



Handreichung Berufsschule



MECHATRONIKERIN ODER MECHATRONIKER

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

Inhaltsverzeichnis

1	Inhalt und Intentionen der Handreichung	3
2	Kompetenzkonzept der Lernfelderganzung	3
3	Grundkonzept eines kompetenzorientierten Unterrichts	6
3.1	Zielorientierung.....	7
3.2	Kontextualisierung	7
3.3	Aktivierung.....	8
3.4	Handlungssystematisches Lernen	8
3.5	Fachsystematisches Lernen	8
3.6	Alternierendes Lernen	8
3.7	Reflexion und Kontrolle	8
3.8	Fazit	9
4	Lernfelder (LF).....	10
4.1	Lernfeld 1: Analysieren von Funktionszusammenhängen in mechatronischen Systemen (40 Stunden).....	10
4.2	Lernfeld 2: Herstellen mechanischer Teilsysteme (80 Stunden)	12
4.3	Lernfeld 3: Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte (100 Stunden).....	14
4.4	Lernfeld 4: Untersuchen der Energie- und Informationsflüsse in elektrischen und hydraulischen Baugruppen (60 Stunden)	18
4.5	Lernfeld 5: Kommunizieren mithilfe von Datenverarbeitungssystemen (40 Stunden).....	21
4.6	Lernfeld 6: Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen (40 Stunden).....	23
4.7	Lernfeld 7: Realisieren mechatronischer Teilsysteme (100 Stunde)	25
4.8	Lernfeld 8: Design und Erstellen mechatronischer Systeme (140 Stunden).....	28
4.9	Lernfeld 9: Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen (80 Stunden).....	32
4.10	Lernfeld 10: Planen der Montage und Demontage (40 Stunden)	34
4.11	Lernfeld 11: Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung (160 Stunden)	35
4.12	Lernfeld 12: Vorbeugende Instandhaltung (80 Stunden).....	37
4.13	Lernfeld 13: Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden (60 Stunden)	38
5	Unterrichtsbeispiele	39
5.1	Unterrichtsbeispiel 1	39
5.1.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes	39
5.1.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	40
5.1.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	41
5.1.4	Planungsmatrix	44
5.1.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	47
5.1.6	Hinweise zur Lernortkooperation	47
5.2	Unterrichtsbeispiel 2	48
5.2.1	Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes	48

5.2.2	Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext.....	49
5.2.3	Reduktion der curricularen Matrix.....	50
5.2.4	Planungsmatrix	53
5.2.5	Katalog der Teilaufgaben (T).....	55
5.2.6	Hinweise zur Lernortkooperation.....	55
6	Literatur.....	56

1 Inhalt und Intentionen der Handreichung

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

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

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

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

2 Kompetenzkonzept der Lernfeldergänzung

Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Grunddefinition von Kompetenz beruft sich auf den US-amerikanischen Sprachwissenschaftler NOAM CHOMSKY, der diese als Disposition zu einem eigenständigen variablen Handeln beschreibt (CHOMSKY 1962). Das Kompetenzmodell von JOHN ERPENBECK und LUTZ VON ROSENSTIEL präzisiert dieses Basiskonzept, indem es sozial-kommunikative, personale und fachlich-methodische Kompetenzen unterscheidet (ERPENBECK, ROSENSTIEL, GROTE UND SAUTER 2017, XXI fortfolgende).

Sozial-kommunikative Kompetenzen

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

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

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

Mechatronikerin oder Mechatroniker

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

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.

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

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

3 Grundkonzept eines kompetenzorientierten Unterrichts

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

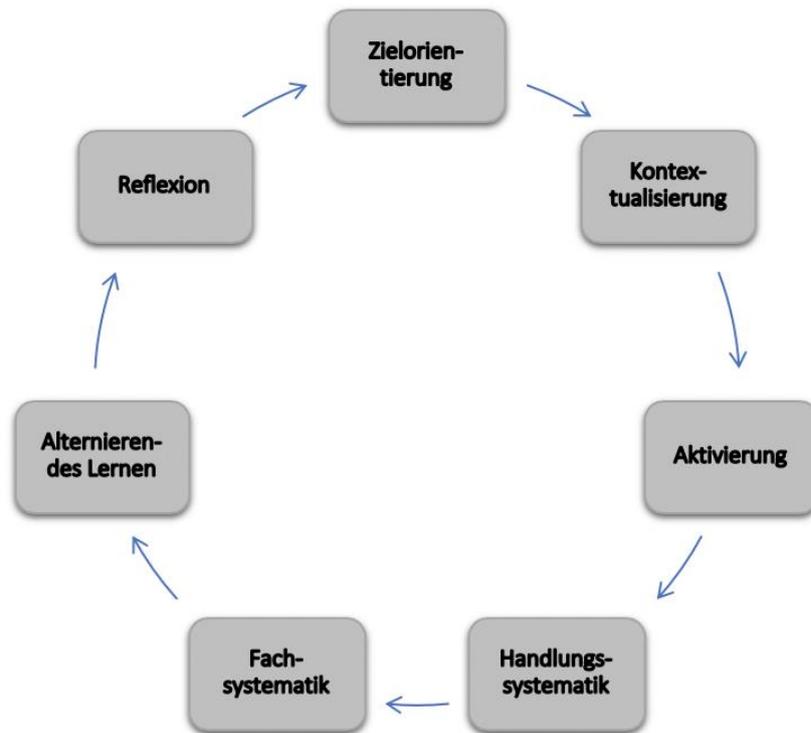


Abbildung 1: Prinzipien für einen kompetenzorientierten Unterricht

3.1 Zielorientierung

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

3.2 Kontextualisierung

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

3.3 Aktivierung

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

3.4 Handlungssystematisches Lernen

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

3.5 Fachsystematisches Lernen

Ist ein Lernprozess in die Systematik eines spezifischen Fach- oder Wissenschaftsbereichs eingebettet, liegt diesem eine sogenannte Fachsystematik zugrunde. Dies bedeutet, dass alles, was hier gelernt wird, in einen fachlichen Gesamtzusammenhang eingeordnet ist, sich somit allgemein und objektiv darstellt. Unabhängig von den potenziellen Anwendungsräumen wird Wissen dabei also in einer Zusammenhangslogik erworben, die 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 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: Analysieren von Funktionszusammenhängen in mechatronischen Systemen (40 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ANALYSIEREN VON FUNKTIONSZUSAMMENHÄNGEN IN MECHATRONISCHEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... führen Gespräche über technische Realisierungsmöglichkeiten von mechatronischen Systemen im Team.	Funktionseinheiten <ul style="list-style-type: none"> • Antriebseinheiten (zum Beispiel Motoren) • Energieübertragungseinheiten (zum Beispiel Getriebe) • Stützeinheiten (zum Beispiel Lager) • Arbeitseinheiten (zum Beispiel Spannvorrichtung) • Steuer- und Regelungseinheiten (zum Beispiel Schalter) • Versorgungseinheiten (zum Beispiel elektrische Leitungen) Gesamtsystem und Teilsysteme Hauptfunktionen und Teilfunktionen Lastenheft Pflichtenheft	Durchführung von Fachgesprächen im Betrieb Erschließung von Teil- und Gesamtfunktionen mechatronischer Anlagen im Betrieb	Teamarbeit Auftragsausschreibungen im öffentlichen Raum Rechtsgrundlagen der zu erbringenden Leistungen
... fertigen Blockschaltpläne an.	Energiefluss (zum Beispiel elektrische Energie) Stofffluss (zum Beispiel Werkstück) Informationsfluss (zum Beispiel Speicherprogrammierbare-Steuerung(SPS)-Programm, Schaltsignale) Blockdarstellung dieser Größen als Ein- und Ausgangsgrößen eines Systems oder Teilsystems	Planung einfacher Montage- und Instandsetzungsarbeiten	

Die Auszubildenden ...	ANALYSIEREN VON FUNKTIONSZUSAMMENHÄNGEN IN MECHATRONISCHEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bewerten ökonomische und ökologische Aspekte.	Umweltschutz Ressourcenschonung Energieeffizienz Recycling Entsorgung von Stoffen Maschinenschutz Arbeitssicherheit Personenschutz Sichere Ausformung der Anlage Sicherheitsbewusstes Verhalten	Auswahl von Komponenten Energieschonende Bedienung von Anlagen und Maschinen Durchführung fachgerechter Entsorgung	Ökologische Aspekte Physische und psychische Unversehrtheit

4.2 Lernfeld 2: Herstellen mechanischer Teilsysteme (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN MECHANISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beschaffen Material für die Fertigung.	Werkstoffarten <ul style="list-style-type: none"> • Eisenmetalle • Nichteisenmetalle • Natürliche Werkstoffe • Künstliche Werkstoffe • Verwendungszwecke Werkstoffnormung Werkstoffeigenschaften Halbzeuge und Halbzeugnormung	Auswertung von Stücklisten Auswertung von Zeichnungen Nutzung von Norm-/Tabellenbüchern	Funktionelle, ökologische und ökonomische Auswahl von Werkstoffen
... erstellen Konstruktionszeichnungen.	Zeichnungen/Skizzen <ul style="list-style-type: none"> • Einzel- und Baugruppenzeichnungen • Zusammenbauzeichnungen • Funktionszeichnungen • Explosionszeichnungen Stücklisten <ul style="list-style-type: none"> • Baugruppenstückliste • Einzelteil-Komplettstückliste 	Auswertung von Gesamtzeichnungen Anwendung von Zeichenregeln und Normen Fertigung von Computer-Aided-Design(CAD)-Zeichnungen mittels branchenüblicher Software	Technische Kommunikation
... prüfen mechanische Teilsysteme.	Toleranzen Form- und Lagetoleranzen Passungen und Passungssysteme Prüfverfahren Prüfmittel <ul style="list-style-type: none"> • Maßstab • Messschieber • Messschraube • Messuhr • Winkelmesser Messfehler/-abweichungen	Überprüfung von Form- und Lagetoleranzen Unterscheidung zwischen Teilsystemen der Kategorien Gut, Ausschuss und Nachbearbeitung Auswahl von Prüfmitteln	Qualitätssicherung Internationale Normen und Standards

Die Auszubildenden ...	HERSTELLEN MECHANISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> • Zufällig • Systematisch 		
... stellen einfache Bauelemente her.	Trennen <ul style="list-style-type: none"> • Feilen • Sägen • Bohren • Drehen • Fräsen Biegen	Handhabung von Werkzeugen und Werkzeugmaschinen Auswahl von Fertigungsverfahren	Auswirkung des Verfahrens auf die Bauteilgenauigkeit
... montieren einfache Baugruppen.	Montagepläne Arten von Verbindungen <ul style="list-style-type: none"> • Lösbar • Unlösbar • Kraftschlüssig • Formschlüssig • Materialschlüssig Schraubverbindungen <ul style="list-style-type: none"> • Einteilungen • Schraubenarten • Mutternarten • Schraubensicherungen Stiftverbindungen Nietverbindungen Bolzenverbindungen Kleben Schweißen	Auswertung von Zeichnungen Anfertigung von Montageplänen Herstellung von Schweißverbindungen Anfertigung von Schraubsicherungen bei schwingungsbelasteten Baugruppen	Internationale Normen und Standards Reibung Festigkeit Oberflächenhaftung Momente und Kräfte

4.3 Lernfeld 3: Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte (100 Stunden)

Die Auszubildenden ...	INSTALLIEREN ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL UNTER BEACHTUNG SICHERHEITSTECHNISCHER ASPEKTE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... installieren einfache elektrische Stromkreise.	Gleichstrom-/Wechselstromgrößen <ul style="list-style-type: none"> • Spannung (U) • Strom (I) • Widerstand (R) • Leistung (P)/Arbeit (W) • Frequenz (f) • Blindleistung (Q) • Wirkungsgrad 	Berechnung notwendiger Anforderungen an elektrische Schaltkreise Dimensionierung von einfachen Schaltkreisen Bemessung von Energiewandlern	Prinzip des Ladungsausgleichs Ohmsches Gesetz Energieerhaltungssatz Zusammenhang von Leistung und Arbeit
... untersuchen die Wirkungsweise von Grundsaltungen, auch virtuell.	Schaltplanarten <ul style="list-style-type: none"> • Übersichtsplan • Installationsplan • Stromlaufpläne • Symbole Grundsaltungen von Widerständen <ul style="list-style-type: none"> • Reihenschaltung • Parallelschaltung • Belasteter Spannungsteiler • Brückenschaltung Technische/physikalische Stromrichtung	Messung von Spannung und Strom Erstellung von elektrischen Schaltplänen mit CAD-Software Simulation von elektrischen Schaltungen mit branchenspezifischer Simulationssoftware	Global verständliche Kommunikation Kirchhoffsche Gesetze

Die Auszubildenden ...	INSTALLIEREN ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL UNTER BEACHTUNG SICHERHEITSTECHNISCHER ASPEKTE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen grundlegende elektrische Betriebsmittel anwendungsbezogen aus.	Elektrischer Widerstand <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur Leuchtmittel <ul style="list-style-type: none"> • Glühlampe • Leuchtdiode Spannungsquellen <ul style="list-style-type: none"> • Verhalten • Reihen-/Parallelschaltung positiv-negativ(pn)-Diode	Dimensionierung von elektrischen Widerständen Nutzung von Tabellen für Farbringcodierung und International-Electrotechnical-Comission(IEC)-Reihen Auswahl von Glühlampen für Installationsschaltungen Auswahl und Einbau von Dioden für einfache und integrierte Schaltkreise	Elektrisches Verhalten von Werkstoffen Energiewandlung
... verlegen elektrische Leitungen in Gleich- und Wechselstromnetzen.	Leitermaterialien Leitungsarten Leiterquerschnitte Temperaturverhalten Strombelastbarkeit	Dimensionierung von elektrischen Leitungen mithilfe von Tabellen und Berechnungen	Spannungsfall Leitungsschutz Brandschutz
... arbeiten mit Wechselstrom.	Strangspannung Phasenverschiebung <ul style="list-style-type: none"> • Spannung und Strom • Scheinleistung Gleichrichterschaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Zweipuls-Brückenschaltung 	Untersuchung von Betriebswerten zum Anschließen einer mechatronischen Anlage an einen Schaltschrank Anschluss an einen Schaltschrank	Energiewandlung Generatorprinzip Alternating-Current(AC)-Verbraucher und Direct-Current(DC)-Verbraucher
... wählen Kondensatoren und Spulen fachgerecht für Gleich- und Wechselstromnetzwerke aus.	Elektrisches Feld Elektromagnetische Induktion Schaltvorgänge Strom-/Spannungskurven Verhalten Blindleistungskompensation Schwingkreis Transformator	Dimensionierung von Kondensatoren in Wechselstromnetzwerken Dimensionierung von Spulen in Wechselstromnetzwerken Auswahl eines Netzteils Installation eines Schaltkastens	Kapazität Induktionsgesetz Wirtschaftliche Gründe der Kompensation Transformatorprinzip

Die Auszubildenden ...	INSTALLIEREN ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL UNTER BEACHTUNG SICHERHEITSTECHNISCHER ASPEKTE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... schließen Verbraucher an unterschiedliche Netzformen an.	Terre-Neutre(TN)-Netze <ul style="list-style-type: none"> • Terre-Neutre-Combiné (TN-C) • Terre-Neutre-Séparé (TN-S) • Terre-Neutre-Combiné Séparé (TN-CS) Terre-Terre(TT)-Netz Isolé-Terre(IT)-Netz Protective-Earth(PE)-Leiter	Anschluss von Anlagen an das Ortsnetz Realisierung der Erdung von Anlagen	Fehlerschleifen Erdungsverhältnisse Ausfallsicherheit
... wenden die Schutzmaßnahmen beim Arbeiten an Anlagen an.	Körperwiderstand Stromwege durch den Körper Stromstärken und Einwirkungsdauer Spannungsbereiche Gefährdungsbereiche bei Gleichstrom und Wechselstrom Fehlerarten Fehlerstrom 5 Sicherheitsregeln Erste Hilfe am Arbeitsplatz Schutzpotenzialausgleich und Erder Leitungsschutz Personenschutz	Bestimmung von sicherheitstechnischen Parametern mithilfe von Kennwerten aus Tabellen für DC/AC Montage einer Unterverteilung Montage einer mechatronischen Anlage	Brandschutz Anfälligkeit von mechatronischen Systemen für Umweltbedingungen

Die Auszubildenden ...	INSTALLIEREN ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL UNTER BEACHTUNG SICHERHEITSTECHNISCHER ASPEKTE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... messen mit Prüf- und Messgeräten.	<p>Grundlagen eines digitalen Multimeters</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messbereiche • Vorgehensweise • Unterschiede Volt-/Amperemeter <p>Prüfungsarten Besichtigung Messen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grenzwerte nach Deutschem Institut für Normung (DIN) VDE • Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter • Niederohmmessung • Isolationswiderstand • Schleifenimpedanz • Netzzinnenwiderstand • Prüfung der Fehlerstromschutzeinrichtungen • Prüfung der Drehrichtung • Funktionsprüfung • Prüfbericht 	<p>Besichtigung und Erstprüfung einer Installation</p> <p>Durchführung einer Verband-Der-Elektrotechnik(VDE)-Prüfung mit geeignetem Mess- und Prüfgerät</p> <p>Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen</p> <p>Protokollierung von Prüfergebnissen, auch digital</p>	<p>Rechtsgrundlagen der Anlagensicherheit</p>

4.4 Lernfeld 4: Untersuchen der Energie- und Informationsflüsse in elektrischen und hydraulischen Baugruppen (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	UNTERSUCHEN DER ENERGIE- UND INFORMATIONSFLÜSSE IN ELEKTRISCHEN UND HYDRAULISCHEN BAUGRUPPEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... installieren elektropneumatische und hydraulische Teilsysteme.	Arbeitsglieder <ul style="list-style-type: none"> • Zylinderarten • Lineareinheiten • Schwenkantriebe • Vakuumsauger • Greifer Stellglieder <ul style="list-style-type: none"> • Magnetventile • Proportionalventile • Servopneumatik Versorgungsglieder <ul style="list-style-type: none"> • Druckluftherzeugung • Hydraulikaggregat • Leitungen Relais Betätigungselemente Grenztaster Reed-Kontakt	Führung eines Fachgesprächs im Projektteam Erstellung von Materiallisten Interpretation von Schaltplänen	Handhaben verschiedener Bewegungsabläufe Störanfälligkeit
... fertigen pneumatische und elektropneumatische Schaltpläne an.	Energie-, Stoff- und Informationsfluss Systemschaltplan Pneumatikplan Stromlaufplan Schaltsymbole Normgerechte Kennzeichnungen von Bauelementen	Anfertigung von Skizzen und elektrischen sowie pneumatischen Schaltplänen mittels branchenspezifischer Simulationssoftware Korrektur von Schaltplänen mittels Software	Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe(EVA)-Prinzip Internationale Normung

Die Auszubildenden ...	UNTERSUCHEN DER ENERGIE- UND INFORMATIONSFLÜSSE IN ELEKTRISCHEN UND HYDRAULISCHEN BAUGRUPPEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... programmieren elektropneumatische und hydraulische Teilsysteme.	Verknüpfungssteuerungen <ul style="list-style-type: none"> • Wegabhängig • Zeitabhängig • Druckabhängig Ablaufsteuerungen <ul style="list-style-type: none"> • Wegabhängig • Zeitabhängig • Druckabhängig Schaltungslogik <ul style="list-style-type: none"> • Logikplan • Elektropneumatische Umsetzung • Wahrheitstabellen • Symbole Grundlagen Graphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions (GRAFCET) Einfache Ablaufdiagramme nach GRAFCET	Programmierung elektropneumatischer und hydraulischer Teilsysteme Montage von steuerungstechnischen Betriebsmitteln und Baugruppen Umbau einzelner Betriebseinheiten an steuerungstechnischen Anlagen Entwicklung von Systemschaltplänen mittels Simulation oder cyber-physischer Systeme Simulation von Grundsaltungen der Elektropneumatik und Hydraulik mittels cyber-physischer Systeme	Grafische Planung und Dokumentation Normgerechte Definition von Ablaufbeschreibungen
... legen Hilfsenergieerzeuger aus.	Energiebedarf Energieeffizienz fluidtechnischer Systeme Pneumatische Hilfsenergie <ul style="list-style-type: none"> • zum Beispiel externe Druckluft Elektrische Hilfsenergie <ul style="list-style-type: none"> • zum Beispiel leistungsstarke Energienetze Hydraulische Hilfsenergie <ul style="list-style-type: none"> • zum Beispiel Hydrauliköl 	Dimensionierung der Energiebeanspruchung von steuerungstechnischen Systemen	Erfüllung der Steuerungsaufgabe Kohlenstoffdioxid(CO ₂)-Bilanz

Die Auszubildenden ...	UNTERSUCHEN DER ENERGIE- UND INFORMATIONSFLÜSSE IN ELEKTRISCHEN UND HYDRAULISCHEN BAUGRUPPEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bemessen die Betriebsgrößen elektropneumatischer und hydraulischer Teilsysteme.	Elektrische Parameter <ul style="list-style-type: none"> • Spannung • Strom Pneumatische Parameter <ul style="list-style-type: none"> • Druck • Kolbenkräfte • Luftverbrauch • Vakuumtechnik Hydraulische Parameter <ul style="list-style-type: none"> • Hydrostatischer Druck • Kolbenkraft • Hydrostatik • Hydrodynamik 	Überprüfung von elektropneumatischen und hydraulischen Einheiten Umbau und Instandhaltung von steuerungstechnischen Anlagen Anwendung digitaler Prüfverfahren mittels branchenüblicher Software Deutung von Vorschriften des Arbeits- und Umweltschutzes	Energiemanagement Ökonomische Arbeitswelt

4.5 Lernfeld 5: Kommunizieren mithilfe von Datenverarbeitungssystemen (40 Stunden)

Die Auszubildenden ...	KOMMUNIZIEREN MITHILFE VON DATENVERARBEITUNGSSYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen ein Datenverarbeitungssystem.	Anwendungsbereiche <ul style="list-style-type: none"> • Office-Arbeiten • Datenbankenverwaltung • CAD, Computer-Aided-Manufacturing (CAM), Computerized-Numerical-Control (CNC), SPS • Simulation • Kommunikation • Datenaustausch EVA-Prinzip Interne Baugruppen <ul style="list-style-type: none"> • Netzteil • Motherboard und Central Processing Unit (CPU) • Speicherbausteine (Random-Access-Memory (RAM)) • Hardwareschnittstellen (zum Beispiel Universal-Serial-Bus (USB), FireWire, Wireless-Local-Area-Network (WLAN), Bluetooth) • Softwareschnittstellen • Universal Extensible Firmware Interface (UEFI) • Festplatten (Hard-Disk-Drive (HDD), Solid-State-Disk (SSD)) • Speichermedien (optisch, chipbasiert) Externe Baugruppen <ul style="list-style-type: none"> • Eingabe- und Ausgabegeräte Treiber	Konfiguration eines Computers Installation eines Betriebssystems Installation spezifischer Software/Apps Einrichtung eines Arbeitsplatzes mit Computer	Digitale Arbeitswelt Ergonomie am Arbeitsplatz

Die Auszubildenden ...	KOMMUNIZIEREN MITHILFE VON DATENVERARBEITUNGSSYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	Betriebssysteme (Windows, Android, Apple)		
... vernetzen Systeme.	<p>Netzwerkssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> Local Area Network (LAN), Wide Area Network (WAN), Generative Adversarial Networks (GAN) <p>Netzwerktopologien</p> <ul style="list-style-type: none"> Bus, Ring, Stern, Baum, vermascht, gemischt <p>Netzwerkkomponenten</p> <ul style="list-style-type: none"> Switch, Hub, Gateway, Bridge, Repeater <p>Netzwerkprotokolle</p> <ul style="list-style-type: none"> Header/Data Transmission Control Protocol (TCP)/ Internetprotokoll (IP), Open Platform Communications (OPC), User Datagram Protocol (UDP) <p>Ethernet</p> <p>Datensicherheit</p> <ul style="list-style-type: none"> Virenschutz, Back-up-Systeme, Redundant-Array-Of-Independent-Discs(RAID)-Systeme <p>Datenschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> Firewall, Verschlüsselungen, Kennwortsicherheit 	<p>Einbindung eines Computers in ein Firmennetzwerk</p> <p>Einbindung eines Druckers in ein Firmennetzwerk</p> <p>Auswahl geeigneter Netzwerkstrukturen</p> <p>Bestimmung von Zugriffsrechten im Netzwerk</p> <p>Einrichtung von Maßnahmen zur Datensicherheit</p>	<p>Ausfallsicherheit</p> <p>Globale Infrastruktur</p> <p>Informationstechnische Schutzziele</p> <p>Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Authentizität</p>
... nutzen branchenübliche Software zur Archivierung.	<p>Anwendungssoftware</p> <ul style="list-style-type: none"> Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentieren, E-Mail-Programm, Webbrowser <p>Cloud Computing</p>	<p>Aufbereitung von Informationen am Personal Computer(PC)/Tablet</p> <p>Analyse und Dokumentieren von Daten</p> <p>Suchen von Informationen und Datenblättern im Internet und im Netzwerk</p>	<p>Zeiteffizienz</p> <p>Nachverfolgbarkeit</p> <p>Sicherheit der Cloud</p>

4.6 Lernfeld 6: Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen (40 Stunden)

Die Auszubildenden ...	PLANEN UND ORGANISIEREN VON ARBEITSABLÄUFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... teilen Material, Zeit und Kosten ein.	Materialdisposition und Kalkulation <ul style="list-style-type: none"> • Sinn und Zweck der Disponierung • Risiko, Produktionsausfall, Lieferfähigkeit, Beschaffungskosten • Make-or-buy-Entscheidungen • Optimale Losgröße • Bedarfsprognosen • Produktions- und Bestellzeitpunkte Einfache Zeit- und Kostenkalkulation <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Kostenrechnung • Divisionskalkulation • Zuschlagskalkulation Produktionsplan	Analyse eines Arbeitsauftrags Vorbereitung eines Projekts mittels interdisziplinärer Teamarbeit Beschaffung von Informationen und Material	Effizienz Ökonomie
... kontrollieren die Qualität von Arbeitsabläufen.	Analyse von Arbeitsabläufen <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Ablauforganisation • Materialdurchlauf in einer Fabrik • Multimomentstudien Qualitätsmanagement <ul style="list-style-type: none"> • Fehlerarten • Qualitäts(Q)-Normen und Q-Grundsätze • Qualitätsregelkarte • QM-Handbuch • Maschinenfähigkeitsuntersuchung • Bewertung der Maschinenfähigkeit • Bewertung der Prozessfähigkeit • Wahrscheinlichkeitsnetz 	Kontrolle der Maschinenfähigkeit Erstellung von Statistiken im Qualitätsmanagement(QM)-Bereich Beschaffung von Informationen aus dem QM-Handbuch Erkennung von Abweichung vor Fehlereintritt	Qualitätssicherung Wettbewerbsfähigkeit Wirtschaftlichkeit

Die Auszubildenden ...	PLANEN UND ORGANISIEREN VON ARBEITSABLÄUFEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> • Histogramm • Statistische Prozessregelung • Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) 		
... organisieren notwendige Steuerungs- und Organisationsschritte.	<p>Organigramm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellungsverfahren von Arbeitsabläufen • Produktdurchlauf • Arbeitsschritte <p>Dokumentation im QM-System</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensebene, Teilbereiche und Einzeltätigkeiten 	<p>Erfassung von Prozessdaten mittels branchenüblicher Software</p> <p>Entdeckung von Fehlern zum frühestmöglichen Zeitpunkt</p>	<p>Prozessanalyse</p> <p>Organisationsabläufe</p> <p>Fehlerminimierung</p>
... berücksichtigen den Gesundheits- und Arbeitsschutz.	<p>Gesundheitsschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ergonomie: Sitzen, Stehen, Heben • Bildschirmarbeit • Arbeitsplatzgestaltung • Werkzeuge • Bedeutung von Arbeitsschutz und Arbeitsschutzmaßnahmen 	<p>Gestaltung eines rückschonenden Arbeitsplatzes</p> <p>Verwendung von Werkzeugen als Hilfsmittel</p>	<p>Auswirkungen auf den Sozialstaat</p> <p>Berufsgenossenschaftliche Verordnungen</p>

4.7 Lernfeld 7: Realisieren mechatronischer Teilsysteme (100 Stunde)

Die Auszubildenden ...	REALISIEREN MECHATRONISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Steuerungen und Regelungen anwendungsbezogen aus.	Technologieschema Steuerkette und Regelkreis <ul style="list-style-type: none"> • Blockschaltbild • Signalflussplan Kenngrößen von Steuerungen und Regelungen <ul style="list-style-type: none"> • Führungsgröße (Sollwert) • Regelgröße (Ist-Wert) • Regeldifferenz • Stellgröße • Störgröße Unstetiges Regeln	Digitale Visualisierung von mechatronischen Systemen Kommunikation im Team über steuer- und regelungstechnische Fragestellungen	Offener und geschlossener Wirkungsweg Energetisches Zeitverhalten
... stellen Sensoren ein.	Erfassung von Prozessgrößen <ul style="list-style-type: none"> • Positionen • Mechanische Größen • Thermische Größen • Durchfluss • Weg und Winkel • Füllstand • Optische Informationen RFID-Technologie Digitale und analoge Signale <ul style="list-style-type: none"> • A/D- und D/A-Wandlung Wirkungsweise von Sensoren <ul style="list-style-type: none"> • Linearität • Auflösung • Hysterese 	Auswahl und Installation von Sensoren an einer Anlage Parametrierung von analogen Sensoren an einer Anlage Suchen von Signalfehlern an einer Anlage Beschreiben und Lesen eines Radio-Frequency-Identification(RFID)-Systems	Wandlung von Größen Prozessinformationen Grenzen und Totzeiten Smart Factory

Die Auszubildenden ...	REALISIEREN MECHATRONISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> • Drift (Offset) Intelligente Sensoren		
... bemessen Aktoren.	Druck und Kraft <ul style="list-style-type: none"> • Sauger • Greifer • Lineareinheiten Linearmotor Pneumatischer Motor Hydraulischer Motor Elektrische Ansteuerung	Auswahl und Installation von Bewegungsaktoren	Leistungsgrenzen von Aktoren Ursache und Wirkung
... entwerfen Schaltungen, um Weg- und Bewegungsrichtung zu beeinflussen.	Elektropneumatische Schaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Pneumatikplan • Stromlaufplan Schaltungslogik Betriebsarten Funktionsplan nach GRAFCET	Konzeption von Schaltungen durch branchenübliche Software Darstellung von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen Planung von Ablaufsteuerungen	Automatisierung Normgerechte Darstellung

Die Auszubildenden ...	REALISIEREN MECHATRONISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bereiten die Programmierung einer SPS vor.	<p>Funktions-/Arbeitsweise einer SPS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbindungsprogrammierte Steuerung (VPS)/SPS • Zyklus und Zykluszeit • Prozessabbild von Eingängen (PAE)/ Prozessabbild von Ausgängen (PAA) <p>Hardwarekonfiguration</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spannungsversorgung • Zentraleinheit • Signalmodule • Interner BUS <p>Programmbausteine</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operationsbausteine • Funktionen • Funktionsbausteine • Datenbausteine <p>Programmiersprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsbausteinsprache (FBS) • Kontaktplan (KOP) • Anweisungsliste (AWL) • Ablaufsprache (AS) • Strukturierter Text (ST) 	<p>Vorbereitung der Inbetriebnahme von automatisierten Fertigungsanlagen</p> <p>Konfiguration einer SPS</p> <p>Programmierung einer einfachen Schrittkette</p>	<p>Vor- und Nachteile digitaler Steuerungen</p> <p>Aspekte unterschiedlicher Programmiersprachen</p> <p>Lineare und strukturierte Programmierung</p>
... prüfen und korrigieren die Funktion von Komponenten.	<p>Messen von Signalen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pegel • Binäre Signale • Analoge Signale 	<p>Erfassung digitaler und analoger Messsignale</p> <p>Heranziehen technischer Datenblätter</p> <p>Justierung von Sensoren</p>	

4.8 Lernfeld 8: Design und Erstellen mechatronischer Systeme (140 Stunden)

Die Auszubildenden ...	DESIGN UND ERSTELLEN MECHATRONISCHER SYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... berücksichtigen den Einfluss wechselnder Betriebsbedingungen auf Antriebe.	Kraft im Magnetfeld Drehfeld Polpaarzahl und Drehzahl Drehrichtungsänderung Leistung und Drehmoment Belastungskennlinien Betriebsarten	Aufnahme von Betriebskennlinien bei unterschiedlichen Belastungsarten	Lorentzkraft Magnetische Flussdichte (B) Rechte-/Linke-Hand-Regel Wirkleistungsfaktor
... arbeiten mit Dreiphasenwechselstrom.	Leiterspannung Verkettung Phasenverschiebung Spannungen und Ströme Stern-Dreieck-Schaltung	Untersuchung von Betriebswerten eines elektrischen Antriebs Anschluss an einen Schaltschrank mit Dreiphasenwechselstrom	Wirkleistungsfaktor Anlaufströme Alternative Frequenzumrichter
... wählen Antriebseinheiten aus.	Leistungsschild Elektrische Maschinen <ul style="list-style-type: none"> • Asynchronmotor • Kondensatormotor • Synchronmotor • Gleichstrommotor Grundlagen Sondermotoren <ul style="list-style-type: none"> • Universal-, Spaltpol-, Linear-, Servo-, Schrittmotor 	Entnahme von Informationen aus dem Leistungsschild Auswahl von Arbeitsmaschinen Bestimmung der Betriebsparameter Kühlung, Bauform, Betriebsart Bemessung von Betriebskondensatoren Bedienen von Arbeitsmaschinen	Wirkungsgrad Magnetischer Fluss Schlupf Kommutator Ankerwiderstände Blindleistung

Die Auszubildenden ...	DESIGN UND ERSTELLEN MECHATRONISCHER SYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wenden Kopplungsvarianten zwischen Antriebseinheiten und Arbeitsmaschinen an.	Kupplungen <ul style="list-style-type: none"> • Starre, drehstarre, elastische, schaltbare, Sicherheits-Getriebe • Riemen, Zahnrad, Kette 	Realisierung von Drehrichtungsänderung Auslegung von Drehzahl-/Drehmomentänderung Herstellung von Wellenverbindungen	Energieübertragung Kinematik
... ermitteln Ursachen und Auswirkungen von Überlastungssituationen.	Mechanische Überlastung <ul style="list-style-type: none"> • Drehmoment • Reibung Elektrische Überlastung <ul style="list-style-type: none"> • Anschlussfehler • Außenleiterausfall • Mangelnde Kühlung • Falsche Betriebsart • Unterdimensionierter Antrieb Körperschluss Wicklungsschluss Überhitzung Automatische Abschaltung	Überprüfung des Laufs der Kupplung Kontrollieren des festen Sitzes der Kupplungshälften Kontrollieren des Ölstands Überprüfung der Verzahnung und der Lager Sichtprüfung der elektrischen Anschlüsse Prüfung des Drehfeldes mittels geeignetem Prüfgerät	Ausfallzeiten Qualitätssicherung
... verwenden Schutzeinrichtungen.	Schmelzsicherungen Leitungsschutzschalter Auswahl und Einstellung <ul style="list-style-type: none"> • Motorschutzrelais • Motorschutzschalter • Motorvollschutz Elektronische Motorschutzgeräte	Dimensionierung von Schutzeinrichtungen nach Anwendungszweck Auswahl des Einbauortes und Einstellung eines Motorschutzrelais	Anlagensicherheit Direkter/indirekter Schutz

Die Auszubildenden ...	DESIGN UND ERSTELLEN MECHATRONISCHER SYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... schließen Antriebseinheiten an.	Motorklemmbrett Grundsaltungen von Antrieben <ul style="list-style-type: none"> • Selbsthalteschaltung/Tippbetrieb • Folgeschaltung • Wendeschützschtaltung • Stern-Dreieck-Schaltung Anlassverfahren <ul style="list-style-type: none"> • Stern-Dreieck • Sanftanlaufgerät • Vorwiderstände • Anlasstransformator • Frequenzumrichter 	Anschließen verschiedener Motoren an das Verbrauchernetz Dimensionierung eines allstromsensitiven Residual-Current-Device (RCD) Auslegung eines Kondensators zur Kompensation Verschalten von Motoren mit unterschiedlichen Anlassverfahren	Anschlussbedingungen Verkettungsfaktor Sternpunkt/Neutralleiter
... steuern und regeln Antriebe.	Steuerkette <ul style="list-style-type: none"> • Regelstrecken • Ausgleich • Ordnungszahl • Totzeit Regelkreisverhalten Stetige Regler <ul style="list-style-type: none"> • Proportionalregler (P), Integralregler (I), Differenzialregler (D), PI, PD, PID Digitale Regler Fuzzy-Regelung	Untersuchung von Regelstrecken Parametrierung eines Regelkreises Auswahl eines geeigneten Reglers für eine Antriebsaufgabe	Automatisierung der Produktion Störeinflüsse

Die Auszubildenden ...	DESIGN UND ERSTELLEN MECHATRONISCHER SYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... korrigieren Fehler an Schnittstellen durch Signaluntersuchungen.	Positionsbestimmung <ul style="list-style-type: none"> • Inkremental • Absolut Messwerterfassung <ul style="list-style-type: none"> • Tachogenerator • Dehnungsmessstreifen • Stromwandler • Messprotokoll Datenblätter <ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellenbelegung • Parameter von Umrichtern 	Ermittlung von Messergebnissen, auch durch Computersimulationen Dokumentation von Messergebnissen, auch digital Erfassung von Messwerten mittels Frequenzumrichter Visualisierung des zeitlichen Verlaufs von Messwerten Anpassung der Prozessparameter eines Antriebs	Pulsweitenmodulation Drehzahlsteuerung und -regelung Signaldarstellung in Oszilloskopen
... ergreifen Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz.	Maschinenrichtlinie <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktive Maßnahmen • Technische Maßnahmen • Benutzerinformationen Risikobeurteilung	Herstellung der Maschinensicherheit Benutzerinformationen, auch in englischer Sprache	Conformité-Européenne(CE)-Kennzeichnung
... programmieren CNC-Maschinen und Roboter.	CNC-Technik <ul style="list-style-type: none"> • CNC-Maschinenteknik • Programmierung von Dreh- und Fräsmaschinen Robotik <ul style="list-style-type: none"> • Teilsysteme • Einsatzgebiete • Bauarten • Programmierung • Sicherheitseinrichtungen 	Programmierung von Bewegungsabläufen, auch virtuell Simulation von Fertigungsprozessen Auswahl von Werkzeugen und Maschinen	Effizienz Flexible Produktion Digitalisierung der Arbeitswelt

4.9 Lernfeld 9: Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	UNTERSUCHEN DES INFORMATIONSFLUSSES IN KOMPLEXEN MECHATRONISCHEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... wählen Bussysteme aus.	Parallelverdrahtung Busverdrahtung Kommunikationsebenen <ul style="list-style-type: none"> • Leit- und Planungs-, Zell-, Feldebene Buszugriffsverfahren <ul style="list-style-type: none"> • Master-Slave-Verfahren • Token-Ring • Carrier-Sense-Multiple-Access (CSMA) Datenübertragung <ul style="list-style-type: none"> • Übertragungsmedien <ul style="list-style-type: none"> - Leitungsgebunden - Leitungsungebunden 	Hardwarekonfiguration der dezentralen Peripherie Prüfung der Anforderungen der unterschiedlichen Datenübertragungsmedien Auswahl eines anwendungsbezogenen Buszugriffsverfahrens Auswahl eines Bussystems entsprechend der Kommunikationsebene	Einhaltung internationaler Normen Aspekte der Buszugriffsverfahren Anforderungen der einzelnen Kommunikationsebenen
... vernetzen Teilsysteme.	Vernetzung zwischen Teilsystemen Topologien Bussysteme <ul style="list-style-type: none"> • Actuator-Sensor(AS)-Interface • Profibus • Industrial Ethernet • Profinet 	Nutzung von audiovisuellen und virtuellen Hilfsmitteln Verbindung mechatronischer Systeme durch unterschiedliche Bussysteme Installation der Schnittstellen	Hierarchie vernetzter Systeme Merkmale der Bussysteme

Die Auszubildenden ...	UNTERSUCHEN DES INFORMATIONSFLUSSES IN KOMPLEXEN MECHATRONISCHEN SYSTEMEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... beseitigen Signalübertragungsfehler.	<p>Übertragungsstandards</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datenleitungslänge • Schnittstellen • Symmetrische/unsymmetrische Datensignale • Busabschluss • Signalpegel <p>Informationstechnische Schutzziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit • Integrität • Vertraulichkeit • Authentizität <p>Protokolle</p> <ul style="list-style-type: none"> • International-Organization-For-Standardization(ISO)/Open-Systems-Interconnection(OSI)-Referenzmodell • TCP/IP, Ethernet <p>Strategien zur Fehlererkennung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paritätsbit • Blocksicherung • Cyclic-Redundancy-Check(CRC)-Verfahren 	<p>Messwerterfassung an Schnittstellen</p> <p>Datenerfassung, -analyse und -verarbeitung</p> <p>Beurteilung von Signalverläufen unter Anwendung von Datenverarbeitungssystemen</p> <p>Prozessvisualisierung, -simulation, -optimierung an Signalschnittstellen zwischen Systemkomponenten</p>	<p>Ausfallsicherheit</p> <p>Qualitätssicherung</p> <p>Datensicherheit</p>

4.10 Lernfeld 10: Planen der Montage und Demontage (40 Stunden)

Die Auszubildenden ...	PLANEN DER MONTAGE UND DEMONTAGE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bereiten die Montage und Demontage vor.	Technische Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenbauzeichnungen • Arbeits-/Montageplan Arbeitssicherheit und Unfallschutz Montagetätigkeiten Hebezeuge Vorrichtungen Werkzeuge	Auswertung von Stücklisten und Zusammenbauzeichnungen Anfertigung von Montageplänen Auswahl von Werkzeugen und Hilfsmitteln Analyse der Montagebedingungen am Aufstellungsort	Internationale Normung Planung von Arbeitsabläufen
... montieren und demontieren mechatronische Systeme.	Öle, Fette, Reiniger Fügen <ul style="list-style-type: none"> • Schrauben • Stifte • Achsen und Bolzen Stütz- und Trageinheiten <ul style="list-style-type: none"> • Führungen • Lager Energieübertragungseinheiten <ul style="list-style-type: none"> • Wellen • Welle-Nabe-Verbindungen Axiale Sicherungselemente Dichtungen	Montage von Maschinenelementen und Teilsystemen Prüfung von Montagevorgängen Beachtung des Umwelt- und Gesundheitsschutzes (Öle, Fette, Reiniger) Berechnung von Verbindungen	Ursache und Wirkung in technischen Systemen Arbeitssicherheit Festigkeitsberechnungen, Drehmomente, Passungen

4.11 Lernfeld 11: Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung (160 Stunden)

Die Auszubildenden ...	INBETRIEBNAHME, FEHLERSUCHE UND INSTANDSETZUNG		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... bereiten die Inbetriebnahme vor.	EVA-Prinzip Darstellungen <ul style="list-style-type: none"> • Schaltpläne elektrisch/pneumatisch • Montage-/Lagepläne • SPS-Anschlussplan • Netzwerkstrukturen Mängelliste Wartungsplan Inbetriebnahmeprotokoll Prüfprotokoll	Darstellung der Teil- und Gesamtfunktion eines Systems Überprüfung der Schnittstellen Entnahme von Informationen aus technischen Unterlagen Analyse möglicher Fehlerquellen Erstellung eines Inbetriebnahmeprotokolls	Komplexität reduzieren Risiken kalkulieren Inhalte und Grenzwerte eines Inbetriebnahme (IBN)-Protokolls nach VDE
... programmieren komplexe Steuerungen.	Daten-/Variablentypen Strukturiertes Programmieren Absolute/symbolische Adressierung International-Electrotechnical-Commission (IEC)-Zeiten und -Zähler Ablaufsteuerung in FBS und AS <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsartenteil • Schrittkette • Befehlsausgabe • Not-Aus/Not-Halt Bausteinbibliotheken Analogwertverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Abtastung • Quantisierung • Codierung • Normierung Prozessvisualisierung mit HMI-Panel BUS-Parametrierung	Parametrierung mechatronischer Anlagen Programmierung mechatronischer Anlagen Gestaltung einer Benutzeroberfläche mittels Human-Machine-Interface (HMI) Verarbeitung analoger Größen Vernetzung von Teilsystemen Steuern von Antriebseinheiten mittels Frequenzumrichter	Nachvollziehbarkeit durch Kommentierung Vollständige Dokumentation Maschinenrichtlinien und Normung

Die Auszubildenden ...	INBETRIEBNAHME, FEHLERSUCHE UND INSTANDSETZUNG		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... nehmen ein mechatronisches Gesamtsystem in Betrieb.	Sichtprüfung Teilsysteme <ul style="list-style-type: none"> • Mechanisch • Elektrisch • Pneumatisch • Hydraulisch • Steuerung Betriebsarten <ul style="list-style-type: none"> • Tippbetrieb • Einzelschritt • Automatik Funktionstest/Probelauf <ul style="list-style-type: none"> • Teilbereiche • Gesamtanlage 	Durchführung von erforderlichen Messungen nach Inbetriebnahmeprotokoll Justage von Sensoren/Aktoren Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen Parametrierung der Netzwerkkomponenten Überprüfung der Gesamtfunktion des Systems	
... beseitigen Fehler.	Diagnosemöglichkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Sichtprüfung • Analysewerkzeuge der Entwicklungsumgebung • Ferndiagnose • Analoge Messungen Behebung von Programmfehlern Verfahren zur Fehlersuche Elektromagnetische Verträglichkeit	Analyse von Störungsursachen, auch mittels Debugging Systematische Eingrenzung von Fehlern Erstellung eines Instandsetzungsprotokolls	Fehlerdokumentation Typische Fehlerursachen Strategien der Fehlersuche

4.12 Lernfeld 12: Vorbeugende Instandhaltung (80 Stunden)

Die Auszubildenden ...	VORBEUGENDE INSTANDHALTUNG		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... planen die vorbeugende Instandhaltung.	Zusammenhang, Ausfallwahrscheinlichkeit und Zuverlässigkeit Verfügbarkeit Abnutzungsvorrat Instandhaltungskosten Instandhaltungsstrategien Wartungspläne	Berechnung der Verfügbarkeit Erstellung von Wartungsplänen Anpassung von Wartungsplänen	Betriebssicherheit Ökonomische Aspekte
... bewerten Einflüsse auf die Betriebssicherheit.	Verschmutzung Verbrauch Verschleiß/Reibung Korrosion Ermüdung Entsorgung und Handhabung von Hilfsmitteln	Analyse technischer Systeme hinsichtlich der Betriebssicherheit Aufbereitung der Ergebnisse von Fehleranalysen Auswahl von Hilfsmitteln zur Instandhaltung Beachtung des Umwelt- und Gesundheitsschutzes	Umwelt- und Gesundheitsschutz
... führen Instandhaltungsarbeiten durch.	Wartung Inspektion Instandsetzung Verbesserung Prüf- und Justierverfahren Arbeitssicherheitsvorschriften bei Instandhaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitseinrichtungen • Rangfolge der Maschinensicherheit bei Instandhaltung 	Herstellung der Sicherheit bei Instandhaltungsarbeiten Inspektion von Bauteilen Instandsetzung und Verbesserung von technischen Systemen Erstellung von Übergabeprotokollen	Besondere Gefährdung des Instandhaltungspersonals

4.13 Lernfeld 13: Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden (60 Stunden)

Die Auszubildenden ...	ÜBERGABE VON MECHATRONISCHEN SYSTEMEN AN KUNDEN		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
... erstellen technische Dokumentationen.	Formulieren von Fachtexten <ul style="list-style-type: none"> • Fachbegriffe, auch in englischer Sprache • Fachsprache Datenblätter, Datenaufbereitung Bedienungshinweise <ul style="list-style-type: none"> • Prozessregelkarte • Innerbetriebliche Kommunikation • Verantwortlichkeiten • Anlagensicherheit Bedienungsanleitung	Nutzung von technischen Informationen, auch in digitaler Form Heranziehung der Informationsstruktur im Betrieb (Abteilungen) Aufbereitung von Informationen zu einer mechatronischen Anlage	Interdisziplinarität Lastenheft/Pflichtenheft
... bereiten die Übergabe vor.	Präsentationstechniken <ul style="list-style-type: none"> • Freie Rede • Flipchart • Präsentationssoftware Grundlagen der Erstellung einer Präsentation <ul style="list-style-type: none"> • Logischer Aufbau • Verständlichkeit • Layout • Rechtschreibung 	Nutzung von audiovisuellen und klassischen Präsentationshilfsmitteln Einbettung von erarbeiteten Informationen in eine Präsentationsstruktur	Gegenüberstellung unterschiedlicher Präsentationstechniken
... übergeben mechatronische Systeme an Kundinnen und Kunden.	Präsentationstechniken <ul style="list-style-type: none"> • Verbale Kommunikation • Nonverbale Kommunikation Anlagenkenntnis Moderation Schulungstechniken Strategien zur Kundenbindung	Präsentation vor Publikum, auch in englischer Sprache Führung von Fachgesprächen Darstellung von Produktionsabläufen Einweisung von Bedienungspersonal	Umgangsformen Marketing und Kundenakquise Internationaler Kundenkontakt

5 Unterrichtsbeispiele

5.1 Unterrichtsbeispiel 1

5.1.1 Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes

Lernfeld 3: Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte	1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert in Stunden: 100
<p>Zielformulierung:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler besitzen fundierte Kenntnisse über die Wirkung der elektrischen Energie in überschaubaren technischen Prozessen. Sie kennen Grundsaltungen der Elektrotechnik, stellen diese dar und untersuchen ihre Wirkungsweise. Sie wenden ihre Kenntnisse für die Auswahl elektrischer Betriebsmittel an. Dazu führen sie Berechnungen aus und setzen Tabellen, auch in digitaler Form und Formeln für die Lösung der Aufgabe ein. Sie kennen die Gefahren, die sich durch den Einsatz der elektrischen Energie für Mensch und Technik ergeben. Sie beherrschen die Maßnahmen zum Schutz von Menschen und technischen Anlagen und wenden die Vorschriften an. Die erforderlichen Prüf- und Messgeräte werden von ihnen ausgewählt und eingesetzt. Sie arbeiten Änderungen in die Arbeitsunterlagen ein. Sie entnehmen Informationen auch aus englischen Arbeitsunterlagen.</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>Elektrische Größen, deren Zusammenhänge, Darstellungsmöglichkeiten und Berechnungen Bauteile in Gleich- und Wechselstromkreisen Elektrische Messverfahren Auswahl von Kabeln und Leitungen für die Energie- und Informationsübertragung Elektrische Netze Gefahren durch Überlastung, Kurzschluss und Überspannung sowie die Berechnung der erforderlichen Schutzelemente Handhabung von Tabellen und Formeln Stromwirkung auf den Organismus, Sicherheitsregeln, Hilfsmaßnahmen bei Unfällen Maßnahmen gegen gefährliche Körperströme nach geltenden Vorschriften Prüfen elektrischer Betriebsmittel Ursachen von Überspannungen und Störspannungen, deren Auswirkungen, Gegenmaßnahmen Elektromagnetische Verträglichkeit</p>	

5.1.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext

Elektrische Betriebsmittel können einzelne elektrische Bauelemente sein, aber auch ganze Baugruppen oder Geräte. Um funktionieren zu können, müssen diese Betriebsmittel mit elektrischer Energie versorgt werden. Eine in der Elektrotechnik zentrale Baugruppe zur Energieversorgung ist das Netzteil. Es wandelt die eingangsseitig zur Verfügung stehende Spannung um, indem es sie transformiert, gegebenenfalls gleichrichtet, glättet und regelt. Auf diese Weise können elektrische Verbraucher ausgangseitig mit exakt der Spannung beziehungsweise dem Strom versorgt werden, den sie für den Nennbetrieb benötigen.

Automatisierte Anlagen sind komplexe Einrichtungen, die spezialisierte Aufgaben im Bereich der Produktion übernehmen und deren Energieversorgung genau kalkuliert und sichergestellt sein muss.

Soll eine solche Anlage mit elektrischer Energie versorgt werden, muss ein entsprechendes Netzteil für den Energiebedarf der Anlage ausgewählt werden. Hierzu müssen zunächst Kenntnisse über elektrische Grundgrößen erworben werden, ebenso muss das Betriebsverhalten elektrischer Verbraucher in verschiedenen Schaltungsvarianten erarbeitet werden. Dazu werden elektrische Schaltungen messtechnisch untersucht und simuliert, Betriebsmittel ausgewählt und dimensioniert sowie Schutzmaßnahmen beim Arbeiten mit elektrischen Anlagen berücksichtigt und angewendet.

Dem Lernfeld 3 kommt eine hohe Bedeutung zu, weil es die Grundlage aller elektrotechnischen Kompetenzen der weiteren Ausbildungsinhalte bildet. Hinzukommend können viele Betriebe aufgrund der hohen Komplexität und oft nur in ihrer Gesamtheit zu betrachtenden elektrischen Anlagen ihre Auszubildenden nur äußerst schwer mit der notwendigen Detailtiefe in die Grundlagen der Betriebsmittel und in die elektrotechnisch-physikalischen Gesetze einführen.

Die Berufsschule hat an dieser Stelle den Auftrag, diese Komplexität didaktisch aufzubereiten und einzuordnen. Beispielsweise kann ein Unterrichtsprojekt die auf den erlangten Kompetenzen aufbauende Auswahl des Netzteils für die automatisierte Anlage beinhalten. Die Anfertigung einer Dokumentation und Bearbeitung einzelner Teilaufträge und Aufgaben können eigenverantwortlich in Gruppen oder in Einzelarbeit durchgeführt werden, Informationen zu Aufträgen und Aufgaben können im Plenum mit der Lehrkraft oder mithilfe unterschiedlicher Medien (Internet, Fachkundebücher, Tabellenbücher et cetera) beschafft werden.

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 ...	INSTALLIEREN ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL UNTER BEACHTUNG SICHERHEITSTECHNISCHER ASPEKTE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...installieren einfache elektrische Stromkreise.	<p>Gleichstrom-/Wechselstromgrößen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spannung (U) • Strom (I) • Widerstand (R) • Leistung (P)/Arbeit (W) • Frequenz (f) • Blindleistung (Q) • Wirkungsgrad 	<p>Berechnung notwendiger Anforderungen an elektrische Schaltkreise</p> <p>Dimensionierung von einfachen Schaltkreisen</p> <p>Bemessung von Energiewandlern</p>	<p>Prinzip des Ladungsausgleichs</p> <p>Ohmsches Gesetz</p> <p>Energieerhaltungssatz</p> <p>Zusammenhang von Leistung und Arbeit</p>
...untersuchen die Wirkungsweise von Grundsaltungen, auch virtuell.	<p>Schaltplanarten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersichtsplan • Installationsplan • Stromlaufpläne • Symbole <p>Grundsaltungen von Widerständen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reihenschaltung • Parallelschaltung <p>Belasteter Spannungsteiler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brückenschaltung <p>Technische/physikalische Stromrichtung</p>	<p>Messung von Spannung und Strom</p> <p>Erstellung von elektrischen Schaltplänen mit CAD-Software</p> <p>Simulation von elektrischen Schaltungen mit branchenspezifischer Simulations-Software</p>	<p>Global verständliche Kommunikation</p> <p>Kirchhoffsche Gesetze</p>
...wählen grundlegende elektrische Betriebsmittel anwendungsbezogen aus.	<p>Elektrischer Widerstand</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur <p>Leuchtmittel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glühlampe • Leuchtdiode <p>Spannungsquellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhalten • Reihen-/Parallelschaltung <p>pn-Diode</p>	<p>Dimensionierung von elektrischen Widerständen</p> <p>Nutzung von Tabellen für Farbringcodierung und IEC-Reihen</p> <p>Auswahl von Glühlampen für Installationsschaltungen</p> <p>Auswahl und Einbau von Dioden für einfache und integrierte Schaltkreise</p>	<p>Elektrisches Verhalten von Werkstoffen</p> <p>Energiewandlung</p>

Die Auszubildenden ...	INSTALLIEREN ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL UNTER BEACHTUNG SICHERHEITSTECHNISCHER ASPEKTE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...verlegen elektrische Leitungen in Gleich- und Wechselstromnetzen.	Leitermaterialien Leitungsarten Leiterquerschnitte Temperaturverhalten Strombelastbarkeit	Dimensionierung von elektrischen Leitungen mithilfe von Tabellen und Berechnungen	Spannungsfall Leitungsschutz Brandschutz
...arbeiten mit Wechselstrom.	Strangspannung Phasenverschiebung <ul style="list-style-type: none"> • Spannung und Strom • Scheinleistung Gleichrichterschaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Zweipuls-Brückenschaltung 	Untersuchung von Betriebswerten zum Anschließen einer mechatronischen Anlage an einen Schaltschrank Anschluss an einen Schaltschrank	Energiewandlung Generatorprinzip AC- und DC-Verbraucher
...wählen Kondensatoren und Spulen fachgerecht für Gleich- und Wechselstromnetzwerke aus.	Elektrisches Feld Elektromagnetische Induktion Schaltvorgänge Strom-/Spannungskurven Verhalten Blindleistungskompensation Schwingkreis Transformator	Dimensionierung von Kondensatoren in Wechselstromnetzwerken Dimensionierung von Spulen in Wechselstromnetzwerken Auswahl eines Netzteils Installation eines Schaltkastens	Kapazität Induktionsgesetz Wirtschaftliche Gründe der Kompensation Transformatorprinzip
...schließen Verbraucher an unterschiedliche Netzformen an.	TN-Netze <ul style="list-style-type: none"> • TN-C • TN-S • TN-C-S TT-Netz IT-Netz PE-Leiter	Anschluss von Anlagen an das Ortsnetz Realisierung der Erdung von Anlagen	Fehlerschleifen Erdungsverhältnisse Ausfallsicherheit
...wenden die Schutzmaßnahmen beim Arbeiten an Anlagen an.	Körperwiderstand Stromwege durch den Körper Stromstärken und Einwirkungsdauer	Bestimmung von sicherheitstechnischen Parametern mit Hilfe von Kennwerten aus Tabellen für DC/AC Montage einer Unterverteilung	Brandschutz Anfälligkeit von mechatronischen Systemen für Umweltbedingungen

Die Auszubildenden ...	INSTALLIEREN ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL UNTER BEACHTUNG SICHERHEITSTECHNISCHER ASPEKTE		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<p>Spannungsbereiche Gefährdungsbereiche bei Gleichstrom und Wechselstrom</p> <p>Fehlerarten Fehlerstrom 5-Sicherheitsregeln Erste Hilfe am Arbeitsplatz Schutzpotenzialausgleich und Erder Leitungsschutz Personenschutz</p>	Montage einer mechatronischen Anlage	
...messen mit Prüf- und Messgeräten.	<p>Grundlagen eines digitalen Multimeters</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messbereiche • Vorgehensweise • Unterschiede Volt-/Amperemeter <p>Prüfungsarten Besichtigung Messen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grenzwerte nach DIN-VDE • Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter • Niederohmmessung • Isolationswiderstand • Schleifenimpedanz • Netzzinnenwiderstand • Prüfung der Fehlerstromschutzeinrichtungen • Prüfung der Drehrichtung • Funktionsprüfung • Prüfbericht 	<p>Besichtigung und Erstprüfung einer Installation Durchführung einer VDE-Prüfung mit geeignetem Mess- und Prüfgerät Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen Protokollierung von Prüfergebnissen, auch digital</p>	Rechtsgrundlagen der Anlagensicherheit

5.1.4 Planungsmatrix

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
1	Vorstellung und Initiation des Projekts, Systemanalyse		Analyse des Systems anhand des Auftrags gemeinsam mit der Lehrkraft, Bildung der Projektgruppen	M1: Arbeits-/Projektauftrag M2: Skizze der Anlage M3: Blockschaltbild M4: Energietechnische Kennwerte der Anlage	In einem Lehrer-Schüler-Gespräch reflektieren die Lernenden den Projektauftrag und die Materialien. Sie klären Fragestellungen und legen die Vorgehensweise für sich und ihre Gruppe fest.
2	Elektrische Stromkreise analysieren und Gesetzmäßigkeiten feststellen, durch Messtechnik und Laborübungen diese Erkenntnisse praktisch festigen	Sachwissen (SW): Gleichstrom- und Wechselstromgrößen Spannung (U), Strom (I), Widerstand (R), Leistung (P)/Arbeit (W), Wirkungsgrad, technische/physikalische Stromrichtung, Grundlagen eines digitalen Multimeters: Messbereiche, Vorgehensweise, Unterschiede Volt-/Amperemeter Prozesswissen (PW): Berechnung notwendiger Anforderungen an elektrische Schaltkreise, Protokollierung von Prüfergebnissen, auch digital Reflexionswissen (RW): Prinzip des Ladungsausgleichs, Ohmsches Gesetz, Zusammenhang von Leistung und Arbeit	Installieren einfacher elektrischer Stromkreise, Messen mit Prüf- und Messgeräten	M5: Rechercheaufträge zu den Grundgrößen M6: Labor-/Messübungen zu den elektrischen Grundgrößen M7: Tafelbilder/Präsentationen der Lehrkraft M8: Rechenbuch, Tabellenbuch T1: Lehrerzentrierte Inputs, Rechercheaufträge und Rechenübungen T2: Messübungen zu den Grundgrößen festigen diese praktisch.	Lehrperson motiviert für die Themen, Vorwissen wird aktiviert, die Lernenden protokollieren ihre Messergebnisse.

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
3	Schaltungen analysieren und dimensionieren und mithilfe von auch virtuell durchgeführten Labor- und Messübungen die Theorie in die Praxis überführen, dazu eine adäquate Arbeitsplanung durchführen	SW: Grundsaltungen von Widerständen: Reihenschaltung, Parallelschaltung, belasteter Spannungsteiler, Brückenschaltung PW: Messung von Spannung und Strom, Simulation von elektrischen Schaltungen mit branchenspezifischer Simulations-Software RW: Kirchhoffsche Gesetze	Untersuchen der Wirkungsweise von Grundsaltungen, auch virtuell; Messen mit Prüf- und Messgeräten	M9: Leittext zu Messübungen, analog und digital M10: Steckboards M11: Bedienungsanleitung Digital Multimeter DMM M12: DMM M13: Simulationssoftware T3: Durchführen realer Messübungen an selbst gebauten Schaltungen im Wechsel mit T4: Messübungen an virtuell simulierten Schaltungen	Fragend-entwickelnder Unterricht leitet in das Thema Grundsaltungen ein, die Lernenden gleichen selbstständig erhobene Messergebnisse mit simulierten Messgrößen ab.
4	Betriebsmittel und Innenwiderstände von Spannungsquellen/Netzteilen dimensionieren und auswählen, dazu Kostenrechnungen durchführen	SW: Elektrischer Widerstand; Leuchtmittel: Glühlampe, Leuchtdiode; Spannungsquellen: Verhalten, Reihen- und Parallelschaltung PW: Dimensionierung von elektrischen Widerständen, Auswahl von Glühlampen für Installationsschaltungen, Auswahl und Einbau von Dioden für einfache und integrierte Schaltkreise RW: Elektrisches Verhalten von Werkstoffen, Energiewandlung	Anwendungsbezogenes Auswählen grundlegender elektrischer Betriebsmittel	M14: Arbeitsauftrag zu Präsentationen M15: Kurzpräsentationen M16: Handouts T5: Kurzpräsentationen mit Handouts zu einzelnen Betriebsmitteln und deren Dimensionierung sowie Erstellung von Auswahlkriterien durch die Lernenden T6: Anschließende Plenumsdiskussion zu den Präsentationsinhalten	Die Lernenden besprechen ihre Lösungen im Plenum, nach den Kurzpräsentationen sind Fragen der anderen Lernenden möglich, Gelegenheiten zu Plenumsdiskussionen sind vielfältig wahrnehmbar.

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
5	Risikobeurteilung durchführen und Sicherheit prüfen	<p>SW: Körperwiderstand, Stromwege durch den Körper, Stromstärken und Einwirkungsdauer, Spannungsbereiche, Fehlerstrom, 5 Sicherheitsregeln, Erste Hilfe am Arbeitsplatz, Schutzpotenzialausgleich und Erder</p> <p>PW: Bestimmung von sicherheitstechnischen Parametern mithilfe von Kennwerten aus Tabellen für DC/AC</p> <p>RW: Brandschutz</p>	Anwenden von Schutzmaßnahmen beim Arbeiten an elektrischen und mechatronischen Anlagen	<p>M17: Rechercheaufträge und Auftrag zur Quiz-Erstellung</p> <p>M18: Folien zu Sicherheitsparametern</p> <p>T7: Ergänzung der Dokumentationen mit eigenständig recherchierten Diagrammen und Bildern zu den Schutzmaßnahmen</p> <p>T8: Gruppen erstellen kurze Quiz, um im Plenum die erweiterten Kompetenzen spielerisch zu festigen.</p>	Lehrperson stellt in Präsentation grundlegende Parameter der Sicherheitstechnik vor, im offenen Gespräch können Unklarheiten reflektiert und geklärt werden. Die Quiz ermöglichen durch ihren spielerischen Charakter eine stress- und zwangsfreie Kontrolle des eigenen Wissens.
6	Berechnung und Auswahl des Netzteils sowie Projektevaluation		Dokumentation fertigstellen	<p>M19: Wiedervorlage des Arbeits-/Projektauftrags</p> <p>M20: Datenblätter zu verschiedenen Netzteilen</p> <p>M21: Evaluationsbogen der Lehrkraft</p> <p>M22: Dokumentation</p> <p>T9: Berechnung und finale Auswahl des Netzteils zur Anlage</p> <p>T10: Lernende überarbeiten und vervollständigen ihre Dokumentation.</p>	<p>Nach der Auswahl des Netzteils erfolgt eine ausführliche Plenumsdiskussion mit dem Ziel der gemeinsamen Reflexion des Projektdurchlaufs und der Arbeitsergebnisse.</p> <p>Die Lehrkraft evaluiert das Projekt.</p>

5.1.5 Katalog der Teilaufgaben (T)

- T1: Lehrerzentrierte Inputs, Rechercheaufträge und Rechenübungen
- T2: Messübungen zu den Grundgrößen
- T3: Messübungen an selbst gebauten Schaltungen
- T4: Messübungen an virtuell simulierten Schaltungen
- T5: Kurzpräsentationen zu einzelnen Betriebsmitteln, deren Dimensionierung sowie Auswahlkriterien
- T6: Plenumsdiskussion zu den Präsentationsinhalten
- T7: Ergänzung von Dokumentationen mit Diagrammen und Bildern
- T8: Gruppenweise erstellte Quiz, zur spielerischen Festigung der Inhalte
- T9: Berechnung und finale Auswahl des Netzteils zur Anlage
- T10: Überarbeiten und Vervollständigen der Dokumentationen

5.1.6 Hinweise zur Lernortkooperation

Das hier exemplarisch beschriebene Unterrichtsbeispiel bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten der Lernortkooperation. Die Auszubildenden können beispielsweise sowohl konkrete Beispiele elektrotechnischer Betriebsmittel, Baugruppen und Geräte aus ihren Betrieben mit in den Unterricht bringen als auch ihnen aus den Betrieben bekannte automatisierte Anlagen beschreiben und analysieren. Es besteht am Ende des Projektes die Option, Netzteile aus den Betrieben zu analysieren, Typenschilder von Netzteilen zu untersuchen oder diese sogar auseinander zu bauen und sich die Bestandteile genauer anzuschauen.

Dem übergeordneten Ziel des handlungsorientierten, praxisnahen und vor allem individualisierten Lernfeldunterrichts kann so in hohem Maße entsprochen werden.

Abhängig vom Bearbeitungsschritt des Unterrichtsbeispiels existieren diverse Schnittstellen für Erkundungsaufträge in den Betrieben. So können die Betriebe in Vorbereitung auf die später im Ausbildungsverlauf stattfindende Abschlussprüfung Teil 1 Messungen und Prüfungen nach DIN VDE durchführen. Diese praktischen Erfahrungen können wiederum aus sicherheitstechnischer Sicht in den lernsituativen Unterricht einfließen, auch kann das Dokumentieren und Protokollieren von Messwerten auf diese Weise lernkooperativ geübt werden.

5.2 Unterrichtsbeispiel 2

5.2.1 Festlegung des zu unterrichtenden Lernfeldes

Lernfeld 7: Realisieren mechatronischer Teilsysteme	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert in Stunden: 100
<p>Zielformulierung:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Strukturen mechatronischer Teilsysteme. Sie erklären die Wirkungsweise von Sensoren und Wandlern und justieren Sensoren. Sie kennen Möglichkeiten zur Realisierung von Linear- und Rotationsbewegungen mittels elektrischer, pneumatischer und hydraulischer Komponenten und wenden Kenntnisse über Steuerungen und Regelungen an, um Weg- und Bewegungsrichtung zu beeinflussen. Anhand von Signaluntersuchungen und Datenanalyse prüfen sie die Funktion von Komponenten und beseitigen Fehler. Sie entwerfen grundlegende Schaltungen und beschreiben deren Wirkungsweise auch in englischer Sprache. Einfache Programmierverfahren werden beherrscht.</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>Steuerkette und Regelkreis, Blockschaltbilder Kenngrößen von Steuerungen und Regelungen Wirkungsweise von Sensoren und Wandlern Signalverhalten von Sensoren und Wandlern Programmierung von einfachen Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen Entwurf von Schaltungen, auch durch Anwendung branchenüblicher Software Grafische Darstellungen von Steuerungs- und Regelungsabläufen Messen von Signalen Prozessdaten auslesen, verarbeiten und interpretieren Grundsaltungen und Wirkungsweise von Antrieben Darstellung von Antriebseinheiten und Funktionsplänen</p>	

5.2.2 Problemstellung und schulisch-betrieblicher Kontext

Das Beschreiben von Strukturen mechatronischer Systeme und die Programmierung von Steuerungen inklusive der Analyse von Sensorik und Aktorik ist ein zentrales Aufgabengebiet von Fachkräften für Mechatronik. Die Lernenden bekommen den Auftrag, für eine Kundin oder einen Kunden eine Biegemaschine zu entwickeln, um Bleche zu biegen. Die Pneumatik-Anlage wurde bereits von einem Unternehmen für Maschinenbautechnik errichtet. Die Aufgabe ist die Programmierung der Anlage und die Projektdokumentation in Form eines Lernportfolios. Später soll die Anlage noch um weitere Funktionalitäten und Betriebsarten erweitert werden.

Die Herausforderung besteht für die Lernenden im Kontext praxisnaher beruflicher Handlung darin, sich mit einem umfassenden komplexen System zunächst vertraut machen zu müssen, also systemisch zu analysieren und ganzheitlich zu denken. Auszubildende aus großen Betrieben haben in der Regel nur geringen Kontakt mit ganzheitlichen Systemen. Die umfassende Herangehensweise an solch ein automatisiertes System, die dieses Projekt erfordert, und die Entwicklung von Schaltplänen sowie Ablaufplänen nach GRAFCET ist für Auszubildende im zweiten Ausbildungsjahr überwiegend etwas Neues. Bis zu diesem Zeitpunkt haben die Auszubildenden in ihrer Mehrheit nur einzelne Schritte eines Prozesses kennengelernt, die Kompetenzen zum Überblicken eines mechatronischen Systems sind nur rudimentär ausgeprägt.

Die Portfolioarbeit ermöglicht es den Auszubildenden, sich in ihrem Lernprozess selbst zu begleiten, ihre Lernfortschritte fortschreitend zu dokumentieren und ihren Kompetenzzuwachs mitzuerleben. Hinzukommend können so alle Bereiche eines mechatronischen Systems übersichtlich und nachhaltig dokumentiert werden.

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...	REALISIEREN MECHATRONISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
...wählen Steuerungen und Regelungen anwendungsbezogen aus.	<p>Technologieschema</p> <p>Steuerkette und Regelkreis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blockschaltbild • Signalflussplan <p>Kenngroßen von Steuerungen und Regelungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Führungsgröße (Sollwert) • Regelgröße (Istwert) • Regeldifferenz • Stellgröße • Störgröße <p>Unstetiges Regeln</p>	<p>Digitale Visualisierung von mechatronischen Systemen</p> <p>Kommunikation im Team über steuer- und regelungstechnische Fragestellung</p>	<p>Offener und geschlossener Wirkungsweg</p> <p>Energetisches Zeitverhalten</p>
...stellen Sensoren ein.	<p>Erfassung von Prozessgrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positionen • Mechanische Größen • Thermische Größen • Durchfluss • Weg und Winkel • Füllstand • Optische Informationen <p>RFID-Technologie</p> <p>Digitale und analoge Signale</p> <ul style="list-style-type: none"> • A/D- und D/A-Wandlung <p>Wirkungsweise von Sensoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linearität • Auflösung • Hysterese 	<p>Auswahl und Installation von Sensoren an einer Anlage</p> <p>Parametrierung von analogen Sensoren an einer Anlage</p> <p>Suchen von Signalfehlern an einer Anlage</p> <p>Beschreiben und Lesen eines RFID-Systems</p>	<p>Wandlung von Größen</p> <p>Prozessinformationen</p> <p>Grenzen und Totzeiten</p> <p>Smart Factory</p>

Die Auszubildenden...	REALISIEREN MECHATRONISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> • Drift (Offset) Intelligente Sensoren		
...bemessen Aktoren.	Druck und Kraft <ul style="list-style-type: none"> • Sauger • Greifer • Lineareinheiten Linearmotor Pneumatischer Motor Hydraulischer Motor Elektrische Ansteuerung	Auswahl und Installation von Bewegungsaktoren	Leistungsgrenzen von Aktoren Ursache und Wirkung
...entwerfen Schaltungen, um Weg- und Bewegungsrichtung zu beeinflussen.	Elektropneumatische Schaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Pneumatikplan • Stromlaufplan Schaltungslogik Betriebsarten Funktionsplan nach GRAFCET	Konzeption von Schaltungen durch branchenübliche Software Darstellung von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen Planung von Ablaufsteuerungen	Automatisierung Normgerechte Darstellung
...bereiten die Programmierung einer SPS vor.	Funktions-/Arbeitsweise einer SPS <ul style="list-style-type: none"> • VPS/SPS • Zyklus/-zeit • PAE/PAA Hardwarekonfiguration <ul style="list-style-type: none"> • Spannungsversorgung • Zentraleinheit • Signalmodule • Interner BUS Programmbausteine <ul style="list-style-type: none"> • Operationsbausteine • Funktionen • Funktionsbausteine 	Vorbereitung der Inbetriebnahme von automatisierten Fertigungsanlagen Konfiguration einer SPS Programmierung einer einfachen Schrittkette	Vor- und Nachteile digitaler Steuerungen Aspekte unterschiedlicher Programmiersprachen Lineare und strukturierte Programmierung

Die Auszubildenden...	REALISIEREN MECHATRONISCHER TEILSYSTEME		
	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbausteine • Programmiersprachen • FBS • KOP • AWL • AS • ST 		
...prüfen und korrigieren die Funktion von Komponenten.	Messen von Signalen <ul style="list-style-type: none"> • Pegel • Binäre Signale • Analoge Signale 	Erfassung digitaler und analoger Messsignale Heranziehen technischer Datenblätter Justierung von Sensoren	

5.2.4 Planungsmatrix

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
1	Vorstellung und Initiation des Projekts, Systemanalyse	SW: Technologieschema, Blockschaltbild, Betriebsarten PW: Kommunikation im Team über steuer- und regelungstechnische Fragestellung RW: Automatisierung	Anwendungsbezogenes Auswählen von Steuerungen und Regelungen, Entwerfen von Schaltungen, um Weg- und Bewegungsrichtung zu beeinflussen	M1: Problemstellung M2: Arbeitsauftrag M3: Technologieschema M4: Ablaufbeschreibung T1: Die Lernenden machen sich mit der Problemstellung vertraut.	In einem Lehrer-Schüler Gespräch wird das Projekt anhand des Auftrags vorgestellt und das System gemeinsam mit den Lernenden analysiert.
2	Auswahl und Installation von Sensoren an einer Anlage	SW: Erfassen der Prozessgrößen Position, mechanische Größen, Weg und Winkel; Bewegungsaktoren PW: Auswahl und Installation von Sensoren an einer Anlage RW: Wandlung von Größen, Prozessinformationen	Einstellen von Sensoren	M5: Arbeitsauftrag M6: Fachbücher M7: Internet M8: Präsentationsmedien T2: Die Lernenden erarbeiten selbstorganisiert Referate zur Sensorik und präsentieren die Ergebnisse.	Das Präsentieren und Diskutieren im Klassenverbund über die Sensorik hilft den Lernenden bei der Reflexion des eigenen Kenntnisstands und der Präsentationskompetenzen.
3	Zeichnung von Schaltplänen, Funktionsablauf festlegen	SW: Elektropneumatische Schaltungen: Pneumatikplan, Stromlaufplan, Funktionsplan nach GRAFCET PW: Konzeption von Schaltungen durch branchenübliche Software, Planung von Ablaufsteuerungen RW: Normgerechte Darstellung	Entwerfen von Schaltungen, um Weg- und Bewegungsrichtung zu beeinflussen	M9: Arbeitsaufträge M10: Zeichenmaterial oder Software M11: Tabellenbuch M12: Fachbuch T3: Die Lernenden entwickeln Schaltpläne und Ablaufpläne nach GRAFCET.	Die Lernenden führen Fachgespräche und erweitern ihr Portfolio.

Schritt	Intention	Adressiertes Wissen	Berufliche Aufgaben (BA)		
			Lernaktivitäten und Lernprodukte	Medien/Materialien (M)/ Teilaufgaben (T)	Reflexions- und Kontrollelemente
4	SPS-Hardware konfigurieren und programmieren	<p>SW: Funktions-/Arbeitsweise einer SPS, VPS/SPS, Zyklus/-zeit, PAE/PAA, Hardwarekonfiguration: Spannungsversorgung, Zentraleinheit, Signalmodule, interner BUS;</p> <p>Programmiersprachen: FBS, KOP, AWL, AS, ST; Schaltungslogik, Programmbausteine: Operationsbausteine, Funktionsbausteine, Datenbausteine</p> <p>PW: Konfiguration einer SPS, Programmierung einer einfachen Schrittkette, Vorbereitung der Inbetriebnahme von automatisierten Fertigungsanlagen</p> <p>RW: Aspekte unterschiedlicher Programmiersprachen, lineare und strukturierte Programmierung, Vor- und Nachteile digitaler Steuerungen</p>	Vorbereitung der Programmierung einer SPS	<p>M13: Arbeitsaufträge</p> <p>M14: Fachbuch</p> <p>M15: TIA-Portal</p> <p>M16: Internet</p> <p>M17: Plattformen (PLCSIM/SIMIT)</p> <p>T4: Die Lernenden bearbeiten selbstständig die Aufträge mithilfe unterschiedlicher Medien (Internet/ Fachliteratur) und erstellen ein SPS-Programm.</p>	Die Lernenden führen Fachgespräche und erweitern ihr Portfolio.
5	Beendigung des Projekts		Fertigstellung der Portfolios	<p>M18: Evaluationsbogen der Lehrkraft</p> <p>T5: Die Lernenden überarbeiten und vervollständigen ihr Portfolio.</p>	Die Lehrkraft evaluiert gemeinsam mit den Lernenden das Projekt. Die Lernenden reflektieren bei der Fertigstellung des Portfolios die Arbeitsergebnisse.

5.2.5 Katalog der Teilaufgaben (T)

- T1: Vertraut machen mit der Problemstellung
- T2: Erarbeitung selbstorganisierter Referate zur Sensorik und Präsentieren der Ergebnisse
- T3: Entwickeln von Schaltplänen und Ablaufplänen nach GRAFCET
- T4: Selbstständiges Bearbeiten der Aufträge mithilfe unterschiedlicher Medien, Erstellen eines SPS-Programms
- T5: Überarbeiten und Vervollständigen des Portfolios

5.2.6 Hinweise zur Lernortkooperation

Dem Lernfeld 7 kommt insofern eine hohe Bedeutung in der Ausbildung zu, als dass es den Übergang von verbindungsprogrammierten Steuerungen zur Programmierung und Analyse komplexer automatisierter mechatronischer Anlagen bildet, die im Lernfeld 11 fokussiert werden. Im steuerungs- und automatisierungstechnischen Bereich ist die Verzahnung von Theorie und Praxis allein schon wegen der Thematik immanent. 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 Technologieschema und Blockschaltbild als auch die zu berücksichtigenden Faktoren beim Einstellen von Sensoren innerbetrieblich vorbereiten oder sich dort erklären und erläutern lassen. Lernkooperative Schnittstellen bestehen zum Beispiel auch beim Entwerfen von pneumatischen und elektrischen Schaltungen. Hier können die Ausbildungsbetriebe mit ihrem fachkundigen Personal die Auszubildenden unterstützen und gemeinsame Fehleranalyse betreiben.

Anspruchsvolles Potenzial kann in der Wahl der Lernträger liegen. Nicht jeder Betrieb besitzt SPS-Anlagen und die zu deren Programmierung und Instandhaltung notwendigen digitalen Endgeräte. Hier ist die Lehrkraft gefragt, im Vorfeld des Projekts entweder in Erfahrung zu bringen, welche Möglichkeiten zur Programmierung die Lernenden am Arbeitsplatz besitzen und eine Software zu wählen, mit der alle Auszubildenden gut arbeiten können, oder die Anschaffung von sogenannten Schülerlizenzen in Betracht zu ziehen. Auch muss berücksichtigt werden, dass abhängig vom konkreten Gewerbe, in dem die Betriebe tätig sind, der Wissensstand der Auszubildenden bezüglich der allgemeinen Grundlagen zur SPS-Hardware und Programmier-Software sehr heterogen sein kann, schon bevor die Unterrichtseinheit startet.

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>

BILDUNGSLAND
Hessen 