

Hessisches Kultusministerium

HESSEN



Lehrplan

Zweijährige Fachschule für Technik

FACHRICHTUNG FEINWERKTECHNIK

BERUFLICHER LERNBEREICH

BILDUNGSLAND
Hessen 

Impressum

Lehrplan Zweijährige Fachschule für Technik
Fachrichtung Feinwerktechnik.
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.....	5
2	Grundlegung für die Fachrichtung Feinwerktechnik	6
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans	8
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen	8
3.2	Personale Kompetenzen	9
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen	9
3.4	Zielkategorien.....	10
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	11
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien	13
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen	13
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	15
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien	16
3.6	Zusammenfassung.....	17
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse	18
4.1	Lernfeldbegriff und Aufbau der Lernfeldbeschreibungen	18
4.2	Stundenübersicht	20
4.3	Beruflicher Lernbereich	21
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld)	21
4.3.2	Projektarbeit	23
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen	24
4.3.4	Lernfeld 2: Optische Werkstoffe beurteilen und auswählen.....	26
4.3.5	Lernfeld 3: Schaltungen der Gleichstromtechnik analysieren, anpassen und dimensionieren	29
4.3.6	Lernfeld 4: Die Energieversorgung von Geräten und Anlagen auswählen und dimensionieren	31
4.3.7	Lernfeld 5: Elektronische Komponenten analysieren sowie Baugruppen konzipieren, herstellen und prüfen.....	33
4.3.8	Lernfeld 6: Plan- und rundoptische Bauteile herstellen	34
4.3.9	Lernfeld 7: Feinmechanische Bauteile nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten	37
4.3.10	Lernfeld 8: Feinmechanische Gerätekomponenten analysieren und konstruieren.....	39
4.3.11	Lernfeld 9: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern.....	41
4.3.12	Lernfeld 10: Optisch-elektronische Geräte analysieren, dimensionieren und justieren.....	43
4.3.13	Lernfeld 11: Automatisierungssysteme analysieren, bewerten und anpassen.....	45

4.3.14	Lernfeld 12: Lichterzeugende, -empfangende und -transportierende Komponenten analysieren	46
4.3.15	Lernfeld 13: Die Produktion organisieren und optimieren	47
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

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

¹DQR Niveau 6

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

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

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

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

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

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

2 Grundlegung für die Fachrichtung Feinwerktechnik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Feinwerktechnik werden mit vielfältigen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aufgaben betraut und z. B. bei der Planung, Projektierung und Konstruktion, im Versuch, in der Auftragsabwicklung, der Herstellung von Geräten und der Instandhaltung sowie im Service eingesetzt. Sie zeichnen sich durch eine starke Praxisbezogenheit und eine fundierte schulische und betriebliche Vor- und Ausbildung aus.

Im Rahmen der betrieblichen Tätigkeitsbereiche führen die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Feinwerktechnik folgende typische Arbeiten unter Beachtung vorgegebener Regeln, Normen und Vorschriften aus:

- Anwendung von Methoden der Ideenfindung und Bewertung
- Entwicklung von Lösungsstrategien und Auswahl von Lösungsverfahren
- Dokumentation von Planungs- und Arbeitsschritten
- Erstellung von Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen
- Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden
- technische und wirtschaftliche Beurteilung von Lösungen
- human-, sozial- und umweltverträgliche Gestaltung von Technik
- Anwendung von Qualitäts- und Umweltmanagement

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

- Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsorganisation
- Planung, Konzeption, Entwurf und Projektierung elektronischer, optischer und feinmechanischer Gerätekomponenten
- Auswahl, Inbetriebnahme, Anpassung und Instandhaltung von Komponenten, Systemen und Geräten
- Planung, Entwicklung, Konfiguration und Prüfung automatisierter Systeme der Feinwerktechnik
- Analyse, Dimensionierung und Justierung optisch-elektronischer Baugruppen und Geräte
- Durchführung von Arbeitsplanungen und Organisation von Fertigungsprozessen
- Durchführung von mengen- und termingerechter Planung, Steuerung und Überwachung der Produktions- bzw. Fertigungsabläufe, des Material- und Maschineneinsatzes und der Lager-, Auftrags- und Bestellbestände
- Durchführung von Kostenrechnungen
- zeitgemäße Anwendung informationstechnischer Systeme
- Beratung und Verkauf
- Aus- und Fortbildung

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

Um diesen Verantwortungsrahmen auszufüllen, sollen staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker:

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

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 Leistungsbeurteilung, 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).

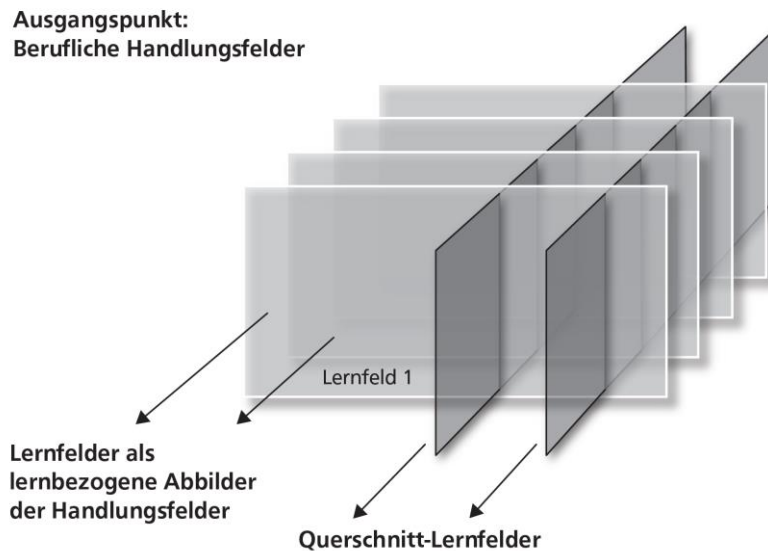


Abbildung 1: Beziehung zwischen berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

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 Lernbereich in Summe erreicht werden muss.

Beruflicher Lernbereich		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Mathematik		200	
Projektarbeit			200
Lernfelder			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen		60-80
LF 2	Optische Werkstoffe beurteilen und auswählen		80
LF 3	Schaltungen der Gleichstromtechnik analysieren, anpassen und dimensionieren		100
LF 4	Die Energieversorgung von Geräten und Anlagen auswählen und dimensionieren		160
LF 5	Elektronische Komponenten analysieren sowie Baugruppen konzipieren, herstellen und prüfen		160
LF 6	Plan- und rundoptische Bauteile herstellen		160
LF 7	Feinmechanische Bauteile nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten		160
LF 8	Feinmechanische Gerätekomponenten analysieren und konstruieren		160-180
LF 9	Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern		100
LF 10	Optisch-elektronische Geräte analysieren, dimensionieren und justieren		140
LF 11	Automatisierungssysteme analysieren, bewerten und anpassen		140-160
LF 12	Lichterzeugende, -empfangende und -transportierende Komponenten analysieren		80
LF 13	Die Produktion organisieren und optimieren		80

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 [200h]

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

4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg führen [60-80h]

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 Konflikts Durchführung und Dokumentation eines Problemlösungsverfahrens Planung und Einteilung der eigenen Arbeitszeit	Kommunikationsmodelle Effektivität als Prinzip Prinzip der systematischen Kommunikation Bedeutung von Selbst- und Fremdwahrnehmung für Konfliktmanagement und Führung hybrides Projektmanagement
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele <ul style="list-style-type: none"> • Qualität, • Kosten und Termine, • Leistungsziele 	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, -formulierung und -abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS ZUM ERFOLG FÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiken, Chancen und Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisationsformen sowie Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittel-, Kapazitäts- und Kostenplan	Phasenplanung Beurteilung des Projekts auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung eines Projektauftrages Erstellung eines Projektstrukturplans Erstellung eines Ablauf- und Terminplans Erstellung eines Einsatzmittel- und Kostenplans	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termintrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholdermanagement Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege, und Kommunikation der Projektdokumentation	PM-Regelkreis Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion/Lessons Learned	
HINWEISE:	Die Kompetenzen in diesem Lernfeld orientieren sich an der 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: Optische Werkstoffe beurteilen und auswählen [80h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: OPTISCHE WERKSTOFFE BEURTEILEN UND AUSWÄHLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beurteilen die Qualität von Rohteilen.	<p>Glasfehler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blasen • Schlieren • Einschlüsse • Entglasungen • Spannungen • Farbstiche <p>Oberflächenformabweichung nach DIN ISO 10110</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pfeilhöhenfehler • Unregelmäßigkeit • rotationssymmetrische Unregelmäßigkeit <p>Oberflächenfehler nach DIN ISO 10110</p> <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Oberflächenfehler • Fehler bei geschliffenen Oberflächen • Fehler bei polierten Oberflächen <p>internationaler Glascode</p> <p>Kennziffern der Glasfehler aus DIN ISO 10110</p> <p>Aufbau und Funktion eines Interferometers</p> <p>Auftreten des Zentrierfehlers</p> <p>dünne Schichten</p> <p>Klimaresistenz</p>	<p>Ermittlung und Ausmessung von Blasen, Schlieren, Einschlüssen, Entglasungen, Spannungen und Farbstichen</p> <p>Bestimmung der Radien sphärischer Flächen</p> <p>Berechnung der Brechzahl optischer Werkstoffe</p> <p>Bestimmung der Oberflächenformabweichung mithilfe von Probegläsern und Beschreibung dieser nach DIN ISO 10110</p>	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: OPTISCHE WERKSTOFFE BEURTEILEN UND AUSWÄHLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Werkstoffe für optische Bauteile nach dem Verwendungszweck aus.	<p>Unterschiede zwischen Mineralglas, organischem Glas und Kristallen</p> <p>Abbe-Diagramm: Aufbau und Funktion</p> <p>Brechzahl</p> <p>Kohärenz</p>	<p>Wahl zwischen Mineralglas, organischem Glas oder kristallinen Werkstoffen für optische Systeme aufgrund der Anforderungen in Bezug auf Brechzahl, Dispersion, Dichte, der mechanischen Härte und dem Koeffizienten der thermischen Längenausdehnung.</p>	<p>Hauptgruppen der Mineralgläser</p> <p>Kron- und Flintgläser</p> <p>Eigenschaften von Kristallen</p> <p>Eigenschaften organischer Gläser</p> <p>Abbe-Zahl</p> <p>Interferenz</p>
... ermitteln geeignete Fertigungsverfahren für mineralische und organische Gläser, sowie für Kristalle.	<p>Rohstoffe zur Glasherstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • glasbildende Oxide • Flussmittel • Stabilisatoren <p>Zusatzstoffe und deren Auswirkungen auf optische Gläser</p> <p>technologische Eigenschaften der Werkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kenngrößen • Bezeichnungen <p>Schmelzgefäße</p> <p>Schmelzöfen</p> <p>Ablauf der Mineralglasherstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemengebereitung • Schmelzvorgang • Abkühlung <p>Transformationspunkt</p> <p>Herstellungsverfahren organischer Gläser</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spritzgießen • Gießen • spanende Fertigung 	<p>Bewertung von Zusatzstoffen</p> <p>Erkennung gängiger Glasfehler wie Verfärbungen durch verunreinigte Rohstoffe</p>	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: OPTISCHE WERKSTOFFE BEURTEILEN UND AUSWÄHLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Züchtung von Kristallen		
... erstellen Zeichnungen von optischen Bauteilen.	Darstellung optischer Bauteile: <ul style="list-style-type: none"> • Linsen • Prismen • Achromate • Apochromate Definition und Darstellung optischer Achsen Schnittdarstellung von Mineralglas nach DIN ISO 10110	Umgang mit CAD-Programmen, z. B. Solidworks	

4.3.5 Lernfeld 3: Schaltungen der Gleichstromtechnik analysieren, anpassen und dimensionieren [100h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: Schaltungen der Gleichstromtechnik analysieren, anpassen und dimensionieren		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beachten die für den Umgang mit elektrischer Energie einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Schutzmaßnahmen Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) DIN VDE 0100 – 510/600 VDE 1000 Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper
... berechnen und messen das Verhalten passiver Bauelemente im Gleichstromkreis.	Grundbegriffe elektrischer Stromkreis Aufbau und Funktion fester und veränderlicher Widerstände Schaltung von Widerständen, z. B, Spannungsteiler und Brückenschaltung Belastungsfälle Verschaltung von Spannungsquellen elektrisches Feld Kondensator Spule THT und SMD-Bauform	Berechnung elektronischer Schaltungen Aufbau von Messschaltungen Einsatz von Messgeräten softwaregestützte Darstellung von Bauteilkennlinien (Tabelle und Diagramm) Pegelanpassung über Widerstandsnetzwerke	Ohm'sches Gesetz Kirchhoff'sche Gesetze Toleranzbetrachtung Pegelanpassung elektrischer Signale Anpassungsarten Messfehler
... lesen, erstellen und modifizieren Stromlaufpläne sowie Schaltpläne und setzen die Inhalte technologisch um.	aktuelle Normen für Schaltpläne und Dokumente der Elektrotechnik	Umgang mit professionellen Softwarelösungen Erstellung normgerechter Dokumentationen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: Schaltungen der Gleichstromtechnik analysieren, anpassen und dimensionieren		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln die elektrische Leistung und berechnen die Energiekosten.	Arbeit Energie Leistung Wirkungsgrad Energiekosten	Parameter-Berechnung Erstellen von Blockschaltbildern	Energieeffizienz Wirtschaftlichkeit

4.3.6 Lernfeld 4: Die Energieversorgung von Geräten und Anlagen auswählen und dimensionieren [160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: DIE ENERGIEVERSORGUNG VON GERÄTEN UND ANLAGEN AUSWÄHLEN UND DIMENSIONIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... berechnen und messen das Verhalten von passiven Bauelementen im Wechselstromkreis.	Grundbegriffe Signalarten Reihen- und Parallelschaltung passiver Bauelemente Phasenverschiebung Zeiger- und Liniendiagramm	Berechnung und Simulation von Wechselgrößen Kompensation Analyse mittels Tabellenkalkulation	
... analysieren und dimensionieren Formen der Elektroenergieversorgung.	Grundbegriffe Arten der Elektroenergieversorgung Blockdiagramm Netzteilarten und -aufbau Bauelemente und Baugruppen Sicherung Transformator pn-Übergang, Diode und Gleichrichter Kondensator Stabilisierungsschaltungen integrierte Schaltungen Innenwiderstand Leistungsfaktorkorrektur Pulsweitenmodulation Wandlerarten Vor- und Nachteile von Energieversorgungsformen	Auswertung von Diodenkennlinien Auslegung eines Vorwiderstandes Arbeitspunktbestimmung Bauteildimensionierung Berechnung von Kühlkörpern Schaltungs- und Funktionsanalyse	Dotierung elektromagnetische Induktion Prinzip der galvanischen Trennung Interdependenz von Bauelementen und Baugruppen Einfluss der Frequenz auf die Bauteildimensionierung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: DIE ENERGIEVERSORGUNG VON GERÄTEN UND ANLAGEN AUSWÄHLEN UND DIMENSIONIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln auf Grundlage eines Lastenheftes und unter Verwendung branchenüblicher CAD-Software gedruckte Schaltungen und dokumentieren dieses fachgerecht.	Fachsprache und Fachbegriffe Lasten- und Pflichtenheft Bauteil-Gehäuseformen Bibliotheken Stückliste Schaltplan Platinen-Layout Prüfprotokoll Überspannungsschutz EMV-Designrichtlinien thermische Belastung	Auswertung englischsprachiger Datenblätter Erstellung von technischen Dokumentationen Anwendung einer CAD-Software Electrical Rule Check Design Rule Check Erstellung von Platinen	

4.3.7 Lernfeld 5: Elektronische Komponenten analysieren sowie Baugruppen konzipieren, herstellen und prüfen [160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: ELEKTRONISCHE KOMPONENTEN ANALYSIEREN SOWIE BAUGRUPPEN KONZIPIEREN, HERSTELLEN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... berechnen und simulieren das Verhalten passiver und aktiver elektronischer Baugruppen im Wechselstromkreis.	<p>Grundbegriffe</p> <p>passive und aktive Bauelemente</p> <p>Bauelemente und Baugruppen</p> <p>Verschaltung frequenzabhängiger Elemente</p> <p>passive und aktive Filter</p> <p>Filtertypen und -kenngrößen</p> <p>Abschirmung</p>	<p>Erstellung von Zeigerdiagrammen</p> <p>Ermittlung der Grenzfrequenz</p> <p>Berechnung von Schwingkreisen</p> <p>Dimensionierung von Filtern</p> <p>Analyse von Frequenzgängen</p>	Rauschunterdrückung
... analysieren analoge und digitale elektronische Bauelemente und deren Grundsaltungen.	<p>Grundbegriffe</p> <p>diskrete und integrierte Schaltungen</p> <p>Aufbau, Kennwerte und Anwendungen von Operationsverstärkern</p> <p>Aufbau, Kennwerte und Anwendungen von Transistoren</p> <p>Klein- und Großsignalverhalten</p>	<p>Berechnung des Verstärkungsmaßes</p> <p>Ermittlung des Arbeitspunkt</p> <p>Stabilisierung des Arbeitspunktes</p> <p>Dimensionierung von Verstärkerschaltungen</p> <p>Bereitstellung symmetrischer und asymmetrischer Versorgungsspannung</p>	<p>Phänomen der virtuellen Masse</p> <p>Sättigung</p> <p>Hysterese</p> <p>Gegenkopplung</p> <p>Mitkopplung</p>
... verwenden praxisrelevante Softwareprodukte, um elektronische Schaltungen zu simulieren, aufzubauen und zu prüfen.	<p>analoge und digitale Standardschaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • DA- und AD-Wandler • Kippstufen • aktuelle Trends <p>analoge und digitale Signale</p>	<p>mathematische und messtechnische Analyse</p> <p>Anwendung von Simulationssoftware</p> <p>Verwendung von Frequenzgeneratoren</p> <p>Einsatz eines Oszilloskops</p> <p>Erstellung von Ersatzschaltbildern</p> <p>Strategien der Fehlersuche</p>	
... stellen Ergebnisse elektronischer Messungen oder Simulationen fachgerecht vor.	<p>Präsentationssoftware</p> <p>Präsentationstechnik</p> <p>Fachsprache</p>	<p>Vorbereitung und Durchführung von Präsentationen</p>	

4.3.8 Lernfeld 6: Plan- und rundoptische Bauteile herstellen [160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: PLAN- UND RUNDOPTISCHE BAUTEILE HERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen die Möglichkeiten von Datenverarbeitungssystemen zur Planung des Arbeitsablaufs.	Funktionen von Textverarbeitungs-, Tabellenkalkulations- und Präsentationsprogrammen	Umgang mit Textverarbeitungs-, Tabellenkalkulations- und Präsentationsprogrammen Dokumentation von Steuerungs- und Organisationsschritten Entwicklung von Maschinenbelegungsplänen Erstellung von Stücklisten	
... planen die Arbeitsschritte mit den erforderlichen Arbeitsmaterialien.	Aufbau von Arbeitsplänen technische Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> • Schleifwerkzeuge und -verfahren • Poliermittel, Poliermittelträger und Polierverfahren Oberflächentoleranzen Werkstoffe Fertigungsverfahren	Erstellung von Arbeitsplänen: <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung der Arbeitsschritte • Ermittlung der Fertigungsmaße • Auswahl der Betriebsmittel • Auswahl der Prüfmittel • Einhaltung der UVV Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren und Werkstoffe zur Erreichung geforderter Oberflächentoleranzen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: PLAN- UND RUNDOPTISCHE BAUTEILE HERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen den Einsatz optischer Komponenten in verschiedenen Geräten.	Refraktion (Lichtbrechung) Aufbau und Funktion von: <ul style="list-style-type: none"> • Planparallelplatten • 90° und 60° Prismen • Penta Prismen • Linsen optische Abbildung Brennweite Abbildungsmaßstab Dispersion Hauptpunkte und -ebenen dünne Linsen	Berechnung der Lichtbrechung an verschiedenen Medien Berechnung von Brennweiten und Abbildungsmaßstäben Auswahl geeigneter Linsen und Prismen für die jeweiligen Einsatzgebiete Bestimmung von Bildlagen	Brechungsgesetz Regeln der optischen Abbildung
...ermitteln die Bauteilform nach dem jeweiligen Strahlenverlauf.	Brechzahlen optischer Medien bei verschiedenen Prüfwellenlängen	Berechnung von Strahlendurchgängen durch optische Komponenten Veränderung der Brennweite durch die Anpassung sphärischer Radien und die Auswahl verschiedener optischer Medien	Brechungsgesetz
...werten technische Unterlagen optischer Bauelemente aus.	Darstellung von Linsen und Prismen in technischen Zeichnungen nach DIN ISO 10110 Angabe von Oberflächentoleranzen: <ul style="list-style-type: none"> • bei polierten Oberflächen • bei geschliffenen Oberflächen 	Erstellung von Zusammenbauzeichnungen Lösungsoptimierung Erstellung von Handskizzen Erstellung von Stücklisten	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: PLAN- UND RUNDOPTISCHE BAUTEILE HERSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...fertigen optische Komponenten und Geräte.	<p>Fertigungsverfahren der technischen Optik CNC-Fertigungsmaschinen der technischen Optik</p> <ul style="list-style-type: none"> • fertigungsrelevante Parameter optischer Bauelemente • Programmieroberfläche von CNC-Optikmaschinen <p>Interferenz zur Verstärkung, Abschwächung und Auslöschung Funktion dünner Schichten</p>	<p>Programmierung CNC-gesteuerter Optikmaschinen und Fertigung geplanter Bauteilen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schleifen • Polieren • UV-Kitten <p>Herstellung dünner Schichten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedampfen • Sputtern 	<p>Fertigungsfolgen bei der Herstellung optischer Komponenten</p>
... vermessen gefertigte Bauteile und dokumentieren die Messergebnisse.	<p>Interferenz</p> <p>Aufbau und Funktion von Messmitteln</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probeglas • Interferometer • Längenmesstechnik • Messuhr • Feinzeiger • Messschieber 	<p>Berechnung von Radien sphärischer Flächen Ablesen eines Nonius Prüfung und Ausmessung der gefertigten Bauteile mit geeigneten Messmitteln Erstellung von Prüfprotokollen</p>	
... erkennen mögliche Abbildungsfehler sphärischer Flächen und korrigieren diese.	<p>Abbildungsfehler bei monochromatischem Licht</p> <ul style="list-style-type: none"> • Astigmatismus • Öffnungsfehler • Koma <p>Bildmaßstabsfehler Abbildungsfehler bei polychromatischem Licht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • chromatische Aberration • chromatische Brennweitendifferenz 	<p>Erkennung von Abbildungsfehlern und deren Verringerung durch Optimierung verschiedener Freiheitsgrade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linse günstigster Form • Achromat • Apochromat • asphärische Flächen • Blendenlage 	

4.3.9 Lernfeld 7: Feinmechanische Bauteile nach technologischen Aspekten analysieren und bearbeiten [160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: FEINMECHANISCHE BAUTEILE NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen feinwerktechnische Werkstoffe anwendungsbezogen aus.	<p>Einteilung und Eigenschaften von Werkstoffen Aufbau von Eisenwerkstoffen und NE-Metallen Werkstoffe für besondere Einsatzgebiete, z. B. feinwerktechnische Werkstoffe Legierungen: Bildung, Zusammensetzung, und Anwendung Werkstoffprüfung und -kennwerte (statisch und dynamisch) Änderung von Werkstoffeigenschaften, z. B. durch Wärmebehandlung Herstellung und Optimierung von Halbzeugen Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen ökologische- und ökonomische Aspekte der Werkstoffe: Gewinnung, Wiederverwertung, Entsorgung Arten und Verwendung von Schmierstoffen Verschleißmechanismen</p>	<p>Planung, Durchführung und Auswertung von Werkstoffprüfungen, z. B. durch Zugversuch Ermittlung relevanter Werkstoffdaten aus Tabellen und Diagrammen Auswahl von Werkstoffen und Verfahren zur Änderung der Eigenschaften Beachtung technologischer, ökologischer- und ökonomischer Aspekte bei der Werkstoffauswahl, -bearbeitung und -verwendung Analyse von Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren von Werkstoffen Analyse technologischer und tribologischer Eigenschaften Analyse von Schadensfällen sowie Erarbeitung von Präventionsstrategien</p>	<p>Verhalten von Werkstoffen chemische, physikalische und technologische Zusammenhänge Wechselwirkung zwischen Werkstoffauswahl und -einsatz Wechselwirkung zwischen Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren Zusammenhänge zwischen Reibung und Verschleißbeständigkeit Spannungsreihe chemischer Elemente</p>
... analysieren und planen den Einsatz von Werkstoffen in feinmechanischen Baugruppen.	<p>ausgewählte Fertigungsverfahren (z. B. Spanen, Umformen, Sintern und Kunststoffverarbeitung) Werkstoffeigenschaften und deren Verwendungen für technische Bauteile</p>	<p>Analyse und Planung der Herstellung von Bauteilen Untersuchung feinwerktechnischer Bauteile im Hinblick auf den Einsatz von Werkstoffen und die Optimierung von deren Einsatz</p>	<p>Fertigungsverfahren und Fertigungsfolgen bei der Bauteilherstellung</p>

Feinwerktechnik

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: FEINMECHANISCHE BAUTEILE NACH TECHNOLOGISCHEN ASPEKTEN ANALYSIEREN UND BEARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nutzen Fachliteratur, Datenblätter und technische Beschreibungen zur Analyse und Bearbeitung.	Normung und Kennzeichnung der Werkstoffe und Halbzeuge technische Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form	selbstständige Nutzung einschlägiger technischer Unterlagen, z. B. Normen Ermittlung relevanter Werkstoffdaten aus Tabellen, Diagrammen und Normen Interpretation und Anwendung technischer Unterlagen (schriftlich, digital)	Interpretation von Daten
... erarbeiten konstruktive Lösungen und stellen diese dar.	Zeichnungsaufbau: • Ansichten • Bemaßung Normen und Regelwerke, z. B. Zeichnungsnormen, Toleranzen, Passungen und Oberflächen Datensicherung und -verwaltung manuelle und digitale Ausarbeitungsmöglichkeiten konstruktive Randbedingungen	Analyse von Daten und Datenformaten Ermittlung erforderlicher Daten Einzelteilanpassung Erstellung von Unterbaugruppen und Zusammenbauten Lösungsoptimierung Erstellung von Handskizzen, Zeichnungen, Stücklisten und 3D-Modellen Einordnung in den Konstruktionsprozess und Umsetzung	Werkstoffeigenschaften technologische Zusammenhänge, z. B. Fertigung und Montage Gültigkeit der Normen Produktentstehungsprozesse
... berücksichtigen beim Modellieren den Produktentstehungsprozess.	Fertigungsverfahren Fertigungs- und Montageprozesse	fertigungsgerechte Konstruktion Umgang mit Bauteil- und Normteillbibliotheken Parametrisierung von Bauteilen	Kenntnisse des Fertigungsablaufs
... bilden Bauteile durch aufgabenbezogene Idealisierungen in mechanische Ersatzmodelle 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

4.3.10 Lernfeld 8: Feinmechanische Gerätekomponenten analysieren und konstruieren [160-180h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: FEINMECHANISCHE GERÄTEKOMPONENTEN ANALYSIEREN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Maschinenelemente, Baueinheiten und Produkte auf Funktion, Belastung und Wirkungsweise.	<p>Normen und VDI-Richtlinien technische Datenblätter, Diagramme und Beschreibungen Statik, Festigkeitslehre und Dynamik Werkstoffkennwerte und -eigenschaften Berechnungssoftware Gestaltfestigkeit und Sicherheit Lebensdauer</p>	<p>Berechnung und Auslegung der Lebensdauer von Wälzlagern Tragfähigkeitsnachweis von Maschinenelementen Dimensionierung von Bauteilen einer Baueinheit, z. B. Wellen, Zahnräder und Bremshebel Auswahl und Berechnung von Welle-Nabe-Verbindungen Auswahl und Dimensionierung von Schrauben anhand von Datenblättern Auslegung von Schraubenverbindungen</p>	<p>Zusammenhänge zwischen Festigkeit, Konstruktion, Herstellung und Kosten Anforderungen an Maschinenelemente Schnittgrößen Grundlagen der Elastostatik</p>
... analysieren Baugruppen und Bauteile nach Oberflächenschichten und Werkstoffen unter Verwendungen von Bildbearbeitungssystemen.	<p>Werkstoffkennwerte und -eigenschaften galvanische Schichten Bildbearbeitung mit Lichtmikroskopie moderne Werkstoffe additive Fertigung und Sintertechnik tribologische Anforderungen</p>	<p>Auslegung von Bauteilen</p>	<p>Anforderungen an Baugruppen und Bauteile</p>
... legen Maschinenelemente und Baueinheiten aus und konstruieren, optimieren und detaillieren diese.	<p>manuelle Entwürfe und Skizzen CAD gestützte Konstruktion Fertigungszeichnungen und Stücklisten Kataloge und Normteilibibliotheken</p>	<p>Erstellung von Entwurf- und Konstruktionsskizzen Erstellung von Detailkonstruktionen sowie Fertigungszeichnungen von Einzelteilen mit CAD Erstellung von 3D CAD-Modellen von Bauteilen und Baugruppen Optimierung konstruktiver Lösungen</p>	<p>Möglichkeiten der Kostenbeeinflussung</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: FEINMECHANISCHE GERÄTEKOMPONENTEN ANALYSIEREN UND KONSTRUIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden Konstruktionsmethoden und Gestaltungsrichtlinien an.	<p>Funktionsstruktur technischer Produkte Grundlagen des Gestaltens Methoden zur Lösungsfindung Normzahl und Baureihen Vorgehensplan zur Schaffung neuer Produkte nach VDI-Richtlinie 2222</p>	<p>Erstellung von Funktionsstrukturen bzw. -gliederungen für konstruktive Aufgabestellungen Anwendung der Konstruktionsmethodik (Bewertung und Vergleich von Lösungsvarianten) Anwendung von Normzahlenreihen bei der Größenabstufung von Baureihen Anwendung des Vorgehensplans und der Lösungswege zur Schaffung neuer Produkte</p>	<p>Konstruktionsmethodik</p>
... planen und analysieren Produktionsprozesse unter Berücksichtigung technologischer und wirtschaftlicher Aspekte.	<p>technologische Grundlagen der Fertigungsverfahren und -prozesse wirtschaftliche Aspekte der Produktionsverfahren Herstellungsverfahren der Massenproduktion Produktionsplanung (Verfahrens- und Arbeitsplanung)</p>	<p>Planung von Fertigungsprozessen Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Fertigungsmaschinen und -verfahren Analyse, Bewertung und Optimierung von Produktionsprozessen</p>	<p>technologische und wirtschaftliche Aspekte unterschiedlicher Fertigungsprozesse Wechselwirkung von Einflussgrößen der Fertigung auf den Gesamtprozess</p>

4.3.11 Lernfeld 9: Die Qualität von Prozessen, Anlagen und Produkten planen und sichern [100h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden jeweils gültige Qualitätsmanagementsysteme (QMS), Umweltmanagementsysteme (UMS) sowie Energiemanagementsysteme (EMS) für konkrete Arbeits- und Verantwortungsbereiche an und definieren und reflektieren deren Anforderungen.	Philosophie und Aufbau von QMS, UMS und EMS gesetzliche Rahmenbedingungen insbesondere das Produkthaftungsgesetz Grundzüge der DIN ISO 9001 Umweltrecht und Grundzüge der DIN ISO 14001 Grundzüge der DIN ISO 50001 Grundzüge der CE-Kennzeichnung Bedeutung von Kundenvorgaben	Analyse und Dokumentation von Anforderungen für neue und bestehende Produkte und Prozesse Soll-Ist-Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte Evaluation von Verbesserungen vorhandener Prozesse und Produkte	ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS, UMS und EMS Notwendigkeit eigener Entscheidungen auf der Basis alternativer Möglichkeiten Bewertungssysteme und -verfahren zur Reflexion des eigenen Handelns Rückwirkungen von Entscheidungen auf Kundenwünsche, Produktion, Montage und Qualitätssicherung
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS zielführend an.	elementare QM-Werkzeuge: Fehlersammelliste, Histogramm, QRK, Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming, Ursache-Wirkungs-Diagramm Managementwerkzeuge: Affinitäts-, Relationen-, Baum und Matrixdiagramm, Portfolio, Netz- und Entscheidungsplan	Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalysen auf Konstruktionen und Prozesse (auch Geschäftsprozesse) mittels Qualitätswerkzeugen	Bedeutung der Strukturierung von Prozessen, und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge Notwendigkeit alternativer Betrachtungen und entsprechender Abwägung Notwendigkeit von Evaluation zur Optimierung von Abläufen
... wählen Werkzeuge und Methoden der statistischen Qualitätskontrolle (SPC) aus und wenden sie an.	Normalverteilung systematische und zufällige Abweichung Qualitätsregelkarten (QRK) Eingriffs- und Wangrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit Six-Sigma Lieferantenbewertung	Erhebung und Auswertung von Daten nach den Regeln der Statistik, Bildung aussagekräftiger Kennziffern schrittweise Einführung einer statistischen Prozessregelung Durchführung von Prozessregelungen mithilfe von QRK	Bedeutung von Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis

Feinwerktechnik

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: DIE QUALITÄT VON PROZESSEN, ANLAGEN UND PRODUKTEN PLANEN UND SICHERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... gestalten Prozesse unter Berücksichtigung geeigneter Qualitäts- und Umweltmanagementwerkzeuge im Hinblick auf Fehlervermeidung, Prozessbeherrschung und kontinuierlicher Prozessverbesserung und planen, analysieren, dokumentieren und überprüfen die Wirksamkeit von Veränderungen.	<p>Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess</p> <p>Fehler- und Qualitätskosten</p> <p>PDCA Zyklus</p> <p>FMEA</p>	<p>strukturierte und zielführende Datenerhebung, Planung, Initiierung, Umsetzung und Kontrolle von KVP</p> <p>Durchführung von FMEAs und ggf. Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung von Konstruktionen und Prozessen</p> <p>Evaluation von Maßnahmen zur Erhöhung der Produkt- und Prozessqualität</p>	<p>Auswirkungen von Schwachstellen in Konstruktionen und Prozesse für Unternehmen und Gesellschaft</p> <p>Bedeutung umfassender vorausschauender Betrachtungen</p> <p>Bedeutung regelmäßiger Evaluationen</p> <p>Notwendigkeit von Kosten-Nutzen-Erwägungen kurz- und langfristiger Art</p>
... erstellen Prüfpläne zu vorgegebenen Produkten für unterschiedliche Fertigungsarten.	<p>Prüfpläne und -protokolle</p> <p>Prüfmittelfähigkeit</p> <p>Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans</p> <p>Umgang mit Systemen zur Prüfmittelüberwachung</p>	<p>Notwendigkeit von Prüfplanung und Prüfmittelüberwachung</p>

4.3.12 Lernfeld 10: Optisch-elektronische Geräte analysieren, dimensionieren und justieren [140h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: OPTISCH-ELEKTRONISCHE GERÄTE ANALYSIEREN, DIMENSIONIEREN UND JUSTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bestimmen Lichtverluste an optischen Komponenten durch Reflexion und Absorption.	lichttechnische Größen: <ul style="list-style-type: none"> • Lichtstrom • Lichtstärke • Leuchtdichte • Beleuchtungsstärke Strahlendurchgang durch Medien: <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion • Absorption 	Bestimmung der Lichtverluste an einzelnen optisch wirksamen Flächen bis hin zu komplexen Geräten wie Ferngläsern oder Mikroskopen	
... nutzen zur Analyse Datenblätter und Fachliteratur und optimieren optisch-elektronische Systeme.	Aufbau und Funktion optischer Komponenten: <ul style="list-style-type: none"> • Autofokus • Verschluss • Okular • Objektiv Aufbau und Funktion optischer Geräte: <ul style="list-style-type: none"> • Lupe • Mikroskop • Raster-Elektronenmikroskop • Teleskop • Autokollimationsfernrohr • Prismenfeldstecher • Fotokamera 	Erstellung von Strahlengängen optischer Geräte: <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskop mit Tubuslinsensystem • Huygens- und Ramsden-Okular • astronomisches und holländisches Teleskop • terrestrisches Fernrohr • Newton-Teleskop • Cassegrain-Teleskop • Autokollimationsfernrohr • Sucherkamera • Spiegelreflexkamera Änderung der Mikroskopvergrößerung Verwendung von Immersions- und Trockensystemen Auswahl geeigneter Komponenten und Geräte für optische Anwendungen Verwendung von Mikroskopbeleuchtungsverfahren: <ul style="list-style-type: none"> • Durchlicht-Hell und -Dunkelfeld • Auflicht-Hell- und Dunkelfeld 	förderliche Vergrößerungen numerische Apertur Ein- und Austrittspupille Aperturblende Köhler'sches Beleuchtungsprinzip Kollimatorprinzip Blendenzahl Öffnungsverhältnis

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: OPTISCH-ELEKTRONISCHE GERÄTE ANALYSIEREN, DIMENSIONIEREN UND JUSTIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen anwendungsbezogene Berechnungen durch und dimensionieren die Bauteile.	Dämmerungszahl geometrische Lichtleistung	Berechnung von Vergrößerungen und Brennweiten optischer Komponenten: <ul style="list-style-type: none"> • Lupe • Mikroskop • Okular • Refraktoren • Reflektoren • Feldstecher Berechnung der Lichtleistung Veränderung von Komponenten zur Erzielung gewünschter Ergebnisse im Hinblick auf die optische Leistungsfähigkeit	Gesichtsfeld Schärfentiefe

4.3.13 Lernfeld 11: Automatisierungssysteme analysieren, bewerten und anpassen [140-160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: AUTOMATISIERUNGSSYSTEME ANALYSIEREN, BEWERTEN UND ANPASSEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Automatisierungssysteme und deren Prozesse.	Grundbegriffe Merkmale und Unterschiede zwischen Steuerung und Regelung Unterschiede der Informationsdarstellung EVA-Prinzip Sensor und Aktor Unterschiede zwischen SPS und VPS	Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung Analyse von Steuerungen Erstellung von Steuerungen	Prinzip der offenen und geschlossenen Wirkungskette
... erstellen Steuerungen mittels elektromagnetischer Schaltgeräte und digitaler Grundverknüpfungen.	elektromagnetische Schaltgeräte digitale Grundverknüpfungen, Wahrheitstabelle und Funktionsgleichung Signallaufplan und Signalzeitdiagramm	Entwicklung und Vereinfachung digitaler Schaltnetze Umgang mit KV-Diagrammen	Boole'sche Algebra Umkehrregeln
... analysieren und visualisieren Programmabläufe und Algorithmen.	Algorithmen Programmablaufpläne Zustandsdiagramme	Erstellung normgerechter Programmablaufpläne mittels fachgerechter Software Analyse von Algorithmen	Graphentheorie Determinismus
... entwickeln strukturierte Programme und präsentieren Ergebnisse.	Entwicklungsumgebung Kontrollstrukturen Funktionen Datentypen	Entwicklung von Algorithmen Erstellung von Programmcode Präsentation von Ergebnisse	
... erstellen komplexe Programme, suchen und beheben Fehler und passen die Programme dem Bedarf an.	Strategien zur Fehlersuche und -vermeidung Zustandsautomaten Schrittmotor	Fehlersuchwerkzeuge Software-Entwicklungsmodelle	Software-Qualität

4.3.14 Lernfeld 12: Lichterzeugende, -empfangende und -transportierende Komponenten analysieren [80h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF12: LICHTERZEUGENDE, -EMPFANGENDE UND -TRANSPORTIERENDE KOMPONENTEN ANALYSIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen geeignete Lichtquellen (u. a. Laser) und optische Bauelemente für Aufgaben der Messtechnik aus.	Größen und Einheiten der Strahlungs- und Lichttechnik Lichtquellen, Empfänger und optische Instrumente Faseroptik und faseroptische Bauelemente Einsatzgebiete des Lasers in der Messtechnik Interferometrie	Durchführung, Auswertung und Beurteilung von Messungen Berechnung von Parametern Arbeit mit Tabellenwerken Handhabung von Messgeräten systematische Fehlersuche	Eigenschaften des Lichts <ul style="list-style-type: none"> • Interferenz • Kohärenz • Polarisierung • Wellenlänge Abbildungsgesetze physikalische Grundlagen zur Erzeugung von Laserlicht
... wählen geeignete Lasertypen und optische Bauelemente für die Materialbearbeitung aus.	Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlaser Einsatzgebiete des Lasers in der Materialbearbeitung Laserparameter bei der Materialbearbeitung Materialeigenschaften (Reflexion, Transmission und Absorption)	Abstimmung der einzelnen Komponenten: Laserwellenlänge, Strahlführung und -formung sowie Material Dimensionierung von Komponenten	Wellenlänge Abbildungsgesetze physikalische Grundlagen zur Erzeugung von Laserlicht
... beachten die für den Umgang mit Laserstrahlung einschlägigen Vorschriften zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen.	Laserklasseneinteilung Schutzmaßnahmen Sicherheitsvorschriften Hilfsmaßnahmen bei Unfällen	Durchführung von Schutzmaßnahmen Überprüfung von Schutzmaßnahmen	physiologische Auswirkungen des Laserlichts auf den menschlichen Körper und auf Gegenstände

4.3.15 Lernfeld 13: Die Produktion organisieren und optimieren [80h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF13: DIE PRODUKTION ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren, planen und steuern die Materialwirtschaft in einem Unternehmen.	Arbeitsplan und Stückliste Analyse und Gestaltung des Materialflusses Bedarfsermittlung <ul style="list-style-type: none"> • ABC-Analyse • XYZ-Analyse • optimale Bestellmenge 	Planung der Teilprozesse des Materialflusses Durchführung der Bedarfsermittlung	Materialfluss bei Produktionsprozessen Materialwirtschaft Servicegrad und Kosten
... erfassen, bewerten und kontrollieren die Daten aus der Finanz- und Betriebsbuchhaltung.	Aufgaben der Kosten- und Leistungsrechnung: <ul style="list-style-type: none"> • Kostenartenrechnung • Leistungsrechnung • Kostenstellenrechnung • Betriebsabrechnungsbogen (BAB) Kostenträgerrechnung	Aufteilung der Kostenarten auf die Kostenstellen Festlegung der Verteilungsschlüssel Controlling der Wirtschaftlichkeit	Kosten- und Leistungsrechnung zur Betriebskontrolle
... kalkulieren Preise für ein Produkt.	Arten der Kalkulation: <ul style="list-style-type: none"> • Zuschlagskalkulation • Deckungsbeitragsrechnung 	Durchführung einer Angebotskalkulation	Preisermittlung und Kostenkontrolle
... analysieren, bewerten und planen Arbeitssysteme.	Grundlagen der Arbeitssystemgestaltung Arbeitsplatz <ul style="list-style-type: none"> • Belastung und Beanspruchung • Ergonomie Arbeitsumgebung Arbeitsanalyse <ul style="list-style-type: none"> • REFA • MTM 	Bewertung und Planung eines Arbeitsplatzes unter Berücksichtigung ergonomischer Gesichtspunkte und entsprechender gesetzlicher Bestimmungen Erfassung von Zeiten für Produktionsvorgänge	Ergonomie

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF13: DIE PRODUKTION ORGANISIEREN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen und ändern die Abläufe eines Unternehmens.	Organisationsformen im Betrieb <ul style="list-style-type: none"> • Aufbauorganisation • Ablauforganisation Organisation der Arbeit <ul style="list-style-type: none"> • Mengenteilung • Arnteilung Steuerungsprinzipien in der Produktion Organisationsprinzipien der Fertigung	Planung von Arbeitsabläufen	Magisches Dreieck der Produktion
... planen und steuern Produktionsabläufe.	Methoden der Planung in der Produktion <ul style="list-style-type: none"> • Netzplantechnik • Balkendiagramm Arbeitsablauf und Zeiten <ul style="list-style-type: none"> • Zeitermittlung • Prozesszeiten 	Anwendung des PPS planerische Gliederung und Durchführung eines Auftrags Minimierung von Planungsfehlern im Hinblick auf Zeit, Kosten und Qualität	Kostenoptimierung der Produktion Qualitätssicherung

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.