



Handreichung Berufsschule



**ELEKTRONIKERIN ODER ELEKTRONIKER
FÜR AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**

Impressum

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Kultus, Bildung und Chancen (HMKB)
Luisenplatz 10
65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 368-0
<https://kultus.hessen.de>

Verantwortlich: Christopher Textor

Stand: 1. Auflage, Januar 2024

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie Wahlen zum Europaparlament. Missbräuchlich ist besonders die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Inhaltsverzeichnis

1	Inhalt und Intentionen der Handreichung	3
2	Kompetenzkonzept der Lernfeldergänzung	3
3	Grundkonzept eines kompetenzorientierten Unterrichts	6
3.1	Zielorientierung	7
3.2	Kontextualisierung	7
3.3	Aktivierung	8
3.4	Handlungssystematisches Lernen.....	8
3.5	Fachsystematisches Lernen.....	8
3.6	Alternierendes Lernen.....	8
3.7	Reflexion und Kontrolle	8
3.8	Fazit.....	9
4	Lernfelder (LF).....	10
4.1	Lernfeld 1: Elektronische Systeme analysieren und Funktionen prüfen (80 Stunden)	10
4.2	Lernfeld 2: Elektrische Installationen planen und ausführen (80 Stunden)	13
4.3	Lernfeld 3: Steuerungen analysieren und anpassen (80 Stunden)	15
4.4	Lernfeld 4: Informationstechnische Systeme bereitstellen (80 Stunden).....	17
4.5	Lernfeld 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Betriebsmitteln gewährleisten (80 Stunden).....	19
4.6	Lernfeld 6: Anlagen und Geräte analysieren und prüfen (60 Stunden)	21
4.7	Lernfeld 7: Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren (80 Stunden)	22
4.8	Lernfeld 8: Antriebssysteme auswählen und integrieren (60 Stunden)	25
4.9	Lernfeld 9: Steuerungssysteme und Kommunikationssysteme integrieren (100 Stunden).....	27
4.10	Lernfeld 10: Automatisierungssysteme in Betrieb nehmen und übergeben (100 Stunden).....	29
4.11	Lernfeld 11: Automatisierungssysteme instand halten und optimieren (80 Stunden).....	30
4.12	Lernfeld 12: Automatisierungssysteme planen (60 Stunden).....	32
4.13	Lernfeld 13: Automatisierungssysteme realisieren (80 Stunden).....	34
5	Unterrichtsbeispiele	35
5.1	Unterrichtsbeispiel 1.....	35
5.1.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes.....	35
5.1.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	36
5.1.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	37
5.1.4	Planungsmatrix	39
5.1.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	41
5.1.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	41
5.2	Unterrichtsbeispiel 2.....	42
5.2.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes.....	42
5.2.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	43

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

5.2.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	44
5.2.4	Planungsmatrix	47
5.2.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	49
5.2.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	49
6	Literatur.....	50

1 Inhalt und Intentionen der Handreichung

Im Zentrum der Rahmenlehrpläne der Kultusministerkonferenz (KMK) für die dualen Ausbildungsberufe steht die Bildungsperspektive einer beruflichen Handlungskompetenz und damit einhergehend die Forderung nach kompetenzorientiertem Unterricht. Dies stellt im Vergleich zum ehemals wissensorientierten Unterricht deutlich höhere Ansprüche an die Lehrkräfte bei der Unterrichtsplanung, -konzeption und auch -umsetzung, da zusätzlich zu der weiterhin bestehenden Notwendigkeit, einschlägiges und aktuelles Fachwissen zu vermitteln, die Anforderung hinzukommt, den Wissenserwerb auch auf die Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeit(en) auszurichten.

Um den Kompetenzanspruch curricular zu verankern, wurden Lernfeldlehrpläne implementiert. Statt der ehemals sehr konkreten, kleinschrittigen und weitgehend kognitiven Lernziele werden nun Ziele genannt, die nicht das im Unterricht zu vermittelnde Wissen vorgeben, sondern festlegen, welche berufsbezogenen Handlungen im Lernprozess vollzogen werden sollen. Ohne direkten Bezug zu diesen Zielen führen die Lernfeldlehrpläne Inhalte an, die exemplarisch beziehungsweise optional aufgeführt werden, also ohne Verbindlichkeit genannt werden.

Das heißt, dass Lehrkräfte bei ihrer Unterrichtskonzeption dazu aufgefordert werden, ohne curriculare Vorgaben Kompetenzen zu vermitteln. Dies führt nicht nur zu einem deutlich erhöhten Arbeitsaufwand für sie, sondern zieht auch enorme Varianzen in den Unterrichtskonzeptionen nach sich. Jede Lehrperson ist gefordert, erstens individuell ein Kompetenzverständnis zu entwickeln beziehungsweise zu implizieren und zweitens auf dessen Basis den Lehrplan zur Ableitung konkreter Lernziele zu transformieren, um schließlich drittens ein adäquates methodisches Konzept zu generieren. Je nach individuellem Kompetenzverständnis und Transformationsansatz lassen sich dabei für dasselbe Lernfeld sehr unterschiedliche Lernziele (Kompetenzen) ableiten.

Zur Unterstützung beim Umgang mit der curricularen Offenheit und bei der unterrichtsbezogenen Konkretisierung des kognitiven Aspekts sowie zur Reduzierung des Planungs- und Konzeptionsaufwands auf ein handhabbares Maß bietet diese Handreichung Lehrkräften eine Ergänzung des Rahmenlehrplans der KMK.

2 Kompetenzkonzept der Lernfeldergänzung

Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz beruft sich auf den US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als Disposition zu einem eigenständigen variablen Handeln beschreibt (CHOMSKY 1962). 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 UND SAUTER 2017, XXI fortfolgende).

Sozial-kommunikative Kompetenzen

Sozial-kommunikative Kompetenzen sind Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, sich also 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 UND 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 sowie der

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

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“ vorangegangener Ereignisse, der sozialen Erwartungen an die Gesprächspartnerinnen und -partner, der Wirkungen aus der Gruppenzusammensetzung (jeweils im Hinblick auf die eigene Person sowie die Kommunikationspartnerinnen und -partner), 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 und die Kommunikationspartnerinnen und -partner) 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 der 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 (gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Strategien der Handlungskontrolle) umzusetzen.

Personale Kompetenzen

Personale Kompetenzen sind Fähigkeiten, sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Motivationen und Leistungsvorsätze zu entfalten sowie sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und dabei zu lernen. LERCH (2013) bezeichnet personale Kompetenzen in Orientierung an aktuellen bildungswissenschaftlichen Konzepten auch als Selbstkompetenzen und unterscheidet dabei zwischen motivational-affektiven Komponenten wie Selbstmotivation, Lern- und Leistungsbereitschaft, Sorgfalt, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit, Eigeninitiative, Verantwortungsfähigkeit, Zielstrebigkeit, Selbstvertrauen, Selbstständigkeit, Hilfsbereitschaft, Selbstkontrolle und Anstrengungsbereitschaft sowie strategisch-organisatorischen Komponenten wie Selbstmanagement, Selbstorganisation, Zeitmanagement und Reflexionsfähigkeit. Hier sind auch sogenannte Lernkompetenzen (MANDL UND FRIEDRICH 2005) als jene personalen Kompetenzen einzuordnen, die auf die eigenständige Organisation und Regulation des Lernens ausgerichtet sind.

Fachlich-methodische Kompetenzen

Fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung sachlich-gegenständlicher Probleme geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, das heißt, mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen sowie Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten. Dies schließt Dispositionen ein, Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch selbstorganisiert zu gestalten und die Methoden darüber hinaus selbst kreativ weiterzuentwickeln. Fachlich-methodische Kompetenzen sind – im Sinne von ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE UND SAUTER (2017, XXI fortfolgende) – 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.

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Für die ersten beiden Kompetenzklassen (sozial-kommunikative und personale Kompetenzen) sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt als die der fachlichen, insbesondere durch deren enge Verschränkung mit der persönlichen Entwicklung des Individuums. Eine Anregung und Unterstützung in der Entwicklung überfachlicher Kompetenzen durch den Berufsschulunterricht kann daher auch nicht entlang einer jahresplanmäßigen Umsetzung einzelner, thematisch determinierter Lernstrecken erfolgen, sondern muss vielmehr fortlaufend produktiv und dabei auch reflexiv in die Vermittlung fachlich-methodischer Kompetenzen eingebettet werden.

In der vorliegenden Handreichung 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 eigenständige Kategorien aufgegliedert wird: (a) Sachwissen, (b) Prozesswissen und (c) Reflexionswissen.

Zu (a): Sachwissen umfasst ein anwendungs- und umsetzungsunabhängiges Wissen über Dinge, Gegenstände, Geräte, Abläufe, Systeme et cetera. 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.

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 et cetera), eine Aufgabendimension (Aufgabentypus, -abfolgen et cetera) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe et cetera). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch strukturiert. Es wird in einem zielgerichteten und durch Feedback gesteuerten Tun erworben und ist damit die funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln.

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 Sach- und das Prozesswissen, die vorgeordnet sind, 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) sowie 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 an das Prozesswissen anschließen und umgekehrt; das Reflexionswissen muss sich auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens eingrenzen. So sind die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant, wenn sie innerhalb des eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist daher 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. Das bedeutet, dass jede Teilkompetenz den Erwerb der vorausgehenden voraussetzt. Somit gelten innerhalb eines Lernfeldes alle Wissensaspekte, die in den vorausgehenden Teilkompetenzen konkretisiert wurden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Kompetenzen in einer sachlogischen Abfolge aufgebaut werden, jedoch vermieden, dass innerhalb der Wissenszuordnungen der Teilkompetenzen nach unten zunehmend Redundanzen dargestellt werden.

Bislang mussten Lehrkräfte, die einen kompetenzorientierten Unterricht konsequent umsetzen wollten, die vorausgehend dargestellte didaktische Transformation selbst vollziehen. Eine Differenzierung in unterschiedliche Wissensarten war dabei vermutlich eine Ausnahme, sodass sich in der Praxis aktuell unter anderem folgende Schwierigkeiten in der Umsetzung und Ausschöpfung des Kompetenzanspruchs feststellen lassen:

- Bei genereller Unterrepräsentation von Wissensaspekten beziehungsweise einer überwiegender Ausrichtung auf Prozesswissen entsteht ein aktionistischer Unterricht, in dem viel gehandelt, aber wenig verstanden wird. Anstelle von Kompetenz werden hier spezifische Handlungsfähigkeiten vermittelt.
- Eine Überrepräsentation von Sach- und Reflexionswissen entspricht einem Festhalten am beziehungsweise einer Rückkehr zum ehemaligen Fachunterricht. Anstelle von Kompetenz wird hier (träges) Wissen vermittelt.

Von einem kompetenzorientierten Unterricht kann somit nur ausgegangen werden, wenn Sach-, Prozess- und Reflexionswissen integrativ vermittelt werden. Um diesbezüglich die Vorgaben der KMK anzureichern, haben erfahrene Lehrpersonen die Lernfelder ausgehend von den in den Rahmenlehrplänen festgeschriebenen Zielen in die drei Wissensarten eingeteilt und diese expliziert. Damit sind für eine Umsetzung kompetenzorientierten Unterrichts die maßgeblichen curricularen Kernaspekte definiert. Lernziele im Sinne von komplexen Teilkompetenzen können so der Handreichung unmittelbar entnommen und in die weiteren Schritte der Unterrichtskonzeption übertragen werden.

3 Grundkonzept eines kompetenzorientierten Unterrichts

Ausgehend von Teilkompetenzen, in denen Handlungs- und Wissensanspruch zusammenhängend expliziert sind, muss ein Unterricht entwickelt werden, der von beruflichen Teilhandlungen ausgeht (Spalte 1 der Lernfelder), dazu jeweils Handlungsräume für den Erwerb des Prozesswissens eröffnet (Spalte 3) und adäquate Zugänge und Verständnisräume für Sach- und Reflexionswissen (Spalten 2 und 4) bereithält. Somit gilt es, ausgehend von der betrieblich-beruflichen Realität komplexe Lernsituationen zu generieren, in denen ein Aggregat mehrerer beruflicher Teilhandlungen so umgesetzt werden kann, dass sich eine aufgabenbezogene Sinneinheit ergibt, die möglichst viele der jeweils adressierten Aspekte aus den drei Wissensfacetten integriert. Je nach Größe eines Lernfeldes ergibt sich eine Aufgliederung in mehrere Lernsituationen. Für deren Generierung und Gestaltung gelten die nachfolgend dargestellten Prinzipien (Abbildung 1).

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

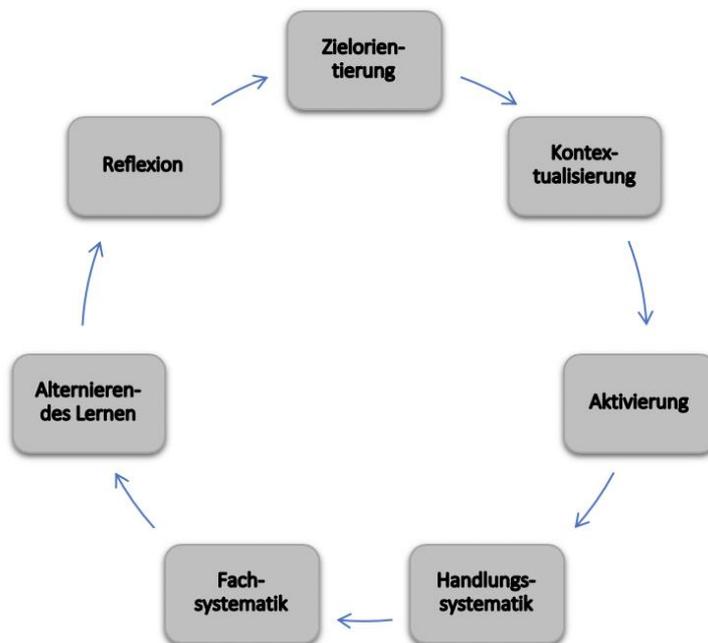


Abbildung 1: Prinzipien für einen kompetenzorientierten Unterricht

3.1 Zielorientierung

Mit dem vollständigen Curriculum nach ROBINSOHN kam die Zielorientierung in das (Berufs-)Bildungssystem in Deutschland. Im Hinblick auf ein Curriculum, das Kompetenzen als Lernziele intendiert, aber Handlungen formuliert, wird dem Aspekt der Zielorientierung nur eingeschränkt Rechnung getragen, denn nicht die Handlung ist das Lernziel, sondern das, was den Einzelnen zur Handlung befähigt. Im vorliegenden Ansatz sind dies die den Zielhandlungen zugeordneten Wissensaspekte. Ein Lernziel muss sich somit auf das Aggregat aus einem Lehrplanziel und dem diesem zugeordneten Wissen beziehen. Es sollte möglichst so formuliert werden, dass sein Erreichen feststellbar und bewertbar ist.

3.2 Kontextualisierung

Der Erwerb beruflicher Kompetenzen erfordert eine Antizipation, eventuell eine Fiktionalisierung und ebenso eine (bedingte) Realisierung beruflicher Handlungen sowie damit einhergehend authentische Handlungskontexte. Dies meint zum einen die konkrete Lernumgebung (räumlich, maschinell, infrastrukturell, kommunikativ und so weiter) und zum anderen deren Prozesse und Aufgabenstellungen. Beruflicher Unterricht ist in dem Maße kontextualisiert, in dem die Lernenden ein betriebliches Szenario wahrnehmen und sich darauf einlassen. Kontextualisierung entsteht somit nicht durch das Betrachten betrieblicher Gegenstände oder die Nutzung audiovisueller Medien, aber umgekehrt auch nicht durch den Versuch, betriebliche Abläufe und Prozesse (beispielsweise Geschäftsabschlüsse mit Kunden) unmittelbar in der Unterrichtspraxis nachzustellen, sondern wird durch eine anspruchsvolle Lernsituation aufgebaut, in der berufliches Handeln unter schulischen Bedingungen nachvollzogen wird. Hierbei können lernortkooperative Szenarien förderlich sein, wenn schulischer und betrieblicher Lernraum im Rahmen komplexer Projekte korrespondieren und einen Gesamtkontext bilden.

3.3 Aktivierung

Als konstruktiver Prozess erfordert Lernen in jedem Fall Eigenaktivität der Lernenden. Die Wirksamkeit des kompetenzorientierten Unterrichts hängt unmittelbar davon ab, wie gut es gelingt, ein selbstorganisiertes und -reguliertes Lernen zu inszenieren. Dies bedingt medial und instruktiv gut vorbereitete Lernumgebungen, die für individuelle Entwicklungsstände anschlussfähig sind, unterschiedliche Lernwege erlauben und die unmittelbare Wahrnehmung und Handhabung von Lernhemmnissen beziehungsweise -problemen ermöglichen.

3.4 Handlungssystematisches Lernen

Folgt ein Lernprozess einer beruflichen Aufgabe oder einer beruflichen Tätigkeit, liegt diesem eine sogenannte Handlungssystematik zugrunde. Das heißt, dass alles, was hier gelernt wird, in Zusammenhang mit dem Handlungsvollzug steht, sich somit also spezifisch und funktional darstellt. Unabhängig von den Bezugsräumen und Qualitäten des dabei erworbenen Wissens wird dieses in einer Zusammenhangslogik erworben, die zum einen unmittelbar sinnstiftend (und damit motivierend) wirkt und zum anderen eine nachfolgende Reproduktion der Handlung ermöglicht.

3.5 Fachsystematisches Lernen

Ist ein Lernprozess in die Systematik eines spezifischen Fach- oder Wissenschaftsbereichs eingebettet, liegt diesem eine sogenannte Fachsystematik zugrunde. Dies bedeutet, dass alles, was hier gelernt wird, in einen fachlichen Gesamtzusammenhang eingeordnet ist, sich somit allgemein und objektiv darstellt. Unabhängig von den potenziellen Anwendungsräumen wird Wissen dabei also in einer Zusammenhangslogik erworben, die Anschlüsse an explizite Vorwissensbestände ermöglicht und eine übergreifende Systematisierung der theoretischen Kenntnisse vermittelt.

3.6 Alternierendes Lernen

Kompetenzerwerb erfolgt nicht durch reines Handlungslernen (im Sinne des handlungssystematischen Lernens) und ebenso wenig durch reinen Wissenserwerb (im Sinne des fachsystematischen Lernens). Beides ist erforderlich und stellt so beruflichen Unterricht vor die Herausforderung einer sinnvollen und gleichermaßen praktikablen Integration. Um ein handlungsbezogenes Verstehen oder ein wissensbasiertes Handeln beziehungsweise kognitiv reflektierte Problemlösungen zu ermöglichen, ist ein Alternieren zwischen zwei unterschiedlichen Lernprozessen erforderlich. Der eine folgt einer Handlungs-, der andere einer Fachsystematik. Diese beiden Paradigmen ergänzen sich und führen erst in einem sinnvollen Wechsel zu einem kompetenzorientierten Unterricht. Je nach Thema, Entwicklungsstand der Lernenden und Gesamtkontext ergeben sich dabei Sequenzen, die für die Lernenden eine Integration von Denken und Tun gewährleisten. Es erscheint wenig zielführend, sehr kurze oder überlange Lernstrecken ausschließlich in einem Lernparadigma zu absolvieren.

3.7 Reflexion und Kontrolle

Kompetenzerwerb erfordert vielfältige adäquate Rückmeldungen. Von daher muss ein kompetenzorientierter Unterricht Reflexionen sowohl über die Lernhandlungen als auch über den Wissenserwerb beinhalten. Handlungsrückmeldungen sind funktional; sie zeigen den Lernenden, ob ein Teilschritt oder eine Gesamtaufgabe richtig umgesetzt wurde beziehungsweise was dabei (noch) falsch gemacht wurde, und geben Informationen über Folgen und mögliche Verbesserungen. Daher sind sie unmittelbar in die

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Lernhandlungsprozesse einzuplanen. Wissensrückmeldungen sind analytisch; sie zeigen den Lernenden, ob sie einen Sachzusammenhang verstanden haben, und verdeutlichen ihnen darüber hinaus, ob sie beispielsweise dessen fachtechnische Hintergründe oder mathematische Bezüge erfasst haben. Sie informieren darüber, was richtig und was falsch ist und was noch zu klären wäre, um die Wissensziele zu erreichen. Daher sind sie generell am Ende einer sachlogischen Sequenz einzuplanen.

Kontrollen ersetzen keinesfalls Reflexionen, sondern geben diesen einen normativen Bezug im Hinblick auf eine leistungsorientierte Berufs- und Arbeitswelt. Sie sollten also nicht mit Reflexionen vertauscht oder verwechselt werden. Sie finden seltener im Sinne bewerteter Reflexionen statt, mit der Intention, den Lernenden im Hinblick auf eine äußere Norm zu vermitteln, wo sie fachlich stehen. Sie erfordern eine faire Diagnostik und müssen generell in Bezug zu den vorgeschriebenen Prüfungen stehen.

3.8 Fazit

Neben den skizzierten Aspekten ließen sich hier noch weitere Erfolgsfaktoren für einen kompetenzorientierten Unterricht anführen. Ebenso wäre es möglich, die dargestellten Orientierungspunkte ausführlicher zu begründen und erläutern. Dies würde jedoch den gesetzten Rahmen überschreiten und möglicherweise auch auf Kosten didaktisch-methodischer Freiräume gehen, die innerhalb der hier gesetzten Eckpunkte erhalten bleiben. Kompetenzorientierter Unterricht ist letztlich nicht mehr, aber auch nicht weniger als ein beruflicher Unterricht, der Handeln und Verstehen so integriert, dass die Lernenden Dispositionen entwickeln, die sie zu flexiblen und selbstständigen Expertinnen und Experten machen. Um dies zu erreichen, müssen Kompetenzen als Lernziele gesetzt werden, in denen Handlungs- und Wissensaspekte korrespondieren (3.1). Der Unterricht ist in einen möglichst authentischen Berufskontext einzubetten (3.2). Über eine die Lernenden aktivierende Gesamtplanung (3.3) müssen handlungssystematische (3.4) und fachsystematische Lernwege (3.5) so zusammengestellt werden, dass sie von den Lernenden alternierend (3.6) erschlossen werden können. Schließlich sind alle Lernwege so auszustatten, dass die Lernenden möglichst gut wahrnehmen können, was sie erreicht haben und was nicht (3.7). Welche einzelnen Methoden, Medien und Materialien dabei eingesetzt werden, ist ebenso offen gehalten wie die möglichen Sozial- oder Interaktionsformen. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass hier – wie für jeden realen Unterricht – eine Annäherung an die gesetzten Prämissen gilt, ein Optimum aber nie erreicht werden kann. Umgekehrt ist jedoch auch festzustellen, dass ein beruflicher Unterricht, der einen der festgelegten Orientierungspunkte völlig ausspart, absehbar kaum kompetenzorientiert wirken kann.

4 Lernfelder (LF)

4.1 Lernfeld 1: Elektronische Systeme analysieren und Funktionen prüfen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN UND FUNKTIONEN PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren einfache elektrotechnische Systeme.	Elektrische Grundgrößen: <ul style="list-style-type: none"> • Einheiten • Formelzeichen • Bezeichnungen Technologieschema Schaltpläne: <ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachter Stromlaufplan • Bauteile und Schaltzeichen • Schalter • Sicherung • Taster • Widerstand • Lampe 	Erstellung einfacher Stromlaufpläne Beschreibung von Wirkungszusammenhängen der Systeme unter Berücksichtigung des Energie- und Datenflusses	Zusammenhänge zwischen Strom/Spannung/Widerstand/Leistung/Arbeit (Ohmsches Gesetz)
... führen eine Unterweisung zur Unfallverhütung durch.	Unfallverhütung: <ul style="list-style-type: none"> • Stromwirkungen • Maßnahmen bei Stromunfällen • Arbeitsschutzkleidung • 5 Sicherheitsregeln 	Protokollierung/Dokumentation der Unterweisung Durchführung der 5 Sicherheitsregeln	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN UND FUNKTIONEN PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... messen elektrische Größen an Grundsaltungen der Elektrotechnik.	<p>Messverfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Widerstandsmessung • Strommessung • Spannungsmessung • Leistungsmessung (direkt/indirekt) • Stromfehlerschaltung und Spannungfehlerschaltung <p>Messgeräte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strommessgerät • Spannungsmessgerät • Ohmmeter • Multimeter • Wattmeter/Zähler <p>Grundsaltungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reihenschaltung • Parallelschaltung • Gemischte Schaltung • Brückenschaltung • Spannungsteiler <p>Ohmsches Gesetz</p>	<p>Ermittlung von elektrischen Größen in Grundsaltungen mit unterschiedlichen Messverfahren</p> <p>Berechnung von Strömen, Spannungen, Widerständen, Leistungen und Arbeit in Grundsaltungen der Elektrotechnik</p> <p>Anwendung der Gesetzmäßigkeiten auf reale Problemstellungen</p>	<p>Messbereich</p> <p>Kirchhoffsche Gesetze</p> <p>Wechselwirkung</p> <p>Strom/Spannung/Widerstand/Leistung/Arbeit (Ohmsches Gesetz)</p>

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN UND FUNKTIONEN PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überprüfen fachgerecht elektrische Baugruppen und Komponenten.	Prüfgeräte: <ul style="list-style-type: none"> • Spannungsprüfer • Durchgangsprüfer • Multimeter Aufbau, Funktion und Wirkungsweisen von <ul style="list-style-type: none"> • Ohmschem Widerstand • Positive-Temperature-Coefficient (PTC), Negative-Temperature-Coefficient (NTC), Light-Dependent-Resistor (LDR) • Kondensator • Spule • Light-Emitting-Diode (LED) • Transformator • Potentiometer 	Anwendung einer Strategie zum Finden von Fehlern Erstellung und Anwendung eines Prüfprotokolls beziehungsweise Übergabeprotokolls	Reparaturbericht Messfehlerbewertung
... bewerten Arbeitsergebnisse, Methoden und Medien und kommunizieren in der Fachsprache.	Methoden: <ul style="list-style-type: none"> • Präsentation • Gesprächsführung Medien: <ul style="list-style-type: none"> • Online/offline • Digital/haptisch Qualitätskriterien	Erstellung von Handlungsmustern zur Recherche Erstellung von Qualitätskriterien Präsentation von Ergebnissen, auch in englischer Sprache Erstellung einfacher Schaltpläne und Funktionsbeschreibungen	Ergonomie und Effizienz von Arbeitsprozessen
HINWEIS	Die Auszubildenden lernen verschiedene Betriebe während Betriebsbesichtigungen kennen. Dies geschieht über eine Lernortkooperation mit den Betrieben.		

4.2 Lernfeld 2: Elektrische Installationen planen und ausführen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ELEKTRISCHE INSTALLATIONEN PLANEN UND AUSFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Installationsaufträge der Energieversorgung von Anlagen und Geräten.	Anforderungsliste Schaltzeichen Betriebsmittel Elektrische Leistung und Arbeit Stromaufnahme von Anlagen und Geräten Wirkungsgrad	Auftragsklärung mit Beurteilung der Umsetzbarkeit Ermittlung der Gesamtstromaufnahme mithilfe von Datenblättern und Betriebsanleitungen	
... planen Installationen unter Berücksichtigung typischer Netzsysteme und der erforderlichen Schutzmaßnahmen.	Installationsplan, Installationsschaltungen Verteilung Verband-der-Elektrotechnik(VDE)-Symbole und -Normen Schutzmaßnahmen: Gefahren des elektrischen Stromes Schutzklassen, Netzsysteme Schaltplanarten Ausstattungswert Ohmsches Gesetz (Körperwiderstand)	Erstellung von Plänen unter Beachtung von Installationszonen und Installationsformen Rechnergestützte Erstellung von Schalt- und Installationsplänen	
... bemessen Komponenten und wählen diese aus.	Leitungsquerschnitt Leitungsarten Verlegearten Aufbau und Funktion von Schutzorganen und Auslösekennlinien Spezifischer Widerstand von Leitern	Leitungsquerschnitt Leitungsarten Verlegearten Aufbau und Funktion von Schutzorganen und Auslösekennlinien Spezifischer Widerstand von Leitern	
... planen die Abläufe bei der Errichtung von Anlagen.	Einsatzzwecke der einschlägigen Arbeitsmittel	Vorgehensweise zur Auftragerfüllung Abstimmung der Gewerke und Festlegung des Arbeitsablaufs	
... erstellen Angebote.	Aufbau eines Angebots	Erstellung eines Angebots Kostenberechnung und Kalkulation Berücksichtigung von Gemeinkosten	Disposition von Material

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTRISCHE INSTALLATIONEN PLANEN UND AUSFÜHREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
		Präsentation eines Angebots	
... errichten Anlagen.	Elektrische Anlagen Gefahren des elektrischen Stromes Unfallverhütungsvorschriften beim Arbeiten in und an elektrischen Anlagen Erstprüfung nach Deutsches Institut für Normung (DIN) VDE 0100	Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschriften beim Arbeiten in und an elektrischen Anlagen Errichtung und Freigabe einer elektrischen Anlage unter Anwenden der 5 Sicherheitsregeln	Auswahl von Arbeitsmitteln Biologische und chemische Zusammenhänge zwischen elektrischem Strom und Körper
... nehmen Anlagen in Betrieb und übergeben diese der Kundin oder dem Kunden.	Prüfungen nach DIN VDE 0113 Schleifenimpedanz Isolationswiderstand Residual-Current-Device(RCD)-Messung Anlagendokumentation Inbetriebnahmeprotokoll Technische Dokumentationen	Berechnung der Kurzschlussstromstärke und der Auslösezeit Zusammenstellung einer Anlagendokumentation Fehlersuche und -beseitigung Bedienen von Messgeräten Rechnergestützte Protokollierung Vorführung einer Anlage bei der Kundin oder dem Kunden	Reflexion der Grenzen der DIN VDE 0100-600
... bewerten die Arbeitsergebnisse.	Soll-Ist-Vergleich	Beurteilung des Erreichten	Prozesseffizienz
... erstellen eine Rechnung für die bearbeiteten Aufträge.	Rechnungen Kostenarten Mehrwertsteuer Gemeinkostenzuschläge	Erstellung einer Kostenberechnung für geleistete Arbeit (Zusammenstellung des Arbeitsaufwands) Erstellung der Rechnung auf Basis der Dokumentation Berechnungen unter Einsatz einer Tabellenkalkulationssoftware	
HINWEIS	Beim Erwerb der oben genannten Kompetenzen ist darauf zu achten, dass die Auszubildenden die Fachbegriffe der Elektroinstallationstechnik korrekt anwenden. Auch englischsprachige Quellen sollen bei der Informationsbeschaffung ausgewertet werden.		

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

4.3 Lernfeld 3: Steuerungen analysieren und anpassen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN ANALYSIEREN UND ANPASSEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... identifizieren Betriebsmittel in berufstypischen Unterlagen.	Komponenteneigenschaften Sensoren Verarbeitungsgeräte Aktoren Datenblätter, auch englischsprachige	Auswahl von Komponenten für Steuerungen Einsatz eines Übersetzungsprogramms Lesen von Schaltplänen	
... analysieren Anlagen und Geräte und visualisieren den strukturellen Aufbau.	Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe(EVA)-Prinzip Kommunikationsschnittstellen Energie- und Informationsfluss als Blockschaltbild Steuerung Regelung Technologieschema	Unterscheidung zwischen Steuerung und Regelung Beschreibung von Ursachen und Wirkungszusammenhängen Wirkungskette Funktionsbeschreibungen Technische Dokumentation Erstellung eines Technologieschemas im Anwendungskontext	Störgrößen und deren Einfluss auf mechatronische Systeme Betrachtung von realitätsbezogenen Anwendungen
... bauen verbindungsprogrammierte Steuerungen auf.	Verbindungsprogrammierte Steuerung (VPS) Elektromagnetische Schalter Motorschutz Schutzbeschaltung für elektronische Bauteile bei Schaltvorgängen mit Spulen	Veränderung beziehungsweise Ergänzung von Schaltplänen Handhabung von Verdrahtungsplänen Beurteilung von Vorgängen beim Abschalten von Spulen	Induktionsgesetz (Selbstinduktion)

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN ANALYSIEREN UND ANPASSEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... parametrieren und programmieren speicherprogrammierbare Steuerungen.	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) Logische Grundverknüpfungen Speicherfunktionen Zeitfunktionen Prozessabläufe Zuordnungslisten Betriebsmittelkennzeichnung Programmiersoftware	Programmierung einer SPS Erstellung und Änderung von Anschlussplänen	Prozessoptimierung Anlagensicherheit
... nehmen gesteuerte Systeme in Betrieb und prüfen die Funktionsfähigkeit.	Strommessung Spannungsmessung Inbetriebnahmeprotokoll Gefahren elektrischer Anlagen Simulationssoftware	Einstellung von Eingabegeräten Einschätzung von Gefahren elektrischer Anlagen Analyse und Bewertung von Fehlern Handhabung des Inbetriebnahmeprotokolls Anwendung von Simulationssoftware und Transfer auf betriebliche Anlagen	Normen, Vorschriften und Regeln (VDE)
... dokumentieren die technischen Funktionen beziehungsweise Veränderungen und übergeben sie der Kundin oder dem Kunden.	Dokumentationsmethoden Präsentationsmedien Übergabeprotokoll	Erstellung einer Dokumentation Analyse der geeigneten Medien und Werkzeuge	
... planen steuerungstechnische betriebliche Abläufe.	Methoden: <ul style="list-style-type: none"> • Strategien • Beeinflussende Faktoren • Reflexionswerkzeuge • Zielformulierung 	Anwendung von Simulationssoftware oder Prozessmodellen	Bewertung der Planungsergebnisse

4.4 Lernfeld 4: Informationstechnische Systeme bereitstellen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	INFORMATIONSTECHNISCHE SYSTEME BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Informationstechnische(IT)-Systeme.	Hardwarekomponenten/Speichermedien: <ul style="list-style-type: none"> • Motherboard • Random-Access-Memory (RAM) • Read-Only-Memory (ROM) • Universal-Serial-Bus (USB) Input/Output(I/O)-Schnittstellen Basic-Input-Output-System (BIOS) Bussysteme	Identifikation von Hardwarekomponenten Analyse von Hardwarekomponenten Wechselwirkung zwischen Komponenten	Digitale Signalpegel Kommunikationsstrukturen von IT-Systemen
... erstellen und erweitern IT-Systeme nach dem Pflichtenheft.	Lastenheft Pflichtenheft Standard- und anwendungsspezifische Software Datenblätter Kompatibilität	Analyse eines Kundenauftrags Erstellung und Bewertung eines Pflichtenheftes Planung der Bereitstellung/Erweiterung Bewertung gewählter Komponenten auf Kompatibilität Beschaffung von Hardwarekomponenten Prüfung technischer und wirtschaftlicher Durchführbarkeit	Thermische Auswirkung auf Elektronik Ökologische und ökonomische Reflexion Arbeitsplatzverordnung DIN 69905 Qualitätsmanagement
... installieren und konfigurieren Standard- sowie anwendungsspezifische Software und wenden diese an.	Betriebssysteme Treiber Standardsoftware (zum Beispiel Office-Anwendungen) Anwendungsspezifische Software Konfigurations- und Installationstools	Beschaffung von Softwarekomponenten Installation von Softwarekomponenten Konfiguration von Softwarekomponenten Analyse von Fehlermeldungen neu installierter Software	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	INFORMATIONSTECHNISCHE SYSTEME BEREITSTELLEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... integrieren und konfigurieren IT-Systeme in bestehende Netzwerke.	Lokale und globale Netzwerke Netztopologien Funknetzwerke Datenübertragungsprotokolle HUB/Switch/Patchkabel Internetanbindung Wireless-Local-Area-Network (WLAN) Internet-Protokoll(IP)-Adressierung (IPv4, IPv6)	Sichtung des bestehenden Netzes Planung der benötigten Materialien und Komponenten Auswahl geeigneter Netzwerkelemente und Netzzugänge	OSI-Schichtenmodell Qualitätsmanagement
... warten IT-Systeme und Netzwerke.	Werkzeuge und Methoden zur Diagnose und Fehlerbehebung: <ul style="list-style-type: none"> • Werkzeuge • Leitungsprüfung • Fehlermeldungen • Fehlermanagement • Leistungsklassen (Category (CAT)) 	Bewertung und Analyse von Fehlermeldungen Durchführung von Prüfmessungen	Physikalischer Aufbau von Netzen Leistungsklassen (CAT)
... setzen Maßnahmen zur Datensicherung und zum Datenschutz ein.	Rechtliche Grundlagen Datensicherheit/-sicherung Firewall	Planung und Umsetzung geeigneter Datensicherungsmaßnahmen	
... dokumentieren ihre Arbeitsprozesse.	Formale Aspekte der Textgestaltung, Darstellung und Tabellengestaltung Bedienungsanleitung	Übersetzen englischsprachiger Kundenaufträge Nutzung von Tabellenkalkulationsprogrammen zur Auftrags-/Arbeitsplanung Entwicklung von Bedienungsanweisungen, auch in englischer Sprache Erstellen von Kundenpräsentationen	Urheberrecht Medienrecht

4.5 Lernfeld 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Betriebsmitteln gewährleisten (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... untersuchen eine Elektroenergieversorgungsanlage.	Betriebsmittel Drehstrom: <ul style="list-style-type: none"> • Leitergrößen • Stranggrößen • Phasenverschiebung Wechselstrom: <ul style="list-style-type: none"> • Widerstand(R)-, Induktivität(L)-, Kapazität(C)-Schaltungen • Blind-, Wirk-, Scheingrößen Leitungsarten: <ul style="list-style-type: none"> • Schaltpläne 	Untersuchung von Auswirkungen symmetrischer und unsymmetrischer Lasten Berechnung der Blind-, Wirk- und Scheingrößen	Funktionale, ökonomische und ökologische Aspekte Belastung des Energienetzes
... untersuchen die Wirkungsweise von Netzsystemen.	Netzsysteme: <ul style="list-style-type: none"> • Erde-Neutral (TN) • Erde-Erde (TT) • Isoliert-Erde (IT) Schleifenimpedanz Abschaltbedingungen Erdung und Potenzialausgleich	Auswahl adäquater Schutzeinrichtungen Durchführung geeigneter Schutzmaßnahmen, Schutzklassen und Schutzarten Planung von Überspannungsschutz	Betriebsmittel- und Personenschutz
... planen die Elektroenergieversorgung einer Anlage.	VDE 0100, VDE 0105 und andere Normen Datenblätter, Kennlinien Gerätebeschreibungen Isolationsklassen Hauptverteilung Unterverteilung Sicherungsauswahl	Zeichnung von Schaltplänen mit branchenspezifischer Software Dimensionierung von Leitungen und Betriebsmitteln unter Berücksichtigung der Standards Berücksichtigung der aktuellen Normen Auslegung von Kompensationsanlagen Stern-/Dreieckschaltung	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... prüfen ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel und nehmen diese in Betrieb.	Prüfprotokolle Inbetriebnahmeprotokolle	Berechnung von Grenzwerten Prüfabfolge Handhabung von VDE-Prüfgeräten nach DIN	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) Vorschrift 3 Normen, Vorschriften und Regeln Prüfintervalle Verantwortliche Elektrofachkraft (VEFK), DIN VDE 1000-10 VDE 0701/0702

4.6 Lernfeld 6: Anlagen und Geräte analysieren und prüfen (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ANLAGEN UND GERÄTE ANALYSIEREN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Maschinen mit mechanischen, elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Komponenten.	Ventile, Zylinder, aktive und passive Sensoren: <ul style="list-style-type: none"> • Symbole • Aufbau • Funktionsweise • Datenblätter 	Nutzung von Pneumatik- und Hydraulikplänen Einstellung und Justierung von Sensoren	
... verbinden Anlagenkomponenten zu Funktionseinheiten.	Blockschaltbild Diskrete elektronische Bauelemente	Entwicklung einer Messwertumformung (zum Beispiel 0 bis 10 V oder 4 bis 20 mA) Darstellung von Funktionsstrukturen	
... bauen Schnittstellen zur Messwert- erfassung auf.	Operationsverstärker (OPV) Arduino Einplatinencomputer	Dimensionierung und Programmierung einer Messschaltung zur Anbindung an eine SPS ¹	
... realisieren sicherheitsrelevante Abläufe von Maschinen.	Sicherheitsmaßnahmen Not-Aus Lichtgitter Schutztür Steuer- und Hauptstromkreis Steuerschutz Betriebsarten	Unterscheidung der Stopp-Kategorien Anschluss von Sicherheitsschaltgeräten Einkanalig/zweikanalig	
HINWEIS	¹ Vorarbeit für die SPS-Technik hinsichtlich analoger Baugruppen und Maschinensicherheit		

4.7 Lernfeld 7: Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... arbeiten mit dem Pflichtenheft.	Lastenheft: <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Struktur • Kostenkalkulation • Terminplanung Pflichtenheft: <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Struktur Betriebsarten, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Handbetrieb • Automatikbetrieb • Richtbetrieb • Tippbetrieb 	Führung eines Lastenhefts Definition des Ist- und Sollzustands Auswahl einer geeigneten Betriebsart	Vertragsrecht
... wählen eine geeignete speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) aus.	Kategorien und Aufbauten von SPS: <ul style="list-style-type: none"> • Kleinsteuerung • Kompakt • Modular • Rechnerbasiert Programmiergeräte und Programmiersoftware Schnittstellen zwischen Hardware und Software	Auswahl einer zugehörigen Programmiersoftware und von Programmiergeräten zu den entsprechenden SPS-Kategorien	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... schließen die SPS an die zu steuernde Anlage an.	Anschlussplan Schaltplan Adressierung Sensorik: <ul style="list-style-type: none"> • 2-Draht-Technik • 3-Draht-Technik • 4-Draht-Technik Aktorik: <ul style="list-style-type: none"> • Stromaufnahme • Potenzialfrei/-gebunden 	Einbindung der SPS in Schaltpläne Verbindung des Programmiergerätes mit der SPS-Hardware Verbindung der Ein- und Ausgänge mit der SPS Adressierung der Baugruppen	Anlagensicherheit nach gültigen Vorschriften und Normen
... erstellen eine Variablen- und Beobachtungstabelle.	Variablendeklaration Instanziierung Symbolische Adressierung Datentypen, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Bool • Int • Real • String Forcetable	Deklaration von Variablen Erstellung von Symboltabellen Ansteuerung von Ausgängen	Fehleranalyse
... programmieren Handbetriebe.	Programmiersprachen Strukturierte Programmierung Zeit- und Zählfunktionen Flankenauswertung	Übertragung von Programmen in die SPS Erstellung bibliotheksfähiger Funktionen und Funktionsbausteine	Normgerechte Bedienkonzepte Fehlersuche, Fehleranalyse
... dokumentieren Ablaufsteuerungen.	Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions (GRAF CET) : <ul style="list-style-type: none"> • Linear • Verzweigung 	Normgerechte Darstellung einer Ablaufsteuerung nach DIN Europäische Normen (EN) 60848	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... programmieren Ablaufsteuerungen.	<ul style="list-style-type: none"> • Hierarchisch Schrittkettenprogrammierung: <ul style="list-style-type: none"> • Initialschritt • Schritt • Weiterschaltbedingung • Aktion Prozessdatenerfassung und -speicherung ² Organisationsbausteine Funktionsbausteine Datenbausteine	Programmierung der Ablaufsteuerung anhand von GRAFCET Nutzung unterschiedlicher Bedienelemente	Anlagensicherheit durch Hardware und Programmierung
... wählen auftragsbezogen geeignete Programmiersprachen aus.	Programmiersprachen: <ul style="list-style-type: none"> • Structed-Control-Language (SCL) • Kontaktplan (KOP) • Funktionsplan (FUP) • Anweisungsliste (AWL) 	Zielgerichtete Verwendung von Programmiersprachen	
... nehmen Steuerungen in Betrieb und übergeben sie an die Kundin oder den Kunden.	Inbetriebnahmeprotokoll Benutzereinweisung Visualisierung des Programms	Nutzereinweisung mittels technischer Präsentationsmethoden	
HINWEIS	² Die Weiterverarbeitung der gespeicherten Prozessdaten erfolgt in späteren Lernfeldern (Lernfeld 9, 10 und 11).		

4.8 Lernfeld 8: Antriebssysteme auswählen und integrieren (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ANTRIEBSSYSTEME AUSWÄHLEN UND INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... ermitteln für die Antriebsauslegung wichtige Kenndaten auf der Lastseite.	Kinematische Größen: <ul style="list-style-type: none"> • Weg • Beschleunigung • Geschwindigkeit Kräfte, Drehmomente Reibung Übersetzung	Berechnung beziehungsweise Ermittlung von <ul style="list-style-type: none"> • Umlaufgeschwindigkeiten aus Drehzahl und Wellendurchmesser • Motordrehzahlen aus Übersetzungsverhältnissen von Getrieben • Erforderliche Leistungen und Wirkungsgrade (aufgenommene Leistung (P_{zu}), abgegebene Leistung (P_{ab}) und Wirkungsgrad (η)) 	Physikalische Grundgrößen
... wählen anwendungsbezogen geeignete Elektromotoren aus.	Elektromotoren: <ul style="list-style-type: none"> • Servomotor • Drehstromasynchronmotor • Schrittmotor • Gleichstrommotor • Kennlinien 	Erfassung von Kennlinien und Betriebsverhalten der Baugruppen Umrechnung von elektrischer in mechanische Leistung	
... interpretieren Motorleistungs-/Typenschilder.	Bemessungsspannung Bemessungsstromstärke Bemessungsleistung Bemessungsdrehzahl Betriebsart Schutzart Bauform Kühlung	Auswahl der passenden Schutzart, Kühlung und Bauform Ermittlung der notwendigen Betriebsart	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	ANTRIEBSSYSTEME AUSWÄHLEN UND INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen pneumatische Antriebe sowie zugehörige Komponenten aus.	Pneumatische Baugruppen: <ul style="list-style-type: none"> • Zylinder • Ventile 	Verbindung der Baugruppen zu Funktionseinheiten Auswahl hinsichtlich Eignung	Pneumatische Gesetze
... schützen den Motor vor Überlastungen.	Motorschutzschalter: <ul style="list-style-type: none"> • Anschluss • Funktion Thermistoren: <ul style="list-style-type: none"> • Elektronischer Motorschutz 	Schutz des Motors vor Überlastung (Temperatur und Strom) Planung und Anschluss des Motorschutzes	
... planen die Steuerung des Motors.	Anlassarten: <ul style="list-style-type: none"> • Anlasstrafo • Stern-Dreieck • Sanftanlaufgerät • Frequenzumrichter Bremsen von Motoren Frequenzumrichter: <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionsweise • Beeinträchtigung des RCD 	Auswahl eines geeigneten Anlassverfahrens Steuerung der Drehzahl und Drehrichtung eines Elektromotors	
... installieren elektrische Antriebssysteme Elektromagnetische-Verträglichkeit(EMV)-gerecht.	Störquellen Störsenke Galvanische Kopplung Kapazitive Kopplung Induktive Kopplung	Betriebssicherung der Bussysteme auf Feldebene Verbindung der Antriebssysteme mit den zu betreibenden Anlagenteilen Zusammenfassung zu Funktionseinheiten	Auswirkungen von elektromagnetischen Störgrößen auf die Anlagensicherheit

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

4.9 Lernfeld 9: Steuerungssysteme und Kommunikationssysteme integrieren (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGSSYSTEME UND KOMMUNIKATIONSSYSTEME INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... vernetzen in der Feldebene.	Feldbusstandards, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Profibus • ProfiNet • Actuator-Sensor-Interface(ASI) • Industrial Ethernet 	Adressierung und/oder Parametrierung der Ein- und Ausgangsadressen Vernetzung von Ein- und Ausgabegeräten mit dem Automatisierungsgerät Verarbeitung von Daten der Ein- und Ausgabegeräte	Open-Systems-Interconnection(OSI)-Schichtenmodell
... bauen Kommunikationssysteme mit informationstechnischen Komponenten auf.	Switch/Hub Router Kommunikationsmodule einer SPS Übertragungsmedien	Programmierung vernetzter SPS Auswahl der Übertragungsart, zum Beispiel Datenleitungen oder kabellose Lösungen	Datensicherheit im automatisierten Raum
... konfigurieren Kommunikationssysteme.	Dynamic-Host-Configuration-Protocol(DHCP)-Server Netzwerkadressen Netzwerkprotokoll Transmission-Control-Protocol (TCP)/IP Übertragungsgeschwindigkeiten	Konfiguration eines managebaren Switches	Zahlensysteme
... erfassen Messwerte aus dem automatisierten Prozess.	Analogwertverarbeitung: <ul style="list-style-type: none"> • Analoge Sensoren und Aktoren • Datentypen • Zahlenformate • Normierung • Skalierung 	Anpassung von Sensoren und Aktoren auf analoge Prozesse Umwandlung von prozessrelevanten Messwerten in die entsprechenden Datentypen	Messgenauigkeit Quantisierungsfehler
... erfassen Prozessdaten von Automatisierungsanlagen.	Codeleser Chipkarten Radio-Frequency-Identification (RFID) Kamera	Verarbeitung von Prozessdaten	Einfluss und Auswirkung von Verarbeitungsgeschwindigkeiten

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGSSYSTEME UND KOMMUNIKATIONSSYSTEME INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... visualisieren die erfassten Prozessdaten.	Open-Platform-Communication(OPC)- Unified-Architecture(UA)-Server Webserver Anwenderseiten Tabellenkalkulationssoftware ³ Datenbanken	Auswertung und Visualisierung der Prozessdaten	Überwachung und Lenkung aus der Leitebene
... bewerten die Maschinensicherheit.	Risikoanalyse Performance Level Sicherheitsschaltgeräte Safety Software Safety SPS	Erstellung von Dokumentationen der Arbeitsergebnisse in Bezug zur Redundanz und Querschlusssicherheit Einstufung der Not-Aus-Sicherheit (einkanalig/zweikanalig)	Betriebs- und Anlagensicherheit
HINWEIS	³ Die Grundlagen für die Tabellenkalkulation und Datenbanken sollten in Lernfeld 4 gelegt werden.		

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

4.10 Lernfeld 10: Automatisierungssysteme in Betrieb nehmen und übergeben (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERUNGSSYSTEME IN BETRIEB NEHMEN UND ÜBERGEBEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren den Produktionsprozess einer komplexen Automatisierungsanlage.	Technische Unterlagen, auch in audiovisueller und virtueller Form Prozessbezogene Komponenten ⁴ Vernetzung ⁵	Dokumentation von Kommunikationsparametern Erstellung eines GRAFCET	
... nehmen automatisierte Systeme in Betrieb.	Bedienungsanleitung Programmübertragung IP-Adressen und Gerätenamen Inbetriebnahmeschritte Anlagensicherheit im Einrichtbetrieb	Festlegung der Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme Koordinierungsplanung der Beteiligten	Normen und Vorschriften
... führen prozessbedingte Änderungen und Erweiterungen durch.	IO-Device	Einbindung von neuen Komponenten	Prozessoptimierung und Fehlerbehebung
... nutzen Softwarelösungen zur Fehlersuche.	Diagnosemodus Debugging	Nutzung der softwarespezifischen Diagnosemöglichkeiten Programmierung von Fehlereskalationsstufen	
... visualisieren Automatisierungsprozesse.	Human-Machine-Interface (HMI) Programmiersoftware Simulationssoftware	Visualisierung von Produktionsprozessen Bedienung und Darstellung mittels HMI	
... justieren, stellen Anlagenerweiterungen ein und überprüfen diese.	Sicherheitseinrichtungen ⁶ Analoge Sensoren	Funktionsprüfungen von Teilsystemkomponenten im Bezug zur gesamten Anlage Überprüfung der Qualität der Anlage	Betriebssicherheit Ökonomische Aspekte
... übergeben die Anlage an die Kundin oder den Kunden.	VDE-Prüfprotokoll Nutzereinweisung Dokumentationsunterlagen	Durchführung von VDE-Prüfungen Erstellung von Inbetriebnahmeprotokollen sowie Betriebsanleitungen	Gewährleistung Service und Support
HINWEIS	⁴ Die Komponenten beziehen sich auf die Sensorik und Aktorik des Lernfeldes 6. ⁵ Aufbauend auf das Lernfeld 9 im Anwendungskontext ⁶ Lernfeld 9 – Sicherheitsschaltgeräte		

4.11 Lernfeld 11: Automatisierungssysteme instand halten und optimieren (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERUNGSSYSTEME INSTAND HALTEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Komponenten für einen Regelkreis aus.	Wirkungsplan Signale Regelungstechnische Grundbegriffe Merkmale Steuerung – Regelung ⁷ Regelungsarten	Erstellung von Blockschaltbildern Planung und Auswahl von Mess- und Stelleinrichtungen Erstellung von einfachen Regelkreisen	Umgebungseinflüsse auf die Betriebssicherheit
... nehmen Sprungantworten und Kennlinien von Regelstrecken auf.	Kennlinien/Zeitverhalten von Regelstrecken (P-T0, P-T1, P-T2 und P-Tn, P-Tt, I) Kenngrößen verschiedener Regelstrecken Regelbarkeit	Aufnahme von Sprungantworten und Kennlinien Bestimmung von Kenngrößen aus Sprungantworten und Kennlinien Beurteilung und Bestimmung der Regelbarkeit	Beachtung von Sicherheitsaspekten bei der Sprungantwortaufnahme
... wählen geeignete Regler aus.	Reglerarten (stetige/unstetige Regler) Reglerstrukturen (P-, I-, PI-, PD- und PID-Regler) Reglerkenngößen Digitale Regler	Beurteilung des Reglerverhaltens Auswahl passender Regler für vorhandene Regelstrecken	Physikalischer Einfluss der P-, I- und D-Anteile
... parametrieren und optimieren Regler.	Störungs- und Führungsverhalten Stabilität im Regelkreis Simulationssoftware Gütekriterien einer Regelung	Bedienung eines Hardware-beziehungswise Softwarereglers Parametrierung von Reglern Nachoptimierung von Reglern mit empirischen Verfahren Anwendung und Einsatz von Simulationssoftware	Gewährleistung von Güteanforderungen der Regelstrecke

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERUNGSSYSTEME INSTAND HALTEN UND OPTIMIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... steuern oder regeln Antriebssysteme unter Berücksichtigung der aktuellen Technologiestandards.	Antriebs- und Ansteuermethoden Anlauf, Bremsen Drehzahlverstellbar Positionierbar Frequenzumrichter, Softstarter Gleichrichter Zwischenkreis Wechselrichter Pulsweitenmodulation (PWM), Pulsamplitudenmodulation (PAM) Software-Steuerung/Regelung mittels Technologieobjekten Motor-/Generatorbetrieb	Anwendungsspezifische Ansteuerung des Antriebs Nutzung von Soft- und Hardwaresteuerungen zur Realisierung von Antriebssteuerungen und Regelungen Anbindung von Frequenzumrichtern an die Automatisierungsumgebung	Fehlervermeidungsstrategien Netzurückwirkungen
... halten Antriebssysteme instand und warten diese.	Wartungsintervalle Herstellervorgaben Handbuch Umweltaspekte Wartungspläne Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien Betriebsumfeld Fehlersuchstrategie Messtechnik Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien	Erstellung von Wartungsplänen und fachgerechte Durchführung der Wartung Fehleranalyse von Antriebssystemen	
HINWEIS	⁷ Aufbauend auf Lernfeld 3		

4.12 Lernfeld 12: Automatisierungssysteme planen (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERUNGSSYSTEME PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... definieren ein Automatisierungsprojekt aus ihren Einsatzgebieten.	Projektdefinition Projektziele Projektmethoden: <ul style="list-style-type: none"> • Agil • Klassisch Kreativitätstechniken, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Mindmapping • Metaplantchnik 	Zielfindung und -formulierung für ein Automatisierungssystem Anfertigung einer Projektskizze <ul style="list-style-type: none"> • Problem/Vision/Story • Aufgaben • Inhalt • Ziele • Zeitbedarf • Durchführbarkeit • Projektbeteiligte • Materialien 	Qualitätskriterien von Projektzielen
... strukturieren Automatisierungsprojekte.	Lasten- und Pflichtenheft Projektauftrag Projekthandbuch Backlog Projektphasen, Meilensteine Projektaufwand und -budget Kostenplan beziehungsweise -kalkulation Struktur- und Terminplan, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Gantt-Diagramm • Scrum Burn-Down-Chart/Run-Up-Chart	Nutzung und Einsatz von Softwarelösungen Strukturierung von Projektzielen	Sicherstellende Maßnahmen für den Projekterfolg

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERUNGSSYSTEME PLANEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... überwachen den Verlauf von Automatisierungsprojekten.	Berichtswesen Stand-up Projektsteuerung	Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung, Pflege und Kommunikation der Projektdokumentation	
... übergeben das Projekt der Kundin oder dem Kunden.	Übergabeprotokoll Projektabschluss	Zusammenstellung der erforderlichen Kundenunterlagen Projektübergabe und Durchführung einer Abschlusspräsentation Abschluss der Projektdokumentation	Bewertung des Projekts Optimierungsstrategien
... nutzen Instrumente des Qualitätsmanagements aus ihrem betrieblichen Umfeld.	Qualitätsregelkreis Qualitätsmanagement(QM)-Systeme Fehlerentstehung Fehlervermeidung	Analysieren von betrieblichen Qualitätsmanagementsystemen	Normen und Vorschriften
HINWEIS	Idealerweise sollte ein praxisnahes Projekt aus der Lern- und Arbeitswelt der Auszubildenden gefunden werden.		

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

4.13 Lernfeld 13: Automatisierungssysteme realisieren (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERUNGSSYSTEME REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Automatisierungsanlagen.	Schaltpläne Sensoren Aktoren Technische Schnittstellen	Analyse und Auswertung der Ist-Zustände von Teilsystemen Analyse technischer Prozesse und Umgebungsbedingungen	
... entwickeln Lösungsansätze zur Umsetzung von cyberphysischen Systemen.	Retrofitting Supportdienste Prozessoptimierung Werkzeuge für die Zeit-/Strukturplanung Projektmanagementmethoden	Durchführung einer Marktanalyse bezüglich Kundenwünschen Erstellung von Wirkstrukturen Technische Machbarkeitsprüfung unter Berücksichtigung von Kosten/Gewinn Implementierung von digitalisierten Wartungsplänen/Supportdiensten als E-Mail oder Push-Nachricht	Zukunftsorientierte Umrüstung unter Beachtung von Normen, Bestimmungen und Vorschriften sowie betrieblichen IT-Richtlinien
... installieren cyberphysische Systeme.	Kommunikationssysteme Mensch-Maschine-Schnittstelle Datenbanken Internet of Things (IoT) Internet of Things and Services (IoTaS)	Vernetzung von Systemen mittels Software zu einem cyberphysischen System Erstellung von Schaltungsunterlagen Implementierung von Baugruppen in bestehende Schaltungen Anwendung von Projektmanagement (Controlling)	Funktionale Betrachtung des Systems
... kontrollieren und übergeben automatisierte Anlagen.	Funktionsprüfung Inbetriebnahmeprotokoll VDE-Prüfprotokoll Bedienungsanleitung	Einweisung von Kundinnen und Kunden in die Bedienung der geänderten Anlage	
HINWEIS	Das benötigte Sachwissen für die Planung und Durchführung von Änderungen elektrotechnischer Anlagen ergibt sich aus sämtlichen vorangegangenen Lernfeldern. Hier sollten vor allem aktuelle industrielle Themen/Projekte, zum Beispiel Augmented-Reality(AR)- und Virtual-Reality(VR)-Technologie, sowie Robotik ausgewählt werden.		

5 Unterrichtsbeispiele

5.1 Unterrichtsbeispiel 1

5.1.1 Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes

Lernfeld 3:	Steuerungen analysieren und anpassen	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
Zielformulierung:		
<p>Die Schülerinnen und Schüler planen Änderungen und Anpassungen von Steuerungen nach Vorgabe.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler analysieren Anlagen und Geräte und visualisieren den strukturellen Aufbau sowie die funktionalen Zusammenhänge. Sie bestimmen Steuerungen und unterscheiden zwischen Steuerungs- und Regelungsprozessen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden Techniken zur Realisierung von Steuerungen und bewerten deren Vor- und Nachteile auch unter ökonomischen und sicherheitstechnischen Aspekten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ändern Steuerungen und wählen dazu Baugruppen und deren Komponenten nach Anforderungen aus. Sie nehmen die gesteuerten Systeme in Betrieb, prüfen die Funktionsfähigkeit, erfassen Betriebswerte messtechnisch und nehmen notwendige Einstellungen vor. Sie dokumentieren die technischen Veränderungen unter Nutzung von Standard-Software und anwendungsspezifischer Software.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler organisieren ihre Lern- und Arbeitsaufgaben selbstständig sowie im Team. Sie analysieren, reflektieren und bewerten dabei gewonnene Erkenntnisse. Sie werten englischsprachige Dokumentationen unter Nutzung von Hilfsmitteln aus und wenden auch englische Fachbegriffe zur schriftlichen Darstellung von Sachverhalten der Steuerungstechnik an.</p>		
Inhalte:		
<p>Blockschaltbild, EVA-Prinzip, Sensoren, Aktoren, Schnittstellen Wirkungskette, Funktionsbeschreibungen Verbindungs- und speicherprogrammierte Signalverarbeitung logische Grundverknüpfungen, Speicherfunktionen Normen, Vorschriften und Regeln Technische Dokumentationen</p>		

5.1.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext

Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, eine bestehende Rolltorsteuerung, die bisher verbindungsprogrammiert aufgebaut ist, in eine speicherprogrammierbare Steuerung umzuwandeln. Dabei wird unterstellt, dass die Schülerinnen und Schüler keine schulischen Vorkenntnisse im Bereich der speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), der logischen Grundverknüpfungen sowie von Speicherfunktionen haben.

Der Lernträger Rolltorsteuerung wurde dabei exemplarisch für die Vielzahl von Steuerungsschaltungen in der betrieblichen Praxis ausgewählt, da er sowohl an den privaten Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler (elektrische Rollläden) als auch an ihren betrieblichen Erfahrungshorizont (Werkstore, Tiefgaragen) anknüpft. Die Komplexität der Problemstellung ist überschaubar und daher als Übergang von der verbindungsprogrammierten Steuerung (VPS) zur SPS geeignet. Zuvor behandelte Themen wie Tippbetrieb, Selbsthaltung und Wendeschützschialtung werden nun in eine digitale Steuerung mittels Funktionsplan und/oder Kontaktplan transformiert. Die Problemstellung ermöglicht auch eine vertiefende Auseinandersetzung mit den logischen Grundverknüpfungen und verschiedenen Speicherfunktionen.

Im Folgenden sind in der curricularen Matrix des jeweiligen Lernfeldes die für das vorliegende Unterrichtsbeispiel relevanten beruflichen Handlungen und Inhalte gelb markiert.

5.1.3 Reduktion der curricularen Matrix

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN ANALYSIEREN UND ANPASSEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... identifizieren Betriebsmittel in berufstypischen Unterlagen.	<p>Komponenteneigenschaften Sensoren Verarbeitungsgeräte Aktoren Datenblätter, auch englischsprachige</p>	<p>Auswahl von Komponenten für Steuerungen Einsatz eines Übersetzungsprogramms Lesen von Schaltplänen</p>	
... analysieren Anlagen und Geräte und visualisieren den strukturellen Aufbau.	<p>EVA-Prinzip Kommunikationsschnittstellen Energie- und Informationsfluss als Blockschaltbild Steuerung Regelung Technologieschema</p>	<p>Unterscheidung zwischen Steuerung und Regelung Beschreibung von Ursachen und Wirkungszusammenhängen Wirkungskette Funktionsbeschreibungen Technische Dokumentation Erstellung eines Technologieschemas im Anwendungskontext</p>	<p>Störgrößen und deren Einfluss auf mechatronische Systeme Betrachtung von realitätsbezogenen Anwendungen</p>
... bauen verbindungsprogrammierte Steuerungen auf.	<p>VPS (verbindungsprogrammierte Steuerung) Elektromagnetische Schalter Motorschutz Schutzbeschaltung für elektronische Bauteile bei Schaltvorgängen mit Spulen</p>	<p>Veränderung beziehungsweise Ergänzung von Schaltplänen Handhabung von Verdrahtungsplänen Beurteilung von Vorgängen beim Abschalten von Spulen</p>	<p>Induktionsgesetz (Selbstinduktion)</p>
... parametrieren und programmieren speicherprogrammierbare Steuerungen.	<p>SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) Logische Grundverknüpfungen Speicherfunktionen Zeitfunktionen Prozessabläufe Zuordnungslisten Betriebsmittelkennzeichnung Programmiersoftware</p>	<p>Programmierung einer SPS Erstellung und Änderung von Anschlussplänen</p>	<p>Prozessoptimierung Anlagensicherheit</p>

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN ANALYSIEREN UND ANPASSEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen gesteuerte Systeme in Betrieb und prüfen die Funktionsfähigkeit.	Strommessung Spannungsmessung Inbetriebnahmeprotokoll Gefahren elektrischer Anlagen Simulationssoftware	Einstellung von Eingabegeräten Einschätzung von Gefahren elektrischer Anlagen Analyse und Bewertung von Fehlern Handhabung des Inbetriebnahmeprotokolls Anwendung von Simulationssoftware und Transfer auf betriebliche Anlagen	Normen, Vorschriften und Regeln (VDE)
... dokumentieren die technischen Funktionen beziehungsweise Veränderungen und übergeben sie der Kundin oder dem Kunden.	Dokumentationsmethoden Präsentationsmedien Übergabeprotokoll	Erstellung einer Dokumentation Analyse der geeigneten Medien und Werkzeuge	
... planen steuerungstechnische betriebliche Abläufe.	Methoden: <ul style="list-style-type: none"> • Strategien • Beeinflussende Faktoren • Reflexionswerkzeuge • Zielformulierung 	Anwendung von Simulationssoftware oder Prozessmodellen	Bewertung der Planungsergebnisse

5.1.4 Planungsmatrix

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
1	Grobe Systemanalyse Identifizieren von Betriebsmitteln (Anknüpfung an das Vorwissen aus den bisherigen im Lernfeld 3 thematisierten Betriebsmitteln) Erkennen der Unterschiede zwischen verbindungsprogrammierten und speicherprogrammierbaren Steuerungen Festlegung einer Kleinsteuerung	Sachwissen (SW): Sensoren, Verarbeitungsgeräte, SPS (speicherprogrammierbare Steuerung), Aktoren, Komponenteneigenschaften, Zuordnungsliste, Betriebsmittelkennzeichnung Prozesswissen (PW): Lesen von Schaltplänen (VPS) Reflexionswissen (RW): Prozessoptimierung	BA 1: Auftrags- und Anlagenanalyse		
			Analyse der vorhandenen Betriebsmittel (Sensorik, Aktorik) Identifizierung von Vor- und Nachteilen VPS versus SPS Die Lernenden erstellen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten Kleinsteuerung.	M1: Arbeits-/ Projektauftrag M2: VPS-Schaltpläne M3: Moderationskarten (elektronisch) T1: Übertragung EVA-Prinzip auf Problemstellung T2: Festlegung der Programmierungsart und der geeigneten SPS	Brainstorming (Vorteile SPS) mit Ergebnissicherung im Plenum Gelenktes Lehrer-Schüler-Gespräch zur Identifizierung einer geeigneten Kleinsteuerung
2	Verstehen der logischen Grundverknüpfungen (UND, ODER, NICHT) und von Speicherfunktion (R-S-Flipflop) Übertragung auf die Problemstellung (Ersetzung der VPS durch digitale Bausteine)	SW: Logische Grundverknüpfungen, Speicherfunktionen, Prozessabläufe PW: Auswahl von Komponenten für Steuerungen	BA 2: Analyse der logischen Verknüpfungen		
			Stationenlernen zu digitalen Bausteinen Funktionsgleichung für Teile der Torsteuerung aufstellen	M4: Informationsmaterialien M5: Digitale Schaltungen und/oder Simulationssoftware	Testaufgaben zu logischen Verknüpfungen

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
3	Erstellung eines Anschlussplans Programmieren und Simulieren speicherprogrammierbare Steuerungen	SW: Datenblätter (auch englischsprachige), SPS (speicherprogrammierbare Steuerung), Prozessabläufe, Programmiersoftware, Simulationssoftware PW: Erstellung von Anschlussplänen, Programmierung einer SPS, Anwendung von Simulationssoftware und Transfer auf betriebliche Anlagen RW: Prozessoptimierung	BA 3: Erstellung des Steuerungsprogramms (inklusive möglicher Erweiterungen)		
			Programmierung der Kleinsteuerung (Funktionsplan und/oder Kontaktplan) Simulation des Steuerungsprogramms Mögliche Anlagenerweiterung: Automatisches Schließen des Tores nach einem Zeitintervall	M6: Kleinsteuerung M7: Programmier- und Simulationsumgebung	Ergebnis der Simulation Vorteile der SPS werden bei Anlagenerweiterungen deutlich
4	Überprüfung der Funktionsfähigkeit Kundenübergabe	SW: Inbetriebnahmeprotokoll (Testprotokoll), Gefahren elektrischer Anlagen PW: Handhabung des Inbetriebnahmeprotokolls, Einschätzung von Gefahren elektrischer Anlagen, Analyse und Bewertung von Fehlern RW: Prozessoptimierung, Anlagensicherheit	BA 4: Test und Kundenübergabe		
			Erstellung eines Inbetriebnahmeprotokolls Steuerungsprogramm übertragen und dessen Funktionsfähigkeit testen Lernende wenden Strategien zur Fehleranalyse an. Übergabe der Steuerung an die Kundin oder den Kunden	M8: Aufbau des Laststromkreises, Kleinsteuerung M9: Inbetriebnahmeprotokoll	Funktion der Steuerung Reflexion des Arbeitsergebnisses und des Arbeitsprozesses Einschätzung von Gefahren elektrischer Anlagen

5.1.5 Katalog der Teilaufgaben (T)

- T1: Übertragung EVA-Prinzip auf Problemstellung
- T2: Festlegung der Programmierungsart und der geeigneten SPS
- T3: Analyse der logischen Verknüpfungen
- T4: Erstellung des Steuerungsprogramms (inklusive möglicher Erweiterungen)
- T5: Test und Kundenübergabe

5.1.6 Hinweise zur Lernortkooperation

Zur Förderung der Lernortkooperation gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zum einen könnten Teile der Lösungsrealisierung (Aufbau der Kleinststeuerungen) in den Ausbildungsbetrieben hardware- und softwaretechnisch realisiert werden. Zum anderen könnte die hardware- und softwaretechnische Umsetzung in der Schule erfolgen. Dabei werden die Ausbildungsverantwortlichen der Betriebe zu einer simulierten Kundenübergabe eingeladen und in diesem Rahmen um ein Feedback gebeten. Das gemeinsame Auftreten zeigt den Schülerinnen und Schülern, dass Schule und Betrieb ihre Handlungsprodukte würdigen. Gleichzeitig wird die Kommunikation zwischen Schule und Betrieb gefördert.

5.2 Unterrichtsbeispiel 2

5.2.1 Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes

Lernfeld 7: Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
<p>Zielformulierung:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen Anlagensteuerungen nach Pflichtenheft. Sie entwickeln Lösungsvarianten im Team auch interdisziplinär. Sie wählen dazu geeignete Lösungen sowie Baugruppen, Bussysteme, Sensoren und Aktoren aus.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler entwerfen und erstellen normenkonform Steuerungsprogramme auch mit bibliotheksfähigen Funktionen und Funktionsbausteinen. Sie testen und dokumentieren diese.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler programmieren Verknüpfungssteuerungen, auch mit Zeit- und Zählfunktionen. Sie entwickeln, testen und dokumentieren lineare und verzweigte Ablaufsteuerungen mit unterschiedlichen Betriebsarten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler programmieren mehrachsige Bewegungsabläufe oder verfahrenstechnische Abläufe.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erstellen umfangreiche Programme im Team, treffen notwendige Absprachen, definieren Übergabepunkte und fügen Programmteile zusammen. Sie nutzen zur Programmierung auch englischsprachige Softwareoberflächen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler realisieren die Steuerungen, präsentieren diese den Betreibern und weisen in die Nutzung ein.</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>Kompakte, modulare und rechnerbasierte Steuerungen, Baugruppen Bussystem auf Feldebene Digitale und analoge Signalverarbeitung Strukturierte Programmierung Entwurfsverfahren Schrittketten Programmiersprachen, auch grafische Variablendeklaration, Instanziierung, symbolische Adressierung Datenformate Prozess-Datenerfassung, und -speicherung Programmsimulation, Fehlersuche, Fehleranalyse Anlagensicherheit durch Hardware und Programmierung Onlinehilfe</p>	

5.2.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext

Die Programmierung von Steuerungen ist das Kerngeschäft jedes Automatisierungsbetriebes. An dieser Stelle wird die Voraussetzung für Funktionalität und Ergonomie dieser Automatisierungsabläufe geschaffen. Die Lernenden bekommen den Auftrag, für eine Kosmetikfabrik eine Steuerung eines Förderbands mit Dosenlager zu realisieren.

Das Transfersystem mit Dosenlager soll über einen Drehstrommotor mit vorgeschalteten Frequenzumrichter betrieben werden. Hierzu muss eine Planung für einen Schaltschrank mit Sicherheitsbauteilen und weiteren Baugruppen, wie einer speicherprogrammierbaren Steuerung, erstellt werden. Eine Ablaufsteuerung soll programmiert werden. Der Frequenzumrichter und die andere Baugruppen sollen über ProfiNet kommunizieren können. Außerdem soll der Betriebsmodus auswählbar sein.

Die Problematik besteht in diesem Bereich der beruflichen Handlung darin, dass die Auszubildenden potenziell wenige Berührungspunkte mit den aufgeführten Thematiken in ihren Zusammenhängen haben. Auch kann es sein, dass nur vereinzelte Auszubildende in den Klassenverbänden ganzheitliche Anlagen analysieren und in Betrieb nehmen. Die umfassende Betrachtung von Automatisierungsanlagen und die eingeschlossene Erstellung von Schrittketten finden in nur wenigen Bereichen von Unternehmen statt, was dazu führt, dass Auszubildende im Laufe ihrer Ausbildung unter Umständen nur einzelne Schritte des Prozesses eindimensional kennenlernen.

Die Aufgabe der Schule ist es, die Berührungspunkte, unter anderem zwischen der Auswahl der Baugruppen, der Ablaufsteuerung und der Programmierung, als vollumfänglichen Prozess darzustellen und als zusammenhängende Handlung nachvollziehbar zu gestalten, so dass alle Auszubildenden eines Klassenverbundes die Möglichkeit haben, ihre Kompetenzen zu erweitern.

Im Folgenden sind in der curricularen Matrix des jeweiligen Lernfeldes die für das vorliegende Unterrichtsbeispiel relevanten beruflichen Handlungen und Inhalte gelb markiert.

5.2.3 Reduktion der curricularen Matrix

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... arbeiten mit dem Pflichtenheft.	<p>Lastenheft:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Struktur • Kostenkalkulation • Terminplanung <p>Pflichtenheft:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Struktur <p>Betriebsarten, zum Beispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Handbetrieb • Automatikbetrieb • Richtbetrieb • Tippbetrieb 	<p>Führung eines Lastenhefts</p> <p>Definition des Ist- und Sollzustands</p> <p>Auswahl einer geeigneten Betriebsart</p>	<p>Vertragsrecht</p>
... wählen eine geeignete speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) aus.	<p>Kategorien und Aufbauten von SPS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kleinsteuerung • Kompakt • Modular • Rechnerbasiert <p>Programmiergeräte und Programmiersoftware</p> <p>Schnittstellen zwischen Hardware und Software</p>	<p>Auswahl einer zugehörigen Programmiersoftware und Programmiergeräten zu den entsprechenden SPS-Kategorien</p>	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... schließen die SPS an die zu steuernde Anlage an.	Anschlussplan Schaltplan Adressierung Sensorik: <ul style="list-style-type: none"> • 2-Draht-Technik • 3-Draht-Technik • 4-Draht-Technik Aktorik: <ul style="list-style-type: none"> • Stromaufnahme • Potenzialfrei/-gebunden 	Einbindung der SPS in Schaltpläne Verbindung des Programmiergerätes mit der SPS-Hardware Verbindung der Ein- und Ausgänge mit der SPS Adressierung der Baugruppen	Anlagensicherheit nach gültigen Vorschriften und Normen
... erstellen eine Variablen- und Beobachtungstabelle.	Variablendeklaration Instanziierung Symbolische Adressierung Datentypen, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Bool • Int • Real • String Forcetable	Deklaration von Variablen Erstellung von Symboltabellen Ansteuerung von Ausgängen	Fehleranalyse
... programmieren Handbetriebe.	Programmiersprachen Strukturierte Programmierung Zeit- und Zählfunktionen Flankenauswertung	Übertragung von Programmen in die SPS Erstellung bibliotheksfähiger Funktionen und Funktionsbausteine	Normgerechte Bedienkonzepte Fehlersuche, Fehleranalyse
... dokumentieren Ablaufsteuerungen.	Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions (GRAF CET) : <ul style="list-style-type: none"> • Linear • Verzweigung 	Normgerechte Darstellung einer Ablaufsteuerung nach DIN Europäische Normen (EN) 60848	

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... programmieren Ablaufsteuerungen.	<ul style="list-style-type: none"> • Hierarchisch <p>Schrittkettenprogrammierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Initialschritt • Schritt • Weberschaltbedingung • Aktion <p>Prozessdatenerfassung und -speicherung⁸ Organisationsbausteine Funktionsbausteine Datenbausteine</p>	<p>Programmierung der Ablaufsteuerung anhand von GRAFCET</p> <p>Nutzung unterschiedlicher Bedienelemente</p>	<p>Anlagensicherheit durch Hardware und Programmierung</p>
... wählen auftragsbezogen geeignete Programmiersprachen aus.	<p>Programmiersprachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structed-Control-Language (SCL) • Kontaktplan (KOP) • Funktionsplan (FUP) • Anweisungsliste (AWL) 	<p>Zielgerichtete Verwendung von Programmiersprachen</p>	
... nehmen Steuerungen in Betrieb und übergeben sie an die Kundin oder den Kunden.	<p>Inbetriebnahmeprotokoll</p> <p>Benutzereinweisung</p> <p>Visualisierung des Programms</p>	<p>Nutzereinweisung mittels technischer Präsentationsmethoden</p>	
HINWEIS	<p>⁸Die Weiterverarbeitung der gespeicherten Prozessdaten erfolgt in späteren Lernfeldern (Lernfeld 9, 10 und 11).</p>		

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

5.2.4 Planungsmatrix

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
1	Initiierung des Projekts und Nachvollziehen der Teilprozesse bis zur Inbetriebnahme der Anlage	SW: Lastenheft, Aufbau und Struktur	BA 1: Analyse der Anlage		
			Analyse des Systems anhand des Auftrags, Bildung der Projektteams	M1: Arbeits-/Projektauftrag M2: Schaubild der Anlage M3: Förderband M4: Kennwerte der Anlage T1: Erstellung eines e-Portfolios zur Visualisierung des Pflichtenhefts	In einem interaktiven Diskurs analysieren die Lernenden den Projektauftrag und die Materialien. Sie klären Fragestellungen und legen die Vorgehensweise für sich und ihre Gruppe fest.
2	Analyse von Kriterien, Erstellung von Materiallisten und Zeichnen eines Aufbauplans	SW: Pflichtenheft, Aufbau und Struktur Betriebsarten, zum Beispiel Handbetrieb, Automatikbetrieb Programmiergeräte und Programmiersoftware Schnittstellen zwischen Hardware und Software PW: Einbindung der SPS in Schaltpläne	BA 2: Erhebung und Dokumentation wesentlicher Daten und Normen		
			Erstellung eines e-Portfolios zur Anlage bezüglich Materialien, Baugruppen und Normen	M5: Rechercheaufträge zu den Normen M6: Massenermittlung M7: Technocards der Anlage M8: Tabellenbuch T2: Rechercheaufträge und Dokumentationsübungen T3: Zeichenübungen zu der Anlage	Lehrkraft motiviert für die Themen, Vorwissen wird aktiviert, die Lernenden dokumentieren ihre Lernerfolge im e-Portfolio.
3	Erstellung von Ablaufbeschreibung automatisierter Anlagen	SW: Variablendeklaration Symbolische Adressierung Datentypen, zum Beispiel Bool, Int, Real Schrittkettenprogrammierung, Initialschritt, Schritt, Weiterschaltbedingung, Aktion GRAFCET, Linear, Verzweigung, Hierarchisch	BA 3: Beschreibung von Abläufen und Schrittketten		
			Anwendungsbezogenes Beschreiben von Ablaufketten und Erstellung des e-Portfolios	M9: Informationsmaterial zu Ablaufketten M10: Informationsvideo zu Datentypen und Operatoren M11: selbstablaufende Präsentation zu GRAFCET T4: Erstellung einer Checkliste zur Fertigstellung der Anlage	Die Lernenden diskutieren ihre Herangehensweise und Lösungen im Plenum, nach der Sichtung der Inkremente des Portfolios sind Fragen der anderen Lernenden möglich, Gelegenheiten zu Plenumsdiskussionen sind vielfältig wahrnehmbar.

Elektronikerin oder Elektroniker für Automatisierungstechnik

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
		PW: Normgerechte Darstellung einer Ablaufsteuerung nach DIN EN 60848 Programmierung der Ablaufsteuerung anhand von GRAFCET		T5: Erstellung einer Ablaufsteuerung nach DIN EN 60848 zur Anlage T6: Screencast für die Erstellung einer Ablaufsteuerung für das e-Portfolio	
4	Programmierung des Steuerungsprogramms mit sinnvollen und übersichtlichen Kommentaren	SW: Programmiersprachen, SCL, KOP, FUP, AWL Strukturierte Programmierung Zeit- und Zählfunktionen Flankenbewertung PW: Zielgerichtete Verwendung von Programmiersprachen Übertragung von Programmen in die SPS Erstellung bibliotheksfähiger Funktionen und Funktionsbausteine RW: Normgerechte Bedienkonzepte	BA 4: Überführung der Ablaufbeschreibung in ein strukturiertes Programm		
			Anwendungsbezogene Programmierung unter Berücksichtigung der Programmiersprache mittels eines Programmiergeräts	M12: Rechercheaufträge und Auftrag zur Quiz-Erstellung M13: Übertragung von Ablaufbeschreibungen in Programme T7: Ergänzung des e-Portfolios mit eigenständig recherchierten Algorithmen und Bildern zu der Übertragung von Ablaufbeschreibungen in Programme T8: Gruppen erstellen Quiz um im Plenum die erweiterten Kompetenzen spielerisch zu festigen und übertragen die Ergebnisse in das e-Portfolio.	Die Lernenden stellen in Videopräsentationen grundlegende Aspekte der Programmierung vor, im offenen Gespräch können Unklarheiten reflektiert und geklärt werden. Die Quiz ermöglichen durch ihren spielerischen Charakter eine stressfreie und ungezwungene Kontrolle des eigenen Wissens.
5	Inbetriebnahme der Anlage sowie Projektevaluation	SW: Inbetriebnahmeprotokoll Benutzereinweisung Visualisierung des Programms PW: Übertragung von Programmen in die SPS Nutzereinweisung mittels technischer Präsentationsmethoden RW: Fehlersuche, Fehleranalyse	BA 5: Inbetriebnahme und Sichtung der e-Portfolios		
			Fertigstellung und Präsentation des Portfolios	M14: Rechercheauftrag zur normgerechten Inbetriebnahme von Anlagen M15: Erklärungsvideo zur Inbetriebnahme der Anlage T9: Vervollständigung des umfangreichen Anlagenportfolios T10: Abschließende Präsentation und gegenseitige Wertschätzung der Ergebnisse	Die Lernenden vergleichen ihre Lernprodukte. Sie leiten reflexiv Handlungsmöglichkeiten oder Alternativen ab.

5.2.5 Katalog der Teilaufgaben (T)

- T1: Erstellung eines e-Portfolios zur Visualisierung des Pflichtenhefts
- T2: Rechercheaufträge und Dokumentationsübungen
- T3: Zeichenübungen zu der Anlage
- T4: Erstellung einer Checkliste zur Fertigstellung der Anlage
- T5: Erstellung einer Ablaufsteuerung nach DIN EN 60848 zur Anlage
- T6: Screencast für die Erstellung einer Ablaufsteuerung für das e-Portfolio
- T7: Ergänzung des e-Portfolios mit eigenständig recherchierten Algorithmen und Bildern zu der Übertragung von Ablaufbeschreibungen in Programme
- T8: Gruppen erstellen mehrere Quiz, um im Plenum die erweiterten Kompetenzen spielerisch zu festigen und übertragen die Ergebnisse in das Portfolio.
- T9: Vervollständigung des umfangreichen Anlagenportfolios
- T10: Abschließende Präsentation und gegenseitige Wertschätzung der Ergebnisse

5.2.6 Hinweise zur Lernortkooperation

In diesem Lernfeld besteht die Möglichkeit einer Verzahnung von theoretischen Inhalten und praktischen Handlungen aus dem betrieblichen Alltag der Auszubildenden. Dieses Unterrichtsbeispiel ermöglicht eine Vielzahl an Lernortkooperationsanlässen. Die Auszubildenden können beispielsweise sowohl konkrete Beispiele elektrotechnischer Betriebsmittel, Baugruppen und Geräte aus ihren Betrieben mit in den Unterricht bringen als auch ihnen aus den Betrieben bekannte automatisierte Anlagen beschreiben und analysieren. Insbesondere die in den Betrieben genutzten Programmiersprachen können in diesem Unterrichtsbeispiel implementiert werden. Die Lernsituation bietet Möglichkeiten zum Vergleich der theoretischen Vorgehensweise mit den praktischen Prozessbeschreibungen innerhalb des Unternehmens.

Spezifisch auf dem Bearbeitungsschritt des Unterrichtsbeispiels basierend existieren diverse Schnittstellen für Erkundungsaufträge in den Betrieben. So können die Betriebe in Vorbereitung auf die später im Ausbildungsverlauf stattfindende ganzheitliche Abschlussprüfung Teil 2 Ablaufbeschreibungen nach DIN EN 60848 durchführen. Diese praktischen Erfahrungen können wiederum aus programmierertechnischer Sicht in den lernsituativen Unterricht einfließen.

Gleichzeitig können Erfahrungen und Realitätsbeispiele aus der Inbetriebnahme im betrieblichen Prozess in die Checkliste eingearbeitet werden. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf der Generalisierbarkeit der Verfahrensweisen beim Umgang mit Schlechtleistung gelegt werden.

6 Literatur

Bader, R.: Lernfelder gestalten. bwp@ Spezial. (2004) 1.

Chomsky, N.: Explanatory Models in Linguistics. In: Nagel, E.; Suppes, P.; Tarski, A. (Herausgebende): Logic, Methodology, and Philosophy of Science. Stanford 1962. Seite 528-550.

Erpenbeck, J.; Rosenstiel, L.; Grote, S.; Sauter, W.: Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, Verstehen und Bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart 2017.

Euler, D.; Reemtsma-Theis, M.: Sozialkompetenzen? Über die Klärung einer didaktischen Zielkategorie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. 95 (1999) 2. Seite 168-198.

Klafki, W.: Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In: Roth, H.; Blumenthal, A. (Herausgebende): Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift Die Deutsche Schule. Hannover 1964. Seite 5-34.

Lerch, S.: Selbstkompetenz – eine neue Kategorie zur eigens gesollten Optimierung? Theoretische Analyse und empirische Befunde. In: REPORT. 36 (2013) 1. Seite 25-34.

Mandl, H.; Friedrich H. F. (Herausgebende): Handbuch Lernstrategien. Göttingen 2005.

Tenberg, R.: Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart 2011.f



HESSEN



**Hessisches Ministerium
für Kultus, Bildung und Chancen**
Luisenplatz 10
60185 Wiesbaden
<https://kultus.hessen.de>

BILDUNGSLAND
Hessen 