

Hessisches Kultusministerium

HESSEN



Lehrplan

Zweijährige Fachschule für Technik

FACHRICHTUNG CHEMIETECHNIK

SCHWERPUNKT LABORTECHNIK

BERUFLICHER LERNBEREICH

BILDUNGSLAND
Hessen



Impressum

Lehrplan Zweijährige Fachschule für Technik
Fachrichtung Chemietechnik
Schwerpunkt Labortechnik
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 Chemietechnik	7
3	Theoretische Grundlagen des Lehrplans	9
3.1	Sozial-kommunikative Kompetenzen	9
3.2	Personale Kompetenzen	10
3.3	Fachlich-methodische Kompetenzen	10
3.4	Zielkategorien.....	11
3.4.1	Beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	12
3.4.2	Mathematisch akzentuierte Zielkategorien	14
3.5	Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen	14
3.5.1	Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien.....	16
3.5.2	Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien	17
3.6	Zusammenfassung.....	18
4	Organisation der Kompetenzen und Kenntnisse	19
4.1	Lernfeldbegriff und Aufbau der Lernfeldbeschreibungen	19
4.2	Stundenübersicht	21
4.3	Beruflicher Lernbereich	23
4.3.1	Mathematik (Querschnitt-Lernfeld)	23
4.3.2	Projektarbeit	26
4.3.3	Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements durchführen	27
4.3.4	Lernfeld 2: Qualitätsmanagementsysteme nutzen.....	29
4.3.5	Lernfeld 3: Betriebswirtschaftliche Entscheidungen vorbereiten und treffen	32
4.3.6	Lernfeld 4: Betriebliche Daten elektronisch erfassen und verarbeiten.....	34
4.3.7	Lernfeld 5 (Querschnitt-Lernfeld): Grundlegende chemische Systeme und Modellvorstellungen.....	36
4.3.8	Lernfeld 6 (Querschnitt-Lernfeld): Organische Stoffklassen, Reaktionsmechanismen und Struktureigenschaftsbeziehungen	38
4.3.9	Lernfeld 7: Organische Synthesen planen, optimieren und durchführen ..	42
4.3.10	Lernfeld 8: Biomoleküle synthetisieren und analysieren sowie biotechnologische Prozesse planen und durchführen	43
4.3.11	Lernfeld 9: Chemische Reaktionen in Labor und Großtechnik planen, durchführen und beeinflussen	46
4.3.12	Lernfeld 10: Maßanalysen mit chemischen und elektrochemischen Methoden durchführen	48
4.3.13	Lernfeld 11: Spektroskopische Analysen durchführen.....	50
4.3.14	Lernfeld 12: Chromatografische Trennungen durchführen	52
5	Handhabung des Lehrplans	53

6 Literaturverzeichnis55

1 Bedeutung der Fachschule für Technik in der Bildungslandschaft

Die Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung und schließen an eine einschlägige berufliche Ausbildung an. Sie bieten die Möglichkeit zu beruflicher Weiterqualifizierung aus der Praxis für die Praxis und ermöglichen dabei das Erreichen der höchsten Qualifizierungsebene in der beruflichen Bildung.¹

In der Rahmenvereinbarung der Kultusministerkonferenz zu Fachschulen wird zu Ausbildungsziel, Tätigkeitsbereichen und Qualifikationsprofil das Folgende festgestellt:

„Ziel der Ausbildung im Fachbereich Technik ist es, Fachkräfte mit einschlägiger Berufsausbildung und Berufserfahrung für die Lösung technisch-naturwissenschaftlicher Problemstellungen, für Führungsaufgaben im betrieblichen Management auf der mittleren Führungsebene sowie für die unternehmerische Selbstständigkeit zu qualifizieren.

Die Ausbildung orientiert sich an den Erfordernissen der beruflichen Praxis und befähigt die Absolventinnen/Absolventen, den technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten.

Der Umsetzung neuer Technologien – verbunden mit der Fähigkeit kostenbewusst zu handeln und Fremdsprachenkenntnisse anzuwenden – wird deshalb auf der Basis des fachrichtungsspezifischen Vertiefungswissens in der Ausbildung besonderer Wert beigemessen. Der Fähigkeit, Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen anzuleiten, zu führen, zu motivieren und zu beurteilen – sowie der Fähigkeit zur Teamarbeit – kommen im Zusammenhang mit den speziellen fachlichen Kompetenzen große Bedeutung zu.

Die Absolventinnen/Absolventen müssen vor diesem Hintergrund in der Lage sein, im Team und selbstständig Probleme des entsprechenden Aufgabenbereiches zu erkennen, zu analysieren, zu strukturieren, zu beurteilen und Wege zur Lösung dieser Probleme in wechselnden Situationen zu finden.“²

Die Studierenden sollen in der beruflichen Aufstiegsfortbildung zur staatlich geprüften Technikerin / zum staatlich geprüften Techniker befähigt werden, betriebswirtschaftliche, technisch-naturwissenschaftliche sowie künstlerische Aufgaben zu bewältigen.

Die Fachschulen orientieren sich dabei nicht an Studiengängen, sondern am Stand der Technik sowie ihrer praktischen Anwendung und genießen dadurch einen hohen Stellenwert in der Erwachsenenbildung.

Die Studierenden erlernen und vertiefen in der Weiterbildung das selbstständige Erkennen, Strukturieren, Analysieren, Beurteilen und Lösen von Problemen des Berufsbereichs. Sie lernen überdies, Projekte mittels systematischen Projektmanagements zum Erfolg zu führen

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

¹DQR Niveau 6

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

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

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

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

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

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

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

2 Grundlegung für die Fachrichtung Chemietechnik

Als einer der weltweit größten Exporteure chemisch-pharmazeutischer Erzeugnisse zeichnet sich Deutschland durch eine wachstumsorientierte Chemieindustrie aus. Die Weiterqualifizierung kompetenter Nachwuchskräfte nach beruflicher Erstausbildung und erster Berufserfahrung ist daher für die Chemiebranche unverzichtbar.

Die für Forschung und Entwicklung sowie für Produktion, Vermarktung und Vertrieb chemisch-pharmazeutischer Produkte notwendigen betrieblichen Prozesse sind komplex und vielfältig. Daraus entsteht für staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Chemietechnik eine Diversität an Einsatzmöglichkeiten.

Die Aufgaben und Tätigkeiten von Technikerinnen und Technikern der Fachrichtung Chemietechnik liegen vorwiegend in den Handlungsfeldern Forschung und Entwicklung, Produktionstechnik, Organisation und Personalführung.

Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Chemietechnik verfügen über die Befähigung zur Beurteilung der ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Bedingungen von Technik sowie über die Bereitschaft zur human-, sozial- und umweltverträglichen Technikgestaltung. Neben der fachlich-methodischen Kompetenz besitzen sie sozial-kommunikative Kompetenzen für die verantwortliche Mitarbeit in aufgaben- bzw. projektbezogenen Teams und für die Wahrnehmung von Führungsaufgaben. Die in der global operierenden Chemieindustrie tätigen Technikerinnen und Techniker kommunizieren beispielsweise in Fremdsprachen mit internationalen Geschäftspartnerinnen und -partnern oder Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an ausländischen Produktionsstandorten und sind interkulturell kompetent.

Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Chemietechnik kooperieren mit verschiedenen Abteilungen ihres Unternehmens. Die Breite ihrer Verantwortung reicht von der Erledigung definiert vorgegebener Aufträge und der Mitwirkung bei der Abwicklung bis zur selbstständigen Planung und Durchführung von Projekten. Dabei üben sie die im Folgenden aufgeführten typischen Tätigkeiten aus:

Die Technikerinnen und Techniker planen und führen Versuche durch, organisieren, überwachen und optimieren Produktionsprozesse und integrieren Teilprozesse in Gesamtabläufe. Dabei steuern und überwachen sie Material- und Apparateinsatz sowie Lager-, Auftrags- und Bestellbestände. Sie wählen Maschinen, Geräte, Apparate und automatisierte Systeme aus, nehmen diese in Betrieb, bedienen und warten sie und halten sie instand. Des Weiteren führen die Technikerinnen und Techniker Dokumentationen durch und erstellen Arbeitsanweisungen und Betriebsanleitungen. Sie wirken an der Entwicklung und Realisierung von Qualitätsmanagementsystemen sowie an der Normüberwachung und Werknormenerstellung mit. In ihrem Verantwortungsbereich gestalten die Technikerinnen und Techniker Arbeitsplätze und die Arbeitsorganisation, koordinieren den Personaleinsatz und sorgen für die Einhaltung von Terminen und Kostenvorgaben. Sie sind Impulsgeber für Innovationen, begleiten Entwicklungsprozesse und unterstützen Marketing, Produktmanagement, Vertrieb und Anwendungstechnik. Unter Berücksichtigung technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Aspekte arbeiten die Technikerinnen und Techniker ziel- und ergebnisorientiert an Problemlösungen. Nicht zuletzt ergeben sich durch die

Labortechnik**Fachschule für Technik**

zunehmende Digitalisierung (Industrie 4.0) Veränderungen in der Chemieindustrie, die von den Technikerinnen und Technikern getragen und gestaltet werden.

Die unterschiedlichen Einsatzgebiete der staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker der Fachrichtung Chemietechnik erfordern eine Differenzierung der Weiterbildung in die Schwerpunkte Labor- und Produktionstechnik.

Die schwerpunktbezogenen Zielsetzungen der Weiterbildung sehen wir folgt aus:

Labortechnik

Im Schwerpunkt Labortechnik nehmen die Analyse- und Synthesemethoden einen besonderen Raum ein. Hierbei nutzen die Studierenden die Modellvorstellungen der allgemeinen, anorganischen, organischen und physikalischen Chemie sowie Kenntnisse im Bereich der chemisch-physikalischen Untersuchungsverfahren, um Analyse- und Synthesemethoden in Labor und Technikum zu entwickeln und durchzuführen.

Produktionstechnik

Im Schwerpunkt Produktionstechnik erwerben die Studierenden insbesondere solche Kenntnisse und Kompetenzen im Bereich der Verfahrens- und Prozessleittechnik, die zur Planung, Optimierung und Inbetriebnahme sowie zum Betrieb chemisch-technischer Anlagen erforderlich sind. Dabei werden die CAD-gestützte Anlagenplanung und die Anwendung fachspezifischer Software zur Auslegung von Apparaten und Anlagenteilen ihrer heutigen Bedeutung entsprechend berücksichtigt.

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 Konkretisierungsniveau spezifiziert wird: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen (PIT-TICH 2013).

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

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

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

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

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

Teilkompetenz			
Berufliche Handlung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen

Innerhalb der einzelnen Lernfelder sind die einbezogenen Teilkompetenzen nicht zufällig angeordnet, sondern folgen einem generativen Ansatz, d. h. dass sie aufeinander aufbauen. Somit gelten innerhalb eines Lernfelds alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, dabei aber vermeiden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

3.4 Zielkategorien

Alle im Lehrplan aufgeführten Ziele lassen sich den folgenden Kategorien zuordnen:

1. Beruflich akzentuierte Zielkategorien: Kommunizieren & Kooperieren, Darstellen & Visualisieren, Informieren & Strukturieren, Planen & Projektieren, Entwerfen & Entwickeln, Realisieren & Betreiben sowie Evaluieren & Optimieren.
2. Mathematisch akzentuierte Zielkategorien: Operieren, Modellieren und Argumentieren.

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

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

3.4.1 Beruflich akzentuierte Zielkategorien

Kommunizieren und Kooperieren

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

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

Darstellen und Visualisieren

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

Informieren und Strukturieren

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

Planen und Projektieren

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

Entwerfen und Entwickeln

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

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

Realisieren und Betreiben

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

Evaluieren und Optimieren

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

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

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

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

3.4.2 Mathematisch akzentuierte Zielkategorien

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

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

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

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

3.5 Taxierung der Kompetenzen in drei Stufen

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

Qualität 1 (linear-serielle Struktur):

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

Qualität 2 (zyklisch-verzweigte Struktur):

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

Qualität 3 (mehrschichtige Struktur):

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

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

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

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

3.5.1 Taxonomietabelle für beruflich akzentuierte Zielkategorien

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

3.5.2 Taxonomietabelle für mathematisch akzentuierte Zielkategorien

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

3.6 Zusammenfassung

Das hier zugrundeliegende Kompetenzmodell schließt drei Kompetenzklassen nach 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).

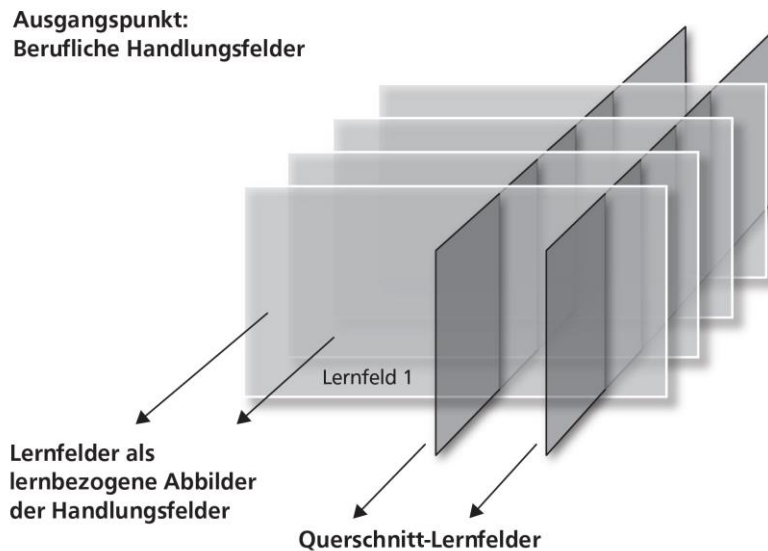


Abbildung 1: Beziehung zwischen berufsbezogenen Lernfeldern als lernbezogene Abbilder beruflicher Handlungsfelder und Querschnitt-Lernfeldern.

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 (KLAFKI, 1964). Somit steht jedes einzelne Lernfeld des Lehrplans für einen gegenwarts- und zukunftsrelevanten Ausschnitt des dazugehörigen Berufssegments. Zusammen repräsentieren die Lernfelder das Berufssegment als exemplarisches Gesamtgefüge.

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

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

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

4.2 Stundenübersicht

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

		Unterrichtsstunden	
		1. Ausbildungsabschnitt	2. Ausbildungsabschnitt
Beruflicher Lernbereich			
Mathematik		200-220	
Projektarbeit			160
Lernfelder			
LF 1	Projekte mittels systematischen Projektmanagements durchführen	40	
LF 2	Qualitätsmanagementsysteme nutzen	120	
LF 3	Betriebswirtschaftliche Entscheidungen vorbereiten und treffen	80	
LF 4	Betriebliche Daten elektronisch erfassen und verarbeiten	60-80	
LF 5	Querschnitt-Lernfeld: Grundlegende chemische Systeme und Modellvorstellungen	120-160	
LF 6	Querschnitt-Lernfeld: Organische Stoffklassen, Reaktionsmechanismen und Struktureigenschaftsbeziehungen analysieren	180-220	
LF 7	Organische Synthesen planen, optimieren und durchführen	120-160	
LF 8	Biomoleküle synthetisieren und analysieren sowie biotechnologische Prozesse planen und durchführen	140-160	
LF 9	Chemische Reaktionen in Labor und Großtechnik planen, durchführen und beeinflussen	240	
LF 10	Maßanalysen mit chemischen und elektrochemischen Methoden durchführen	120-160	
LF 11	Spektroskopische Analysen durchführen	200	

LF 12 Chromatografische Trennungen durchführen

160

4.3 Beruflicher Lernbereich

4.3.1 Mathematik (Querschnitt-Lernfeld) [200-220h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben algebraische Verfahren.	Zahlenmengen: <ul style="list-style-type: none"> • natürliche Zahlen • ganze Zahlen • rationale Zahlen • reelle Zahlen Fachterminologie: <ul style="list-style-type: none"> • Konstante • Variable • Term • Grund-, Definitions- und Lösungsmenge Potenz- und Logarithmenregeln algebraische Gleichungen: <ul style="list-style-type: none"> • lineare Gleichungen • quadratische Gleichungen • Bruchgleichungen • Wurzelgleichungen • exponentielle Gleichungen • gemischte Gleichungen lineare Gleichungssysteme	Einsatz von Standardlösungsverfahren <ul style="list-style-type: none"> • Äquivalenzumformung, • p-q-Formel • Einsetzungsverfahren • Additionsverfahren • Gleichsetzungsverfahren Ergebniskontrolle und Auswertung	Axiome des mathematischen Körpers Operatoren Gauß-Algorithmus Rechengesetze <ul style="list-style-type: none"> • Kommutativgesetz • Assoziativgesetz • Distributivgesetz

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... handhaben mathematische Funktionen zur Modellierung und Lösung technischer und wirtschaftlicher Problemstellungen, auch mit Software.	<p>Darstellungsformen und Funktionsvorschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> • lineare und quadratische Funktionen • ganzrationale Funktionen höheren Grades • Exponentialfunktionen • Logarithmusfunktionen (logarithmisch und halblogarithmisch) <p>Charakteristika</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steigung • Nullstellen • Schnittpunkt mit der y-Achse • Grenzwertbetrachtung • Extrempunkte, Wendepunkte • Flächenberechnung unter und zwischen Kurven <p>Wertebereich, Definitionsbereich</p>	<p>Berechnung der Charakteristika</p> <p>Wechsel der Darstellungsformen</p> <p>Funktionsdarstellung, auch mittels Software</p>	<p>trigonometrische Grundlagen</p> <p>Funktionsbegriff</p> <p>mathematisches Modell vs. Realbezug</p> <p>Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung</p>
... erfassen, analysieren und strukturieren empirische Daten mit den Methoden der deskriptiven Statistik und stellen diese mit geeigneter Standardsoftware übersichtlich dar.	<p>Statistische Grundbegriffe</p> <p>Skalenarten</p> <p>Darstellung von Daten</p> <p>Maße der zentralen Tendenz</p> <p>Streuungsmaße</p> <p>Methoden der bivariaten Statistik (Korrelation und Regression)</p>	<p>Erstellung von Diagrammen</p> <p>Berechnung charakteristischer Kennwerte statistischer Verteilungen</p> <p>Berechnung der Kovarianz und des Korrelationskoeffizienten nach Pearson</p> <p>Bestimmung der Regressionsgeraden</p> <p>Berechnung des Bestimmtheitsmaßes</p>	<p>Risiken und Konsequenzen einer unkritischen Interpretation</p> <p>Fehleranalyse und Manipulationsmöglichkeiten der Statistik</p> <p>Scheinkorrelationen</p>

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	MATHEMATIK		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen wissenschaftliche Studien und führen statistische Testverfahren durch, um ihre Hypothesen statistisch abzusichern.	Normalverteilung und Standardnormalverteilung Gaußsche Glockenkurve Null- und Alternativhypothese ein- und zweiseitige Fragestellungen Fehler der 1. und 2. Art Signifikanz Schätzverfahren Grundprinzipien eines statistischen Tests statistische Testverfahren	Berechnung von Intervallen und deren Wahrscheinlichkeiten bei Normalverteilungen Formulierung von wissenschaftlichen Hypothesen Berechnung empirischer Testwerte und Vergleich mit kritischen Tabellenwerten Testentscheidung und Interpretation des Ergebnisses	wissenschaftliche Methodik deduktive Forschung Manipulation von Testergebnissen
HINWEISE:	Datenanalyse und -auswertung mithilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen und Statistiksoftware kann im Rahmen des Querschnitt-Lernfeldes „Betriebliche Daten elektronisch erfassen und verarbeiten“ durchgeführt werden.		

4.3.2 Projektarbeit [160h]

Die Projektarbeit ist die lernfeldübergreifende, praktische und anwendungsorientierte Umsetzung der Lerninhalte potenziell aller Lernfelder in einem arbeitsnahen Umfeld. Sie bildet eine maßgebliche Aufgabenstellung aus dem beruflichen Alltag staatlich geprüfter Chemietechnikerinnen und Chemietechniker ab.

Die Studierenden wählen ein eigenes Thema, das sie unter einer naturwissenschaftlichen Fragestellung bearbeiten. Dazu untersuchen sie das Umfeld des Themas theoretisch, legen eigene Ziele und Zwischenziele fest, planen Experimente, beschreiben und organisieren dazu nötige Ressourcen, tauschen sich mit Expertinnen und Experten aus, organisieren die Arbeit im Team zeitlich und räumlich, führen die Experimente eigenverantwortlich durch, werten Zwischen- und Endergebnisse aus und stellen diese übersichtlich und nachvollziehbar dar.

Die Themenauswahl ist der Beginn einer Reihe von Entscheidungen in einem komplexen Umfeld. Dabei müssen alle Beteiligten limitierte Ressourcen (Zeit, Geld, Arbeitsplatz, Arbeitskraft, Wissen, Erfahrung) einteilen und planen. Dazu wenden sie kompetent Methoden aus dem Projektmanagement, der Arbeitspädagogik und der Betriebswirtschaft an.

Die Planung und Durchführung der Experimente setzen voraus, dass eine wissenschaftlich-technische Fragestellung verstanden wurde, und verbinden so theoretisches Sachwissen mit einer praktischen Lösung in der Lebensrealität.

Jedes Experiment und jede daraus gewonnene Erkenntnis entfalten nur dann Wirkung, wenn die Ergebnisse dokumentiert und kommuniziert werden. Deshalb fertigen die Studierenden einen schriftlichen Bericht an, der aktuellen Wissenschafts- und Kommunikationsstandards genügt, und stellen darüber hinaus ihre Projektdurchführung und ihre Ergebnisse in einer Präsentation vor, in der sie konstruktiv Rede und Antwort stehen.

4.3.3 Lernfeld 1: Projekte mittels systematischen Projektmanagements durchführen [40h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... initialisieren und definieren ein Vorhaben als Projekt.	Inhalt und Bedeutung der Projektphasen Projekttypen Projekt- und Projektmanagementdefinition Kreativitätstechniken Projektziele Qualität, Kosten und Termine, Leistungsziele etc.	Moderation kreativer Prozesse Zielfindung, -formulierung und -abgrenzung Strukturierung der Projektziele	Prinzip der Zielorientierung Prinzip der Vorgehensformalisierung Prinzip der Ablaufdigitalisierung (Industrie 4.0)
... planen eine Projektdurchführung.	Meilensteine Projektaufwand und -budget sachliche und soziale Projektumfeldfaktoren Risiko, Chance, Maßnahmen zur Risikoverminderung Unternehmens- und Projektorganisations- formen, Rollen im Projekt Lasten- und Pflichtenheft, Projektauftrag, Projekthandbuch Projektstrukturplan, Arbeitspakete Ablauf- und Terminplan Einsatzmittelplan, Kapazitätsplan, Kosten- plan	Phasenplanung Beurteilung eines Projekts auf Machbarkeit Projektumfeldanalyse Risikoanalyse Aufstellung einer Projektorganisation Erstellung eines Projektauftrags Erstellung eines Projektstrukturplans Durchführung einer Ablauf- und Termin- planung Erstellung einer Einsatzmittel- und Kostenplanung	Prinzip der Ergebnisorientierung Prinzip der personalisierten Verantwortungen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF1: PROJEKTE MITTELS SYSTEMATISCHEN PROJEKTMANAGEMENTS DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... realisieren das Projekt.	Kosten- und Termintrendanalyse Berichtswesen Projektsteuerung	Stakeholdermanagement Risikomanagement Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege und Kommunikation der Projektdokumentation	Prinzip des rechtzeitigen Handelns
... schließen ein Projekt ab.	Übergabeprotokoll Endabnahme	Abschluss der Projektdokumentation Projektübergabe und Abschlusspräsentation Projektreflexion Lessons Learned	PM-Regelkreis
HINWEISE:	Die technische Erstellung eines Gant-Diagramms in z. B. Excel oder MS Project soll im Lernfeld „Betriebliche Daten elektronisch erfassen und verarbeiten“ erfolgen. Mitarbeiterführung, Zeitmanagement, Kommunikation und Konfliktmanagement sind Grundlagen beruflicher Interaktion im Allgemeinen und im Besonderen auch Werkzeuge des Projektmanagements. Diese Grundlagen sind Gegenstand vom Lernfeld „Betriebswirtschaftliche Entscheidungen vorbereiten und treffen“ und der Berufs- und Arbeitspädagogik, diese übergreifende Verbindung sollte betont werden.		

4.3.4 Lernfeld 2: Qualitätsmanagementsysteme nutzen [120h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEME NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... weisen die Gebrauchstauglichkeit von Methoden und Geräten nach.	Validierungsparameter: <ul style="list-style-type: none"> • Präzision • Richtigkeit • Linearität • Arbeitsbereich • Empfindlichkeit • Nachweis- / Bestimmungsgrenze • Robustheit • Spezifität vs. Selektivität 	Durchführung von Ausreißertests Erstellung einer Regressionsgeraden Teilnahme an und Durchführung von Ringversuchen Bestimmung von Wiederfindungsraten Abschätzung mit Standardabweichung	prospektive, begleitende und retrospektive Validierung
... arbeiten nach einschlägigen Normen.	Zertifizierung Akkreditierung Audit-Typen DIN EN ISO 9004/9001 DIN EN ISO 17025	Feststellung der Konformität mittels Durchführung von Audits	Eco Management and Audit Scheme (EMAS) und Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001
... entwickeln, produzieren und prüfen Stoffe und Stoffgemische.	Good Manufacturing Practice (GMP) Good Laboratory Practice (GLP) Standard Operation Procedure (SOP) Deutsches Chemikaliengesetz internationale Regelwerke zur Qualitätssicherung Qualitätsmanagementwerkzeuge (z.B. Häufigkeitsdiagramme, Pareto-Prinzip, 7M) Regeln der Arbeitsorganisation, Dokumentation und Aufzeichnung sowie der Archivierung der Prüfungen und Berichterstat-	Bewertungen der Gefahren für Mensch und Umwelt Erstellung einer Dokumentation	Labor-Informations- und Management-Systeme (LIMS) Kostenmanagement

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEME NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	tung darüber		
... führen Risikoanalysen durch und entwickeln Sicherheitskonzepte anhand geltender gesetzlicher Regelungen.	Arbeitsschutzgesetz, Gefahrstoffverordnung, Unfallverhütungsvorschriften Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)	Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung Erstellung einer Betriebsanweisung Erstellung einer Verfahrensanweisung	Substitutionsgebot, Minimierungsgebot
... bewerten Chemikalien bezüglich ihrer Toxizität und recyceln oder entsorgen Abfälle fachgerecht.	EU-Chemikalienverordnung REACH	Registrierung von chemischen Stoffen; Identifizierung der Risiken der in den Verkehr gebrachten Stoffe; Aufzeigen der Sicherheitsmaßnahmen bei der Verwendung	Prinzip der Abfallvermeidung Kreislaufwirtschaftsgesetz
... nutzen Qualitätsmanagementsysteme (QMS).	Philosophie und Aufbau von QMS gesetzliche Rahmenbedingungen insbes. Produkthaftungsgesetz Bedeutung von Kundenvorgaben Soll-Ist Vergleiche für bestehende Prozesse und Produkte	Analyse und Dokumentation von Anforderungen an neue und bestehende Produkte und Prozesse	ökonomische und ökologische Erfordernisse und Zusammenhänge von QMS Bewertungssysteme und Bewertungsverfahren zur Reflexion des eigenen Handelns
... wenden einschlägige Werkzeuge und Methoden der Qualitätssicherung und von QMS an.	elementare QM-Werkzeuge, z. B. Fehlersammelliste, Histogramm, Qualitätsregelkarten (QRK), Pareto-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Brainstorming und Ursache-Wirkungs-Diagramm	Anwendung von Fehler- und Schwachstellenanalyse	Bedeutung der Strukturierung von Prozessen und der Auswahl geeigneter Methoden und Werkzeuge zur Evaluation und Optimierung von Abläufen
...nutzen die statistische Qualitätskontrolle (SPC) zur statistischen Prozessregelung.	Normalverteilung Systematische und zufällige Abweichung QRK Eingriffs- und Warngrenzen beherrschte und nichtbeherrschte Prozesse	Erhebung und Auswertung von Daten, Bildung aussagekräftiger Kennziffern Durchführung von Prozessregelungen mithilfe von QRK	Bedeutung von Fehlervermeidungsstrategien für die unternehmerische Praxis

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF2: QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEME NUTZEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Maschinenfähigkeit Prozessfähigkeit Lieferantenbewertung		
... gestalten und optimieren Prozesse.	Kaizen und kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) Fehler- und Qualitätskosten Plan-Do-Check-Act- (PDCA-)Zyklus Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) Fehlervermeidung Umweltmanagementwerkzeuge	Anwendung von KVP Durchführung von FMEAs Evaluation und Dokumentation	Strategische und operative Prozessplanung Stakeholder Bedeutung regelmäßiger Evaluationen
... erstellen Prüfpläne.	Prüfpläne und -protokolle Planungsschritte zur Erstellung eines Prüfplans Prüfmittelfähigkeit Prüfmittelüberwachung Prüfmittelfähigkeit Systeme zur Prüfmittelüberwachung	Anwendung von Systemen zur Prüfmittelüberwachung	Prinzip des rechtzeitigen Handelns
HINWEISE:	Als mathematische Grundlagen werden vorausgesetzt und angewendet: statistische Größen (z. B. Mittelwert), Sollwert-Test, F-Test, T-Test, David-Test, Grubbs-Test und Dixon-Test.		

4.3.5 Lernfeld 3: Betriebswirtschaftliche Entscheidungen vorbereiten und treffen [80h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ENTSCHEIDUNGEN VORBEREITEN UND TREFFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wirken an der Gestaltung der Unternehmenskultur mit.	betriebswirtschaftliche Produktionsfaktoren und Funktionsbereiche Unternehmenskultur und -leitbild Unternehmensziele Zielsysteme von Unternehmen Rechtsformen von Unternehmungen	Analyse von Unternehmensleitbildern Erstellung von Zielsystemen von Unternehmen Wahl der Rechtsform einer Unternehmung	Shareholder Value vs. Stakeholderansatz
... planen den Bedarf an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen und beschaffen diese in Kooperation mit der Einkaufsabteilung.	Beschaffungsstrategien Bedarfsplanung (ABC-Analyse, XYZ-Analyse) Verfahren der Bedarfsermittlung Bestellpolitik optimale Bestellmenge Lieferantenpolitik	Bedarfsplanungen	Supply Chain Management (SCM)
... bereiten Investitionsentscheidungen vor.	Kapitalbedarfsplanung Investitionsarten und -anlässe statische und dynamische Verfahren der Investitionsrechnung Möglichkeiten der Kapitalbeschaffung	Ermittlung des Kapitalbedarfs Ermittlung der Vorteilhaftigkeit einer oder mehrerer Investitionsalternativen Auswahl geeigneter Finanzierungsmöglichkeiten	Finanzierungsgrundsätze
... analysieren die betriebliche Leistungserstellung.	Grundlagen des Controllings Grundbegriffe der Kosten- und Leistungsrechnung Vollkostenrechnung Teilkostenrechnung	Ermittlung von Deckungsbeiträgen	kurz- und langfristige Preisuntergrenze

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF3: BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ENTSCHEIDUNGEN VORBEREITEN UND TREFFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... steuern und beurteilen Unternehmen anhand von Kennzahlen.	Aufbau und Struktur von Bilanzen Gewinn- und Verlustrechnung Bilanzanalyse	Aufbereiten von Bilanzen und deren Auswertung aufgrund von Kennzahlen	deutsche und internationale Kennzahlensysteme
HINWEISE:	<p>Die Absolventinnen und Absolventen der Fachschule streben Positionen des mittleren Managements an. Um diese Positionen ausfüllen zu können, ist es notwendig, dass sie neben den chemisch-technischen auch über betriebswirtschaftliche Kompetenzen verfügen. Dieser Notwendigkeit wird in diesem Lernfeld Rechnung getragen.</p> <p>Industrie 4.0: Den Technikerinnen und Technikern stehen für die verschiedenen betriebswirtschaftlichen Aufgaben im Rahmen von Industrie 4.0 präzise Daten zur Verfügung, so dass die Analysen und Entscheidungen schneller und wirtschaftlicher vorgenommen werden können.</p>		

4.3.6 Lernfeld 4: Betriebliche Daten elektronisch erfassen und verarbeiten [60-80h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BETRIEBLICHE DATEN ELEKTRONISCH ERFASSEN UND VERARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... dokumentieren Arbeitsprozesse und Ergebnisse.	Standardsoftware zur Textverarbeitung Datenbanken Datenschutz und Datensicherheit Backup und Archivierung kooperatives Arbeiten und Versionskontrolle	Strukturierung von Inhalten und Erstellung von digitalen Dokumenten	Argumentations- und Erklärungsstrukturen Digitalisierung
... präsentieren Arbeitsprozesse und Ergebnisse.	Standardsoftware zur Präsentation, Visualisierung und Animation branchentypische Software zur Darstellung chemischer Strukturen und technischer Vorgänge Urheberrechte insbesondere Bildrechte	Darstellung von Informationen unter Berücksichtigung von Urheberrechten	Aufbau multimedialer IT-Systeme technischer Hintergrund von Mediendaten und deren Bearbeitung zielgruppenadäquate Gestaltung
... erfassen und analysieren Messdaten und werten diese aus.	Standardsoftware (Tabellenkalkulation) Branchentypische Software zur statistischen Datenauswertung Data-Science und Data-Mining Automatisierte Messdatenauswertung (Script-Sprachen) Tools zur Unterstützung bei mathematischen Fragestellungen	Auswahl geeigneter Methoden Beschreibung von Systemen durch Daten und Modelle Statistische Auswertung mit einer branchentypischen Software	Grenzen und Fehler von Messdaten Aussagefähigkeit von Simulationen und Auswertungen
...recherchieren in digitalen Medien und in der Fachliteratur.	chemisch-technische Datenbanken	Auswahl geeigneter Medien und Fachliteratur Zusammenfügung von Teilinformationen zu umfassenden kohärenten Erklärungen	verlässliche Quellen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF4: BETRIEBLICHE DATEN ELEKTRONISCH ERFASSEN UND VERARBEITEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen, entwerfen und führen Experimentreihen durch.	systematische Planung von Versuchen (design of experiments, DoE) Simulationsansätze zur Abschätzung chemischer Eigenschaften	systematische Fehlersuche (Troubleshooting) Analyse von Methodik und Ergebnissen	
... unterstützen Kaufentscheidungen im IT-Bereich.	Grundaufbau von IT Systemen	Auswahl geeigneter Komponenten Erstellung von Anforderungsspezifikationen Evaluation von IT-Lösungen	Industrie 4.0
HINWEISE:	Industrie 4.0: Der informationstechnische Komplex Industrie 4.0 basiert auf Datenakquise und Datenorganisation, deren Grundlagen hier gelegt werden sollen.		

4.3.7 Lernfeld 5 (Querschnitt-Lernfeld): Grundlegende chemische Systeme und Modellvorstellungen [120-160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: GRUNDLEGENDE CHEMISCHE SYSTEME UND MODELLVORSTELLUNGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... berücksichtigen Aspekte des Atombaus und der Bindungsarten für das Reaktionsverhalten von Stoffen.	Bohrsches Atommodell Orbitalmodell Aufbau des Periodensystems der Elemente: • Elektronegativität • Ionisierungsenergien ionische Bindung kovalente Bindung metallische Bindung koordinative Bindung Aggregatzustand, Löslichkeit, Leitfähigkeit, Farbigkeit	Voraussage von Stoffeigenschaften Auswahl kompatibler Reaktanden	Welle-Teilchen-Dualismus
... analysieren Elektronentransferreaktionen in Hinblick auf Stöchiometrie und die Rolle der Reaktanden.	Redoxreaktionen • Oxidationszahlen • Oxidation und Reduktion • Oxidations- und Reduktionsmittel	Bilanzierung von Redoxreaktionen Einsatz von Oxidations- bzw. Reduktionsmitteln	elektrochemische Spannungsreihe Freiwilligkeit von Elektronentransferprozessen
... führen Säure-Base-Reaktionen durch.	Säure-Base-Theorien pH- und pOH-Wert Säure- und Basenkonstante Ionenprodukt des Wassers Puffersysteme	Bilanzierung von Säure-Base-Reaktionen Berechnung des pH- und pOH-Werts Auswahl von Puffersystemen zur Einstellung eines pH-Werts	Donator-Akzeptor-Prinzip

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF5: GRUNDLEGENDE CHEMISCHE SYSTEME UND MODELLVORSTELLUNGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beschreiben Stoffgemische.	Phasendiagramm Homogene und heterogene Gemische Maßbegriffe von Gemischen (Anteil, Konzentration)	Berechnen der Zusammensetzung von Stoffgemischen	Stoffvereinigung und Stofftrennung

4.3.8 Lernfeld 6 (Querschnitt-Lernfeld): Organische Stoffklassen, Reaktionsmechanismen und Struktureigenschaftsbeziehungen [180-220h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ORGANISCHE STOFFKLASSEN, REAKTIONSMECHANISMEN UND STRUKTUREIGENSCHAFTSBEZIEHUNGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren organische Moleküle im Hinblick auf Bindung und Struktur.	Eigenschaften des Kohlenstoffs Hybridisierung des Kohlenstoffs Oxidationsstufen des Kohlenstoffs IUPAC-Nomenklatur Schreibweisen von Molekülen Isomerie, Konformation, Mesomerie Chiralität, Cahn-Ingold-Prelog-Konvention	Benennung organischer Moleküle Bestimmung der Oxidationsstufen Zeichnung organischer Moleküle	
... führen Reaktionen mit gesättigten organischen Molekülen durch.	Alkane: <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften radikalische Substitution Totaloxidation Synthesen Cycloalkane: <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften Konformationen	Formulierung von Reaktionsgleichungen und Reaktionsmechanismen	
... führen Reaktionen mit ungesättigten organischen Molekülen durch.	Alkene, Alkine <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften Elektrophile Addition Radikalische Addition 	Durchführung der elektrophilen Addition zur Darstellung halogenhaltiger Verbindungen Darstellung von Alkanolen und Diolen Hydrierung von Alkenen und Alkinen	Einflüsse verschiedener Katalysatoren
... führen nukleophile Substitutionsreaktionen durch.	Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> nukleophile Substitution erster Ordnung (S_N1) nukleophile Substitution zweiter 	Auswahl von Substraten, Reaktionsbedingungen und Lösemittel zur Synthese von Halogenalkanen, Alkanolen, Ethern und Aminen	Williamsonsche Ethersynthese ambidente Nucleophile

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ORGANISCHE STOFFKLASSEN, REAKTIONSMECHANISMEN UND STRUKTUREIGENSCHAFTSBEZIEHUNGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Ordnung (S_N2)		
... führen Eliminierungsreaktionen durch.	Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> • Eliminierung erster Ordnung (E1) • Eliminierung zweiter Ordnung (E2) • α-Eliminierung (Carbene) 	Auswahl von Substraten, Reaktionsbedingungen und Lösemitteln zur Synthese von ungesättigten Kohlenwasserstoffen Planung der Synthese von Cyclopropanderivaten	Hofmann Abbau
... synthetisieren Cyclohexenderivate.	Diene und Dienophile [4+2]-Cycloaddition	Auswahl von Dienen und Dienophilen unter Berücksichtigung der Stereochemie	Diels-Alder-Reaktion
... synthetisieren Polymere.	Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> • Kationische Polymerisation • Radikalische Polymerisation • Anionische Polymerisation 	Auswahl der Monomere und Reaktionsbedingungen	Polyaddition, Polykondensation Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere
... stellen Alkanole dar und führen Reaktionen mit Alkanolen durch.	Darstellung und Struktur von Alkanolen Nucleophile Substitutionsreaktionen der Alkanole Oxidation der Alkanole	Benennung von Alkanole Auswahl von Reaktionsbedingungen Einsatz als Lösemittel	verantwortlicher Umgang mit Ethanol als Genussmittel
... stellen Carbonylverbindungen dar und führen Reaktionen mit ihnen durch.	Darstellung und Struktur von Alkanalen und Alkanonen Nucleophile Additionsreaktionen der Carbonylverbindungen Aldol-Addition, Cannizzaro Reaktion Kondensationsreaktionen der Carbonylverbindungen	Benennung der Carbonylverbindungen Auswahl der Reaktionsbedingungen	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ORGANISCHE STOFFKLASSEN, REAKTIONSMECHANISMEN UND STRUKTUREIGENSCHAFTSBEZIEHUNGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Grignard-Reaktion		
... stellen Alkansäuren dar und führen Reaktionen mit ihnen durch.	Darstellung und Struktur von Alkansäuren, Säurehalogeniden, Säureamiden, Estern, Anhydriden sowie Nitrilen Azidität und Einfluss von funktionellen Gruppen	Benennung der Alkansäuren und ihrer Derivate Auswahl der Reaktionsbedingungen	Hydrophilie, Lipophilie
... stellen Amine dar und führen Reaktionen mit ihnen durch.	Darstellung und Struktur von Aminen Synthese von Azo-Farbstoffen	Benennung der Amine Auswahl von Reaktionsbedingungen	Farbigkeit von organischen Molekülen
... stellen substituierte Arene her.	elektrophile Substitutionsreaktionen am aromatischen Ring Einfluss von Substituenten auf die Reaktivität und Orientierung für die Zweit- und Drittsubstitution Heteroaromaten	Vorhersage der Zweitsubstitutionsprodukte	Hückel-Regel
... bereiten eine Synthese vor und führen sie durch.	Standard-Reaktionsapparaturen Laborsicherheit Datenquellen für physikalische Stoffdaten	Syntheseorganisation Ansatzberechnungen Planung des Energieumsatzes Dokumentation	Gefährdungsbeurteilung

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF6: ORGANISCHE STOFFKLASSEN, REAKTIONSMECHANISMEN UND STRUKTUREIGENSCHAFTSBEZIEHUNGEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... reinigen Syntheseprodukte.	Umkristallisation Umfällung (Vakuum-)Destillation, Rektifikation Trägerdampfdestillation Extraktion	Auswahl des Lösungsmittels Auswahl des Adsorptionsmittels	
... prüfen Reinheit und Identität eines Produkts.	nicht-apparative Identifizierungsmethoden funktioneller Gruppen und Stoffklassen <ul style="list-style-type: none"> • Schmelzpunkt • Siedepunkt • Brechungsindex 	Bestimmung von physikalischen Stoffeigenschaften	
HINWEISE:	In Absprache mit dem Lernfeld „Spektroskopische Analysen durchführen“ werden bei den Stoffklassen entsprechende Spektren ausgewertet. Für die Arbeit im Rahmen des Laborunterrichts wären beispielsweise folgende Synthesen denkbar: Benzoesäure aus Benzaldehyd oder Benzylalkohol, Cyclohexen aus Cyclohexanol, 2-Chlor-2-methylpropan aus t-Butanol, Veresterung (Propionsäurebutylester) mit oder ohne Wasserabscheider, Dibenzalaceton.		

4.3.9 Lernfeld 7: Organische Synthesen planen, optimieren und durchführen [120-160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF7: ORGANISCHE SYNTHESEN PLANEN, OPTIMIEREN UND DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...führen Mehrstufensynthesen durch.	Stöchiometrie und Bedingungen der Reaktionen von aliphatischen und aromatischen Verbindungen	Planung des Ablaufs der Mehrstufensynthese Durchführung thermischer Trennungen	Vorschriften zur Aufbewahrung von Chemikalien Vorschriften zum Umgang mit gefährlichen Abfällen
...stellen chemische Strukturen dar.	Funktionsweise und Anwendungsgebiete von Strukturformel-Zeichenprogrammen	Anwendung von fachspezifischer Software zur Darstellung organischer Strukturformeln nach wissenschaftlichem Standard	Copyrightproblematik bei Nutzung von Grafiken aus dem Internet Regeln der Zitation
...überprüfen präparative Synthesevorschriften .	Sachwissen in den Querschnitt-Lernfeldern „Grundlegende chemische Systeme und Modellvorstellungen“ und „Organische Stoffklassen, Reaktionsmechanismen und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen“ sowie im Lernfeld „Biomoleküle synthetisieren und analysieren sowie biotechnologische Prozesse planen und durchführen“	Optimierung von Synthesen in Bezug auf <ul style="list-style-type: none"> • Chemikalienverbrauch • Ausbeute • Reaktionsdauer • energetische Aspekte • Umweltschutz • Arbeitsschutz Erstellung von Arbeitsvorschriften	
HINWEISE:	Im Rahmen von Laborunterricht wären beispielsweise folgende Synthesen denkbar: Gewinnung eines Arzneistoffs oder einer Grundchemikalie aus einem nachwachsenden Rohstoff, z. B. Azelainsäure aus Rizinusöl. Für Optimierungen besonders geeignet sind Veresterungen, da diese viele Möglichkeiten bieten, das Estergleichgewicht zu verschieben (Benzoessäureester, Salicylsäureester)		

4.3.10 Lernfeld 8: Biomoleküle synthetisieren und analysieren sowie biotechnologische Prozesse planen und durchführen [140-160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: BIOMOLEKÜLE SYNTHETISIEREN UND ANALYSIEREN SOWIE BIOTECHNOLOGISCHE PROZESSE PLANEN UND DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Sicherheitsüberprüfungen des Arbeitsumfeldes durch.	Augendusche Körperdusche elektrische Geräte Produktionsanlagen HessGISS	Anwendung der Augendusche Anwendung der Körperdusche sicherer Umgang in Laborräumen	Erste Hilfe
... produzieren mit nicht gentechnisch veränderten Organismen (non GVOs).	Non-GVOs (Produktionsstämme) Prokaryot/Eukaryot Nährmedien Gärung (alkoholisch) Zellzahlbestimmung Lebend-/Todzellbestimmung Iodprobe Stammwürze	Herstellung eines Nährmediums Produktion mit Non-GVOs Ethanolproduktion	GVOs Trends in der Biotechnologie Crabtree-Effekt Pasteur-Effekt Gramfärbung
... führen eine Polymerase-Kettenreaktion (<i>polymerase chain reaction</i> , PCR) durch und interpretieren die Ergebnisse.	PCR Transkription Gelelektrophorese Agarose-Gelelektrophorese Marker	Durchführung einer PCR Trennung von DNA-Fragmenten mittels eines Agarosegels Interpretation des Bandenmusters auf einem Agarosegel	genetischer Fingerabdruck
... setzen Enzyme zielgerichtet ein.	Funktion von Enzymen Proteasen Amylasen Tenside	Proteinspaltung Stärkespaltung Analyse, Interpretation und Präsentation von Spaltungsexperimenten	Peptidbindung Ester glykosidische Bindung intermolekulare Kräfte

Labortechnik

Fachschule für Technik

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF8: BIOMOLEKÜLE SYNTHETISIEREN UND ANALYSIEREN SOWIE BIOTECHNOLOGISCHE PROZESSE PLANEN UND DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Proteine Kohlenhydrate Lipide		Waschmittel
... bestimmen die spezifische Wachstumsrate (μ) eines Mikroorganismus.	Wachstumsrate optische Dichte Konzentrationsbestimmung von Mikroorganismen	Erstellung einer Wachstumskurve Ermittlung der Wachstumsrate	Bilanzierung
... planen und überprüfen die Herstellung von gentechnisch veränderten Organismen (GVO).	DNA Transkription Translation Code-Sonne Vektoren und Plasmide Restriktionsenzyme Operon-Modell (Substratinduktion, Endproduktrepression) Stempeltechnik Blau-Weiß-Selektion	Planung von GVOs Bewertung der Planungsergebnisse zur Herstellung von GVOs	Master-Zellbank Fachgebiete in der Biotechnologie: rote, grüne, graue, weiße und blaue Biotechnologie Codonverwendung (<i>Codon Usage</i>)
... planen die Produktion unter Verwendung eines Mikroorganismus.	Fermenter Batch-, Fed-Batch- und kontinuierliche Prozesse Konzentrations-Zeit-Diagramme	Planung von Produktionsstrategien Bewertung von Produktionsstrategien	Diabetes Insulinproduktion Gentechnikgesetz (GenTG)
... planen die Reinigung von Produkten aus der Biotechnik.	Zellernte Zellaufschluss Proteinfaltung Proteinreinigung (Chromatografie)	Planung von Reinigungsstrategien Bewertung von Reinigungsstrategien	medizinische Wirkstoffe Anwendungen von biotechnischen Produkten

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF8: BIOMOLEKÜLE SYNTHETISIEREN UND ANALYSIEREN SOWIE BIOTECHNOLOGISCHE PROZESSE PLANEN UND DURCHFÜHREN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
HINWEISE:	<p>Als Modellsysteme für nicht gentechnisch veränderte Organismen (Non-GVOs) können <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, <i>Escherichia coli</i> (K12) und <i>Vibrio natriegens</i> verwendet werden.</p> <p>Für die Produktion mit Non-GVOs bietet sich die Bierherstellung mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i> an.</p> <p>Als Beispiel für die gentechnische Produktion lässt sich die Herstellung von Insulin und Somatostatin empfehlen.</p>			

4.3.11 Lernfeld 9: Chemische Reaktionen in Labor und Großtechnik planen, durchführen und beeinflussen [240h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF9: CHEMISCHE REAKTIONEN IN LABOR UND GROßTECHNIK PLANEN, DURCHFÜHREN UND BEEINFLUSSEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen chemische Reaktionen.	Energie Enthalpie Entropie freie Enthalpie Gasgesetze	Recherche von thermodynamischen Daten Berechnung der Reaktionsenthalpie Berechnung der Reaktionsentropie Berechnung der freien Reaktionsenthalpie Auswahl der Reaktionstemperatur	Hauptsätze der Thermodynamik
... führen reversible chemische Reaktionen durch und beeinflussen deren Gleichgewicht.	reversible Reaktionen Massenwirkungsgesetz Prinzip von Le Chatelier (Prinzip des kleinsten Zwangs) Einfluss von Konzentrationsänderungen Reaktionstechnik	Änderung von Reaktionsparametern (Druck, Temperatur, Konzentration) Bestimmung der Ausbeute	
... setzen Katalysatoren zur Durchführung chemischer Synthesen ein.	homogene und heterogene Katalyse etablierte Katalysatoren energetischer Verlauf chemischer Reaktionen	Auswahl von Katalysatoren Eintrag von Katalysatoren in das Reaktionsmedium	Energieeinsatz und Selektivität enzymkatalysierte Reaktionen
... verfolgen den Reaktionsverlauf.	Reaktionsgeschwindigkeit Halbwertszeiten Reaktionsordnungen Konzentrations- und Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit Elementarreaktionen geschwindigkeitsbestimmender Schritt grafische Auswertemethoden	Auswahl und Einsatz quantitativer analytischer Methoden Beobachtung des Reaktionsfortschritts Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit Berechnung von Halbwertszeiten Bestimmung der Reaktionsordnung	Umsatz-Zeit- und Raum-Zeit-Ausbeute

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...		LF9: CHEMISCHE REAKTIONEN IN LABOR UND GROßTECHNIK PLANEN, DURCHFÜHREN UND BEEINFLUSSEN		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen den Transfer von chemischen Reaktionen aus dem Labormaßstab in Technikumsanlagen durch.		Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR) Fließbilder Reaktionstechnik laminare und turbulente Strömung	Berechnungen zur Wärmemenge Auswahl von Messgeräten Einstellung von Reglern	Scale-up chemischer Reaktionen
HINWEISE:	Dieses Lernfeld wird ergänzt durch das Querschnitt-Lernfeld "Grundlegende chemische Systeme und Modellvorstellungen" sowie das Lernfeld „Organische Synthesen planen, optimieren und durchführen“.			

4.3.12 Lernfeld 10: Maßanalysen mit chemischen und elektrochemischen Methoden durchführen [120-160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: MAßANALYSEN MIT CHEMISCHEN UND ELEKTROCHEMISCHEN METHODEN DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen volumetrische Analysen mit visueller Indikation durch.	Acidimetrie, Alkalimetrie Komplexometrie Redoxtitration, z. B. Manganometrie, Iodometrie Indikatoren	Auswahl eines analytischen Systems Aus- und Bewertung der Analyse	Farbigkeit von Molekülen
... führen potentiometrische Analysen durch.	elektrochemische Spannungsreihe Konzentrationsabhängigkeit des elektrochemischen Potentials (Nernst-Gleichung) Elektroden	Handhabung und Kalibrierung von Elektroden Auswahl eines analytischen Systems Aus- und Bewertung der Analyse	Simulation des Verlaufs der Titrationskurve
... führen (elektro-)gravimetrische Analysen durch.	Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt Elektrolyse Faradaysche Gesetze Abscheidungspotentiale Überspannung elektrische Energie, Leistung	Handhabung und Kalibrierung von Elektroden Auswahl eines analytischen Systems Aus- und Bewertung der Analyse	Elektrodenkinetik Energieerhaltung
... führen konduktometrische Analysen durch.	Eigenschaften von Elektrolytlösungen Spannung, elektrische Stromstärke Grenzäquivalentleitfähigkeit absolute und relative Leitfähigkeit	Auswahl eines analytischen Systems Aus- und Bewertung der Analyse	Hittorfsche Überföhrungszahlen
... entwickeln Lösungen für analytische Problemstellungen.	Auswahlprinzipien Direkt- und Rücktitration Urtiter	Auswahl titrimetrischer Methoden aus <ul style="list-style-type: none"> • Neutralisationstitation • Redox-Titration • komplexometrische Titration 	

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF10: MAßANALYSEN MIT CHEMISCHEN UND ELEKTROCHEMISCHEN METHODEN DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
		<ul style="list-style-type: none"> • Fällungstiteration Auswahl der Indikation	
HINWEISE:	Die theoretischen Grundlagen zur Neutralisationstiteration, Redoxstiteration und komplexometrischen Titeration werden im Querschnitt-Lernfeld „Grundlegende chemische Systeme und Modellvorstellungen“ behandelt.		

4.3.13 Lernfeld 11: Spektroskopische Analysen durchführen [200h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: SPEKTROSKOPISCHE ANALYSEN DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...führen qualitative und quantitative Bestimmungen mit UV/VIS-Spektroskopie durch.	Absorption elektromagnetischer Strahlung im UV/VIS-Bereich Aufbau und Funktionsweise von UV/VIS-Spektrofotometern molarer, dekadischer Extinktionskoeffizient Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz	externe und interne Kalibrierung Durchführung fotometrischer Analysen Auswertung Fehleranalyse	Chromophore und Farbigkeit organischer Moleküle Auxochrome und Verschiebungen Farbigkeit anorganischer Verbindungen
... führen qualitative und quantitative Elementanalysen anhand atomspektroskopischer Methoden durch.	Wechselwirkungen von elektromagnetischer Strahlung mit Materie (Absorption und Emission sowie Linienspektren) Aufbau und Funktionsweise von Geräten zur Elementanalyse der Methoden: <ul style="list-style-type: none"> Atomabsorptionsspektroskopie (AAS), dabei folgende Techniken: Flamme, Graphitrohren, Hydrid und Kaltdampf optische Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) Störungen (chemisch, physikalisch und spektral)	Auswahl einer geeigneten Methode und Technik Durchführung und Auswertung einer Messung mit einem Atomspektrometer Untergrundkorrektur Beseitigung von Störungen Parameteroptimierung	Energieverteilung nach Boltzmann Röntgenfluoreszenzanalyse
... klären Strukturen chemischer Systeme anhand spektroskopischer Methoden auf.	physikalische Grundlagen und Geräteaufbau spektroskopischer Methoden zur Strukturaufklärung Einfluss der Molekularstruktur bei folgenden Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> Kernspinresonanz-Spektroskopie (NMR- 	Methodenauswahl bei der Strukturaufklärung Durchführung von Strukturaufklärungsmethoden Spektrinterpretation bei NMR, MS, IR sowie bei Multispektren	elektromagnetische Wellen Wechselwirkung von Strahlung und Molekül mit klassischen und quantenmechanischen Modellen

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF11: SPEKTROSKOPISCHE ANALYSEN DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Spektroskopie), insbesondere ^1H -NMR- und ^{13}C -NMR-Spektroskopie (chemische Verschiebung, Spin-Spin-Kopplung) <ul style="list-style-type: none"> • Massenspektrometrie (MS; Fragmentierungsreaktionen, Isotopenpeaks) • Infrarot-Spektroskopie (IR-Spektroskopie; Schwingungsarten und -energie) spezielle Methoden, z. B. 2D-NMR, Pulssequenzen für NMR, ATR-IR, sanfte Ionisierungsmethoden der MS (MALDI-TOF), Quadrupol-MS und Tandem-MS		
HINWEISE:	Der Schwerpunkt des Lernfeldes soll auf der Strukturaufklärung liegen. Es besteht ein Bezug zum Lernfeld „Qualitätsmanagementsysteme nutzen“ (Qualität von Analysen) und zum Querschnitt-Lernfeld „Grundlegende chemische Systeme und Modellvorstellungen“ (Bohrsches Atommodell für Atomspektroskopie sowie Orbitalmodell und koordinative Bindung für UV/VIS-Spektroskopie) Industrie 4.0: Zur Strukturaufklärung können Vergleichsspektren aus Datenbanken herangezogen werden. Diese sind die informationstechnologische Grundlage für die Datenanalyse.		

4.3.14 Lernfeld 12: Chromatografische Trennungen durchführen [160h]

Die staatlich geprüften Technikerinnen und Techniker ...	LF12: CHROMATOGRAPHISCHE TRENNUNGEN DURCHFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Methoden der Dünnschichtchromatografie (DC) durch.	Verteilungs- und Adsorptionschromatografie Eluenten und elutrope Reihe stationäre Phasen Detektionsmöglichkeiten Plattentypen und Entwicklungskammern	Optimierung der Parameter Auswertung und Bewertung der Analysen	Nernstscher Verteilungskoeffizient Langmuirsche Adsorptionsisothermen
... etablieren Analysemethoden der Hochleistungsflüssigkeitschromatografie (<i>high performance liquid chromatography</i> , HPLC).	Aufbau eines HPLC-Geräts Eluenten-Gradienten und elutrope Reihe Säulentypen Detektionsmöglichkeiten Kenngrößen eines Chromatogramms gekoppelte Analysemethoden Steuer- und Auswertesoftware	Entwicklung von Methoden der HPLC-Analytik	Chromatografie mit überkritischen Phasen (<i>supercritical fluid chromatography</i> , SFC) Ultra-HPLC (U-HPLC) Ionenchromatografie (IC)
... etablieren Analysemethoden der Gaschromatografie (GC).	Aufbau eines GC-Geräts Trägergase Temperaturprogramme stationäre Phasen Säulentypen Detektionsmöglichkeiten Kenngrößen eines Chromatogramms gekoppelte Analysemethoden Steuer- und Auswertesoftware	Entwicklung von Methoden der GC-Analytik	van-Deemter-Gleichung

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.