

Handreichung Berufsschule



**ELEKTRONIKERIN ODER ELEKTRONIKER
FÜR BETRIEBSTECHNIK**

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.

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Inhaltsverzeichnis

1	Inhalt und Intentionen der Handreichung.....	3
2	Kompetenzkonzept der Lernfelderganzung	3
3	Grundkonzept eines kompetenzorientierten Unterrichts	6
3.1	Zielorientierung	7
3.2	Kontextualisierung	7
3.3	Aktivierung	7
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 prufen (80 Stunden)	10
4.2	Lernfeld 2: Elektrische Installationen planen und ausfuhren (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 gewahrleisten (80 Stunden).....	18
4.6	Lernfeld 6: Geräte und Baugruppen in Anlagen analysieren und prufen (60 Stunden)	22
4.7	Lernfeld 7: Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren (80 Stunden)	24
4.8	Lernfeld 8: Antriebssysteme auswählen und integrieren (60 Stunden)	27
4.9	Lernfeld 9: Gebäudetechnische Anlagen ausfuhren und in Betrieb nehmen (80 Stunden)	29
4.10	Lernfeld 10: Energietechnische Anlagen errichten und instand halten (100 Stunden)	33
4.11	Lernfeld 11: Automatisierte Anlagen in Betrieb nehmen und instand halten (100 Stunden).....	35
4.12	Lernfeld 12: Elektronische Anlagen planen und realisieren (80 Stunden).....	38
4.13	Lernfeld 13: Elektronische Anlagen instand halten und ändern (60 Stunden).....	40
5	Unterrichtsbeispiele	42
5.1	Unterrichtsbeispiel 1.....	42
5.1.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes.....	42
5.1.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	43
5.1.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	44
5.1.4	Planungsmatrix	46
5.1.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	48
5.1.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	48
5.2	Unterrichtsbeispiel 2.....	49
5.2.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes.....	49
5.2.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	50
5.2.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	51

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

5.2.4	Planungsmatrix	54
5.2.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	58
5.2.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	58
6	Literatur.....	59

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, das heißt, 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 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 Betriebstechnik

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.

Für die ersten beiden Kompetenzklassen (sozial-kommunikative und personale Kompetenzen) sieht der Lehrplan keine weitere Detaillierung vor, da die Entwicklung überfachlicher Kompetenzen deutlich anderen

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

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

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

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 Sachwissen 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 Betriebstechnik

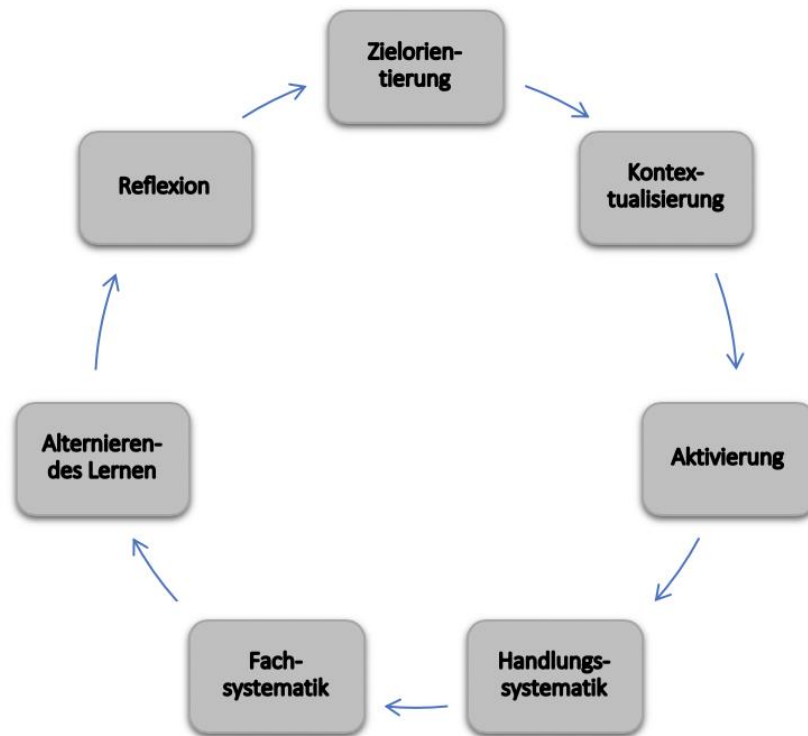


Abbildung 1: Prinzipien für einen kompetenzorientierten Unterricht

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

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

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 Anchlüsse 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 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

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

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 <ul style="list-style-type: none"> - 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	
... messen elektrische Größen an Grundsaltungen der Elektrotechnik.	Messverfahren <ul style="list-style-type: none"> • Widerstandsmessung • Strommessung • Spannungsmessung • Leistungsmessung (direkt/indirekt) • Stromfehler-, 	Ermittlung von elektrischen Größen in Grundsaltungen mit unterschiedlichen Messverfahren Berechnung von Strömen, Spannungen, Widerständen, Leistungen und Arbeit in Grundsaltungen der Elektrotechnik	Messbereich Kirchhoffsche Gesetze Wechselwirkung Strom/Spannung/Widerstand/Leistung/Arbeit (Ohmsches Gesetz)

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN UND FUNKTIONEN PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Spannungsfehlerschaltung Messgeräte <ul style="list-style-type: none"> • Strommessgerät • Spannungsmessgerät • Ohmmeter • Multimeter • Wattmeter/Zähler Grundsaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Reihenschaltung • Parallelschaltung • Gemischte Schaltung • Brückenschaltung • Spannungsteiler Ohmsches Gesetz	Anwendung der Gesetzmäßigkeiten auf reale Problemstellungen	
... 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

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE SYSTEME ANALYSIEREN UND FUNKTIONEN PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... 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	Dimensionierung von Leitungen Erstellung von Materiallisten (Lieferantin oder Lieferant, Bestellnummer, Preis, Gesamtkosten) Auswahl von Schutzorganen und Betriebsmitteln unter Berücksichtigung von ökonomischen und ökologischen Aspekten	
... planen die Abläufe bei der Errichtung von Anlagen.	Einsatzzwecke der einschlägigen Arbeitsmittel	Vorgehensweise zur Auftragserfüllung 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 Betriebstechnik

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 bei 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.		

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)
... 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

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

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

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 Pflichtenheft.	Lastenheft Pflichtenheft Standard-software 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 Qualitätsmanagement
... installieren und konfigurieren Standardsoftware 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	

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

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Möglichkeiten der Energieversorgung für Betriebsmittel.	Aufbau der Stromkreisverteiler Elektrische Komponenten und deren Schaltzeichen <ul style="list-style-type: none"> • Hauptschalter • Niederspannungs-Hochleistungs(NH)-Sicherung • Leitungsschutzschalter (LS), Selektiver Leitungsschutzschalter (SLS) • RCD, Residual-Current-Operated-Circuit-Breaker-With-Overcurrent-Protection (RCBO) • Neozed • Diazed • Betriebsmittelkennzeichnungen • Pläne • Stromkreisverteilerplan • Montageplan • Klemmenplan 	Erstellung von <ul style="list-style-type: none"> • Blockschaltbildern • Technologieschemata 	Ausfallsicherheit Fehlerströme in Fehlerstromkreisen
... analysieren elektrische Netze.	Wechsel- und Drehstromsysteme <ul style="list-style-type: none"> • Netzsysteme (Terre-Neutre-Séparé (TN-S), Terre-Neutre-Combiné (TN-C), Terre-Neutre-Combiné-Séparé (TN-CS), Terre-Terre (TT), Isolé-Terre (IT)) • Leiterspannung/Strangspannung • Symmetrische/unsymmetrische Lasten • Zeigerdiagramme • Erdungssysteme 	Analyse von Laststromkreisen im Wechsel- und Drehstromnetz Bewertung von Erdungssystemen Berechnung und Darstellung symmetrischer und unsymmetrischer Belastungen Ermittlung von Außenleiterströmen	Potenziale Sternpunktverschiebung Neutralleiterströme in unsymmetrischen belasteten Netzen

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzpotenzialausgleich 		
... planen die Stromkreisverteilung für Betriebsmittel und Anlagen.	Basisschutz Fehlerschutz Fehlerarten <ul style="list-style-type: none"> • Kurzschluss • Körperschluss • Leiterschluss • Erdschluss Schutzorgane für <ul style="list-style-type: none"> • Personenschutz • Leitungsschutz • Geräteschutz • Brandschutz • Selektivität 	Auswahl und Dimensionierung von Leitungen und Schutzorganen Planung und Erstellung von <ul style="list-style-type: none"> • Stromkreisverteilerplan • Montageplan • Anschlussplan • Kostenplan 	Energiesparpotenzial Ströme in Fehlerstromkreisen

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen Niederspannungsanlagen in Betrieb.	Maßnahmen bei der Erstinbetriebnahme <ul style="list-style-type: none"> • Sichtprüfung • Messungen (R_{Low}, R_{ISO}, Z_s, U_N et cetera) • RCD Prüfung • Funktionsprüfung Messtechnik <ul style="list-style-type: none"> • Multifunktions-Installationstester • VDE-0100-Prüfgerät • Messkategorien Category (CAT) I bis IV • Drehfeldmessgerät 	Planung, Durchführung und Protokollierung einer Erstinbetriebnahme Erstellung eines Prüf-/Inbetriebnahmeprotokolls	Qualitätssicherung
... prüfen ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel nach gültiger Norm.	Betriebsmittel: Bauartbedingte Vorgaben <ul style="list-style-type: none"> • Schutzarten • Schutzklassen • Isolationsklassen Geräteprüfung <ul style="list-style-type: none"> • Prüfschritte • Messmittel • Mängel Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Inventarisierung • Prüfsiegel • Barcode 	Durchführung und Dokumentation einer Prüfung ortsfester und ortsveränderlicher Verbraucher Erstellung eines Prüfprotokolls Beurteilung der Prüfergebnisse und Behebung von Mängeln	Personen- und Anlagenschutz Versicherungsschutz

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... weisen Nutzerinnen und Nutzer in das Betreiben von Anlagen ein.	Betriebsanleitungen Gefahrenhinweise Übergabeprotokoll	Schulung von Anlagennutzern Führung eines Kundengesprächs zur Anlagenübergabe	Arbeitsökonomie Kundenservice Unfallverhütung
HINWEIS	Für die Analyse von Schalt- und Verteileranlagen sollten reale Anlagen als Arbeitsgrundlage gewählt werden. Erkundungen vor Ort sichern den Bezug zur realen Arbeitswelt.		

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

Die Auszubildenden ...	GERÄTE UND BAUGRUPPEN IN ANLAGEN ANALYSIEREN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bearbeiten Änderungs- und Instandsetzungsaufträge nach Kundenwunsch.	Kundenvorgaben Baugruppe <ul style="list-style-type: none"> • Analog <ul style="list-style-type: none"> - Resistor-Capacitor (RC) - Resistor-Inductor (RL) - Schwingkreis • Digital <ul style="list-style-type: none"> - Analog/Digital(A/D)-Wandler - Digital/Analog(D/A)-Wandler - Definierte High-Low-Zustände 	Festlegung von Anforderungen nach Kundenvorgabe Durchführung von Schaltplanänderungen Erstellung von Materiallisten Analyse der Bestandsanlage, Soll-Ist-Vergleich	Produktionssicherheit
... legen Arbeitsschritte zur Durchführung von Aufträgen fest.	Zeitplanung Arbeitsvorbereitung <ul style="list-style-type: none"> • Ablaufplanung • Arbeitssteuerung Ressourcen <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit • Material • Kosten 	Erstellung eines Zeit- und Strukturplans für die Arbeitsschritte Ressourcenplanung	Ressourcenauslastung
... erstellen mithilfe von Literatur und Herstellerangaben Kundendokumente.	Video-Tutorials Produktdatenbanken <ul style="list-style-type: none"> • Datenblätter • Produktbeschreibungen 	Erstellung von Betriebsanleitungen Erstellung von Videos und Tutorials für Endanwender	Funktionsprüfung

Die Auszubildenden ...	GERÄTE UND BAUGRUPPEN IN ANLAGEN ANALYSIEREN UND PRÜFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beseitigen Störungen in Anlagenkomponenten.	Untersuchungsmethoden zur Fehlereingrenzung Fehlerbeschreibungen Fehlercodes Reparaturanleitungen Störeinflüsse Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) <ul style="list-style-type: none"> • Kopplungsarten • Galvanisch • Kapazitiv • Induktiv Strahlen Wellen	Untersuchung von Fehlern Austausch/Reparatur von Bauteilen Erstellung einer Dokumentation	Anlagensicherheit Funktionsprüfung Mögliche Fehlerquellen Physikalischer Einfluss von Strahlung (elektromagnetische Wellen)
... wenden Normen, Vorschriften und Regeln für Änderungen und Instandsetzungen an.	Regeln und Normen Wartungsintervalle Herstellervorgaben Wartungspläne Sicherheitsmaßnahmen und Richtlinien <ul style="list-style-type: none"> • Unfallverhütungsvorschriften (UVV) • Arbeitsschutz 	Planung einer Änderung beziehungsweise Instandsetzung nach geltenden Vorschriften Durchführung einer Änderung beziehungsweise Instandsetzung nach geltenden Vorschriften	Instandhaltungsmanagement Kostenoptimierung
... erstellen rechnergestützt technische Unterlagen.	Dokumentationsmethoden Planungsprogramme <ul style="list-style-type: none"> • Computer-Aided-Engineering (CAE)/ Computer-Aided-Design (CAD) • Gantt-Diagramm • Tabellenkalkulationsprogramme • Textbearbeitungsprogramme 	Erstellung von Plänen Anwendung von Simulations- und Visualisierungssystemen	Datensicherheit Datenkonsistenz

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

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen Steuerungen für kundenspezifische automatisierte Anlagen.	Anforderungen (zum Beispiel Lasten- und Pflichtenheft) Sensoren <ul style="list-style-type: none"> • Induktiv • Kapazitiv • Lichttaster • Grenztaster Aktoren <ul style="list-style-type: none"> • Analog • Digital Verarbeitungsgeräte/Hardware: <ul style="list-style-type: none"> • Kleinststeuerung • Einplatinencomputer • Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) et cetera Steuerungssoftware, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • LOGO-Soft • TIA-Portal • Simatic • PC-WORX et cetera Funktionsgruppen Hardwareschnittstellen	Planung von Anlagen nach Anforderungen	Elektrische Signaltransformation

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren bestehende Anlagen und Systeme.	Funktionen <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsbausteine • Datenbausteine • Organisationsbausteine Normen und Vorschriften Funktionsablaufbeschreibung Programm <ul style="list-style-type: none"> • Struktur • Steuerungsabläufe • Dokumentation • Software • Simulationsbausteine 	Erstellung einer Funktionsbeschreibung Optimierung und Erweiterung von Programmen	Funktionsablaufbeschreibung Softwarequalität
... entwickeln Programme.	Aktuelle Programmiersprachen auf der Basis strukturierter, objektorientierter und grafischer Programmierung, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsplan (FUP) • Kontaktplan (KOP) • Anweisungsliste (AWL) • Strukturierter Text • Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions (GRAF CET) • Bedienkonzepte 	Erstellung eines Programms mit Dokumentation Übertragung und Erprobung eines Programms auf virtuellen und realen Anlagen	Datenvalidität Laufzeitoptimierung
... suchen Fehler in vorhandenen Steuerungen.	Prüfverfahren Messtechnik Software-unterstützte Analysetechnik Dokumentationstechniken für Fehler Fehlerprotokoll	Anwendung und Dokumentation unterschiedlicher Analyseverfahren Darstellung einer Strategie zur Fehlersuche Nutzung von Diagnosetools	Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Programmierarten Fehlerbestimmung

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	STEUERUNGEN FÜR ANLAGEN PROGRAMMIEREN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen Anlagen in Betrieb.	Sicherheit von Anlagen <ul style="list-style-type: none"> • Not-Aus • Not-Halt • Zweihandbetrieb • Schutzeinhausung Präsentations- und Moderationstechniken Inbetriebnahmeprotokolle	Moderation einer Anlagenübergabe an die Kundin oder den Kunden Erstellung einer Anlagendokumentation	Betriebssicherheit
... planen und realisieren Visualisierungskonzepte.	Status- und Funktionsanzeigen Human-Machine-Interface (HMI) Virtual-Reality(VR)- und Augmented-Reality(AR)-Technik Dreidimensionale 3-D-Simulationsoftware Apps	Umsetzung einer Visualisierung Darstellung einer Strategie zur Visualisierung	Ergonomische und effiziente Bedienungsschnittstellen

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

Die Auszubildenden ...	ANTRIEBSSYSTEME AUSWÄHLEN UND INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Aufträge und koordinieren die Beschaffung von Informationen nach elektrischen Antriebsaufgaben.	Elektrische Antriebe <ul style="list-style-type: none"> • Bauformen • Betriebsarten • Schutzarten • Kühlung • Drehzahlsteuerung • Anlassverfahren <ul style="list-style-type: none"> - Stern-Dreieckanlauf - Sanftanlauf mit Frequenzumrichtern et cetera • Bremsverfahren <ul style="list-style-type: none"> - Widerstand - Wirbelstrombremse - Rekuperation 	Antriebsbezogene Informationsbeschaffung zum Betriebsverhalten	Antriebsdynamik
... führen die Auftragsabwicklung von antriebstechnischen Kundenanfragen durch.	Geräte und Baugruppen zum Schalten und Steuern von Antrieben <ul style="list-style-type: none"> • Schütz¹ • Frequenzumrichter Gefahrenbetrachtung Schutzeinrichtungen <ul style="list-style-type: none"> • Abschränkungen • Abdeckungen Motorschutzeinrichtungen ² <ul style="list-style-type: none"> • Motorschutzschalter • Motorschutzrelais • Motorvollschutz 	Erstellung von Planungsunterlagen Dimensionierung und Dokumentation von Antriebsbaugruppen Bestellung einer Antriebseinheit	Alternative Antriebe Ökologie Physikalische Zusammenhänge in der Antriebstechnik

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ANTRIEBSSYSTEME AUSWÄHLEN UND INTEGRIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... errichten Antriebssysteme und führen eine Inbetriebnahme durch.	Parameter, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Auslöseströme • Start-Stopp-Rampe Betriebsmittelmontage <ul style="list-style-type: none"> • Abstände • Reserve Betriebsmittelkennzeichnung Inbetriebnahmeprotokoll Prüfkriterien <ul style="list-style-type: none"> • Drehrichtung • Drehzahl • Mess- und Betriebswerte 	Erstellung eines Inbetriebnahmeprotokolls für antriebstechnische Anlagen Parametrierung von Schutz- und Betriebsmitteln Messung und Dokumentation von Betriebswerten	Ausfallsicherheit
... weisen Nutzer in antriebstechnische Anlagen ein.	Bestandteile einer Anlagendokumentation Betriebsanleitung Warn- und Sicherheitshinweise <ul style="list-style-type: none"> • Beschilderung • Handbuch • Optische und akustische Meldungen 	Gesprächsführung mit Anlagennutzern Einweisung in antriebstechnische Anlagen mithilfe von Dokumentationsunterlagen	Arbeitssicherheit und Arbeitsergonomie in funktionsvernetzten Anlagen
HINWEIS	¹ Aufbauend auf Lernfeld 3 ² Aufbauend auf Lernfeld 5		

4.9 Lernfeld 9: Gebäudetechnische Anlagen ausführen und in Betrieb nehmen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	GEBÄUDETECHNISCHE ANLAGEN AUSFÜHREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... gestalten Gefahrenmeldeanlagen (GMA).	Komponenten <ul style="list-style-type: none"> • Alarmmelder • Optische und akustische Geber • Gefahrenmeldezentralen Übertragungstechniken/-medien <ul style="list-style-type: none"> • Leitung • Bus • Funk (zum Beispiel Global System for Mobile Communication (GSM), Wireless-Local-Area-Network (WLAN), Industrial, Scientific and Medical Spectrum (ISM)) Ruhestrom-Arbeitsstrom-Prinzip Sabotagesicherheit Überwachungsbereiche Sicherheits- und Brandschutzvorschriften Installationsplan	Planung und Erstellung eines Installationsplans für eine Gefahrenmeldeanlage Parametrierung von Meldezentralen Erstellung von Kalkulationsunterlagen	Sensorik
... erstellen Serviceunterlagen für den Betrieb und die Wartung von Gefahrenmeldeanlagen und führen eine Inbetriebnahme sowie Wartung aus.	Wartungsintervalle Instandhaltungstätigkeiten, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Justieren • Prüfen • Reinigen et cetera Wartungsprotokoll	Wartung, Überprüfung und Instandsetzung von Komponenten einer Gefahrenmeldeanlage anhand von Serviceunterlagen Funktionsüberprüfung einer Gefahrenmeldezentrale	

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	GEBÄUDETECHNISCHE ANLAGEN AUSFÜHREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... modernisieren Beleuchtungsanlagen.	Grundgrößen der Beleuchtungstechnik: <ul style="list-style-type: none"> • Lichtstrom • Beleuchtungsstärke • Lichtstärke Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Raumindex • Reflexionsgrade • Wartungsfaktor • Raumwirkungsgrad • Leuchtenbetriebswirkungsgrad Leuchtmittel <ul style="list-style-type: none"> • Arten (LED-, Halogen-, Leuchtstofflampe) • Bauformen und Fassungsarten • Lichtausbeute • Lichtfarbe • Bauteile zur Ansteuerung • Entsorgung 	Planung und Dimensionieren einer Beleuchtungsanlage mithilfe der Wirkungsgradmethode und Simulationssoftware	Physikalische Größen und Zusammenhänge des Lichts Recycling
... erstellen Kalkulationen und Materialdispositionen für Beleuchtungsanlagen.	Materialkostenrechnung Energiekostenberechnung Betriebskostenberechnung	Durchführung von Preisrecherchen Erstellung von Materiallisten Berechnung von Kosten mithilfe branchentypischer Software	Amortisierung

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	GEBÄUDETECHNISCHE ANLAGEN AUSFÜHREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erweitern die Gebäudesystemtechnik (GST).	Anwendungskomponenten <ul style="list-style-type: none"> • Sensoren • Aktoren Systemkomponenten: <ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellen • Übertragungsmedien und Geräte • Spannungsversorgungen Bustopologie Übertragungstechniken <ul style="list-style-type: none"> • Funk • Leitung 	Dokumentation von Anlagenanalysen der Gebäudesystemtechnik Auswahl und Einbindung von Erweiterungskomponenten	Fehlersicherheit
... nehmen Komponenten einer Gebäudesystemtechnik softwareseitig in Betrieb.	Bauteilbibliotheken Adressierung Personal-Computer(PC)-Hardwarevoraussetzungen Fehlerprotokolle Schnittstellen Prozessvisualisierung Softwaresicherheit	Anwendung von Applikationssoftware Parametrierung von Anwendungskomponenten	Internetsicherheit

Die Auszubildenden ...	GEBÄUDETECHNISCHE ANLAGEN AUSFÜHREN UND IN BETRIEB NEHMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... installieren eine Blitzschutzanlage.	Gefahren durch Blitzeinschlag Äußerer Blitzschutz <ul style="list-style-type: none"> • Fanganlagen • Ableitsysteme • Erdungsanlagen Auslegungsverfahren: <ul style="list-style-type: none"> • Blitzkugel • Schutzwinkel • Maschenverfahren Innerer Blitzschutz <ul style="list-style-type: none"> • Typen/Klassen • Überspannungsableiter • Blitzstromableiter Prüfverfahren	Durchführung von Gefährdungsanalysen Gestaltung und Dimensionierung eines Blitzschutzsystems	Überspannungsschutz

4.10 Lernfeld 10: Energietechnische Anlagen errichten und instand halten (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN ERRICHTEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bearbeiten Kundenaufträge zur Errichtung von Energieversorgungsanlagen.	Leitungen <ul style="list-style-type: none"> • Erdkabel • Freileitung Leitungsnetze <ul style="list-style-type: none"> • Stichnetz • Maschennetz • Ringnetz Schaltgeräte <ul style="list-style-type: none"> • Leistungsschalter • Lasttrennschalter • Trennschalter • Hauptschalter 	Netzabhängige Leitungsdimensionierung Versorgung von Schaltanlagen Gegenüberstellung der Schaltgeräte	Wirtschaftlichkeit
... differenzieren zentrale und dezentrale Energieversorgungsanlagen.	Inselnetz Verbundnetze Regenerative Energiequellen Energiespeicher Messtechnik Wandler Netzregelsysteme	Gegenüberstellung der Versorgungsnetze Messwert- und Datenerfassung an Energieversorgungsanlagen zentral sowie dezentral Auswertung von Messwerten	Netzstabilität
... realisieren Energieversorgungen.	Technische Anschlussbedingungen Energiemanagement Normen und Regeln Anschlusswerte Schutzeinrichtung <ul style="list-style-type: none"> • Isolatoren • Sicherheitsabstände • Überspannungsschutz 	Erstellung eines Netzanschlusses Dimensionierung von Schutzeinrichtungen	Versorgungssicherheit

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ENERGIETECHNISCHE ANLAGEN ERRICHTEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... dimensionieren Kompensationsanlagen.	Kompensationsarten <ul style="list-style-type: none"> • Einzelkompensation • Gruppenkompensation • Zentralkompensation Steuerungs- und Regelungsarten von Kompensationsanlagen Energiefluss Leistungsfaktor/-dreieck	Auswahl und Dimensionierung von Kompensationsanlagen Berechnung des Leistungsfaktors	Phasenlage Zeigerdiagramme
... analysieren Schaltgeräte für Energieversorgungsanlagen.	Drehstromtransformator <ul style="list-style-type: none"> • Transformatorschutz • Schaltgruppen • Spannungsebenen • Verschaltung von Transformatoren Abschaltzeiten Trennabstand/-strecke Fernabschaltung Fehlerarten Fehlersuche	Beschreibung des Transformatorsschutzes Dimensionierung von Transformatoren	Selektivität

4.11 Lernfeld 11: Automatisierte Anlagen in Betrieb nehmen und instand halten (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERTE ANLAGEN IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren den Produktionsprozess einer komplexen Automatisierungsanlage.	Technische Unterlagen <ul style="list-style-type: none"> • Schaltpläne • Klemmenpläne • Ablaufdiagramme Prozessbezogene Komponenten, Vernetzung und Kommunikation	Erstellung des anlagenbezogenen GRAFCET Dokumentation der Kommunikationsparameter (zum Beispiel Busadressen et cetera)	Ablaufoptimierung
... nehmen automatisierte Systeme in Betrieb.	Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Übergabeprotokoll • Prüfprotokoll • Bedienungsanleitung Übertragungsparameter <ul style="list-style-type: none"> • Internet-Protokoll(IP)/Bus-Adressen • Gerätenamen • Programm Inbetriebnahmeschritte Anlagensicherheit im Einrichtbetrieb Robotertechnik	Modifizierung der Anlagendokumentation Einstellung der Steuerungsparameter und der Komponenten Dokumentation der Inbetriebnahme	Eingrenzung beziehungsweise Vermeidung von Installations- und Kommunikationsstörungen (zum Beispiel Netzwerkkonflikte)
... binden Komponenten in übergeordnete Systeme ein.	Übertragungstechniken <ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellen • Netzwerke und Bussysteme, zum Beispiel Profinet, Feldbus et cetera • Topologie • Kommunikationsprotokolle Applikationssoftware	Auswahl und Einbindung von geeigneten Netzwerkkomponenten und Messwertaufnehmern Erweiterung der Dokumentation und der Prüfprotokolle ³	Laufzeitoptimierung

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERTE ANLAGEN IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... entwickeln Präventivmaßnahmen zur Fehlerminimierung.	Fehlermöglichkeit Fehleranalysetools Softwaretools Messtechnik <ul style="list-style-type: none"> • Leistungserfassung • Thermografie Qualitätsmanagement(QM)-Maßnahmen	Aufzeichnung von Fehlerprotokollen Auswertung von Fehlern	Ausfallsicherheit Fehlerauswirkung
... binden Antriebssysteme in den Automationsprozess ein.	Kenndaten Ansteuerung für Antriebsregelsysteme Regelungsfunktionen <ul style="list-style-type: none"> • Regelstrecken • Regler • Störgrößen Teach-In Funktion (Einlernen des Sensors) Visualisierung Netzurückwirkungen	Einbindung und Parametrierung von gesteuerten Antrieben Erfassung und Visualisierung von Antriebsdaten	Belastungsminimierung von Antriebssystemen EMV Störeinflüsse
... erstellen sicherheitstechnische Konzepte für Automationsanlagen.	Betriebsarten <ul style="list-style-type: none"> • Handbetrieb • Automatikbetrieb Teilbereiche der Maschinenrichtlinie, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenbetrachtung • Risikobeurteilung • Arbeitssicherheit Konfliktlösungsmöglichkeiten	Formulierung von Sicherheitshinweisen Erweiterung der Prüfprotokolle Modifizierung der Dokumentation	Bedienerergonomie Anlagensicherheit

Die Auszubildenden ...	AUTOMATISIERTE ANLAGEN IN BETRIEB NEHMEN UND INSTAND HALTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... binden Ferndiagnosesysteme in Automatisierungssysteme ein.	IT-Sicherheit in der Automation Cloudsysteme Speichermedien Diagnosemethoden Fernwartungssysteme Internetschnittstellen, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> • Gateway • Remote Desktop • AR-/VR-Technik • Modem • Mobile Daten • Apps HMI	Fernwartung eines Prozessmodells Auswahl und Nutzung geeigneter Datensysteme	Datensicherheit Datenkonsistenz
HINWEIS	³ Bezieht sich auf Lernfeld 5		

4.12 Lernfeld 12: Elektronische Anlagen planen und realisieren (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE ANLAGEN PLANEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bearbeiten ein Projekt aus ihrem beruflichen Wirkungsbereich.	Projektziele Projektphasen Projekttypen Projektmethoden <ul style="list-style-type: none"> • Agile • Klassische Kreativitätstechniken	Zielfindung und -formulierung Strukturierung der Projektziele	Qualitätskriterien von Projektzielen
... erstellen einen Projektplan.	Lasten- und Pflichtenheft Projektphasen, Meilensteine Projektaufwand und -budget Kostenplan beziehungsweise -kalkulation Zeit-/Projektstrukturplan <ul style="list-style-type: none"> • Gantt-Diagramm • Scrum • Diagramm • Agile Projektplanung • Backlog • Burn-Down-/Run-Up-Chart Projektauftrag Projekthandbuch	Moderation kreativer Prozesse Einsatz von Softwarelösungen	Projektablauffizienz

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE ANLAGEN PLANEN UND REALISIEREN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... setzen den Projektplan um.	Berichtswesen Stand-up Meeting Projektsteuerung <ul style="list-style-type: none"> • Zeitmanagement • Personal • Maschinen Projektmanagementmethoden	Anwendung der Projektmanagementmethoden Überwachung und Steuerung der Projektrealisierung Erstellung und Pflege der Projektdokumentation	Kommunikationskultur
... präsentieren die Projektergebnisse.	Übergabe Übergabeprotokoll Projektabschluss	Zusammenstellung der Dokumentationsunterlagen Vorstellung einer Abschlusspräsentation	Projekt-Retrospektive
... nutzen Instrumente des Qualitätsmanagements.	Qualitätsregelkreis QM-Systeme Fehlerentstehung Fehlervermeidung	Analysieren von betrieblichen Qualitätsmanagementsystemen Umsetzung des betrieblichen Qualitätsmanagementsystems	Normen und Vorschriften
HINWEIS	Hier sollten vor allem aktuelle industrielle Themen/Projekte, zum Beispiel AR- und VR-Technologie, sowie Robotik ausgewählt werden.		

4.13 Lernfeld 13: Elektronische Anlagen instand halten und ändern (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE ANLAGEN INSTAND HALTEN UND ÄNDERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bereiten Instandhaltungsmaßnahmen von elektrotechnischen Anlagen vor.	Instandhaltungskonzepte <ul style="list-style-type: none"> • Intervallabhängig • Zustandsabhängig • Störungsbedingt Typische Tätigkeiten Relevante Baugruppen	Analyse der Instandhaltertätigkeit Erstellung des Instandhaltungsplans Formulierung von Instandhaltungsbedingungen und Instandhaltungsintervallen	Produktionsauslastung Ausfallsicherheit Veränderung der Instandhaltertätigkeiten durch Industrie 4.0
... planen Änderungsmaßnahmen in elektrotechnischen Anlagen und führen diese aus. ⁴	Werkzeuge für die Zeit-/Strukturplanung Wissensmanagement Lernfeldübergreifender Sachwissenstransfer	Erstellung einer Zeit- und Arbeitsplanung Implementierung von ausgewählten Baugruppen in bestehende Schaltungen Änderung von Schaltungsunterlagen Anwender- und Instandhalterschulung	Optimierungsverfahren
... analysieren Fehler in komplexen elektrotechnischen Anlagen, dokumentieren und beheben diese.	Messgeräte zur Fehleranalyse <ul style="list-style-type: none"> • Multimeter • Oszilloskop • Multifunktions-Installationstester • Strommesszange • Drehfeldmessgerät Strategien und Methoden zur Fehlereingrenzung <ul style="list-style-type: none"> • Hypothesenbildung • Schaltplananalyse • Schaltungsanalyse • Fehlereingrenzung Strukturiertes Messen	Durchführung einer systematischen Fehleranalyse Dokumentation der Fehleranalyse	Störsicherheit

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTRONISCHE ANLAGEN INSTAND HALTEN UND ÄNDERN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... präsentieren Ergebnisse der Fehlerbehebung in komplexen technischen Anlagen.	Präsentationstechniken Medien Software <ul style="list-style-type: none"> • Gliederung • Qualitätskriterien 	Erstellung, Durchführen und Beurteilung einer Präsentation	
... optimieren ihre Arbeitsprozesse.	Lerntechniken <ul style="list-style-type: none"> • Lernmedien • Lernmuster • Lernstrategien • Lerntypen • Lernprozesse 	Dokumentation, Reflexion und Optimierung von Lern- und Arbeitsprozessen	Reflexive Betrachtung
HINWEIS	⁴ Das benötigte Sachwissen für die Planung und Ausführungen von Änderungen elektrotechnischer Anlagen ergibt sich aus sämtlichen vorangegangenen Lernfeldern.		

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

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, Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), 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 Aufstellung einer Funktionsgleichung für Teile der Torsteuerung	M4: Informationsmaterialien M5: Digitale Schaltungen und/oder Simulationssoftware	Testaufgaben zu logischen Verknüpfungen

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

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 speicherprogrammierbarer Steuerungen	SW: Datenblätter (auch englischsprachige), SPS, 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 Übertragung des Steuerungsprogramms und Testung von dessen Funktionsfähigkeit Die Lernenden 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 und die Ausbildungsverantwortlichen der Betriebe zu einer simulierten Kundenübergabe eingeladen und in diesem Rahmen um ein Feedback gebeten werden. 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 5:	Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Betriebsmitteln gewährleisten	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden
<p>Zielformulierung:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen die Elektroenergieversorgung für Betriebsmittel und Anlagen. Sie analysieren und klassifizieren Möglichkeiten der Elektroenergieversorgung nach funktionalen, ökonomischen und ökologischen Aspekten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren Anlagen unter Berücksichtigung von Netzsystemen und Schutzmaßnahmen. Dazu wählen sie Komponenten der Anlagen aus, bemessen diese und erstellen Schaltpläne unter Nutzung von Fachliteratur, Datenblättern und Gerätebeschreibungen, auch in audiovisueller und virtueller Form sowie in englischer Sprache.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren bei Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Anlagen der Elektroenergieversorgung und bei Betriebsmitteln die Einhaltung von Normen, Vorschriften und Regeln zum Schutz gegen elektrischen Schlag, zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel und nehmen diese in Betrieb. Sie protokollieren Betriebswerte und Prüfergebnisse und ordnen diese in eine Dokumentation ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler weisen die Nutzer in das Betreiben der Anlagen ein.</p>		
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> Schalt- und Verteilungsanlagen Umweltverträglichkeit Spannungsebenen Wechsel- und Drehstromsystem Netzsysteme Schutzeinrichtungen Mess- und Prüfmittel Prüfprotokolle Schutzklassen, Isolationsklassen Schutzarten Nutzereinweisung 		

5.2.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext

Die Energieversorgung von Gebäuden ist ein Kerngeschäft jeder Elektronikerin oder jedes Elektrikers für Betriebstechnik. An dieser Stelle wird die Voraussetzung für die verlässliche Energieversorgung von Anlagen und Systemen geschaffen. Ein Gebäudeteil soll im Zuge einer Modernisierung mit elektrischer Energie für Beleuchtung, Steckdosenstromkreise sowie fest angeschlossenen Endgeräten versorgt werden. Die Lernenden bekommen den Auftrag, eine entsprechende Stromkreisverteilung für die Energieverteilung zu gestalten.

Hierzu müssen Kenntnisse über Aufbau, Funktion und Einsatzbereiche elektrischer Schutzorgane erworben werden, ebenso müssen die Kenndaten erarbeitet werden, um eine fachgerechte Auslegung für die geforderte Anwendung garantieren zu können.

Die Problematik besteht in diesem Bereich der beruflichen Handlung darin, dass Auszubildende aus kleinen Betrieben geringe bis keine Berührungspunkte mit den aufgeführten ganzheitlichen Thematiken haben. Die ganzheitliche Betrachtung von Verteilungsanlagen und die eingeschlossene Erstellung von Schaltplanunterlagen finden in nur wenigen Unternehmen statt, was dazu führt, dass die Auszubildenden lediglich einzelne Schritte des Prozesses eindimensional kennenlernen.

In größeren Betrieben kann der Vorgang der vollständigen beruflichen Handlung indes wesentlich besser beobachtet und durchgeführt werden. Die Aufgabe der Schule ist es, die Berührungspunkte, unter anderem zwischen Aufbau, Funktion und Einsatzbereichen elektrischer Schutzorgane, als vollumfänglichen Prozess darzustellen und als zusammenhängende Handlung nachvollziehbar zu gestalten.

Den Abschluss des Projekts bildet die auf den erlangten Kompetenzen aufbauende Dokumentation der Planungsergebnisse. Die Arbeitsunterlagen und Arbeitsergebnisse werden in einem e-Portfolio zusammengefasst.

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 ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... analysieren Möglichkeiten der Energieversorgung für Betriebsmittel.	<p>Stromkreisverteiler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau <p>Elektrische Komponenten und deren Schaltzeichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hauptschalter • NH-Sicherung • LS, SLS • RCD, RCBO • Neozed • Diazed • Betriebsmittelkennzeichnungen • Pläne • Stromkreisverteilerplan • Montageplan • Klemmenplan 	<p>Erstellung von</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blockschaltbildern • Technologieschemata 	<p>Ausfallsicherheit</p> <p>Fehlerströme in Fehlerstromkreisen</p>
... analysieren elektrische Netze.	<p>Wechsel- und Drehstromsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzsysteme (TN-S, TN-C, TN-CS, TT, IT) • Leiterspannung/Strangspannung • Symmetrische/unsymmetrische Lasten • Zeigerdiagramme • Erdungssysteme • Schutzpotenzialausgleich 	<p>Analyse von Laststromkreisen im Wechsel- und Drehstromnetz</p> <p>Bewertung von Erdungssystemen</p> <p>Berechnung und Darstellung symmetrischer und unsymmetrischer Belastungen</p> <p>Ermittlung von Außenleiterströmen</p>	<p>Potenziale</p> <p>Sternpunktverschiebung</p> <p>Neutralleiterströme in unsymmetrischen belasteten Netzen</p>

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen die Stromkreisverteilung für Betriebsmittel und Anlagen.	Basisschutz Fehlerschutz Fehlerarten <ul style="list-style-type: none"> • Kurzschluss • Körperschluss • Leiterschluss • Erdschluss Schutzorgane für <ul style="list-style-type: none"> • Personenschutz • Leitungsschutz • Geräteschutz • Brandschutz • Selektivität 	Auswahl und Dimensionierung von Leitungen und Schutzorganen Planung und Erstellung von Stromkreisverteilerplan Montageplan Anschlussplan Kostenplan	Energiesparpotenzial Ströme in Fehlerstromkreisen
... nehmen Niederspannungsanlagen in Betrieb.	Maßnahmen bei der Erstinbetriebnahme <ul style="list-style-type: none"> • Sichtprüfung • Messungen (R_{Low}, R_{ISO}, Z_S, U_N et cetera) • RCD-Prüfung • Funktionsprüfung Messtechnik <ul style="list-style-type: none"> • Multifunktions-Installationstester • VDE-0100-Prüfgerät • Messkategorien CAT I bis CAT IV • Drehfeldmessgerät 	Planung, Durchführung und Protokollierung einer Erstinbetriebnahme Erstellung eines Prüf-/Inbetriebnahmeprotokolls	Qualitätssicherung

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Die Auszubildenden ...	ELEKTROENERGIEVERSORGUNG UND SICHERHEIT VON BETRIEBSMITTELN GEWÄHRLEISTEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... prüfen ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel nach gültiger Norm.	Betriebsmittel: Bauartbedingte Vorgaben <ul style="list-style-type: none"> • Schutzarten • Schutzklassen • Isolationsklassen Geräteprüfung <ul style="list-style-type: none"> • Prüfschritte • Messmittel • Mängel Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Inventarisierung • Prüfsiegel • Barcode 	Durchführung und Dokumentation einer Prüfung ortsfester und ortsveränderlicher Verbraucher Erstellung eines Prüfprotokolls Beurteilung der Prüfergebnisse und Behebung von Mängeln	Personen- und Anlagenschutz Versicherungsschutz
... weisen Nutzerinnen und Nutzer in das Betreiben von Anlagen ein.	Betriebsanleitungen Gefahrenhinweise Übergabeprotokoll	Schulung von Anlagennutzern Führung eines Kundengesprächs zur Anlagenübergabe	Arbeitsökonomie Kundenservice Unfallverhütung
HINWEIS	Für die Analyse von Schalt- und Verteileranlagen sollten reale Anlagen als Arbeitsgrundlage gewählt werden. Erkundungen vor Ort sichern den Bezug zur realen Arbeitswelt.		

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		BA 1: Analyse des Kundenauftrags		
			Analyse des Systems anhand des Auftrags, Bildung der Projektteams	M1: Auftragsschreiben mit Installationsplan oder Lastenhefte T1: Erstellung eines e-Portfolios zur Visualisierung des Lastenhefts	In einem interaktiven Diskurs analysieren die Lernenden den Projektauftrag und die Materialien. Sie klären Fragestellungen und legen die Vorgehensweise fest.
2	Analyse von Sicherheitskomponenten und Feststellung der Kennwerte	SW: Stromkreisverteiler, Aufbau, Elektrische Komponenten und deren Schaltzeichen Hauptschalter, NH-Sicherung, LS, SLS, RCD, RCBO, Neozed, Diazed, Betriebsmittelkennzeichnungen, Pläne, Stromkreisverteilerplan, Montageplan, Klemmenplan PW: Erstellung eines Technologieschemas RW: Ausfallsicherheit	BA 2: Erhebung und Dokumentation wesentlicher Daten und Normen		
			Analyse von Möglichkeiten zur Energieversorgung von Betriebsmitteln.	M2: Unterverteilung vor Ort M3: Schaltpläne der Unterverteilung M4: Analyseauftrag M5: Notierhilfe/Arbeitsblätter zum Beschreiben der Komponenten LS, SLS, ... M6: Arbeitsblatt zum Verdrahten einer Unterverteilung (UV) T2: Erstellung eines Videos zur Erkundung der Unterverteilung T3: Im e-Portfolio werden die Komponenten (Aufbau, Funktionsprinzip, ...) von den Lernenden dargestellt.	Die Lehrkraft motiviert für die Thematik mit einem Video zu Stromausfall und Produktionsstillstand in einer Firma, Vorwissen wird aktiviert, die Lernenden dokumentieren ihre Lernerfolge im e-Portfolio.

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
3	Analyse von Netzformen und Erkennung von symmetrischen und unsymmetrischen Lasten	SW: Wechsel- und Drehstromsysteme, Netzsysteme (TN-S, TN-C, TN-CS, TT, IT), Leiterspannung/Strangspannung, Symmetrische- unsymmetrische Lasten, Zeigerdiagramme PW: Berechnung und Darstellung symmetrischer und unsymmetrischer Belastungen, Ermittlung von Außenleiterströmen RW: Sternpunktverschiebung, Neutralleiterströme in unsymmetrischen belasteten Netzen	BA 3: Beurteilung von Schaltplänen		
			Beurteilen von Schaltplänen bezüglich unterschiedlicher Netzformen und Spannungsebenen sowie bezüglich der Lastkreise	M7: Übungsaufgaben: Symmetrisch und unsymmetrisch belastete Netze, Berechnung aller Spannungen, Ströme und Leistungen M8: Darstellung in Zeigerbildern M9: Begriffsliste zu den Netzformen M10: Arbeitsblatt zu den Netzformen mit Auszügen aus Schaltplänen M11: Tabellenbuch T4: Erstellung einer Checkliste zur Fertigstellung von Schaltplänen T5: Erstellung einer Begriffsliste zu Netzformen T6: Erstellung eines Videos zu symmetrischen und unsymmetrischen Lasten für das e-Portfolio	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 Betriebstechnik

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
4	Dimensionierung und Auswahl von Betriebsmitteln sowie Erstellung von Plänen	SW: Basisschutz, Fehlerschutz, Schutzorgane für Personenschutz, Leitungsschutz, Geräteschutz, Brandschutz, Selektivität PW: Erstellung Stromkreisverteilerplan, Montageplan, Anschlussplan, Kostenplan RW: Energiesparpotential, Ströme in Fehlerstromkreisen	BA 4: Erstellung von Plänen nach Kundenwunsch		
			Anwendungsbezogene Auswahl und Dimensionierung von Schutzorganen und Anfertigen von Planungsunterlagen	M12: Planungsaufgabe nach Kundenwunsch M13: Hersteller-Kataloge und Produktbeschreibungen T7: Ergänzung des e-Portfolios mit eigenständig recherchierten Lösungen mithilfe von Marktanalysen (zum Beispiel Katalogen) für den Aufbau eines Stromkreisverteilers nach Kundenwunsch T8: Gruppen erstellen Pläne (Montageplan, Klemmenplan und Stromkreisverteilerplan) und übertragen die Ergebnisse in das e-Portfolio.	Die Lernenden stellen in individualzentrierten Unterrichtsgesprächen grundlegende Aspekte der Erstellung von Plänen vor, im offenen Gespräch können Unklarheiten reflektiert und geklärt werden.

Elektronikerin oder Elektroniker für Betriebstechnik

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
5	Inbetriebnahme der elektrischen Anlage mit Stromkreisverteiler sowie Projektevaluation/-reflexion	SW: Maßnahmen bei der Erstinbetriebnahme, Sichtprüfung, Messungen (R _{Low} , R _{ISO} , ZS, UN...), RCD-Prüfung, Messtechnik, Multifunktions-Installationstester, VDE0100-Prüfgerät, Messkategorien CAT I bis CAT IV, Drehfeldmessgerät PW: Planung, Durchführung und Protokollierung einer Erstinbetriebnahme, Erstellung eines Prüf-Inbetriebnahmeprotokolls RW: Fehlersuche, Fehleranalyse	BA 5: Inbetriebnahme und Sichtung der e-Portfolios		
			Fertigstellung und Präsentation des e-Portfolios	M14: Montierte UV M15: Prüfprotokoll M16: Prüfgeräte M17: Anleitungen für die einzelnen Stationen M18: Bedienungsanleitungen der Multifunktionsstester mit Beschreibungen zu den einzelnen Messungen M19: Informationsmaterial zu den einzelnen Messungen T9: Vervollständigung des umfangreichen Anlagenportfolios bezüglich der VDE-Messungen 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 Lastenhefts
- T2: Erstellung eines Videos zur Erkundung der Unterverteilung
- T3: Im e-Portfolio werden die Komponenten (Aufbau, Funktionsprinzip, ...) von den Lernenden dargestellt. Erstellung einer Checkliste zur Fertigstellung der Anlage
- T4: Erstellung einer Checkliste zur Fertigstellung Schaltplänen
- T5: Erstellung einer Begriffsliste zu Netzformen
- T6: Erstellung eines Videos zu symmetrischen und unsymmetrischen Lasten für das e-Portfolio
- T7: Ergänzung des e-Portfolios mit eigenständig recherchierten Lösungen mithilfe von Marktanalysen (zum Beispiel Katalogen) für den Aufbau eines Stromkreisverteilers nach Kundenwunsch
- T8: Gruppen erstellen Pläne (Montageplan, Klemmenplan und Stromkreisverteilerplan) und übertragen die Ergebnisse in das e-Portfolio.
- T9: Vervollständigung des umfangreichen Anlagenportfolios bezüglich der VDE-Messungen
- 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 Unterverteilungen beschreiben und analysieren. Insbesondere die in den Betrieben genutzten innerbetrieblichen Lastenhefte können in diesem Unterrichtsbeispiel implementiert werden. Die Lernsituation bietet Möglichkeiten zum Vergleich der theoretischen Vorgehensweise mit den praktischen Prozessbeschreibungen innerhalb des Unternehmens. Aus diesen Gründen macht eine Kooperation mit der betrieblichen Seite des dualen Ausbildungsgangs in diesem Lernfeld nicht nur Sinn, die Anknüpfungspunkte sind in großer Vielzahl zu finden.

Die Auszubildenden können sowohl die Konzepte Blockschaltbild und Stromkreisverteilerplan als auch die zu berücksichtigenden Faktoren beim Dimensionieren sicherheitsrelevanter Bauteile vorbereiten oder sich dort erklären und erläutern lassen. Lernkooperative Schnittstellen bestehen zum Beispiel auch beim Entwerfen von Schaltplänen. Hier können die Ausbildungsbetriebe mit ihrem fachkundigen Personal die Auszubildenden unterstützen und gemeinsame Fehleranalyse betreiben.

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 Inbetriebnahmen nach DIN VDE und DGUV durchführen. Diese praktischen Erfahrungen können wiederum in den lernsituationen Unterricht einfließen.

Dem übergeordneten Ziel des handlungsorientierten, praxisnahen und vor allem individualisierten Lernfeldunterrichts kann bei Berücksichtigung der hier dargelegten Umstände in hohem Maße entsprochen 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.



HESSEN



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

