokumentieren [180h-220h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ANWENDUNGSPROGRAMME ENTWERFEN, PROGRAMMIEREN, TESTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... lösen einfache Aufgaben in der Automatisierungstechnik mit logischen Verknüpfungen.	Grundverknüpfungen und Operatoren Diagramme zur Vereinfachung von Schaltfunktionen (z. B. KV-Diagramm)	Entwicklung digitaler Logikschaltungen	Grundlagen der Digitaltechnik Boole'sche Algebra Zahlensysteme
... dokumentieren analysierte oder selbst entworfene Algorithmen mit Hilfe von grafischen Darstellungsformen.	grafische Darstellungsformen für Algorithmen (z. B. Programmablaufpläne, Struktogramme, Zustandsdiagramme, Aktivitätsdiagramme) Notationen, Symbolik und Normen	Umgang mit einem geeigneten Zeichentool normgerechte Anwendung der Symbolik und der Visualisierung von Programmabläufen	
... verwenden passende Typen, Strukturen und Objekte zur Speicherung und Verarbeitung von Daten.	elementare Datentypen zusammengesetzte Datentypen globale – lokale Daten statische – dynamische Daten Operatoren und Operanden Ausdrücke Zuweisungen Typkonvertierungen	Deklaration von Variablen Umgang mit dem Programmeditor Formulierung algebraischer oder logischer Ausdrücke	Repräsentation von Daten im Speicher Rechenregeln für Grundrechenarten Regeln der Boole'schen Algebra
... analysieren bestehende oder entwerfen anforderungsgerechte Algorithmen.	Abfolge Kontrollstrukturen	Erkennung und Beschreibung von Strukturelementen und zusammengesetzten Strukturen	Terminierung von Schleifen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: ANWENDUNGSPROGRAMME ENTWERFEN, PROGRAMMIEREN, TESTEN UND DOKUMENTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln, testen und dokumentieren eigene Programme.	Programmier- und Softwareentwicklungsumgebungen Grundlagen des Programmaufbaus Funktionen/Unterprogramme Parameterübergabe Rückgabewert Syntax und Semantik wichtiger Bibliotheksfunktionen (z. B. Ein- und Ausgabe, Dateioperationen, Kommunikationsroutinen) Debugging-Funktionen Kommentare im Programmcode	Umgang mit Modulen oder mehreren Quelldateien in einem Programmierprojekt Einbindung von Bibliotheken Umgang mit der Programmierumgebung Debugging strategische Fehlersuche Vorgehensweise zur Dokumentation	Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit Prinzipien der strukturierten Programmierung
HINWEISE:	Das Lernfeld eignet sich gut für projektorientierten Unterricht. Eine abgestimmte Vorgehensweise mit den Lernfeldern 2 und 4 bietet sich an.		

4.3.6 Lernfeld 4: Automatisierte Systeme entwickeln, bereitstellen, dokumentieren, in Betrieb nehmen und an den Betreiber übergeben [260h-300h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: AUTOMATISIERTE SYSTEME ENTWICKELN, BEREIT STELLEN, DOKUMENTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Anforderungen und konzipieren Steuerungsabläufe und Regelungen für technische Systeme.	regelungs- und steuerungstechnische Grundbegriffe Merkmale von Steuerung und Regelung Wirkungsplan Steuerungs- und Regelkonzepte Aufbau und Funktionsweise von Steuerungen zyklische Arbeitsweise	Zeichnung von Wirkungsplänen	Prinzip der Gegenkopplung
... wählen Hardwarekomponenten für eine Steuerung oder einen Regelkreis aus.	aufgabenspezifische Hardware mechanische Komponenten elektrische- und elektropneumatische Komponenten pneumatische Komponenten hydraulische Komponenten Pneumatik und Hydraulikschaltpläne allpolige Schaltpläne	Analyse und Erstellung von Stromlauf-, Hydraulik- oder Pneumatikschaltplänen Zeichnung von allpoligen Schaltplänen aufgaben- und ortsspezifische Auswahl und Zusammenstellung von Automatisierungshardware Auswahl von Mess- und Stelleinrichtungen	Prämissen einer aufgaben- und zielorientierten Hardwareauswahl

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: AUTOMATISIERTE SYSTEME ENTWICKELN, BEREIT STELLEN, DOKUMENTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen technische Anlagen unter sicherheitstechnischen Aspekten und Einhaltung aktueller Normen.	technische Regeln für Betriebssicherheit Gefährdungsanalyse / Risikoanalyse / Risikograph Risikominderung und Feststellung von Risiken Anlagensicherheit Sicherheitshinweise Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) Anordnungen von Schalt- und Bedienelementen Not-Aus und Not-Halt Sicherheitsschaltgeräte Verfahren zur CE Kennzeichnung von Maschinen und Anlagen / CE-Konformitätserklärung Maschinenrichtlinie / 9 Verordnung ProdSG funktionale Sicherheit von Sicherheitstechnischen Systemen funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektronischer, programmierbarer Systeme	Einordnungen von Anlagen in SIL und PL Anwendung einschlägiger Normen (z. B. DIN EN 60204 und DIN ISO EN 13850) sicherheitstechnische Bewertung von Anlagen Erstellung einer Bedienungsanleitung	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: AUTOMATISIERTE SYSTEME ENTWICKELN, BEREIT STELLEN, DOKUMENTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln Steuerungsprogramme mithilfe von Bibliotheken, konfigurieren die entsprechende Hard- und Software aufgabenbezogen, parametrieren diese und nehmen sie in Betrieb.	Automatisierungssoftware Programmiersprachen (z. B. FUP, SCL/ST Hochsprachen) Simulationsumgebungen Bibliotheksfähigkeit Kontrollstrukturen wie IF-ELSE und SWITCH-CASE Schleifen wie FOR und WHILE Datentypen (z. B. eigene Datentypen, Rezepte) Strukturen und Arrays 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	
... erfassen, analysieren und planen Steuerungen, erstellen diese unter Einhaltung der Normen, setzen sie steuerungstechnisch um und überprüfen ihre Funktion selbstständig.	Entwurfsmethoden für Ablaufsteuerungen DIN EN 60648 / 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

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: AUTOMATISIERTE SYSTEME ENTWICKELN, BEREIT STELLEN, DOKUMENTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... 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 Strukturierung von Programmen unter Einbindung von Anlagen- und Produktkennzeichnung	Nutzung von Strukturen aus fremden Programmen für die Fehlersuche	
... nehmen das Automatisierungssystem unter Berücksichtigung der Risikobeurteilung in Betrieb und dokumentieren dies.	Kommunikationstechnik zwischen Programmiergeräten, Automatisierungsgeräten, Antrieben und HMI-Geräten Beobachtungs- und Steuerfunktionen Fehlersuchfunktionen Textverarbeitung und Tabellenkalkulation Zeichenprogramme Risikobeurteilung	Adressierung von Teilnehmern Konfiguration und Parametrierung von Automatisierungssystemen Testen der Ein- und Ausgänge Achsenreferenzierung Inbetriebnahme der Software Fehlersuche Durchführung einer Risikobeurteilung (Risikoanalyse, -einschätzung, und -bewertung) Erstellung von Schaltplänen	
... erstellen Human Machine Interfaces (HMI) für automatisierte Maschinen und Anlagen.	Bedienkonzepte Bedien- und Beobachtungsfunktionen Visualisierungssoftware Webserverfunktionen herstellerübergreifende Kommunikationsstandards	Erstellung und Parametrierung benutzerfreundlicher Bedienoberflächen	Ergonomie Datenkonsistenz

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: AUTOMATISIERTE SYSTEME ENTWICKELN, BEREIT STELLEN, DOKUMENTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und parametrieren fehlersichere Steuerungen.	Fehlersicherheit sicherheitstechnische Hardwaremaßnahmen sicherheitstechnische Softwaremaßnahmen Sicherheitsschaltungen fehlersichere Steuerungen Strategien zur Fehlervermeidung	Parametrierung, Inbetriebnahme und Wartung von fehlersicheren Steuerungen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: AUTOMATISIERTE SYSTEME ENTWICKELN, BEREIT STELLEN, DOKUMENTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen eine Regelungsstruktur und geeignete Regler aus, parametrieren und optimieren sie.	Reglerarten (kontinuierliche Regler, Zweipunktregler, Dreipunktregler) Reglerstrukturen (P-, I-, PI-, PD- und PID-Regler) Reglerkenngößen Auswahlkriterien für Regler Störungs- und Führungsverhalten Parametrierverfahren für Regler Kennlinien von Regelstrecken Zeitverhalten von Regelstrecken Kenngrößen verschiedener Regelstrecken der Ordnung null bis n mit und ohne Ausgleich Regelbarkeit Stabilität im Regelkreis Gütekriterien einer Regelung Kaskade Störgrößenaufschaltung Verhältnisregelung Simulationssoftware	Bedienung eines Hardware- bzw. Softwarereglers Parametrierung von Reglern Beurteilung des Reglereingriffs Auswahl passender Regler für vorhandene Regelstrecken Kennlinien von Regelstrecken Beachtung von Sicherheitsaspekten bei der Sprungantwortaufnahme Bestimmung von Kenngrößen aus Sprungantworten und Kennlinien Beurteilung und Bestimmung der Regelbarkeit Nachoptimierung von Reglern mit empirischen Verfahren Beurteilung der Regelgüte Aufbau und Inbetriebnahme einer Kaskadenregelung Verbesserung der Regelgüte durch eine Störgrößenaufschaltung Auswahl von Hilfsregelgrößen Anwendung und Einsatz von Simulationssoftware	Bedeutung des Differenzierens und Integrierens
HINWEISE:	Eine abgestimmte Vorgehensweise mit den Lernfeldern 2 und 3 bietet sich an.		

4.3.7 Lernfeld 5: Netzwerke aus automatisierungstechnischen Komponenten und Systemen konzipieren, konfigurieren und in Betrieb nehmen [180h-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: NETZWERKE AUS AUTOMATISIERUNGSTECHNISCHEN KOMPONENTEN UND SYSTEMEN KONZIPIEREN, KONFIGURIEREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konzipieren Systeme um digitale Signale zu übertragen.	digitale Datenübertragung, Kanalkodierung, Datenkomprimierung OSI Schichtenmodell	Auswahl von Komponenten und Systemen nach geforderter Spezifikation Einschätzen von Kanalkapazitäten und Zeitdauer der Übertragung	Zahlensysteme
... planen informationstechnische Netzwerke und Systeme anlagenspezifisch, bauen sie auf und konfigurieren sie.	Adressnutzung und Internetanbindung, NAT TCP/IP, allg. Frameaufbau unterschiedlicher Übertragungstechnologien, Anwendungsprotokolle, Protokollstapel, IP-Netze, Netzwerktopologien, -geräte und -protokolle (Hub, Switch, Router, DNS, UDP, MRP, Netzwerktypen, WLAN, Weitverkehrsnetze, VLAN - physikalische Netzinfrastruktur in virtuelle Netze aufteilen) Terminierung, Verdrahtungsfehler, Schirmungsfehler	Netzwerkkomponenten anforderungsbezogen auswählen, zusammenstellen und in Betrieb nehmen Netzwerke aufbauen und konfigurieren (Switche, Router, ...) Einrichten eines IP-gestützten Netzes im Betrieb mit Anbindung an Weitverkehrsnetze Unterschiedliche informationstechnische Netzwerke planen, verknüpfen und betreiben Strategische Fehlersuche Planung von zukünftiger drahtgebundener und drahtloser Netzinfrastruktur	OSI Schichtenmodell

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: NETZWERKE AUS AUTOMATISIERUNGSTECHNISCHEN KOMPONENTEN UND SYSTEMEN KONZIPIEREN, KONFIGURIEREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... richten Netzwerke für die Automatisierung moderner Anlagen ein.	Eigenschaften und Komponenten der Netzwerktechnik im Themenfeld der Automation Echtzeitfunktionalität, Ausfallsicherheit und Skalierbarkeit Cyber-physische Systeme IOT, Industrial Internet of Things	Einsatz von Netzwerkkomponenten in Automatisierungssystemen Parametrierung, Steuerung und Wartung von Automatisierungsgeräten im Netz industrietaugliches Netzwerkdesign	Zuverlässigkeit
.. verbinden die Feldebene mit der Steuerungsebene.	Eigenschaften und Besonderheiten aktueller Bus- und Feldbussysteme, z. B.: Profinet, Profibus, AS-Interface, IO-Link, CAN-Bus Fehlersichere Systeme / Profisafe	Parametrierung und Konfiguration eines Netzwerkes und seiner Teilnehmer	Echtzeitfähigkeit
... verbinden Steuerungen untereinander oder mit übergeordneten Systemen.	OPC-UA Kommunikation und Visualisierung PUT-GET Verbindungen zwischen Steuerungen MQTT API / REST / http Schnittstellen eines Rechnersystems	Aufbauen von Netzwerken mit der Esperantosprache OPC-UA – Node Red (Ausfallsicherheit, Patchmanagement)	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: NETZWERKE AUS AUTOMATISIERUNGSTECHNISCHEN KOMPONENTEN UND SYSTEMEN KONZIPIEREN, KONFIGURIEREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... gewährleisten Datensicherheit und Datenschutz in digitalen Netzwerkstrukturen.	IT-Sicherheit in der Automatisierung Firewalling Datenkonzepte für Edge-Computing Angriffsszenarien und Schutzmaßnahmen Tunneling, Authentifizierung und Verschlüsselung (VPN) Netzwerksicherheit Verschlüsselung	Einhaltung und Weiterentwicklung von Security-Konzepten Realisierung von Virtuellen Privaten Netzen (VPN) Netzwerkkomponenten unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten auswählen und konfigurieren Konzepte zur Datensicherheit umsetzen und erläutern sowie die Umsetzung dokumentieren Vorgaben zum Datenschutz einhalten	IT-Grundschutz Möglichkeiten und Risiken von Fernwartung und Webdiagnose in der Automatisierung
... gewährleisten die Verfügbarkeit der benötigten Daten.	Ausfallsicherheit USV Backup (differenziell, inkrementell) Patch-Management NAS / Server Speicher wie HDD, SSD usw. Schnittstellen eines Rechnersystems	Erstellung einer Risikobewertung Entwicklung und Einhaltung von Pflegeroutinen Vereinbarung von Regeln Auswahl und Einsatz geeigneter Komponenten Planung der Hardware von Rechnern und Datenspeichersystemen, um Daten sicher speichern zu können	informatische Hintergründe für die Pflege und Wartung von Systemen und Datenbeständen Cloud
HINWEISE:			

4.3.8 Lernfeld 6: Antriebe und Aktoren nach Lastsituation auswählen und in der Automatisierungstechnik einsetzen [200h-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ANTRIEBE UND AKTOREN NACH LASTSITUATION AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren die Funktionsweise elektrischer, elektronischer und elektromechanischer Bauelemente, Baugruppen, Geräte und Systeme anhand von Schaltplänen und entwickeln Schaltungen.	<p>elektrische und mechanische Grundgesetze und Grundgrößen</p> <p>elektrische und elektronische Bauelemente</p> <p>Schaltzeichen und deren Zusammenhänge</p> <p>elektrotechnische Elementarschaltungen für Gleich- sowie ein- und mehrphasige Wechselgrößen</p> <p>symmetrische und unsymmetrische Belastung sowie Kompensation</p> <p>Schaltpläne</p> <p>Unterschiede zwischen verschiedenen Schaltungsunterlagen</p>	<p>Berechnung von Parametern</p> <p>Arbeit mit Tabellenwerken</p> <p>Umrechnung von Grundgrößen</p> <p>Berechnung von Kenngrößen und Darstellung der Ergebnisse</p> <p>Dimensionierung elektrischer Komponenten</p> <p>Erstellung von Schaltplänen</p>	<p>elektrisches und magnetisches Feld</p> <p>Wirkprinzipien der Bauelemente</p>
... verwenden leistungselektronische Grundschaltungen.	<p>Halbleiterbauelemente (Dioden, Transistoren, Thyristoren)</p> <p>Netzteile</p> <p>Pulsweitenmodulation (DC, AC)</p> <p>Gleichstromsteller</p> <p>Gleichrichter</p> <p>Wechselrichter</p> <p>Vierquadrantensteller</p> <p>Aufbau eines Frequenzumrichters</p>	<p>Planung von Netzteilen nach Kundenvorgaben</p>	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ANTRIEBE UND AKTOREN NACH LASTSITUATION AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren die Antriebsaufgabe des Kunden unter Berücksichtigung verschiedener Last- und Prozesssituationen.	mechanische und energetische Grundlagen (z. B. Drehbewegung, Längsbewegung, Drehmomentbedarf, Leistungsbedarf) <ul style="list-style-type: none"> • Weg, Zeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung • Masse, Kraft, Arbeit, Leistung und Moment • potentielle und kinetische Energie • beschleunigte und stationäre Bewegung Lastarten (z. B. Hubvorrichtungen, Rührwerke, Lüfter) drehzahl- und positionsvariable Anforderungen Motor- und Generatorbetrieb Motorkennlinien	Bestimmung von Kräften Bestimmung des Kräftegleichgewichts Vektorrechnung Bestimmung von linearer und kreisförmiger Geschwindigkeit und Beschleunigung Erfassung und Beschreibung von Last- und Prozesssituationen, z. B. mit Kennlinien	Prinzip des Kräfte- und Momentengleichgewichts Bewegungsgleichungen Topologie des mechanischen Antriebsstrangs vollständige und strukturierte Auslegung Normbauteile

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ANTRIEBE UND AKTOREN NACH LASTSITUATION AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und dimensionieren Antriebe und Aktoren unter Berücksichtigung des Betriebsumfeldes.	<p>Motorarten (Gleichstrommaschine, Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Servo, fluid angetriebene Aktoren)</p> <p>Fluidpläne</p> <p>Kenndaten von Antrieben, Typenschild</p> <p>Arbeitsbereich (z. B. Vierquadrantenbetrieb)</p> <p>Länderspezifikation</p> <p>Umgebungsbedingungen (z. B. Schutzarten, Bauformen, Ex-Schutz, E-Effizienz, Kühlarten)</p> <p>Einflussgrößen der Betriebssicherheit</p> <p>Betriebsarten</p> <p>IP-Schutzklassen</p> <p>Isolationsklassen</p> <p>Energiebereitstellung</p>	<p>Arbeiten mit Katalogen</p> <p>Bilden von Auswahlkriterien</p> <p>Projektierung und Dokumentation von Antriebssystemen nach Anforderungen</p> <p>Erstellung von Fluidplänen</p> <p>Erfassung des Antriebssystems und Berücksichtigung des Betriebsumfeldes</p>	<p>Anlagensicherheit</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ANTRIEBE UND AKTOREN NACH LASTSITUATION AUSWÄHLEN UND IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK EINSETZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... integrieren Antriebe und Aktoren in Anlagen und nehmen diese in Betrieb.	Antriebs- und Ansteuermethoden: <ul style="list-style-type: none"> • Anlauf und Bremsen • drehzahlverstellbar • positionierbar Schaltungsarten Positionserkennung durch Inkrementalsensor o. ä. Frequenzumrichter und Softstarter Softwaresteuerung und -regelung mittels Technologieobjekten Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien Optimierungsmöglichkeiten Notstopp-Verhalten	Anpassung und Überprüfung des Antriebssystems Einstellung, Parametrierung und Optimierung anwendungsspezifische Ansteuerung des Antriebs Ansteuerung von Ventilinseln Nutzung von Soft- und Hardwaresteuerungen zur Realisierung von Antriebssteuerungen und Regelungen Übergabe des Antriebssystems und dessen Dokumentation	Kosteneinsparpotenziale Fehlervermeidung Qualitätsmanagement
HINWEISE:	Dieses Lernfeld sollte zusammen mit Lernfeld 2 genutzt werden, in heterogenen Gruppen elektrotechnische und mechanische Grundlagen aufzuarbeiten bzw. für das nötige Grundwissen zu sorgen.		

4.3.9 Lernfeld 7: Roboter für industrielle Anwendungen projektieren, in Betrieb nehmen, dokumentieren und an den Betreiber übergeben [180h-220h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ROBOTER FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN PROJEKTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN, DOKUMENTIEREN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bedienen den Roboter mit dem Handbediengerät.	Arbeitsaufgaben und Einsatzmöglichkeiten von Robotern Betriebsarten <ul style="list-style-type: none"> • Einrichtbetrieb • Einzel- und Dauerzyklus (Automatikbetrieb) • Tippbetrieb Aufbau des Handbediengeräts Totmannschalter Konfigurationsvarianten, Achsstellungen Referenzpositionen Koordinatensysteme (x, y, z, joint, tool, user) Geschwindigkeiten Bewegungsarten <ul style="list-style-type: none"> • linear, Joint, p2p und circular (Kreisbewegung) • fine und cnt (verschleifen) Fehlerarten und -fälle (maschinelle und menschliche Fehler)	Initiierung des Roboters <ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit dem Handbediengerät • Umgang mit der Robotersteuerung (einschalten, Betriebswahl) Verfahren des Roboters <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl des Koordinatensystems • Einstellung der Geschwindigkeit • Auswahl und Starten des Programms Umgang mit Fehlern <ul style="list-style-type: none"> • Verfahren in Referenzposition bei Fehlerfall/Crash (Fehler auflösen) • Auswahl der Betriebsart (auf T1) • Bedienung mit Handbediengerät im Richtbetrieb Aktivierung der Anlage	Unterschiede zwischen Betriebsarten Maschinenrichtlinie Normen und Richtlinien für Industrieroboter (DGUV)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ROBOTER FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN PROJEKTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN, DOKUMENTIEREN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... konzipieren sichere und zuverlässige Robotersysteme.</p>	<p>Arbeitssicherheit Sicherheitseinrichtungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Türschalter • Not-Aus • Matten • Lichtschranken und Lasersensoren • Kameras <p>Richtlinien für Maschinensicherheit mögliche Fehler an elektrischen und mechanischen Elementen/Komponenten des Robotersystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masterung • Greifer • Pneumatik • Elektrische Energie • Getriebe • Achsen <p>Arten der Datensicherung</p>	<p>Prüfung der Einsatzbedingungen nach Vorgaben Fehlersuche an elektrischen und mechanischen Elementen/Komponenten des Robotersystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung der Masterung • Kommunikation mit Service • Analyse der Zustände • Austausch von Peripherie <p>Datensicherung mit dem Handbediengerät (mit aktuellen Zustandsdaten) Erstellung von System-Backups Einspielung von Images und Daten</p>	<p>Präzision und Wiederholgenauigkeit von Abläufen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ROBOTER FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN PROJEKTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN, DOKUMENTIEREN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wählen einen Roboter aus, nehmen ihn in Betrieb, richten ihn ein und stellen sicher, dass der Betrieb gewährleistet ist.</p>	<p>Arten der Industrierobotertechnik inklusive Peripherie Auswahlkriterien für Roboter (z. B. absolute Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit von Abläufen) Besonderheiten kollaborierender Roboter Aufbau von Roboterarmen/Achsen (serielle und parallele Kinematik) Aufbau von Robotern, Robotersteuerungen und Endeffektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anschlüsse • Energieversorgung • Spezifikationen des Endeffektors • Singularität • Payload (Gewicht ab Flansch (inkl. Greifer)) • Geometriedaten (Zelle und Roboter) • Greiferdaten/Schnellwechselsysteme • Peripherie (SPS, Profinet/Profibus, io-Link) • Sicherheitseinrichtungen • Sensordaten • Kamerasysteme (monochrom, Farbe, Auflösung, Brennweiten...) <p>digitaler Zwilling</p>	<p>Auswahl geeigneter Roboter Einrichtung von Endeffektoren mit dem Handbediengerät Werkzeugauswahl unter Berücksichtigung des Payloads Vorbereitung von Schnellwechselsystemen Einmessung von Werkzeugen Festlegung von Arbeitsbereichen (user frames) Sicherheitsräume/-bereiche festlegen Installation von Peripherie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anschluss • Integration • Ansteuerung <p>Einbindung und Konfiguration von Sicherheitseinrichtungen und Sensoren Einbindung und Kalibrierung einer Kamera in das System und Einrichten des Bauteils virtuelle Inbetriebnahme</p>	<p>Freiheitsgrade und Arbeitsräume mathematische Modellierung Koordinatentransformation</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ROBOTER FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN PROJEKTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN, DOKUMENTIEREN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln, simulieren, optimieren und korrigieren Programme nach Kundenvorgaben und sichern Programme, Änderungen und Zustände ab.	Aufbau der Programmier- und Softwareentwicklungsumgebungen Makros Ordnerstruktur Aufbau des Programmkopfes (Informationen rund um das Programm) Parameterübergabe (externe Peripherie) Variablen/Register/Positionsregister Timer Zähler Sprungbefehle digitale Bildbearbeitung Offset Zykluszeiten Hintergrundprogramme	Definition von Referenzpositionen Einbindung von Bibliotheken und Makros Umgang mit der Programmierumgebung Transfer der Programme an Roboter Programmsimulation (Kollisionserkennung, Fundamentplan, Taktzeitermittlung) virtuelle Inbetriebnahme samt gegebener CAD-Daten Programmtest am Roboter Optimierung der Verfahrswege und -geschwindigkeiten/Zykluszeiten	Hochsprachenprogrammierung (siehe Hinweis)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ROBOTER FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN PROJEKTIEREN, IN BETRIEB NEHMEN, DOKUMENTIEREN UND AN DEN BETREIBER ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... dokumentieren eine Roboteranwendung für den Betreiber.	Struktur einer Dokumentation ⁵	Dokumentation von Roboterprogrammen normgerechte Darstellung von Abläufen Erstellung von Funktionsbeschreibungen und Bedienungsanleitungen Darstellung sicherheitsrelevanter Aspekte	
HINWEIS:	Kenntnisse der Hochsprachenprogrammierung und Ablaufbeschreibung aus den Lernfeldern 3 und 4 werden hier vorausgesetzt und richten sich nach den herstellereigenen Möglichkeiten.		

⁵ Beispielhafter Aufbau:

1. Programmauswahl und –start (a. Setup Information; b. Programmablageort, Grundstellung und Randbedingungen; c. Bedienungsanleitung zum Starten des Programms)
2. Startvorbereitungen (a. Einrichtung der erforderlichen Koordinatensysteme; b. Referenzpositionen)
3. Roboter Setup – technische Spezifikation der Gesamtanlage (a. Einmessmethode; b. Payload, c. Sicherheitsbereich)
4. Register (a. numerische Register; b. Positionsregister)
5. Schnittstellenbeschreibung: verwendete digitale Eingänge und Ausgänge
6. genutzte Unterprogramme bzw. Bibliotheksprogramme
7. Ablaufbeschreibung des Programms
8. Sicherheitsbetrachtung

4.3.10 Lernfeld 8: Produktionsanlagen konzipieren, realisieren und betreiben [120h-180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 PRODUKTIONSANLAGEN KONZIPIEREN, REALISIEREN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konzipieren eine Produktionsanlage unter Beachtung von Vorschriften.	Schutzmaßnahmen, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) DIN VDE 0100 – 510/600 , DIN VDE 0113, DIN VDE 0100-700 VDE 1000 Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen Explosionsdreieck explosionsgefährdete Zonen Gerätekategorien Zündschutzarten Temperaturklassen ATEX-Richtlinien Kennzeichnung und Konformitätserklärung	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen Beurteilung der Prozessumgebung Auswahl der Maßnahmen Berücksichtigung des Sicherheitskonzepts bei der Instrumentierung	physiologische Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper Schutz von Produkt, Anlage, Personal und Umwelt
... konzipieren eine Produktionsanlage unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit.	Produktionsketten / Auslastung von Maschinen Jahreswirkungsgrad und Energieeffizienz von Prozessen und Anlagen Green IT (Einsparpotentiale, Leistung, Wärme) Energiemanagementsysteme RFID-Technik Smarte Sensoren	Netzwerkfähige Aktoren und Sensoren integrieren und für die Anwendungen parametrieren	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 PRODUKTIONSANLAGEN KONZIPIEREN, REALISIEREN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... konzipieren eine Produktionsanlage unter Beachtung von Kundenanforderungen.	<p>Anlagen in der Lebensmittelindustrie und in Räumen, für die spezielle Vorgaben verpflichtend sind (Reinraum, Feuchträume, Niedertemperaturräume usw.)</p> <p>Datenmanagement mit MES und ERP</p> <p>aktuelle Normen für Schaltpläne und Dokumente der Elektrotechnik</p> <p>Software zur Erstellung von Schaltplänen</p>	<p>Prozessabläufe innerhalb vernetzter Systeme aufgabenbezogen planen und realisieren</p> <p>Definition und Dokumentation der Schnittstellen zu übergeordneten Systemen (z. B. MES)</p> <p>Kommunikationssysteme, Kommunikationsschnittstellen, Identifikationssysteme und MES-Anbindung auswählen und anwenden</p> <p>Erstellung normgerechter Dokumentationen</p> <p>Fehlersuche in Baugruppen</p> <p>Erstellen von normgerechten Schaltplänen mit einer geeigneten Softwareumgebung</p>	<p>Service-Orientierte Architekturen (SOA)</p>
... realisieren oder optimieren eine Produktionsanlage.	<p>übergeordnete Systeme (z. B. MES)</p> <p>Konfigurationsebene der Software</p> <p>Bibliotheksbausteine</p> <p>Funktionen der Bedienebene</p> <p>Condition Monitoring</p>	<p>Hard- und Softwarekonfiguration</p> <p>Konfiguration von Steuerungen und Regelungen</p> <p>Anwendungsbezogene Applikationen für vernetzte Anlagen</p> <p>Applikationen auch in höherer Programmiersprache analysieren und anpassen</p> <p>Visualisierung von Prozessabbildern</p> <p>Anbindung eines Automatisierungsnetzwerks an bestehende lokale und globale Netze</p> <p>Monitoring für Energieströme in vernetzten Anlagen auswerten und Kriterien für Effizienzmaßnahmen entwickeln</p>	<p>Prinzipien zur Verbesserung der Änderbarkeit (Softwarequalität)</p> <p>Bediensicherheit</p> <p>Ergonomie</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8 PRODUKTIONSANLAGEN KONZIPIEREN, REALISIEREN UND BETREIBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen eine Produktionsanlage nach Kundenvorgaben in Betrieb und übergeben sie an den Kunden.	Normen Messgeräte Messprotokolle Lasten-, Pflichtenheft Anforderungsliste Datenmanagement	Inbetriebnahme nach gesetzlichen Vorgaben Inbetriebnahme nach Kundenvorgaben <ul style="list-style-type: none"> • Soll-/Ist-Vergleich • Aufzeichnen von Daten • Datenanalyse Dokumentation der Inbetriebnahme Prozessüberwachung im sicherheits-, umwelt- und gesundheitsrelevanten Bereich	
... halten die Produktionsanlage instand und warten sie.	Herstellervorgaben Umweltaspekte Wartungspläne Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien Fehlersuchstrategie	Erstellung von Wartungsplänen und Durchführung der Wartung Fehleranalyse	
HINWEISE:	Dieses Lernfeld lädt dazu ein, projektorientiert umgesetzt zu werden. Hierbei können auch übergeordnete Aspekte betrachtet werden, die in den übrigen Lernfeldern nicht aufgegriffen wurden.		

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 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. 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*, welcher 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.

ENTWURF

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.