

Hessisches Kultusministerium

HESSEN



Lehrplan

Zweijährige Fachschule für Technik

FACHRICHTUNG MASCHINENTECHNIK

SCHWERPUNKT VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNIK

BERUFLICHER LERNBEREICH

BILDUNGSLAND
Hessen



Impressum

Lehrplan Zweijährige Fachschule für Technik
Fachrichtung Maschinentechnik
Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik
Beruflicher Lernbereich
Ausgabe 2020

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

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

Inhaltsverzeichnis

1	Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft.....	4
2	Grundlegung für die Fachrichtung Maschinentechnik	5
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans	10
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen	10
3.2	Personale Kompetenzen	11
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen	11
3.4	Zielkategorien.....	12
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	13
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien	15
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen.....	15
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	17
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien	18
3.6	Zusammenfassung.....	19
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse	20
4.1	Lernfeldbegriff und Aufbau der Lernfeldbeschreibungen	20
4.2	Stundenübersicht	21
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: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	28
4.3.5	Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte unter naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten.....	31
4.3.6	Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	33
4.3.7	Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx-Methoden modellieren, darstellen und realisieren	35
4.3.8	Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen unter technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	37
4.3.9	Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	39
4.3.10	Lernfeld 8: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse leiten	41
4.3.11	Lernfeld 9: Verfahrens- und umwelttechnische Anlagen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten planen	43
4.3.12	Lernfeld 10: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten auslegen	45
5	Handhabung des Lehrplans	49
6	Literaturverzeichnis	51

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

¹DQR Niveau 6

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

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.

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 Maschinentechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung, Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, in der Produktion von Maschinen und anderer mittels Maschinen- und Apparatechnik erzeugter Produkte, in der Instandhaltung und im Service eingesetzt. Gegenüber dem Ingenieur grenzt die Technikerin / der Techniker sich durch die verstärkte Praxisbezogenheit seiner schulischen und betrieblichen Vor- und Ausbildung ab.

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

- Anwendung von Methoden der Ideenfindung und Kreativitätstechniken,
- Anwendung von Methoden der Projektplanung und -durchführung sowie des Projektcontrollings,

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

- Analyse und Umsetzung nationaler sowie internationaler wirtschaftlicher und ökologischer Rahmenbedingungen und Besonderheiten,
- Analyse und Umsetzung nationaler sowie internationaler Rechtsvorschriften und Normwerke für die Bewältigung technischer und betrieblicher Aufgaben,
- Entwicklung von Lösungsstrategien und Auswahl von Lösungsverfahren,
- Dokumentation von Planungs- und Arbeitsschritten,
- Erstellung von Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen,
- Anwendung von mathematischen sowie natur- und technikwissenschaftliche Erkenntnissen und Methoden,
- Integration von Teilprozessen in Gesamtabläufe,
- technische und wirtschaftliche Beurteilung von Lösungen,
- human-, sozial- und umweltverträgliche Gestaltung von Technik,
- Realisierung von Qualitätsmanagement,
- Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsorganisation,
- Konzeption, Entwurf, Projektierung und Detaillierung von Betriebsmitteln, Vorrichtungen, Werkzeugen, Maschinen, Geräten und Anlagen,
- Auswahl, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Maschinen, Geräten und Apparaten,
- Planung, Entwicklung und Verknüpfung automatisierter Systeme zum Fertigen, Prüfen, Montieren, Transportieren und Lagern,
- Inbetriebnahme, Wartung, Inspektion und Instandsetzung automatisierter Systeme zum Fertigen, Produzieren, Montieren, Prüfen, Transportieren und Lagern, Durchführung von Arbeitsplanungen durchführen, Organisation von Fertigungsprozesse,
- mengen- und termingerechte Planung sowie Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände,
- Durchführung von Kostenrechnungen,
- Mitarbeit in der Normenüberwachung und Werksnormerstellung,
- Planung und Durchführung von Versuchen,
- Beratung und Verkauf,
- Ausbildung und Schulungen.

Die Breite der Verantwortung reicht von der Erledigung präzise 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,
- sich in einer Fremdsprache berufsbezogen zu informieren und darin zu kommunizieren,
- sich weiterbilden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Maschinentechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in folgende Schwerpunkte:

- Automatisierungstechnik
- Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau

- Produktions- und Qualitätsmanagement
- Verfahrens- und Umwelttechnik
- Technische Betriebswirtschaft

Die Zielsetzung der einzelnen Schwerpunkte der beruflichen Weiterbildung sind im Folgenden beschrieben:

Automatisierungstechnik

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. Die Studierenden werden für die Projektierung und Inbetriebnahme dieser komplexen Automatisierungssysteme qualifiziert. Im Zusammenhang mit den erworbenen Qualifikationen in der Fertigungstechnik und der Produktionsorganisation werden die Studierenden dieses Schwerpunkts für eine qualifizierte Implementierung von Automatisierungssystemen in Maschinen und Anlagen weitergebildet.

Konstruktion und Entwicklung

Im Schwerpunkt Konstruktion und Entwicklung findet neben der Vermittlung von Inhalten aus dem allgemeinen Maschinenbau eine Vertiefung der konstruktiven Einflussgrößen in den technischen Abteilungen von Unternehmen unter kapazitäts-, fertigungs- und kostenrelevanten Aspekten statt.

Maschinenbau

Der Schwerpunkt Maschinenbau verknüpft interdisziplinär die Wissensbereiche und beruflichen Kompetenzen aus den verschiedenen Schwerpunkten der Maschinenteknik mit den klassischen Naturwissenschaften und der Mathematik. Dazu zählen Aufgabenstellungen, die sich insbesondere mit der Konstruktion und Entwicklung, der Fertigung von Bauteilen, Baugruppen und Produkten sowie der Automatisierung befassen. Dabei sind Qualitätsvorgaben ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische und ökologische Aspekte.

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker des Schwerpunkts Maschinenbau können aufgrund Ihrer vielseitigen Ausbildung in zahlreichen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgabenbereichen eingesetzt werden, z. B. in der Planung, Projektierung, Konstruktion und Qualitätssicherung sowie im Versuchsbereich.

Produktions- und Qualitätsmanagement

Technikerinnen und Techniker mit dem Weiterbildungsschwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement übernehmen vorzugsweise verantwortliche Tätigkeiten im Produktionsumfeld der Industrie. Damit haben sie eine große Bedeutung für die vorwiegend industriell geprägte Volkswirtschaft Deutschlands.

Insbesondere werden gezielt die produktionsbezogenen Bereiche ausgebildet:

- Qualitätsmanagement und Qualitätssteuerung
- Planung und Steuerung von Produktionsabläufen
- Ermittlung von Daten, Kosten und Zeiten
- Optimierung bestehender Produktionssysteme
- Beschaffung und Entwicklung von Werkzeugen und Vorrichtungen,
- Gestaltung von Arbeitssystemen und -plätzen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikation in diesen Bereichen ist vergleichbar mit der von Ingenieurinnen und Ingenieuren.

Verfahrens- und Umwelttechnik

Die Verfahrens- und Umwelttechnik ist die Technik von Stoffumwandlungsprozessen. In diesem Arbeitsbereich führen sogenannte Unit-Operations zu Änderung von Stoffeigenschaften.

Da umwelttechnische Prozesse im Wesentlichen auch Stoffumwandlungsprozesse sind, stellt die Synthese beider Disziplinen eine natürliche Vereinigung dar. Um diese Prozesse zu planen und vorherzusagen, sind vertiefte Kenntnisse der chemischen- und physikalischen Abläufe der jeweiligen Operation notwendig. Die Umsetzung der Abläufe erfolgt durch ausgewählte Maschinen und Apparate, die dimensioniert und konstruiert werden müssen. Dieses geschieht u.a. unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Weiterbildung zur Verfahrens- und Umwelttechnikerin / zum Verfahrens- und Umwelttechniker berücksichtigt den weiterhin zunehmenden Automatisierungsgrad der verfahrenstechnischen Anlagen.

In den aufgezählten Tätigkeitsfeldern übernehmen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker eigenverantwortliche Aufgaben im mittleren Management. Ihre Qualifikationen in diesen Bereichen sind vergleichbar mit der von Ingenieurinnen und Ingenieuren.

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 der Weiterbildung 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 der Basis eines umfassenden Verständnisses handlungsfähig zu machen, ihnen also nicht allein Wissen oder Qualifikationen, sondern Kompetenzen zu vermitteln. Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz basiert auf den Forschungen des US-amerikanischen Sprachwissenschaftlers NOAM CHOMSKY, der diese als *Disposition zu einem eigenständigen variablen Handeln* beschreibt (CHOMSKY 1965). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE, SAUTER 2017, S. XXI ff.).

3.1 Sozial-kommunikative Kompetenzen

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

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

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

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

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

3.2 Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Dispositionen, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Motivationen und Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

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

3.3 Fachlich-methodische Kompetenzen

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

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

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

Zu (b): Prozesswissen umfasst ein *anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen* über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden. Daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von

Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgabentypus, -abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch strukturiert; es wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit *funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln*. Beispiele: Wissen über die Kalibrierung eines Temperatursensors, die Bedienung eines Kompaktreglers, den Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, die Umsetzung des Risikomanagements, die Handhabung einer EFQM-Zertifizierung

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

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

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, sondern folgen einem generativen Ansatz, d. h. dass sie aufeinander aufbauen. Somit gelten innerhalb eines Lernfelds alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber 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 sowie Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

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

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

3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

Kommunizieren und Kooperieren

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

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

Darstellen und Visualisieren

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

Informieren und Strukturieren

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

Planen und Projektieren

Diese Zielkategorie beinhaltet die wesentlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, um komplexere und umfangreichere Aufgaben- oder Problemstellungen inhaltlich wie auch zeitlich zu strukturieren, mit Qualitätssicherungsmaßnahmen zu belegen und die Kosten und Ressourcen zu kalkulieren und zu bewerten. Im Detail gehören dazu die Fähigkeiten, überprüfbare Kriterien und Planungsziele zu definieren und deren Umsetzung zu planen und zu kontrollieren. Die zeitliche und inhaltliche Gliederung der Aufgaben ist zu Zwecken der Kontrolle und Steuerung sowie der Kooperation und Visualisierung durch eine begründete Wahl von Projektmethoden und Werkzeugen sicherzustellen.

Entwerfen und Entwickeln

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

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

Realisieren und Betreiben

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

Evaluieren und Optimieren

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

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

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

Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Privaten wie Beruflichen ist es wichtig, sich selbstbestimmt und selbstverantwortlich neuen Lerninhalten und Lernzielen zu stellen. Die Studierenden sollen deshalb unterschiedliche Lerntechniken kennen und anwenden sowie über das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens in die Lage versetzt werden, ihren Lernprozess aus der Perspektive des lebenslangen Lernens bewusst und selbstständig zu gestalten und zu fördern.

3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

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

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

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

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

3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

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

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

Start und Ziel sind eindeutig, umgesetzt wird durch „reflektiertes Abarbeiten“ (Abfolgen).

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

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

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

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

Es ist erkennbar, dass die jeweils höhere Qualität die vorausgehende integriert. Handeln auf Ebene des Algorithmus bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Abfolgen, Handeln auf Heuristik-Ebene bedingt die Beherrschung der darin zu vollziehenden Algorithmen. Für die Qualität 1 ist daher Reflexionswissen funktional nicht erforderlich, trotz-

dem ist es für Lernende bedeutsam, da ein Verständnislernen immer interessanter und motivierender ist als ein rein funktionalistisches Lernen. Für Qualität 2 ist ein Mindestmaß an Reflexionswissen erforderlich, da hier schon Entscheidungen eigenständig getroffen werden müssen. Mit dem Anspruchsniveau der erforderlichen Entscheidungen steigt der Bedarf an Reflexionswissen. Qualität 3 kann nur umgesetzt werden, wenn über das Reflexionswissen der Stufe 2 hinaus weiteres Reflexionswissen verfügbar ist, welches neben, hinter oder über diesem steht. Um komplexe Probleme zu lösen, sind kognitive Freiheitsgrade erforderlich, die nur mit einem entsprechend tiefen Verständnis der jeweiligen Zusammenhänge erreicht werden können.

Diese Handlungsqualitäten können für den Lehrplan als Kompetenzstufen genutzt werden, denn sie repräsentieren Kompetenzunterschiede, die nicht als Kontinuum darstellbar sind, sondern diskrete Niveaustufen bilden. Um die in den Lernfeldern aufgelisteten Kompetenzbeschreibungen nicht zu überladen, wird im vorliegenden Lehrplan nicht jede einzelne Kompetenz in den drei Niveaustufen konkretisiert. Vielmehr erfolgt dies entlang der beruflichen und mathematischen Zielkategorien.

3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

Zielkategorien	Stufe I (Abfolge)	Stufe II (Algorithmus)	Stufe III (Heuristik)
Kommunizieren & Kooperieren	Informationen mitteilen und annehmen, koagierend arbeiten	an konstruktiven, adaptiven Gesprächen teilnehmen, kooperierend arbeiten	komplexe bzw. konfliktäre Gespräche führen, Kooperationen gestalten und steuern, Konflikte lösen
Darstellen & Visualisieren	klare Gegenständlichkeiten, Fakten, Strukturen und Details präsentieren	eindeutige Zusammenhänge und Funktionen mittels geeignet ausgewählter Darstellungsformen präsentieren	komplexe Zusammenhänge und offene Sachverhalte mittels geeigneter Werkzeuge und Methoden präsentieren und dokumentieren
Informieren & Strukturieren	Informationsmaterialien handhaben, Informationen finden und ordnen	einschlägige Informationsmaterialien finden, verifizieren und selektieren sowie Informationen ordnen	offene Informationsbedarfe, von der Quellensuche bis zur strukturierten Information umsetzen
Planen & Projektieren	Problemstellungen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	routinenaher Projekte inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern	komplexe Projekte unter Beachtung verfügbarer Ressourcen inhaltlich strukturieren und zeitlich gliedern
Entwerfen & Entwickeln	einfache Ideen in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen umsetzen	konkurrierende Ideen abgleichen, in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen umsetzen	einzelne Ideen zu einer Gesamtlösung integrieren, in Skizzen, Plänen oder konkreten Lösungen umsetzen
Realisieren & Betreiben	serielle Prozesse aktivieren und kontrollieren	zyklische Prozesse aktivieren und regulieren	mehrschichtige Prozesse abstimmen, aktivieren und modulieren
Evaluieren & Optimieren	entlang eines standardisierten Rasters bewerten, unmittelbare Konsequenzen umsetzen	entlang eines offenen Rasters bewerten, adäquate Konsequenzen herleiten und umsetzen	in Anwendung eigenständiger Kategorien bewerten, adäquate Konsequenzen herleiten und umsetzen

3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

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

3.6 Zusammenfassung

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

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

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

4 Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse

4.1 Lernfeldbegriff und Aufbau der Lernfeldbeschreibungen

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

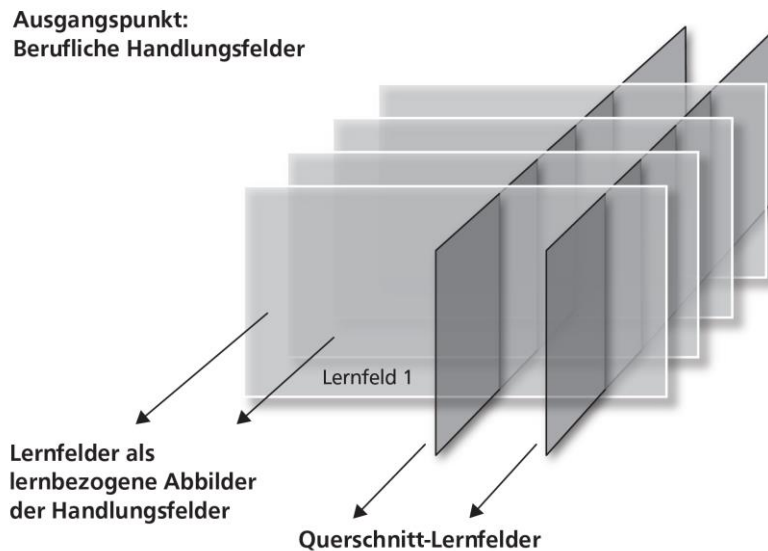


Abbildung 1: Beziehung zwischen berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

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

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

Innerhalb jeder Lernfeldbeschreibung werden Lernfeldnummer, -bezeichnung und Zeithorizont sowie insbesondere die Lernziele dargestellt. Die Abfolge der Lernfelder im Lehrplan ist nicht beliebig, impliziert jedoch keine Reihenfolge der Vermittlung. In den *berufsbezogenen* Lernfeldern werden die Lernziele durch (weitgehend fachlich-methodische) Kompetenzen beschrieben (TENBERG, 2011, S. 61 ff.). Dies erfolgt in Aggregaten aus beruflichen

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

4.2 Stundenübersicht

Für jedes Lernfeld und die Projektarbeit dürfen die Unterrichtsstunden innerhalb der angegebenen Grenzen variieren, wobei die Gesamtstundenzahl 2000 im beruflichen Lernbereich⁴ in Summe erreicht werden muss. Für alle Studierenden eines Jahrgangs muss der Stundenumfang für die individuelle Projektarbeit gleich sein.

⁴ Zur Begünstigung eines Wechsels des Schwerpunktes ist die Aufteilung der Lernfelder in einen ersten und zweiten Ausbildungsabschnitt als Empfehlung zu betrachten.

Beruflicher Lernbereich	Unterrichtsstunden		
	1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt	
Mathematik	200		
Projektarbeit		200-240	
Lernfelder			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	80	
LF 2	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern	120	
LF 3	Prozesse, Anlagen und Produkte unter naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten	80	
LF 4	Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen	200	
LF 5	Bauteile und Baugruppen mit CAx-Methoden modellieren, darstellen und realisieren	120	
LF 6	Bauteile und Baugruppen unter technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	80	
LF 7	Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren	120	
LF 8	Verfahrens und umwelttechnische Prozesse leiten		140-180
LF 9	Verfahrens- und umwelttechnische Anlagen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten planen		280-360
LF 10	Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten auslegen		280-360

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren, beispielsweise zur Auslegung elektrischer Netze und ebener Trag- und Fachwerke.	Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none"> • natürliche Zahlen • ganze Zahlen • rationale Zahlen • irrationale Zahlen • reelle Zahlen algebraische Gleichungen <ul style="list-style-type: none"> • lineare Gleichungen • quadratische Gleichungen • Exponentialgleichungen • Gemischte Gleichungen lineare Gleichungssysteme Potenz- und Logarithmenregeln	Standardlösungsverfahren <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
... nutzen geometrische und trigonometrische Verfahren zur Lösung geometrischer Problemstellungen u.a. im Rahmen konstruktiver sowie steuerungs- und fertigungstechnischer Aufgabenstellungen.	Satz des Pythagoras trigonometrische Seitenverhältnisse Einheitskreis Sinus- und Kosinussatz <ul style="list-style-type: none"> • Flächen und Volumina von geometrischen Formen und Körper 	Berechnung von Längen, Abstände und Winkel 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, Ladekurven von Kondensatoren, Schnittgrößen und Biegelinien von Trägern.	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> • ganzrationale Funktionen, insbesondere lineare und quadratische • trigonometrische Funktionen • Exponentialfunktionen <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steigung • Nullstellen und Abszissenabstand • Schnittpunkt • Scheitelpunkt • Periodizität <p>Werte- und Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika Wechsel der Darstellungsformen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normal- und Scheitelpunktform, Linearfaktordarstellung • Implizite und explizite Funktionsvorschrift • Graph und Wertetabelle <p>Funktionsermittlung Differenzenquotient Funktionsdarstellung mittels Software Konstruktion trigonometrischer Funktionen mit Hilfe des Einheitskreises</p>	<p>trigonometrische Grundlagen Relationen und Abbildungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • kartesisches Produkt • Surjektivität, Injektivität, Bijektivität <p>Funktionsbegriff mathematisches Modell vs. Realbezug</p>
... verwenden Verfahren der analytischen Geometrie und linearen Algebra, beispielsweise zur Darstellung von Kräften und Momenten als Vektoren.	<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektorkomponenten • Schreibweisen <p>Vektoroperationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skalierung • Vektoraddition • Skalarprodukt • Kreuzprodukt • orthogonale, parallele und linear unabhängige Vektoren 	<p>Addition und Subtraktion von Vektoren Beschreibung geometrischer Körper im Raum mittels Vektoren Winkelberechnung mit Skalarprodukt Flächenberechnung mit Kreuzprodukt</p>	<p>Vektor als Parallelverschiebung bzw. Translation im Raum trigonometrische Grundlagen</p>
HINWEISE:	Wann immer möglich, sollten Anwendungsbeispiele aus dem Kontext der anderen Lernfelder der Fachrichtung bzw. des Schwerpunkts gewählt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [200-240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	Vorbemerkung	Organisatorische Hinweise
<p>... analysieren und strukturieren eine Problemstellung und lösen sie praxisgerecht.</p> <p>... bewerten und präsentieren das Handlungsprodukt und den Arbeitsprozess.</p> <p>... berücksichtigen Aspekte wie 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>

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

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 Vorgangsmodelle im Projektmanagement	Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation Vorbereitung und Durchführung eines Projektmeetings Analyse eines Konfliktes Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> • Qualität, • Kosten und Termine, • Leistungsziele 	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 Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen Rollen im Projekt	Phasenplanung Beurteilung des Projekts im Hinblick auf Durchführbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung des Projektauftrags	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personifizierten Verantwortungen

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

4.3.4 Lernfeld 2: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren und reflektieren die Anforderungen jeweils gültiger Qualitätsmanagementsysteme (QMS) und Umweltmanagementsysteme (UMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche und wenden diese an.	<p>Philosophie und Aufbau von QMS und UMS</p> <p>gesetzliche Rahmenbedingungen, insbesondere Produkthaftungsgesetz</p> <p>Grundzüge DIN ISO 9001</p> <p>Umweltrecht</p> <p>Grundzüge der CE-Kennzeichnung</p> <p>Bedeutung von Kundenvorgaben</p>	<p>Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse</p> <p>Soll-Ist-Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte</p> <p>Evaluation von Verbesserungen für bestehende Prozesse und Produkte</p>	<p>Ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS und UMS</p> <p>Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf Basis alternativen Möglichkeiten</p> <p>Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns</p> <p>Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung</p>
... wenden zielführend einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und QMS zielführend an.	<p>elementaren QM-Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fehlersammelliste • Brainstorming • Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Ursache-Wirkungs-Diagramm <p>Managementwerkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm, Matrixdiagramm • Portfolio, Netzplan, Entscheidungsplan 	<p>Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse auf Konstruktion und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen</p>	<p>Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge</p> <p>Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung</p> <p>Notwendigkeit von Evaluierungen zur Optimierung von Abläufen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	<p>Normalverteilung systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinen- und Prozessfähigkeit Six Sigma Lieferantenbewertung</p>	<p>Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bilden von aussagekräftigen Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mit Hilfe von QRK</p>	<p>Bedeutung der Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis</p>
<p>... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitäts- und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierliche Prozessverbesserung. ... planen, analysieren, dokumentieren und überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.</p>	<p>Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess Fehler- und Qualitätskosten PDCA-Zyklus FMEA</p>	<p>strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP-Prozessen Durchführung von FMEA-s und ggf. Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen Evaluierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität</p>	<p>Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozessen für Unternehmen und Gesellschaft Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen Bedeutung regelmäßiger Evaluierungen Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art</p>
... erstellen Prüfpläne zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten. ¹⁾	<p>Prüfpläne und –protokolle Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF2: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bereiten Qualitätsaudits vor und unterstützen deren Durchführung		Ziele und Nutzen von Qualitätsaudits Arten von Qualitätsaudits Interne und externe Auditierung Anforderungen und Richtlinien für Auditierungen	Vorbereitung und Mitwirkung bei internen und externen Qualitätsaudits Nachbereitung von Auditierungen	Bedeutung von Auditierungen für die Aufdeckung von Chancen und Risiken für das Unternehmen
HINWEISE:	1) Für den Schwerpunkt Produktions- und Qualitätsmanagement wird diese Teilqualifikation ausführlich im entsprechenden Lernfeld des 2. Ausbildungsabschnitts behandelt.			

4.3.5 Lernfeld 3 (Querschnitt-Lernfeld): Prozesse, Anlagen und Produkte unter naturwissenschaftlichen Aspekten analysieren und bewerten [80h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE UNTER NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln relevante Größen zur Dimensionierung von Antriebssystemen und Anlagen.	<p>Kräfte Massen und Massenträgheit Energieübertragung, Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad Reibung Kinematik und Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • geradlinige und kreisförmige Bewegung • Massenträgheitsmoment • Stoßvorgänge • Schwingungen 	<p>Ermittlung von Kräften, Momenten, Energie und Leistung sowie Beschleunigungen in bewegten Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurbeltrieb im Verbrennungsmotor • Verdichter • Schrittgetriebe <p>Dimensionierung und Optimierung von Antrieben unter energetischen Aspekten Beschreibung und Beurteilung folgender Phänomene</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenfrequenz • Resonanz • Dämpfung und Tilgung 	<p>Newton´sche Axiome Goldene Regel der Mechanik Energie und Impulserhaltung Superposition relative Bewegung</p>
... berücksichtigen Aspekte der Wärmeübertragung und der Phasenänderung.	<p>thermodynamische Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmeausdehnung • Wärmeübertragungsmöglichkeiten • Phasenänderung • Wärmekapazität • 1. Hauptsatz der Thermodynamik • Energieformen 	<p>Lagerung thermisch beanspruchter Bauteile Auswahl von Medien für Heiz- und Kühlprozesse Wärmeausdehnung bei Kombination verschiedener Werkstoffe thermodynamische Zustandsänderungen</p>	<p>Hauptsätze der Thermodynamik Wärme als elektromagnetische Strahlung</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: PROZESSE, ANLAGEN UND PRODUKTE UNTER NATURWISSENSCHAFTLICHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEWERTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die strömungstechnischen Vorgänge in Systemen. ¹⁾	Grundlagen der Strömungslehre <ul style="list-style-type: none"> • Kontinuitätsgleichung • Bernoulli-Gleichung 	Auswahl von Armaturen Messung des statischen und dynamischen Druckes Anwendung der Kontinuitätsgleichung und der Bernoulli-Gleichung	Energie- und Impulserhaltung
... analysieren und bewerten die Auswirkung chemischer Prozesse bei der Konstruktion von Anlagen. ²⁾	Gesetzmäßigkeiten beim Ablauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> • Oxidation und Reduktion • Bindungsarten 	Ablaufbeschreibung chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur, Konzentrationen und Katalysator	Atomaufbau
HINWEISE:	1),2) Diese Teilkompetenzen werden hauptsächlich für den Schwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik benötigt. Sie können als fakultativ für die anderen Schwerpunkte betrachtet werden.		

4.3.6 Lernfeld 4: Bauteile und Baugruppen unter mechanischen Aspekten entwerfen und auslegen [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanischen Ersatzmodellen ab.	Kräfte und ihre Darstellung Freiheitsgrade der Bewegung Funktion und Darstellung der Lagerungsarten Seil, Kette, Pendelstab und weitere Zentrales und allgemeines Kräftesystem Kräftepaar und Moment	Zerlegung von Baugruppen in Bauteile Erstellung mechanischer Ersatzmodelle und Freikörperbildern	statische Bestimmtheit
... analysieren praxisrelevante Bauteile und einfache Baugruppen auf Funktion, Belastung, Beanspruchung und Wirkungsweise.	Schwerpunkt Standicherheit Konzept des Versatzmoments Grundbeanspruchungsarten <ul style="list-style-type: none"> • Zug- und Druckbelastung • Schubbeanspruchung • Flächenpressung und Lochleibung • Biege- und Torsionsbelastung Lastfälle und Belastungsarten	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Zerlegung von Kräften Parallelverschiebung einer Kraft Schwerpunktsermittlung Anwendung des Versatzmoments Berechnung von Kräfte- und Momentengleichgewichten Analyse von Balkentragwerken und Fachwerken	Gesetze der Statik Prinzip des Kräftegleichgewichtes (Actio = Reactio) Prinzip des Momentengleichgewichtes Hooke'sches Gesetz Innere Kräfte und Momente Spannungsarten
... führen Berechnungen zur Statik und Festigkeitslehre durch, beurteilen dabei die statische und dynamische Belastbarkeit unter Einbeziehung der Abmessungen und der Werkstoffeigenschaften und dimensionieren die Bauteile.	axiales und polares Flächenträgheits- und Widerstandsmoment Satz von Steiner Vergleichsspannung bei zusammengesetzter Beanspruchung zulässige Spannungen	Analyse der Lastfälle aus Betriebsdaten Analyse von Bauteilen und Baugruppen mithilfe der Schnittmethode und der statischen Gleichgewichtsbedingungen Berechnung der Spannungen an kritischen Stellen kritischer Querschnitt	Schnittmethoden und -größen Einfluss der Bauteilmassenverteilung auf das dynamische Verhalten Feder- bzw. Schwingungsverhalten von Bauteilen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER MECHANISCHEN ASPEKTEN ENTWERFEN UND AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Lastfälle	Ermittlung zulässiger Spannungen aus einschlägigen Normen Auswahl von Normteilen und Halbzeugen	
HINWEISE:			

4.3.7 Lernfeld 5: Bauteile und Baugruppen mit CAx-Methoden modellieren, darstellen und realisieren [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAx-METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	Zeichnungsaufbau <ul style="list-style-type: none"> • Ansichten • Bemaßung Normen und Regelwerke (z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen) Datensicherung und -verwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten	Analyse von Daten und Datenformaten Ermittlung erforderlicher Daten konstruktive Randbedingungen Entwicklung konstruktiver Strategien und Lösungen Einzelteilanpassung Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten Lösungsoptimierung Handskizzen Erstellung von Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modellen Einordnung und Umsetzung in den Konstruktionsprozess	Werkstoffeigenschaften technologische Zusammenhänge (z.B. Fertigung, Montage etc.) Gültigkeit der Normen Produktentstehungsprozesse
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	Kenntnisse der Fertigungsverfahren Kenntnisse der Fertigungs- und Montageprozesse	fertigungsgerechte Konstruktion Bauteil- und Normteilibibliotheken Parametrisierung von Bauteilen	Kenntnisse des Fertigungsablaufs
... nutzen Analysetools zur Bauteil- und Baugruppenanalyse.	Grundkenntnisse der Finiten Elemente Methoden und Bewegungssimulationen	Anwendung von Analysetools Darstellung und Interpretation der Simulationsergebnisse	Kinematik Festigkeit (Elastostatik)

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF5: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN MIT CAX-METHODEN MODELLIEREN, DARSTELLEN UND REALISIEREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Arbeitsergebnisse in den CAD/CAM-Prozess ein.		Datenformate Schnittstellen	Datenaustausch Umwandelung und Bereitstellung von CAD-Daten	Voraussetzungen für eine CNC-Fertigung ¹⁾ Rapid Prototyping (3D-Druck)
HINWEISE:	1) nicht anzuwenden in der Verfahrenstechnik.			

4.3.8 Lernfeld 6: Bauteile und Baugruppen unter technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [80h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... wenden die technologischen Grundlagen und Zusammenhänge bei der Herstellung, Eigenschaftsänderung und Bearbeitung von Werkstoffen an.</p>	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen Aufbau von Eisenwerkstoffen Werkstoffe für besondere Einsatzgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tief- und Hochtemperatur • starker mechanischer Verschleiß <p>Legierungen (Bildung, Zusammensetzung, Anwendung) Werkstoffprüfung und -kennwerte (statisch und dynamisch) Änderung von Werkstoffeigenschaften (z. B. Wärmebehandlung und Verfestigung) Herstellung und Optimierung von Halbzeugen Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen umwelttechnische- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe (Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung) Recycling und Entsorgung von Werkstoffen Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführung und Auswertung von Werkstoffprüfungen (z. B. durch Zugversuch) Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zum Ändern der Eigenschaften Beachtung von technologischen-, umwelttechnischen und ökonomischen Aspekten bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung Analyse der Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften Analyse von Schadensfällen sowie Erarbeitung von Präventionsstrategien.</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen chemische und physikalische und technologische Zusammenhänge Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren Zusammenhänge zwischen Reibung, Schmierung und Verschleißbeständigkeit Spannungsreihe chemischer Elemente</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: BAUTEILE UND BAUGRUPPEN UNTER TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und planen den Einsatz und die Bearbeitung von Werkstoffen.	Werkstoffeigenschaften Fertigungsverfahren und -prozesse	Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen und Schweißen) Planung von Fertigungsprozessen beim Trennen, Umformen oder Fügen Fertigungsplanung innerhalb des CAD/CAM Prozesses	Fertigungsverfahren und -folgen bei der Bauteilherstellung
... nutzen Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen zur Analyse und Bearbeitung.	Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	selbständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen (Normen etc.) Ermittlung von relevanten Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretation und Anwendung von technischen Unterlagen (schriftlich, digital)	
HINWEISE:			

4.3.9 Lernfeld 7: Antriebe, Aktoren und Sensoren in Maschinen und Anlagen integrieren [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren und bewerten die wechselseitigen Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Komponenten im Sinne des Systemverständnisses.	<p>Aufbau und Funktion von Sensoren elektrische Grundgrößen (Spannung, Strom und Widerstand) Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik genormte Schnittstellensignale Analog-Digital-Wandler Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad Systemtechnik Regelungstechnik Messgeräte und ihre Funktion</p>	<p>Funktionsbeschreibung von Anlagen und Maschinen Zuordnung von Bauelementen und Komponenten den Wirkungsplänen von Steuerketten und Regelkreisen entsprechend Messung elektrischer Größen rechnerische Überprüfung von Messungen</p>	<p>Wirkungsweise von Steuer- und Regelkreisen Analoge und digitale Signale Energieträger und -umwandlung</p>
... analysieren, prüfen und wählen Komponenten aus.	<p>Normen und Maschinenrichtlinien Geräte- und Gütekennzeichnung Sicherheitstechnik und Schutzmaßnahmen Aufbau und Funktion von Aktoren/Sensoren Aufbau und Funktion elektrischer Antriebe Wechsel- und Drehstromgrößen technische Dokumentation Einsatzmöglichkeiten elektrischer Antriebe</p>	<p>Prüfung von Komponenten und Anwendung geeigneter Normen Erstellung von Mess- und Prüfprotokollen Beurteilung von Messergebnissen im Hinblick auf eine betriebssichere Funktion der Komponenten Berechnung von pneumatischen Daten (z. B. Druck und Querschnitt) Auswahl von Aktoren und Sensoren</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ANTRIEBE, AKTOREN UND SENSOREN IN MASCHINEN UND ANLAGEN INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<p>... prüfen, projektieren und dimensionieren anwendungsbezogene Schaltungen bzw. Steuerungen.</p>	<p>elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungstechnik Symbole und Darstellungen der Schaltungstechnik Simulationsprogramme technische Dokumentation Messverfahren Einsatzmöglichkeiten von elektrischen, pneumatischen und elektro-pneumatischen Steuerungen Einsatzmöglichkeiten bzw. Vor- und Nachteile von analogen und digitalen Schaltungen energieeffiziente Druckluftherzeugung und -verteilung Ablaufbeschreibung nach DIN EN 60848</p>	<p>Schaltungsentwurf und -aufbau Prüfung und Messung physikalischer Größen Funktions- und Sicherheitsüberprüfung von Schaltungen Inbetriebnahme Fehleranalyse und Anpassung von Schaltungen</p>	<p>Gültigkeit von Normen, Maschinenrichtlinien und Schutzmaßnahmen</p>
<p>HINWEISE:</p>			

4.3.10 Lernfeld 8: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse leiten [140h-180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE LEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Fließbilder zur Ideenfindung und Konkretisierung bei der Planung verfahrenstechnischer Anlagen.	DIN EN ISO 10628 Grundfließbild Verfahrensfließbild R&I-Fließbild MSR-Stellenblatt	konzeptionelle Entwicklung von Verfahrensvarianten über Grundfließbilder Dimensionierung der Stoff- und Energieströme für einen verfahrenstechnischen Prozess Automatisierungskonzepte für einen verfahrenstechnischen Prozess	Visualisierung von Ideen und Lösungsvorschlägen
... unterscheiden analoge und digitale Signale und planen Strecken zur Übertragung dieser Signale.	Ohm'sches Gesetz Brückenschaltung Signalaufbereitung Analoge und digitale Signale AD/DA-Wandlung Messfehler und Genauigkeitsklassen Schutzarten	Auswahl der Messgeräte Konvertierung eines Binärsystems in ein Dezimalsystem und umgekehrt Kompensation von Leitungslängen	wirtschaftliche und bedarfsgerechte Instrumentierung
... wählen die Technologien zur Datenübermittlung nach Sicherheits-, Wirtschafts- und Umweltaspekten im industriellen Umfeld aus.	Druck Strom Spannung Stromkreis „living zero“ Bussysteme Ex-Zonen	Konvertierung von Einheitssignalen Installation von Stromschleifen zur Datenübertragung Inbetriebnahme von Bussystemen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE LEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Aktoren für Energie- und Stoffströme in verfahrenstechnischen Anlagen.	Stellelemente für Stoffströme Phasen von Fluiden Kompressible und inkompressible Medien Sicherheitsstellung bei Ausfall von Hilfsenergie Druck, Kraft und Fläche Materialauswahl (mechanisch und chemisch) Komponenten von Stellgeräten	Dimensionierung und Auswahl von Stellventilen Bewertung und Auswahl von Stellantrieben Berechnung der Stellkraft Hilfsenergieeinsatz und Explosionsschutz	
... wählen (Elementar-) Sensoren für die wichtigsten Prozessgrößen in der entsprechenden Messumgebung aus und messen Prozessgrößen.	Druck Temperatur Durchfluss Füllstand Wärmeableitung Massenstrom physikalische Grundlagen der Messverfahren	Fühlereignung und-anpassung systematische Messfehler	physikalische Gesetze der Thermodynamik und Strömungsmechanik
... kommunizieren mit allen Gewerken der Anlagenautomatisierung.	Grundbegriffe <ul style="list-style-type: none"> • Messen, Steuern, Regeln Zeitverhalten von Strecken Reglerarten Einstellregeln für Regler Schutzeinrichtungen	Streckenkennwerte Grundeinstellungen von Reglern Ermittlung der Regelbarkeit von Strecken	Möglichkeit der Abstraktion von realen Vorgängen in regelungstechnische Algorithmen
HINWEISE:			

4.3.11 Lernfeld 9: Verfahrens- und umwelttechnische Anlagen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten planen [280h-360h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE ANLAGEN UNTER ÖKONOMISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen Anlagen zum Fördern von flüssigen Medien.	Förderhöhe Druckverluste Bauarten von Pumpen Reihen und Parallelschaltung von Pumpen Reihen und Parallelschaltung von Rohrleitungen Pumpenkennfelder Anlagenkennlinie, Pumpenkennlinie und Betriebspunkt Saugverhalten, NPSH und Kavitation Volumenstrom	Dimensionierung von Rohrleitungen Auswahl von Pumpen und Fördererelementen effizienter Energieeinsatz Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	Grundlagen der Strömungslehre
... planen Anlagen zur Produktion von Druckluft oder anderen Gasen.	Gasgesetze Raumänderungsarbeit bei der Verdichtung von Gasen Kreisprozesse Arbeit/Leistung für die Verdichtung Schadraum	Dimensionierung von Verdichtern Optimierung vorhandener Anlagen durch Wärmerückgewinnung Auswahl geeigneter Verdichter effizienter Energieeinsatz	Grundlagen der Strömungslehre und Thermodynamik
... entwerfen und dimensionieren lösbare und nichtlösbare Verbindungen nach den einschlägigen Vorschriften.	Schraubenverbindungen Flanschverbindungen Profilstähle und Stahlstrukturen Schweißnähte einschlägige Normen zur Berechnung Tabellen und Normen	Dimensionierung von Flanschverbindungen Bauteilfestigkeit von Stahlstrukturen Festigkeit von Schweißnähten Gestaltungsbewertung von Verbindungen	Sicherheitsaspekte Wirtschaftlichkeit mechanische Spannungen und Spannungsverteilung Gestaltung von Verbindungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE ANLAGEN UNTER ÖKONOMISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... dimensionieren und entwerfen Anlagenkomponenten nach den einschlägigen Vorschriften z. B. Behälter, Wärmetauscher oder Kolonnen.	Festigkeit von Apparateelementen (z. B. Mäntel, Böden, Ausschnitte) einschlägige Vorschriften zur Berechnung (z. B. AD-Merkblätter) Normen für Apparateelemente einschlägige Diagramme	Wandstärkeberechnung von Behälterelementen Gestaltungsbewertung von Apparateelementen	festigkeitsgerechte Gestaltung
HINWEISE:			

4.3.12 Lernfeld 10: Verfahrens- und umwelttechnische Prozesse unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten auslegen [280h-320h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTECHNISCHE PROZESSE UNTER ÖKONOMISCHEN, ÖKOLOGISCHEN UND RECHTLICHEN ASPEKTEN AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... dimensionieren Anlagen zur Abwasserreinigung unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten.	Parameter zur Kennzeichnung der Abwasserverschmutzung Messtechnik mechanische Reinigung biologische Reinigung chemische Reinigung Schlammbehandlung zeichnerische Darstellung nach DIN EN ISO 10628	Planung von Anlagen zur mechanischen und biologischen Reinigung von Abwässern Ermittlung des Luftbedarfs zum Betrieb der biologischen Reinigungsstufe Ermittlung des Chemikalienbedarfs für die chemische Reinigungsstufe Auswahl von Messgeräten für den jeweiligen Einsatz Festlegung ausgewählter Verfahrensschritte in ein Fließbild nach DIN EN ISO 10628	chemische, physikalische und biologische Aspekte gesetzliche Grundlagen Notwendigkeit des verantwortungsvollen Umgangs mit der Ressource Wasser
... dimensionieren Anlagen zur Reinhaltung der Luft unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten.	Immissionen und Emissionen von Luftschadstoffen und deren Auswirkungen auf die Umwelt Staubabscheidung Absorption und Adsorption Rauchgasreinigung thermische Abluftreinigung SCR/SNCR	Auswahl von Prozessvarianten im Hinblick auf ökologische und ökonomische Anforderungen Chemikalienbedarf zur Abluftbehandlung	chemische und physikalische Aspekte gesetzliche Grundlagen Notwendigkeit der Luftreinhaltung insbesondere im Hinblick auf die Stickoxid - Problematik (NO _x)
... erarbeiten Konzepte zur Vermeidung und Entsorgung sowie zum Recycling von Abfällen unter ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten.	Primärmaßnahmen zur Verringerung des Abfallaufkommens Sekundärmaßnahmen	Konzepterstellung für Abfallvermeidung und Entsorgung Recycling	gesetzliche Grundlagen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTECHNISCHE PROZESSE UNTER ÖKONOMISCHEN, ÖKOLOGISCHEN UND RECHTLICHEN ASPEKTEN AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... berücksichtigen die Gesetze für den Betrieb der Anlagen.	Gesetzesgrundlagen <ul style="list-style-type: none"> • BImSchG, BImSchV, • TA-Luft, • WHG und AbwAG 	Analyse der geltenden Gesetze im Hinblick auf Emissionsgrenzwerte und deren Auswirkungen (Dimensionierung) auf die Reinigungsanlage Berechnung der Abwasserabgabe für einen Direkteinleiter	Anwendbarkeit von Gesetzen auf berufliche Handlungen
... analysieren Schüttungen und Stäube.	Charakterisierung von Partikelmerkmalen RRSB-Netz Siebanalyse Trenngrad Statistik Normalverteilung	Durchführung von Siebversuchen Beschreibung des Partikelkollektivs über geeignete Parameter Bewertung von Trennaufgaben	Umweltbelastung durch Aerosole und Feinstaub
... wenden mechanische Verfahren zur Stofftrennung oder Stoffvereinigung an und schätzen den apparativen Aufwand ab.	Rühren Mischen Sedimentation Wirbelschicht Zerkleinern Filtern Sieben	Grobauslegung von Apparaten <ul style="list-style-type: none"> • zum Vereinigen verschiedener Stoffe • zum Trennen verschiedener Phasen • zum Trennen nach Korngröße • zum Trennen nach Aggregatzustand Bestimmung der Prozessparameter in Wirbelschichten	Vereinigung von Unit-Operations in Apparaten

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTECHNISCHE PROZESSE UNTER ÖKONOMISCHEN, ÖKOLOGISCHEN UND RECHTLICHEN ASPEKTEN AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden thermische Verfahren zur Stofftrennung oder Stoffvereinigung an und schätzen den apparativen Aufwand ab.	Dampfdruck / Siedepunkt Wassergehalt von Luft Dalton'sches Gesetz Raoult'sches Gesetz Henry-Gesetz Mischphasen Destillation und Rektifikation McCabe-Thiele-Diagramm Kondensation	Bestimmung der Anzahl theoretischer Böden bei thermischen Trennprozessen Dimensionierung von Trennkolonnen Planung von Stoff- und Energieströmen	wirtschaftliche Vorteile durch umweltverträgliche Prozessführung
... wenden Verfahren zur Wärmeübertragung oder Phasenumwandlung an und schätzen den apparativen Aufwand ab.	Wärmekapazität Wärmeleitung Wärmeübergang (ebene Wand, Rohr) Charakterisierung von Fluidströmen Bauarten von Wärmetauschern Vergleichszahlen Heizen Kühlen	Berechnung von Wärmeüberträgern verschiedener Bauart und unter verschiedenen Prozessbedingungen Berechnung der Energieeinsparung durch Wärmedämmung Entwicklung von Energieeinsparschaltungen	Anergie und Exergie
... wenden Verfahren zur Trocknung von Stoffen an und verschalten die Apparate energetisch optimiert.	feuchte Luft Mollier-h-x-Diagramm Messtechnik Prozessführung Zustandsgrößen von feuchter Luft Enthalpie von Luft Trocknerbauarten	Dimensionierung von Trocknungsprozessen Bilanzierung der Stoffübertragung von Wassermassen Auswahl geeigneter Prozessführung Komfortbereiche für raumluftechnische Anlagen	Wärmetönung bei Kondensations- und Verdampfungsvorgängen Umweltaspekte und wirtschaftliche Betrachtungen als Optimierungsvorlage

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF 10: VERFAHRENS- UND UMWELTTECHNISCHE PROZESSE UNTER ÖKONOMISCHEN, ÖKOLOGISCHEN UND RECHTLICHEN ASPEKTEN AUSLEGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	Die Studierenden planen Anlagen oder Anlagenteile und wenden dazu die gängigen Planungswerkzeuge an. Zum einen verknüpfen sie die Unit-Operations zu verfahrenstechnischen Systemen. Darüber hinaus vergleichen sie Prozessvarianten im Hinblick auf ökologische, ökonomische und rechtliche Anforderungen. Zudem wählen sie unterschiedliche Möglichkeiten der Prozessführung aus.		

5 Handhabung des Lehrplans

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

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

flektierter Kompetenzerwerb. Daher sind den Studierenden sozial-kommunikative Kompetenzziele zu kommunizieren, deren Erwerb zu thematisieren und reflektieren.

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

6 Literaturverzeichnis

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