



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT  
UND BILDUNGSFORSCHUNG  
MÜNCHEN

**Umsetzungshilfe für den  
Ausbildungsberuf  
Elektroniker und Elektronikerin  
Fachrichtung  
Energie- und Gebäudetechnik**

ENTWURF

München, Mai 2022



Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

**Leitung des Arbeitskreises:**

Andreas Arnold	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), München
Markus Schütz	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), München

**Mitglieder des Arbeitskreises:**

Christian Höhne	Staatliche Berufsschule I Schweinfurt
Peter Schlesag	Staatliche Berufliche Schulen Altötting
Matthias Winkler	Städtische Berufsschule I für Metall- und Elektrotechnik Regensburg
Florian Zucker	Staatliches Berufliches Schulzentrum Nürnberger Land
Andreas Arnold	Städtische Berufsschule für elektrische Anlagen- und Gebäudetechnik München

**Berater des Arbeitskreises:**

Roland Endres	Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen, Dillingen
Prof. Dr. Daniel Pittich	Professur für Technikdidaktik, Technische Universität München
Robert Bark	Professur für Technikdidaktik, Technische Universität München und Staatliche Berufliche Schulen Altötting
Ferdinand Weinbacher	Landesinnungsverband für das Bayerische Elektrohandwerk

**Herausgeber:**

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

**Anschrift:**

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung  
Abteilung Berufliche Schulen  
Schellingstr. 155  
80797 München  
Tel.: 089 2170-2211  
Fax: 089 2170-2215  
Internet: [www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)  
E-Mail: [berufliche.schulen@isb.bayern.de](mailto:berufliche.schulen@isb.bayern.de)

---

# Inhaltsverzeichnis

---

Vorwort .....	5
1 Zukünftige Anforderungen an Fachkräfte des Elektrohandwerks .....	6
2 Zielgruppe der Umsetzungshilfe .....	8
3 Kompetenzen als Ziele beruflicher Bildung .....	9
3.1 Berufliche Handlungskompetenz .....	9
3.2 Korrespondierender Ansatz der Umsetzungshilfe .....	10
4 Konzept zur Konkretisierung fachlicher Berufskompetenzen .....	12
5 Grundlagen eines kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichts .....	15
6 Lernfeldmatrizen .....	19
6.1 Lernfeldmatrix LF 1: Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben .....	21
6.2 Lernfeldmatrix LF 2: Elektrische Systeme planen und installieren .....	26
6.3 Lernfeldmatrix LF 3: Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren. ....	32
6.4 Lernfeldmatrix LF 4: Informationstechnische Systeme bereitstellen .....	37
6.5 Lernfeldmatrix LF 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren .....	43
6.6 Lernfeldmatrix LF 6: Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen .....	48
6.7 Lernfeldmatrix LF 7: Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren .....	53
6.8 Lernfeldmatrix LF 8: Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren... ..	57
6.9 Lernfeldmatrix LF 9: Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren .....	61
6.10 Lernfeldmatrix LF 10: Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben .....	67
6.11 Lernfeldmatrix LF 11: Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten .....	73
6.12 Lernfeldmatrix LF 12: Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren .....	79
6.13 Lernfeldmatrix LF 13: Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren .....	80

---

7	Unterrichtskonzept inklusive illustrierende Aufgaben .....	85
7.1	Beispielkonzept für das Lernfeld 8 .....	86
7.1.1	Auswahl berufsnaher Lernsituationen .....	87
7.1.2	Lernfeldmatrix für das Lernfeld 8.....	88
7.1.3	Illustrierendes Beispiel aus Lernfeld 8.....	90
7.1.4	Konzeptionsmatrix für Lernsituation 2 .....	91
7.1.5	Unterlagen, Medien, Materialien .....	95
8	Begleitende Fortbildungsangebote.....	96
8.1	Fortbildungsangebote im Kontext fachlich-technologischer Weiterentwicklungen .....	96
8.2	Fortbildungsangebote im Kontext didaktisch-methodischer Weiterentwicklungen .....	97
9	Schlussbemerkungen.....	98
10	Quellen.....	99

## Vorwort

Mit Beginn des Schuljahrs 2021/22 werden die novellierten und neuen Lehrpläne für die handwerklichen elektrotechnischen Ausbildungsberufe in Kraft gesetzt. Dies sind neben der Lehrplanrichtlinie für den Elektroniker-/in mit den beiden FR Energie- und Gebäudetechnik und Automatisierungs- und Systemtechnik noch die Lehrplanrichtlinien für die Ausbildungsberufe Elektroniker-/in für Gebäudesystemintegration, Elektroniker-/in für Maschinen- und Antriebstechnik sowie die Lehrplanrichtlinien für Informationselektroniker/-innen. Alle Lehrplanrichtlinien stehen auf der Homepage des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung ([www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)) zur Einsicht und als Download zur Verfügung.

Diese Umsetzungshilfe soll besonders die im energie- und gebäudetechnischen Sektor tätigen Lehrkräfte durch entsprechende Hinweise und Anregungen bei der zielorientierten Umsetzung der lernfeldstrukturierten Lehrplanrichtlinien unterstützen und damit den Erwerb von beruflicher Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler fördern. Dies erfolgt mithilfe einer von der Technischen Universität München entwickelten Lernfeld- und Konzeptionsmatrix, einem Ansatz zur Ableitung und Gestaltung von Lernsituationen für den kompetenz- und handlungsorientierten Unterricht. Dabei wird das Lernen der Schülerinnen und Schüler mit kompetenzorientierten Aufgabenstellungen in Form von Lernsituationen durch berufliche Problemstellungen initiiert.

Exemplarisch wird ein Unterrichtskonzept inklusive illustrierender Aufgabe aufgezeigt, strukturiert und inhaltlich beschrieben. Die weiteren fachinhaltlichen Angaben zur Illustrierung und Unterrichtsvorbereitung werden separat auf der [Homepage des ISB als Download zur Verfügung](#) gestellt.



Mein besonderer Dank gilt allen Lehrkräften des Arbeitskreises.



Anselm Råde  
Direktor des ISB

# 1 Zukünftige Anforderungen an Fachkräfte des Elektrohandwerks

---

Digitalisierung, Smart Living, die Energie- und Verkehrswende – all diese Faktoren verändern die Arbeitswelt auch im Elektrohandwerk erheblich. In der Ausbildungshilfe zur Ausbildungsordnung für Elektroniker und Elektronikerinnen in den Fachrichtungen Energie- und Gebäudetechnik sowie Automatisierungs- und Systemtechnik vom Bundesinstitut für Berufsbildung steht dazu Folgendes beschrieben:

„Der ständige Wandel von Arbeitsorganisation, -bedingungen und Produktinnovationen führt zu neuen und geänderten Anforderungen an die Fachkräfte im Elektrohandwerk. Sie müssen flexibel sein, mit neuen Technologien arbeiten, prozessorientiert denken und handeln, in Teams, immer mehr auch Gewerke übergreifend arbeiten und sich ständig weiterbilden.“

Mit den Entwicklungen in der Arbeitswelt ändern sich die Qualifikationsanforderungen an die Fachkräfte. Die besondere Herausforderung für die Weiterentwicklung der Ausbildungsberufe im Elektrohandwerk ist dabei, dass die Wirtschaft in einem permanenten Transformationsprozess steht, der aber in Einzelbetrieben und an Arbeitsplätzen nicht zwingend zeitgleich wirkt. Konventionelle und innovative Techniken existieren nebeneinander und müssen beide gemeistert werden. Das setzt Flexibilität und breite Qualifikationen voraus.“<sup>1</sup>

Weiterhin hat die Handwerkskammer Niederbayern-Oberpfalz im Zusammenhang mit der Thematik „Industrie 4.0“ folgende, hier im Auszug genannten Eckpunkte formuliert:

„Handwerk 4.0‘ beschreibt Betriebsstrukturen, Arbeitsprozessabläufe, Produkte und Dienstleistungen von Handwerksbetrieben, die in einem bisher noch nicht dagewesenen Maß digital vernetzt, adaptiv wissensbasiert und aus Kundensicht höchst intelligent in Erscheinung treten. Dies wird dadurch möglich, dass sich der Anteil an einfacheren, manuellen Routinetätigkeiten verringert und die hochspezialisierte handwerkliche Wissensarbeit mithilfe intelligenter Technologien an Bedeutung gewinnt. Intelligente Informationssysteme helfen dem Handwerker, clevere Lösungen zu entwickeln. Die Betriebe setzen dabei gezielt individuelle Kundenwünsche um, die ebenfalls über den digitalen Weg, beispielsweise soziale Medien, generiert werden. Von den Mitarbeitern in einem Handwerksbetrieb fordert ‚Handwerk 4.0‘ das entsprechende Know-how, um die zukünftigen Anforderungen der digitalen Welt bewältigen und umsetzen zu können.“<sup>2</sup>

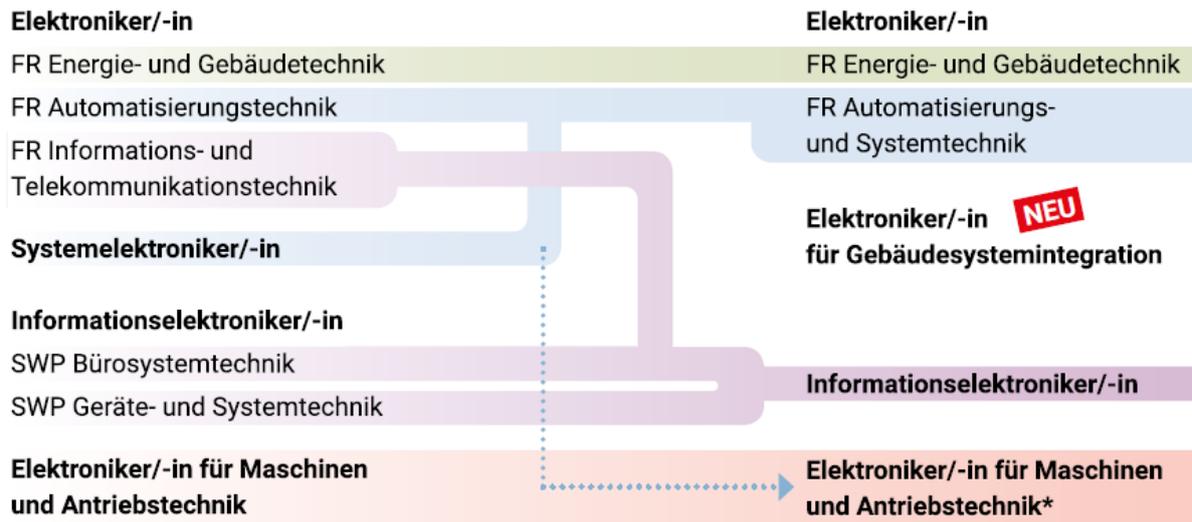
---

<sup>1</sup> Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Ausbildungshilfe zur Ausbildungsordnung Elektroniker/Elektronikerin in den Fachrichtungen Energie- und Gebäudetechnik Automatisierungs- und Systemtechnik, 2021, S.5

<sup>2</sup> Haber, Hinterdobler: Handwerk 4.0 – Zukunft im digitalen Zeitalter, HWK Niederbayern-Oberpfalz, Juli 2016

Somit sind die neuen Ausbildungsordnungen für das Elektrohandwerk und die Ausbildungsrahmenlehrpläne an die zukünftigen Anforderungen der Fachkräfte des Elektrohandwerks angepasst worden.

Für die oben beschriebenen Anforderungen bilden die neu geschaffenen Ausbildungsberufe des elektro- und informationstechnischen Handwerks eine fachliche Grundlage. Diese werden wie folgt dargestellt:



[www.elektrohandwerk.de](http://www.elektrohandwerk.de)



Abbildung 1: Übersicht der bisherigen und neuen Berufe im elektrotechnischen Handwerk (Quelle: ArGe Medien im ZVEH)

Charakteristisch für die Neuordnung ist über alle Ausbildungsberufe hinweg der Zusatz von „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit.“ Zudem wurden betriebliche und schulische Lerninhalte vor allem in den Bereichen Digitalisierung, Energiemanagement und Vernetzung angepasst.

Außerdem wurde die Prüfungsgewichtung der Gesellenprüfung auf 30 Prozent für den Teil 1 und 70 Prozent für den Teil 2 neu manifestiert. Zudem wird dem Prüfungsbereich Kundenauftrag innerhalb der Teil-2-Prüfung eine größere Bedeutung zukommen.

## 2 Zielgruppe der Umsetzungshilfe

Der Beruf des Elektronikers und der Elektronikerin konzentriert sich zukünftig auf die beiden Fachrichtungen (FR) Energie- und Gebäudetechnik sowie Automatisierungs- und Systemtechnik. Das ISB hat hierzu Lehrplanrichtlinien, die beide FR beinhalten, erarbeitet. Diese stehen seit Beginn des Schuljahres 21/22 zum Download auf den Seiten des ISB zur Verfügung. Basierend auf den zuvor genannten Lehrplanrichtlinien, beschäftigt sich diese Umsetzungshilfe aufgrund der hohen Schülerzahlen, schwerpunktmäßig mit der FR Energie- und Gebäudetechnik. Die gemeinsamen Lernfelder 1 bis 8 sowie die auf die FR Energie- und Gebäudetechnik abzielenden Lernfelder 9 bis 13 werden analysiert und aufbereitet. Die im Kapitel 6 analysierten Lernfelder können aber auch zu einem hohen Grad für die FR Automatisierungs- und Systemtechnik in den ersten beiden Jahrgangsstufen angewendet werden. Dies soll in der nachfolgenden Grafik verdeutlicht werden.

	<b>FR Energie- und Gebäudetechnik</b>	<b>FR Automatisierungs- und Systemtechnik</b>
<b>1. Jahr</b>	LF 1: Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben	
	LF 2: Elektrische Systeme planen und installieren	
	LF 3: Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren	
	LF 4: Informationstechnische Systeme bereitstellen	
<b>2. Jahr</b>	LF 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren	
	LF 6: Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen	
	LF 7: Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren	
	LF 8: Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren	
<b>3./4. Jahr</b>	LF 9: Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren	LF 9: Steuerungs- und Kommunikationssysteme planen und einbinden
	LF 10: Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben	LF 10: Systeme der Automatisierungstechnik installieren, in Betrieb nehmen und übergeben
	LF 11: Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten	LF 11: Systeme der Automatisierungstechnik instandhalten, dokumentieren und optimieren
	LF 12: Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren	LF 12: Systeme der Automatisierungstechnik planen und realisieren
	LF 13: Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren	LF 13: Systeme der Automatisierungstechnik anpassen und dokumentieren

Abbildung 2: Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Elektroniker und Elektronikerin

## 3 Kompetenzen als Ziele beruflicher Bildung

### 3.1 Berufliche Handlungskompetenz

Die Umsetzung des lernfeldorientierten Lehrplans hat zum Ziel, die berufliche Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zu entwickeln. Unter Handlungskompetenz wird gemäß KMK (2021) die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen verstanden, sich in privaten, gesellschaftlichen und beruflichen Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Sie entfaltet sich in den drei Dimensionen Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz sowie deren immanenten Bestandteilen Kommunikations-, Lern- und Methodenkompetenz (Abbildung 2).

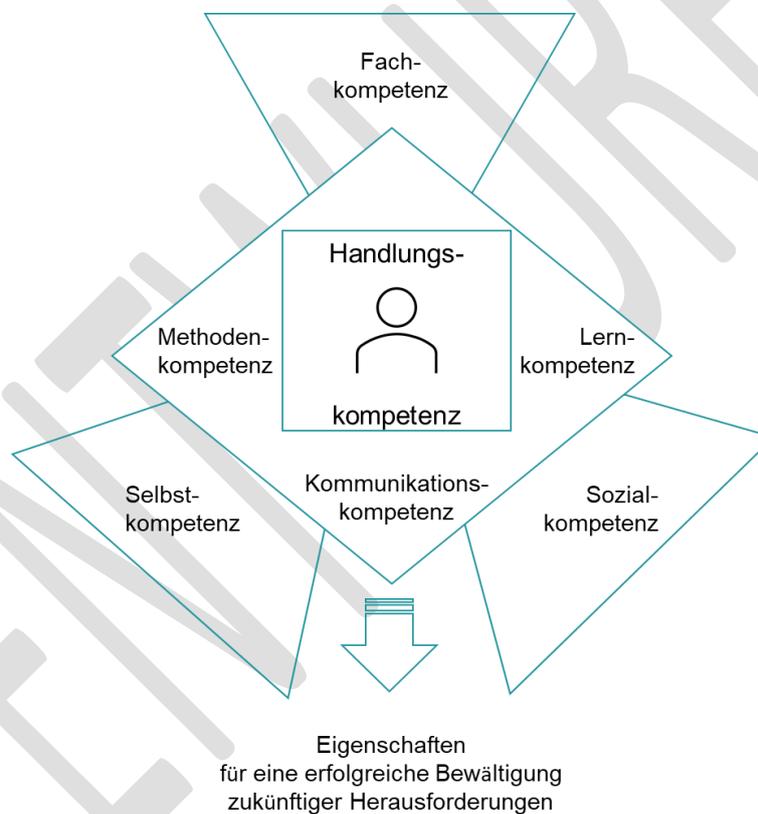


Abbildung 3: Kompetenzzusammenspiel zur Erreichung der Handlungskompetenz<sup>3</sup>

Der KMK-Rahmenlehrplan sieht sog. Lernfelder als rahmendes für die Entwicklung einer beruflichen Handlungskompetenz vor und ist entsprechend nach Lernfeldern strukturiert. Die Lernfelder sind dabei aus beruflichen Handlungsfeldern sowie damit verbundenen Aufgabenstellungen abgeleitet.

<sup>3</sup> Die weiteren Beschreibungen der Dimensionen finden sich im KMK-Rahmenlehrplan (BELEG).

## 3.2 Korrespondierender Ansatz der Umsetzungshilfe<sup>4</sup>

Im Zentrum der KMK-Rahmenlehrpläne für die Dualen Ausbildungsberufe steht gemäß Abschnitt 3.1 die Bildungsperspektive einer beruflichen Handlungskompetenz und damit einhergehend die Forderung nach kompetenzorientiertem Unterricht. Dies stellt – verglichen mit dem ehemals wissensorientierten Unterricht – in der Unterrichtsplanung, -konzeption und -umsetzung deutlich höhere Ansprüche an die Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen. Im Kontext eines kompetenzorientierten Unterrichts ist einerseits die bisherige Anforderung geblieben, dass die Lernenden einschlägiges und aktuelles Fachwissen erwerben sollen, andererseits kommt die Forderung hinzu, den Wissenserwerb auf die Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeit(en) auszurichten.

Um den Kompetenzanspruch curricular zu verankern, wurden die Lernfeldlehrpläne in den 1990er-Jahren implementiert. Ehemals sehr konkrete, kleinschrittige, weitgehend kognitive Lernziele der curricularen Lehrpläne wurden in sog. „Ziele“ umbenannt. In diesen „Zielen“ wurde nicht das im Unterricht zu erwerbende Wissen beschrieben, sondern welche berufsbezogenen Handlungen im Lernprozess vollzogen werden sollen. Ohne direkten Bezug zu diesen „Zielen“ führen die Lernfeldlehrpläne „Inhalte“ an, welche jedoch ohne dezidierte Verbindlichkeit exemplarisch bzw. optional intendiert sind. In einigen der aktuellen KMK-Rahmenlehrpläne bzw. ISB-Lehrpläne und Lehrplanrichtlinien sind den Zielbeschreibungen die damit zusammenhängenden Mindestinhalte in kursiver Darstellung zugeordnet.

Damit werden Lehrkräfte in ihrer Unterrichtskonzeption zwar dazu aufgefordert Kompetenzen zu vermitteln, jedoch sind curricular keine Kompetenzen definiert. Dies führt nicht nur zu einem deutlich erhöhten Arbeitsaufwand für die Lehrkräfte, sondern zieht enorme Varianzen in den Unterrichtskonzeptionen nach sich. Jede Lehrperson kann (bzw. muss) damit erstens ein eigenständiges Kompetenzverständnis definieren (bzw. implizieren) und zweitens auf Basis dieses Kompetenzverständnisses den Lehrplan transformieren bzw. konkrete Lernziele ableiten, um schließlich drittens ein diesbezüglich methodisches Konzept zu generieren. Je nach Kompetenzverständnis und Transformationsansatz können hier für das gleiche Lernfeld sehr unterschiedliche Lernziele (Kompetenzen) abgeleitet werden.

Zur Begegnung der curricularen Zieloffenheit, der unterrichtsbezogenen Konkretisierung der kognitiven Teilfacette des Kompetenzansatzes sowie zur Reduzierung des Planungs- und Konzeptionsaufwands der Lehrkräfte und Lehrkraftteams an beruflichen Schulen auf ein handhabbares Maß, ist diese Umsetzungshilfe als eine Ergänzung des KMK-Lehrplans intendiert. Diese Ergänzung beläuft sich zum einen auf eine inhaltliche Konkretisierung der aktuell vorliegenden

---

<sup>4</sup> Aufgrund der Zusammenarbeit des StMUK und des Hessischen Kultusministeriums sowie der Einbindung von Prof. Pittich (TU München) bestehen zwischen dieser Umsetzungshilfe und den Handreichungen im Bundesland Hessen konzeptionelle, strukturelle und redaktionelle Überschneidungen in den Abschnitten 4, 5 und 6.

Lernfelder sowie der hierin adressierten fachlich-methodischen Kompetenzen<sup>5</sup> in Form sog. Lernfeldmatrizen und zum anderen auf Unterrichtskonzepte in Form beispielhaft ausgearbeiteter Lernsituationen inklusiver illustrierender Aufgaben.

In der Konkretisierung der fachlichen Berufskompetenzen wird ein wissenschaftlich abgestütztes Kompetenzmodell (Erpenbeck & Rosenstiel, 2007, S. XIXff bzw. Pittich 2013) über sog. Lernfeldmatrizen (Kapitel 4) spezifiziert und dabei werden die Zusammenhänge von Handlung, Wissen und Kompetenz unterrichtsnah expliziert (Tenberg, Bach, Pittich, 2019, S.109ff.). Dieser Ansatz wird durch ein aktuelles methodisches Konzept eines kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichts hinterlegt, über ein methodisch ausgerichtetes Strukturkonzept (Pittich und Tenberg 2022) konkretisiert und in einer sog. Konzeptionsmatrix dokumentiert (Kapitel 7).

In der Konzeptionsmatrix werden direkte Bezüge zwischen den methodischen Überlegungen zum Erwerb fachlicher Berufskompetenzen und einem methodischen Rahmenkonzept zur Entwicklung überfachlicher Kompetenzfacetten hergestellt. Dazu wird in den jeweiligen beruflichen Kontexten bzw. über berufstypische Aufgaben der einzelnen Unterrichtssequenzen ein methodischer Rahmen zur Anbahnung überfachlicher Kompetenzen unterrichtlich beschrieben. Die Umsetzung dieser methodischen Rahmung sollte in enger Abstimmung mit allen an einem Ausbildungsberuf beteiligten Lehrkräften erfolgen, da die konsistente Entwicklung überfachlicher Kompetenzen - im Sinne einer Planung eines Bildungsgangs – nur über alle Lernfelder, Lernsituation und Fächer hinweg erfolgen kann.

---

<sup>5</sup> Überfachliche Kompetenzen sind aktuell zwar im allgemeinen Teil des Lernfeldlehrplans gefordert, jedoch nicht in die einzelnen Lernfelder transferiert bzw. konkretisiert.

---

## 4 Konzept zur Konkretisierung fachlicher Berufskompetenzen

---

Fachliche Berufskompetenzen bzw. fachlich-methodische Kompetenzen sind Dispositionen einer Person, bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert zu handeln, d.h. mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme zu lösen, Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten. Sie sind durch die Korrespondenz konkreter Handlungen und spezifischen Wissens beschreibbar. Für einen beruflichen Unterricht bedeutet dies: Wenn bekannt ist, was ein Mensch als Folge eines Lernprozesses können soll und auf welcher Wissensbasis dieses Können abgestützt sein soll, um ein eigenständiges und variables Handeln zu ermöglichen, kann sehr gezielt ein Unterricht geplant und gestaltet werden, der solche Kompetenzen integrativ vermittelt. In der vorliegenden Umsetzungshilfe werden somit fachlich-methodische Kompetenzen als geschlossene und schlüssige Sinneinheiten aus Können und Wissen konkretisiert. Das Können wird dabei in Form einer beruflichen Handlung beschrieben, das Wissen in drei eigenständige Kategorien spezifiziert: **Sachwissen, Prozesswissen und Reflexionswissen.**

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

**Prozesswissen** umfasst ein anwendungs- und umsetzungsabhängiges Wissen über berufliche Handlungssequenzen. Prozesse können auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden, daher hat Prozesswissen entweder eine Produktdimension (Handhabung von Werkzeug, Material etc.), eine Aufgabendimension (Aufgaben-Typus, -Abfolgen etc.) oder eine Organisationsdimension (Geschäftsprozesse, Kreisläufe etc.). Prozesswissen ist immer Teil handlungsbezogener Systematiken und daher prozesslogisch-multizyklisch strukturiert, wird durch zielgerichtetes und feedback-gesteuertes Tun erworben und ist damit funktionale Voraussetzung für ein eigenständiges, selbstreguliertes Handeln. Beispiele: Kalibrierung eines Temperatursensors, Bedienung eines Kompaktreglers, Umgang mit der Programmierumgebung einer speicherprogrammierbaren Steuerung, Umsetzung des Risikomanagements, Handhabung einer EFQM-Zertifizierung ...

**Reflexionswissen** umfasst ein anwendungs- und von der Umsetzung unabhängiges Wissen, welches hinter dem zugeordneten Sach- und Prozesswissen steht. Als konzeptuelles Wissen bildet es die theoretische Basis für das vorgeordnete Sach- und Prozesswissen und steht damit diesem gegenüber auf eine Metaebene. Mit dem Reflexionswissen steht und fällt der Anspruch an eine Kompetenz (und deren Erwerb). Seine Bestimmung erfolgt im Hinblick auf das unmittelbare Verständnis des Sach- und Prozesswissens (Erklärungsfunktion), die breitere wissenschaftliche Abstützung des Sach- und Prozesswissens (Fundierungsfunktion) sowie 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 dieser drei Wissenskategorien besteht ein bedeutsamer Zusammenhang: Das Sachwissen muss am Prozesswissen anschließen und umgekehrt, das Reflexionswissen muss auf die Hintergründe des Sach- und Prozesswissens begrenzt werden. D.h., dass die hier anzuführenden Wissensbestandteile nur dann kompetenzrelevant sind, wenn sie innerhalb des hier eingrenzenden Handlungsrahmens liegen. Eine Teilkompetenz ist somit das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem damit korrespondierenden Wissen.

Teilkompetenzen	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
<b>Teilkompetenz 1</b>	... warten thermische Sensoren.	Aufbau eines Temperatursensors	Kalibrierung eines Temperatursensors	Gesetz der Wärmedehnung
<b>Teilkompetenz 2</b>	... erstellen Programme für Steuerungsabläufe.	Aufbau einer Speicher-programmierbaren Steuerung	Programmierung einer Speicher-programmierbaren Steuerung	Binäre Logik
<b>Teilkompetenz 3</b>	...	...	...	...

Bislang mussten Lehrkräfte an beruflichen Schulen, die einen kompetenzorientierten Unterricht konsequent umsetzen wollen, die vorausgehend dargestellte didaktische Transformation der Lernfelder selbst vollziehen. Eine Differenzierung in unterschiedliche Wissensarten war bzw. ist hier vermutlich eine Ausnahme, sodass sich in der Praxis aktuell offene Fragen u.a. in der Umsetzung und Ausschöpfung des Kompetenzanspruchs feststellen lassen:

- Bei genereller Unterrepräsentation von Wissensaspekten bzw. 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 Sachwissen und Reflexionswissen entspricht einem Festhalten am bzw. einer Rückkehr zum ehemaligen Fachunterricht. Anstelle von Kompetenz wird hier (träges) Wissen vermittelt.

Von einem kompetenzorientierten Unterricht kann somit nur ausgegangen werden, wenn berufliches Fachwissen – hier differenziert in Sach-, Prozess- und Reflexionswissen – integrativ vermittelt wird. Um diesbezüglich die Lehrpläne anzureichern, haben erfahrene Lehrpersonen hier die Lernfelder des Berufs Elektroniker und Elektronikerinnen für Energie- und Gebäudetechnik von den dort festgeschriebenen Zielen ausgehend in die drei Wissensarten expliziert. Damit sind für eine Umsetzung kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichts die maßgeblichen curricularen Kernaspekte definiert. Lernziele im Sinne von komplexen Teilkompetenzen können so unmittelbar aus der Umsetzungshilfe entnommen und in die weiteren Schritte der Unterrichtskonzeption übertragen werden.

Über das nachfolgend konkretisierte Strukturkonzept erscheint es möglich, auf übergeordneter Ebene einer Umsetzungshilfe kompetenzbezogene und unterrichtsnahe Ziele eines beruflichen Lernens zu präzisieren. Damit werden die Schulen, Lehrkräfteteams und Lehrkräfte in ihren planerischen Auseinandersetzungen mit den Lernfeldern entlastet. Diese übergreifenden Festlegungen der Unterrichtsziele gehen dabei nicht zu Lasten der zwingend erforderlichen methodischen und pädagogischen Gestaltungsspielräume von Lehrkräfteteams und Lehrkräften. Damit ist das Strukturkonzept dieser Umsetzungshilfe eine gleichermaßen schlüssige und praktikable Grundlage für die Entwicklung von kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichtskonzepten, welche sich für eine zielführende und effiziente Arbeit von Lehrkräfteteams in der gemeinsamen Unterrichtsgestaltung nutzen lässt.

## 5 Grundlagen eines kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichts

Ausgehend von den konkretisierten Teilkompetenzen, in welchen Handlungs- und Wissensanspruch jeweils zusammenhängend expliziert sind, ist ein beruflicher Unterricht zu entwickeln, der von beruflichen (Teil-)Handlungen und Handlungskontexten ausgeht (Spalte 1 der Lernfeldmatrix), dazu jeweils Handlungsräume für den Erwerb des Prozesswissen eröffnet (Spalte 3 der Lernfeldmatrix) und adäquate Zugänge und Verständnisräume für Sach- und Reflexionswissen (Spalten 2 und 4 der Lernfeldmatrix) bereithält. Somit gilt es – ausgehend von der betrieblich-beruflichen Realität – komplexe Lernsituationen zu generieren, in welchen ein Aggregat mehrerer beruflicher Teilkompetenzen – also die Zeilen der Lernfeldmatrix – so umgesetzt werden kann, dass sich eine aufgaben- bzw. problembezogene Sinneinheit ergibt, welche möglichst viele der jeweils adressierten Wissensaspekte aus allen drei Wissensfacetten integriert. Je nach Größe eines Lernfelds ergibt sich eine Aufgliederung in mehrere – meist drei bis vier – Lernsituationen. Lernsituationen lassen sich damit zum einen als Ansatz zur schlüssigen Kontextualisierung des beruflichen Unterrichts und zum andern als sinnvolle Bündelung von Kompetenzen in beruflichen Problemstellungen beschreiben.

Für deren Generierung und Ausgestaltung erscheinen die nachfolgend dargestellten Orientierungspunkte und -konzepte zielführend (Abb. 2).

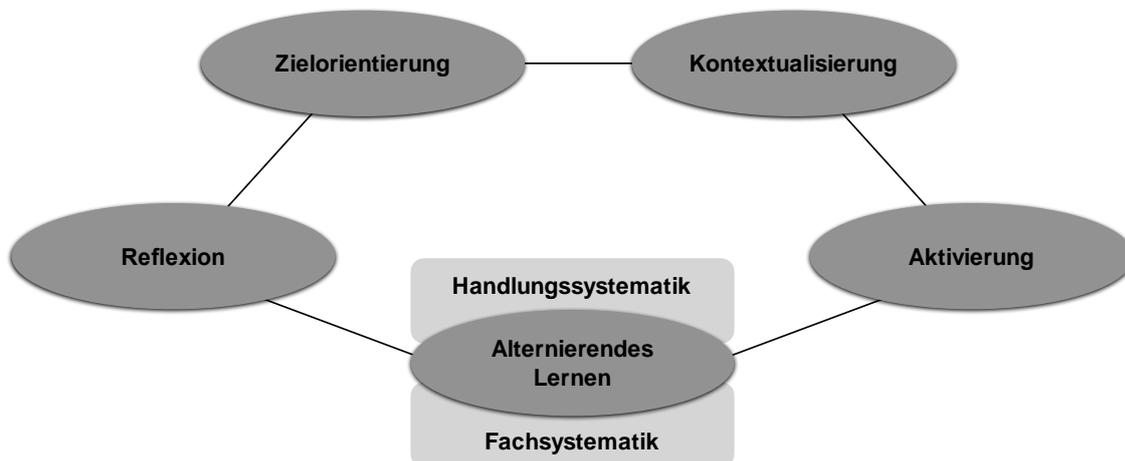


Abbildung 4: Prinzipien eines kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichts in technischen Berufen

### 5.1 Zielorientierung

Mit dem vollständigen Curriculum nach Robinsohn kam die Zielorientierung in das deutsche (Berufs-)Bildungssystem. 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 also die den (beruflichen) Zielhandlungen zugeordneten Wissensaspekte. Ein kompetenzorientiertes Lernziel muss sich somit auf das Aggregat aus einer beruflichen Handlung und dem diesem zugeordneten Wissen beziehen. Es sollte möglichst so formuliert werden, dass sein Erreichen feststellbar und bewertbar ist.

## 5.2 Kontextualisierung

Der Erwerb beruflicher Kompetenzen erfordert eine Antizipation, evtl. Fiktion und auch (bedingte) Realisierung beruflicher Handlungen und damit authentische Handlungskontexte. Damit ist zum einen die konkrete Lernumgebung (räumlich, maschinell, infrastrukturell, kommunikativ ...) gemeint, zum anderen deren Prozesse und Aufgabenstellungen. Beruflicher Unterricht ist in dem Maße kontextualisiert, indem die Lernenden ein betriebliches Szenario wahrnehmen und sich darauf einlassen. Kontextualisierung entsteht somit nicht durch das Betrachten von betrieblichen Gegenständen oder audiovisuellen Medien, aber umgekehrt auch nicht durch den Versuch, betriebliche Abläufe, Prozesse (z.B. Mauern einer Wand) unmittelbar in der Unterrichtspraxis nachzustellen. Kontextualisierung wird durch eine anspruchsvolle Lernsituation aufgebaut, in welcher berufliches Handeln unter berufsschulischen Bedingungen nachvollzogen, reflektiert, eingeordnet etc. wird. Förderlich können hierbei lernortkooperative Szenarien sein, bspw. wenn im Rahmen von Projekten schulische und betriebliche Lernräume einen korrespondierenden Gesamtkontext bilden.

## 5.3 Aktivierung

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

## 5.4 Handlungssystematisches Lernen

Folgt ein Lernprozess einer beruflichen Aufgabe oder einer beruflichen Tätigkeit, liegt diesem eine sog. Handlungssystematik zugrunde. D.h., 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, welche zum einen unmittelbar sinnstiftend (und damit motivierend) wirkt, zum anderen eine nachfolgende Reproduktion der Handlung ermöglicht. Konkrete Aktivitäten der Lernenden sind in diesem Fall auf die Erschließung und Erprobung ausgerichtet. In der Lernsituation „Parametrierung eines Frequenzumrichters“ (grau hinterlegte

Lernphasen, Abschnitt 6.1.4 S. 89ff.) sind dies u.a. „Erstellen der Schaltpläne für die FU Steuerung“ oder „Aufbau der Steuerung am Arbeitsplatz. Inbetriebnahme und Anlagenprüfung“.

## 5.5 Fachsystematisches Lernen

Ist ein Lernprozess in die Systematik eines spezifischen Fach- oder Wissenschaftsbereichs eingebettet, liegt diesem eine sog. Fachsystematik zugrunde. D.h., dass alles, was hier gelernt wird, in einen fachlichen Gesamtzusammenhang eingeordnet ist, sich somit also allgemein und objektiv darstellt. Unabhängig von den möglichen Anwendungsräumen des dabei erworbenen Wissens wird dieses in einer Zusammenhangslogik erworben, welche zum einen Anschlüsse an explizite Vorwissensbestände ermöglicht, zum anderen mit dem neu erworbenen Wissen auch dessen übergreifende Systematisierung vermittelt. Konkrete Aktivitäten der Lernenden sind in diesem Fall auf die Analyse, Systematisierung, Relativierung und Einordnung ausgerichtet. In der Lernsituation „Parametrierung eines Frequenzumrichters“ (weiß hinterlegte Lernphasen, Abschnitt 6.1.4 S. 89ff.) sind dies u.a. „Beschreiben der Spannungsverläufe“ oder auch „Erarbeiten der U/f Steuerkennlinie“.

## 5.6 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 und Verknüpfung. Um also ein handlungsbezogenes Verstehen oder ein wissensbasiertes Handeln im Sinne kognitiv reflektierter Problemlösungen zu ermöglichen, ist ein Alternieren zwischen zwei unterschiedlichen Lernprozessen erforderlich. Der eine folgt einer Handlungssystematik, der andere einer Fachsystematik. Diese beiden Paradigmen schließen sich dabei jedoch nicht aus, sondern ergänzen sich und führen erst in einem sinnvollen Alternieren zu einem kompetenzorientierten Unterricht. Je nach Thema, Entwicklungsstand der Lernenden und Gesamtkontext ergeben sich dabei Intervalle und Lernstrecken, die für die Lernenden eine Integration von Denken und Tun gewährleisten. Sehr kurze oder überlange Lernstrecken ausschließlich in einem Lernparadigma zu absolvieren, erscheint wenig zielführend.

## 5.7 Reflexion und Kontrolle

Kompetenzerwerb erfordert vielfältige adäquate Rückmeldungen. D.h., dass ein kompetenzorientierter Unterricht Reflexionen sowohl für die Lernhandlungen als auch für den Wissenserwerb beinhalten muss. Handlungsrückmeldungen sind funktional; sie zeigen den Lernenden, ob ein Teilschritt oder eine Gesamtaufgabe richtig umgesetzt wurden bzw. 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 ein Sachzusammenhang verstanden wurde oder – darüber hinaus – ob dessen naturwissenschaftlich-technischen Hintergründe oder mathematischen Bezüge verstanden wurden. Sie geben Informationen, 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 bewertete 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.

### **Fazit**

Neben den skizzierten Aspekten ließen sich hier noch weitere Erfolgsfaktoren für einen kompetenz- und handlungsorientierten Unterricht anführen oder auch die hier dargestellten Orientierungspunkte noch ausführlicher 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. Kompetenz- und handlungsorientierter 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 selbständigen Expertinnen und Experten machen. Um dies zu erreichen, müssen Kompetenzen als Lernziele gesetzt werden, in welchen Handlungs- und Wissensaspekte korrespondieren (5.1). Der Unterricht ist in einem möglichst authentischen Berufskontext einzubetten (5.2). Über eine die Lernenden aktivierende Gesamtplanung (5.3) müssen handlungssystematische Lernwege (5.4) und fachsystematische Lernwege (5.5) so zusammengestellt werden, dass sie von den Lernenden alternierend (5.6) erschlossen werden können. Schließlich sind alle Lernwege so auszustatten, dass die Lernenden möglichst gut wahrnehmen können, was sie erreicht haben und was nicht (5.7). Welche einzelnen Methoden, Medien und Materialien dabei eingesetzt werden, ist ebenso offengehalten, wie die eingesetzten Sozial- oder Interaktionsformen. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass auch hier – wie für jeden realen beruflichen Unterricht – eine Annäherung an die gesetzten Prämissen gilt, „ein Optimum“ aber nie erreicht werden kann. Umgekehrt ist jedoch festzustellen, dass ein beruflicher Unterricht, der einen der festgestellten Orientierungspunkte völlig ausspart, absehbar kaum kompetenz- und handlungsorientiert wirken kann.

## 6 Lernfeldmatrizen

Im folgenden Kapitel sind die Lernfelder über sog. Lernfeldmatrizen konkretisiert. Dabei werden, wie in Kapitel 4 skizziert, die einzelnen Teilkompetenzen eines Lernfeldes analysiert und beschrieben. In jeder Teilkompetenz wird einer konkreten beruflichen Handlung aus dem Lernfeld das korrespondierende Wissen zugeordnet. Dieser Ansatz wird für alle 13 Lernfelder des Ausbildungsberufs Elektroniker und Elektronikerin FR Energie- und Gebäudetechnik umgesetzt.<sup>6</sup>

Weiterhin ist ein Abgleich zwischen Lernfeldmatrix und Lernsituationen erfolgt. Dabei werden die Zuordnungen der Wissens- bzw. Kompetenzaspekte farblich gekennzeichnet und damit überprüft, ob durch die Lernsituationen alle Aspekte adressiert werden. Ist dies nicht der Fall, sind die Lernsituationen anzupassen oder auch weitere zu ergänzen. Eine ausführliche Beschreibung zur Umsetzung des didaktischen Konzepts wird am Beispiel des Lernfeldes 8 im Kapitel 7.1 erläutert.

Die Lernfelder lassen sich wie folgt den Bündelungsfächern zuordnen. So können Lehrkräfte gezielt die relevanten Lernfeldmatrizen identifizieren, um davon ausgehend eigene Lernsituationen und Unterrichtskonzeptionen auszuarbeiten.

Tabelle 1: Bündelungsfächer aus der Lehrplanrichtlinie

<b>Jahrgangsstufe 10</b>			
<b>Fächer und Lernfelder</b>		<b>Zeitrichtwerte in Stunden</b>	
<b>Nr.</b>			
<b>System- und Gerätetechnik</b>		<b>84</b>	
1	Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben	84	
<b>Installations- und Energietechnik</b>		<b>84</b>	
2	Elektrische Systeme planen und installieren	84	
<b>Steuerungstechnik</b>		<b>72</b>	
3	Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren	72	
<b>IT-Systeme</b>		<b>72</b>	
4	Informationstechnische Systeme bereitstellen	72	

<sup>6</sup> Da die Lernfelder 12 und 13 inhaltlich große Schnittmengen aufweisen und gemeinsam im Fach „Gebäudesystemtechnik“ gebündelt werden, wird eine gemeinsame Lernfeldmatrix auf Seite 81 dargestellt.

<b>Jahrgangsstufe 11</b>			
<b>Fächer und Lernfelder</b>		<b>Zeitrichtwerte in Stunden</b>	
<b>Nr.</b>			
<b>System- und Gerätetechnik</b>		<b>60</b>	
6	Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen	60	
<b>Installations- und Energietechnik</b>		<b>84</b>	
5	Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren	84	
<b>Steuerungstechnik</b>		<b>156</b>	
7	Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren	84	
8	Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren	72	

<b>Jahrgangsstufe 12/13 FR Energie- und Gebäudetechnik</b>			
<b>Fächer und Lernfelder</b>		<b>Zeitrichtwerte in Stunden</b>	
<b>Nr.</b>			
<b>System- und Gerätetechnik</b>		<b>84</b>	
10 EG	Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben	84	
<b>Installations- und Energietechnik</b>		<b>70</b>	
11 EG	Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten	70	
<b>Kommunikationssysteme</b>		<b>98</b>	
9 EG	Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren	98	
<b>Gebäudesystemtechnik</b>		<b>126</b>	
12 EG	Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren	70	
13 EG	Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren	56	

## 6.1 Lernfeldmatrix LF 1: Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben

**Lernfeld**

**84 Std.**

### **Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben**

#### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, auftragsbezogen elektrotechnische Systeme zu analysieren, Funktionen zu prüfen und Fehler zu beheben.**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren betriebliche Arbeitsaufträge und **informieren** sich auch über zugehörige Aufgaben, Arbeitsanforderungen, Tätigkeiten und Arbeitsprozesse in ihrem betrieblichen Umfeld (*Betriebliche Strukturen, Arbeitsorganisation, betriebliche Kommunikation, Produkte, Dienstleistungen*). Sie analysieren elektrotechnische Systeme auf der Anlagen-, Geräte-, Baugruppen- und Bauelementeebene sowie Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Ebenen. Die Schülerinnen und Schüler beschaffen sich dazu, auch unter Einsatz digitaler Medien, Informationen und werten diese hinsichtlich der Vorgaben der Arbeitsaufträge aus (*Verhalten und Kennwerte exemplarischer Bauelemente und Funktionseinheiten*). Fremdsprachige technische Dokumentationen werten sie unter Zuhilfenahme von Hilfsmitteln aus.

Die Schülerinnen und Schüler **planen** die Umsetzung der Arbeitsaufträge unter Beachtung des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes (*DGUV*) mit Methoden der Arbeits-, Zeit- und Lernplanung. Dazu lesen und erstellen sie technische Unterlagen (*Schaltpläne, Schaltzeichen*).

Sie **entscheiden** sich auf Grundlage der Planungen für einen Umsetzungsansatz.

Im Team bestimmen sie Funktionen und Betriebsverhalten, Bauelemente und Baugruppen sowie deren Aufgaben in elektrotechnischen Systemen und **ermitteln** auftragsbezogen elektrische Größen messtechnisch sowie rechnerisch zur Analyse und Prüfung von Grundsaltungen (*Grundsaltungen, elektrische Grundgrößen, allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik*). Sie tauschen sich unter Anwendung von Fachsprache über ihre Erkenntnisse aus.

Die Schülerinnen und Schüler **prüfen** die Funktion elektrischer Schaltungen und Betriebsmittel. Sie analysieren und beheben Fehler (*Messverfahren, Funktionsprüfung, Fehlersuche*). Dabei handeln sie verantwortungsbewusst unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Aspekte (*Gefahren des elektrischen Stromes, Sicherheitsregeln, Arbeitsschutz*).

Sie dokumentieren und **bewerten** die gewonnenen Erkenntnisse.

Lernfeld 1: Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 1-1	... stimmen betriebliche Arbeitsaufträge ab.	<b>Betriebliche Strukturen:</b> Handwerksbetrieb Mittelständisches Unternehmen  <b>Betriebliche Kommunikation:</b> Modernere Medien  <b>Arbeitsorganisation:</b> Gestaltung des Arbeitsplatzes  <b>Produkte, Dienstleistungen:</b> Ausgeführte und geplante elektrotechnische Tätigkeiten	Information über zugehörige Aufgaben, Arbeitsanforderungen, Tätigkeiten und Arbeitsprozesse in ihrem betrieblichen Umfeld Herausfiltern von wesentlichen Informationen aus einem Arbeitsauftrag  Weiterleitung von Kundenanfragen an den zuständigen Ansprechpartner  Auswertung betrieblicher Vorgaben und Hinweise	Aufbau und Aufgabe eines Organigramms  Unterscheidung zwischen Linienorganisation, Stab-Linien- Organisation und Matrixorganisation
LF 1-2	... erfassen die Haupt- und Teilfunktionen von elektrischen Systemen.	<b>Modularer Aufbau elektrischer Anlagen:</b> Anlagen-, Geräte-, Baugruppen- und Bauelementebene  <b>Eigenschaften von elektrischen Systemen:</b> Ein- und Ausgänge Funktion, Zerlegbarkeit	Zerlegung elektrischer Systeme in ihre Komponenten  Zuordnung bestimmter Aufgaben an die richtige Baugruppe Benennung von Hauptfunktion von elektrischen Systemen Umgang mit Funktionsbeschreibung und Datenblättern	<b>Formen der Nutzenergie</b>  Energie- und Datenfluss
LF 1-3	... legen Arbeitsschritte für die Umsetzung von Kundenaufträgen unter Beachtung des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes fest.	<b>Sicherheits- und Gesundheitsschutz:</b> Maßnahmen bei Stromunfällen Arbeitsschutzkleidung	<b>Beachtung von Hinweisschildern</b> 5 Sicherheitsregeln einhalten	Zusammenhang zwischen Strom und Einwirkungsdauer

		<p>5 Sicherheitsregeln Gefahrenwerkstoffe Arbeitsschutz Ergonomie am Arbeitsplatz</p>	<p>Protokollieren und Dokumentieren einer Sicherheitsunterweisung Auswahl bestimmter Gesetze und Vorschriften (DIN-VDE-Vorschrift, DGUV etc.) Umgang mit Fachliteratur</p>	<p>Recycling von Gefahrenwerkstoffen</p> <p>Umgang Diagramm Zeit- und Stromstärke-Bereiche</p>
LF 1-4	... führen Baugruppen zu einer elektrischen Anlage zusammen.	<p><u>Schaltpläne:</u> Zeichnungsarten in der Elektrotechnik Elektrische Betriebsmittel und Kennbuchstaben Normung Spannungsarten <u>Vereinfachter Stromlaufplan</u> Baulemente und deren Eigenschaften, Schaltzeichen (Schalter, Sicherung, Taster, Widerstand, Lampe ...) Technologieschema</p>	<p>Erstellung einer funktionsbezogenen Übersicht von Anlagen, Geräten, Baugruppen und Bauelementen Zeichnung von einfachen Stromlaufplänen Umgang mit Fachliteratur und Datenblättern</p>	<p>Einfacher Wirkzusammenhang zwischen elektrischen Modulen, z. B. über eine funktionsbezogene Darstellung</p> <p>Kenndaten exemplarischer Bauelemente, z. B. Wechselrichter, Primär- und Sekundärelement ...</p>
LF 1-5	... ermitteln auftragsbezogen elektrische Größen.	<p><u>Basiskompetenzen</u> Formeln umstellen Umgang mit Taschenrechner</p> <p><u>Elektrische Grundgrößen</u> (<math>Q, \varphi, U, I, R, P, W</math>): technische Vorsilben, Formelzeichen und Einheiten Gesetzmäßigkeiten Bezeichnungen <u>Ausgewählte physikalische Grundgrößen</u> (<math>F, W, A, l, V, usw.</math>) <u>Grundsaltungen:</u> Reihenschaltung, Parallelschaltung, gemischte</p>	<p>Bedienung von Messgeräten</p> <p>Messung und Berechnung von elektrischen Grundgrößen Anwendung der Gesetzmäßigkeiten auf die Grundsaltungen Dimensionierung eines elektrischen Bauteils für ein reales Problem</p> <p>Umgang mit Taschenrechner</p>	<p>Zusammenhang zwischen Anzahl der Elektronen und Ladungsmenge (Elektrizitätsmenge) Bezugspfeil-System Bohrsches Atommodell Arten der Spannungserzeugung Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand (Ohm'sches Gesetz) Anwendung der Kirchhoffschen Regeln und der Maschenregel</p>

		<p>Schaltung, Brückenschaltung          Spannungsteiler          Wirtschaftlichkeit          Wirkungsgrad, Kosten der elektrischen Arbeit</p>		<p>Widerstandsgerade          Leistungshyperbel</p>
LF 1-6	... bestimmen Funktion und Betriebsverhalten von Bauteilen.	<p>Aufbau, Funktion und Wirkungsweisen von ...          ... nichtlinearen Bauteilen:          PTC, NTC, LDR, PT100, VDR und DMS          ... weiteren elektrischen Betriebsmitteln:          Kondensator, Spule, LED, Transformator, Potentiometer etc.</p>	<p>Ermittlung des Widerstandswertes in Abhängigkeit weiterer physikalischer Größen          Auswahl passender Bauteile nach Anforderungen          Justierung/Parametrierung der Bauteile          Umgang mit Datenblättern und Fachliteratur</p>	<p>Wechselwirkung zwischen Strom, Spannung, Widerstand und einer physikalischen Größe          Auswertung von Kennlinien          Logarithmische Darstellung          Kenngrößen des elektrischen und magnetischen Feldes</p>
LF 1-7	... prüfen die Funktionsfähigkeit elektrischer Schaltungen und Betriebsmittel und beheben ggf. Fehler.	<p>Messverfahren:          Widerstand-, Strom-, Spannungs-, Leistungsmessung (direkt und indirekt)          Stromfehler-, Spannungsfehlerschaltung          Elektrizitätszähler/Smart Meter          Aufbau und Funktionsweise          Messgeräte:          Strommessgerät          Spannungsmessgerät          Ohmmeter, Multimeter          Durchgangsprüfer</p>	<p>Auswahl passender Messverfahren und Messgeräte          Ermittlung von Nenndaten          Austausch von Betriebsmitteln          Bauelemente          Umgang mit Funktionsbeschreibungen und Betriebsmittelanleitungen          Festhaltung von Ergebnissen aus der Prüfung</p>	<p>Digitale Anzeige          Analoge Anzeige          Fehlerrechnung bzw. Parallaxenfehler          Messfehlerbewertung bzw. Messtoleranzen</p>

### **LS 1: Erstellung einer Mitschrift der Baubesprechung für den weiteren Planungsverlauf (ca. 60 %)**

Für ein Einfamilienhaus nach KfW-55-Standard soll in Grundzügen auf die Elektroinstallation näher eingegangen werden. Dabei äußert der Bauherr in der ersten Baubesprechung seine Umsetzungswünsche, die in einer Mitschrift festgehalten werden sollen (Produkte, Dienstleistungen). Im Anschluss wird über die Realisierbarkeit in der Firma mit z.B. einem Beauftragten für Beleuchtungstechnik gesprochen (betriebliche Struktur und Kommunikation). Anhand eines Bereichs soll die Eigenschaft eines elektrischen Systems (Wirksamkeit, modularer Aufbau etc.) näher untersucht werden. Alle Informationen sollen im letzten Schritt dem Firmeninhaber vorgelegt werden, der dann wiederum den Kontakt zum Bauherrn sucht. Im weiteren Verlauf soll für die PV-Anlage des Einfamilienhauses ein Komplettangebot auf Basis der Baubesprechung erstellt werden. Dabei wird die maximale Anzahl der verbauten Module anhand der Grunddaten der Module errechnet. Nach dem Erstellen des Belegungsplans werden passende PV-Module nach Anforderungskriterien (Strom, Spannung und Leistung) ausgewählt, die Beschaltung besprochen (Reihen-, Parallel- und gemischte Schaltung) und der richtige Wechselrichter durch Vorgabe der Gesamtspannung und -stromstärke ausgesucht. Hierbei wird auf eine smarte Anbindung für den DC-Speicher und eine mögliche Ansteuerung einer E-Patrone geachtet. Zum Schluss werden die Ergebnisse digital zusammengeführt und an den Kunden weitergeleitet.

### **LS 2: Smart-Meter-Installation am Einspeisepunkt (ca. 15 %)**

Im Einspeisepunkt soll ein Smart Meter die Information über einen möglichen Überschuss an PV-Energie liefern. Dabei soll im Vorfeld die Energieaufnahme der verbauten Geräte im Haus errechnet und ins Verhältnis zur PV-Energie (siehe Verschaltung aus LS 2) gesetzt werden. Daraus wird eine mögliche Kostenersparnis (Kosten der elektrischen Arbeit, Wirkungsgrad) für den Bauherrn errechnet.

### **LS 3: Justierung eines Temperatursensors für Warmwasser-Pufferspeicher (ca. 15 %)**

Die überschüssige PV-Energie kann entweder für den DC-Speicher oder für den 500-Liter-Pufferspeicher genutzt werden. Um die Temperatur in diesem zu erfassen, muss ein passender Sensor (nichtlinearer Widerstand) in den Pufferspeicher integriert werden. Liegt diese unterhalb von 40 C, wird die PV-Energie über eine E-Patrone zum Pufferspeicher geführt (evtl. Anknüpfung an LF 3).

### **LS 4: Fehlersuche auf Fotovoltaik-Platine für Wärmepumpe (ca. 10 %)**

Eine Kommunikation zwischen Wechselrichter und Wärmepumpe ist nur über eine Fotovoltaik-Platine möglich. Da bei der Inbetriebnahme keine Kommunikation aufgebaut werden kann, muss diese messtechnisch durchgetestet (Aufbau und Funktionsweise von Messgeräten, analog versus digital, Messfehler, Messfehlerberechnung) werden.

## 6.2 Lernfeldmatrix LF 2: Elektrische Systeme planen und installieren

**Lernfeld**

**84 Std.**

### **Elektrische Systeme planen und installieren**

#### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, elektrische Systeme auftragsbezogen zu planen und zu installieren.**

Die Schülerinnen und Schüler **analysieren** Kundenaufträge zur Installation der Energieversorgung von Anlagen und Geräten. Dazu werten sie Informationen, auch in fremder Sprache, aus (*Sicherheitsbestimmungen, Energiebedarf, Betriebsmittelkennndaten*). Sie informieren sich über die Gefahren des elektrischen Stromes, gesundheitsgefährdender Baustoffe (*Asbest*) sowie des baulichen und vorbeugenden Brandschutzes.

Die Schülerinnen und Schüler **planen** unter Berücksichtigung typischer Netzsysteme und der erforderlichen Schutzmaßnahmen auftragsbezogene Installationen (*Schalt- und Installationspläne*), auch unter Nutzung digitaler Medien. Dazu beachten sie typische Abläufe und bestimmen die Vorgehensweise zur Auftrags Erfüllung, Materialdisposition und Abstimmung mit anderen Beteiligten (*Auftragsplanung, Arbeitsorganisation*). Sie ermitteln die für die Errichtung der Anlagen entstehenden Kosten, erstellen Angebote und erläutern diese den Kunden (*Kostenberechnung, Angebotserstellung*). In der Kommunikation mit allen Auftragsbeteiligten wenden sie elektrotechnische Fachbegriffe an.

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** die Arbeitsmittel **aus** und koordinieren den Arbeitsablauf. Sie bemessen die Komponenten und wählen diese unter funktionalen, ökonomischen und ökologischen Aspekten aus (*Installationstechnik, Leitungsdimensionierung*).

Sie **errichten** Anlagen, nehmen diese in Betrieb, protokollieren Betriebswerte und erstellen Dokumentationen (*Auftragsrealisierung, Schaltplanarten*). Sie wenden die gesetzlichen Unfallverhütungsvorschriften (*DGUV*) und Sicherheitsregeln (*DIN, VDE*) zum Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes an.

Die Schülerinnen und Schüler **prüfen** die Funktionsfähigkeit der Anlagen. Sie suchen und beseitigen Fehler. Sie demonstrieren die Funktion der Anlagen, übergeben diese an die Kunden und weisen in deren Nutzung ein. Sie erstellen ein Aufmaß als Grundlage für eine Rechnungsstellung (*Kostenberechnung*).

Sie **bewerten** ihre Arbeitsergebnisse zur Optimierung der Arbeitsorganisation.

Lernfeld 2: Elektrische Systeme planen und installieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 2-1	... stimmen Kundenanforderungen für die Installation der Energieversorgung von elektrischen Anlagen und Geräten mit dem Kunden ab.	<u>Kundenanforderungen:</u> <b>Anforderungslisten</b> <b>Kundengespräch</b>  <u>Kundenauftrag:</u> <b>Phasen eines Kundenauftrags</b>  <u>Energieversorgung:</u> <b>Öffentliche Energieversorgung</b> <b>Energetische Autarkie</b>	<u>Auftragsorganisation:</u> <b>Ermittlung der Kundenanforderungen</b> <b>Festlegung der Auftragsabwicklung</b>  <u>Auftragsplanung:</u> <b>Beratung hinsichtlich der Energieversorgung</b>	<u>Kundenauftrag:</u> <b>Bedeutung der Phasen eines Kundenauftrags</b>  <u>Energieversorgung:</u> <b>Grenzen einer energetischen Autarkie</b>
LF 2-2	... überprüfen Kundenanforderungen bei Elektroinstallationen auf energieeffiziente und sicherheitstechnische Umsetzungsmöglichkeit.	<u>Kundenanforderungen:</u> <b>Wirtschaftliche Machbarkeit</b> <b>Technische Realisierung</b>  <u>Energiebedarf:</u> <b>Elektrische Leistung &amp; Energie</b> <b>Wirkungsgrad &amp; Stromaufnahme</b>  <u>Sicherheitsbestimmungen:</u> <b>VDE-geprüfte Betriebsmittel</b> <b>Schutz gegen elektrischen Schlag nach DIN-VDE 0100-410</b> <b>Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom nach DIN-VDE 0100-430</b>	<u>Auftragsorganisation:</u> <b>Durchführung einer Machbarkeitsanalyse</b>  <u>Auftragsplanung:</u> <b>Auswahl energieeffizienter Betriebsmittel</b> Planung von sicheren Elektroinstallationen  <u>Informationsbeschaffung:</u> <b>Umgang mit Betriebsanleitungen und Datenblättern</b>	<u>Kundenanforderungen:</u> <b>Organisatorische, zeitliche und rechtliche Umsetzungsmöglichkeiten</b>  <u>Energiebedarf:</u> <b>Auswirkungen von Betriebsmittelkenndaten auf Ökologie</b>  <u>Sicherheitsbestimmungen:</u> <b>Bedeutung von Sicherheitsbestimmungen für Elektroinstallationen</b>

LF 2-3	... erstellen für auftragsbezogene Elektroinstallationen ein Angebot.	<u>Angebot:</u> Bestandteile eines Angebots Kostenkalkulation und -berechnung  <u>Elektroinstallation:</u> Installationsschaltungen Dienstleistungen & Materialien  <u>Software:</u> Tabellenkalkulationsprogramm Textverarbeitungsprogramm	<u>Auftragsplanung:</u> Erstellung eines Angebots für eine auftragsbezogene Elektroinstallation Umgang mit Tabellenkalkulationsprogramm und Textverarbeitungsprogramm	<u>Angebot:</u> Unterscheidung Kostenvoranschlag und Angebot
LF 2-4	... entwickeln Schalt- und Installationspläne für auftragsbezogene Elektroinstallationen.	<u>Installationstechnik:</u> Richtlinie für elektrische Anlagen in Wohngebäuden (RAL-RG 678) Verlegearten & Installationszonen Schaltplanarten & Schaltzeichen Betriebsmittelkennzeichen Netzsysteme Technikzentrale Installationsschaltungen	<u>Auftragsplanung:</u> Beachtung von Vorgaben bei Elektroinstallationen Rechnergestützte Erstellung von Schalt- und Installationsplänen	<u>Installationstechnik:</u> Aufbau und Funktion einer Technikzentrale
LF 2-5	... dimensionieren Leitungen und wählen Überstrom- sowie Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für Leitungen aus.	<u>Leitungsdimensionierung:</u> Verlegearten und Strombelastbarkeit von Leitungen  <u>Schutzeinrichtungen:</u> Überstrom-Schutzeinrichtungen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	<u>Auftragsplanung:</u> Dimensionierung von Leitungen Ermittlung der Gesamtstromaufnahme Auswahl geeigneter Schutzeinrichtungen	<u>Leitungsdimensionierung:</u> Zusammenhang Brandschutz und Leitungsdimensionierung  <u>Schutzeinrichtungen:</u> Installationskonzept mit RCD- und LS-Schaltern

LF 2-6	... fertigen eine Werkzeug- und Materialliste für auftragsbezogene Elektroinstallationen an.	<u>Arbeitsplan:</u> <b>Bestandteile eines Arbeitsplans</b>  <u>Werkzeugliste:</u> <b>Einsatzzwecke der Arbeitsmittel</b>  <u>Materialliste:</u> <b>Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel nach DIN-VDE 0100-500</b> <b>Bedarfsermittlung von Material</b>	<u>Auftragsplanung:</u> <b>Erstellung eines Arbeitsplans sowie einer Werkzeug- und Materialliste</b>  <u>Auftragsrealisierung:</u> <b>Handhabung von Arbeits- und Betriebsmitteln</b>  <u>Informationsbeschaffung:</u> <b>Umgang mit Bedienungsanleitung, Datenblatt etc.</b>	<u>Materialliste:</u> <b>Disposition von Material</b> <b>Auswahl von energieeffizienten Betriebsmitteln</b>
LF 2-7	... halten Bestimmungen und Sicherheitsregeln beim Arbeiten an und in der Nähe von elektrischen Anlagen ein.	<u>Gefahrenquellen:</u> <u>Elektrischer Strom:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohm'sches Gesetz</li> <li>• Wirkungsbereiche</li> </ul> <b>Gesundheitsgefährdende Stoffe</b>  <u>Sicherheitsbestimmungen:</u> <b>DGUV &amp; 5 Sicherheitsregeln</b> <b>Brandschutz</b>	<u>Auftragsrealisierung:</u> <b>Abstimmung der Gewerke</b> <b>Wahrnehmung von Gefahrenquellen bei Elektroinstallationen</b> <b>Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen und Sicherheitsregeln bei Elektroinstallationen</b>	<u>Gefahrenquellen:</u> <b>Biologische und chemische Zusammenhänge zwischen elektrischem Strom und Körper</b>  <u>Sicherheitsbestimmungen:</u> <b>Lebensgefahr bei Missachten der Sicherheitsregeln</b>
LF 2-8	... errichten elektrische Anlagen.	<u>Elektrische Anlagen:</u> <b>Technikzentrale</b> Installationsschaltungen  <u>Komponentenanschluss:</u> <b>Grundgrößen der Elektrotechnik</b> <b>Elektrogrundschaltungen</b>	<u>Auftragsrealisierung:</u> <b>Montage der Komponenten in der Technikzentrale bzw. in Räumen</b> <b>Anschluss der Komponenten</b>	<u>Komponentenanschluss:</u> <b>Elektrogrundschaltungen in der Installationstechnik</b>  <u>Ökologie:</u> <b>Recycling von Elektroabfällen</b>

<p>LF 2-9</p>	<p>... prüfen die Funktionsfähigkeit der elektrischen Anlagen und beseitigen ggf. Fehler.</p>	<p><u>Prüfungen nach DIN-VDE:</u>  <b>Anforderungen an die Erstprüfung elektrischer Anlagen</b>  <b>Besichtigung von elektrischen Anlagen nach DIN-VDE 0100-400:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Leitungsbeschädigungen</b></li> <li>• <b>Farbgebung nach Norm</b></li> <li>• <b>Leitungsdimensionierung</b></li> </ul> <p><b>Prüfungen an elektrischen Anlagen nach DIN-VDE 0100-600:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sicherheit</b></li> <li>• <b>Funktionsfähigkeit</b></li> </ul> <p><b>Bestandteile eines Prüfberichts</b></p> <p><u>Instandsetzung:</u>  <b>Fehlerquellen</b>  <b>Fehlerarten</b></p>	<p><u>Auftragsplanung:</u>  <b>Auswahl von Messgeräten</b>  <b>Eingrenzen von Fehlerursachen</b></p> <p><u>Auftragsrealisierung:</u>  <b>Durchführung einer Sicht- und Funktionsprüfung</b>  <b>Bedienung von Messgeräten</b>  <b>Durchführung einer messtechnischen Fehlersuche</b>  <b>Beseitigung von Fehlern</b>  <b>Erstellung eines Prüfberichts</b></p>	<p><u>Normen:</u>  <b>Grenzen der DIN-VDE 0100-600</b></p> <p><u>Messgeräte:</u>  <b>Ein- und zweipoliger Spannungsprüfer</b></p> <p><u>Instandsetzung:</u>  <b>Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der Installationstechnik</b></p>
<p>LF 2-10</p>	<p>... übergeben Anlagen dem Kunden.</p>	<p><u>Dokumente einer Anlage:</u>  <b>Struktur und Aufbau von anlagentypischen Dokumenten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anlagendokumentation</b></li> <li>• <b>Inbetriebnahmeprotokoll</b></li> <li>• <b>Technische Dokumentation</b></li> </ul>	<p><u>Auftragsauswertung:</u>  <b>Erstellung einer Anlagendokumentation und eines Inbetriebnahmeprotokolls</b>  <b>Vorführung der Anlage</b>  <b>Erstellung eines Aufmaßes entsprechend Materialliste</b></p>	<p><u>Auftragsauswertung:</u>  <b>Nachweis- und Dokumentationspflicht für Gewährleistung</b>  <b>Aufmaß als Grundlage für Rechnungserstellung</b></p>

### **LS 1: Renovierung der Elektroinstallation eines Raumes (ca. 25 %)**

Ein Kunde beauftragt Ihren Ausbildungsbetrieb, die Elektroinstallation in einem Raum zu renovieren. Dabei soll die aktuelle Ausschaltung zur Wechselschaltung erweitert werden. Ebenso soll eine Steckdose installiert werden. Die SuS erstellen für diesen Kundenauftrag ein Angebot. Für die Auftragsrealisierung zeichnen die SuS den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung und beachten bei der Installation der Wechselschaltung die Gefahren des elektrischen Stroms sowie gesundheitsgefährdende Baustoffe. Sie kontrollieren die Funktionsfähigkeit der Anlage.

### **LS 2: Planung, Errichtung & Inbetriebnahme der Elektroinstallation eines Apartments (ca. 50 %)**

Die Auszubildenden erhalten den Auftrag die Elektroinstallation in einem Apartment zu planen und anschließend zu errichten. Sie untersuchen die auftragsbezogenen und raumbezogenen Besprechungsnotizen. Auf dieser Grundlage erstellen sie für die Elektroinstallation einen Installationsplan. Sie dimensionieren die zu verlegenden Leitungen und wählen geeignete Arbeitsmittel sowie Betriebsmittel (Schutzeinrichtungen, Schalter, Dosen, Kanal ...) aus. Anschließend installieren sie die elektrische Anlage. Abschließend führen die SuS die Inbetriebnahme und Erstprüfung der elektrischen Anlage durch, indem sie eine Sicht- und Funktionsprüfung durchführen. Sie erstellen ein Prüfprotokoll und tragen zum Abschluss die Dokumente für die Übergabe zusammen.

### **LS 3: Instandsetzung einer unsachgemäßen Elektroinstallation (ca. 15 %)**

Ein Kunde bemängelt eine defekte Elektroinstallation in einem Treppenhaus. Die SuS suchen den Fehler systematisch mit Messgeräten (Lampe defekt, Relais defekt ...) und beseitigen diesen. Sie beachten die Sicherheitsbestimmungen.

### **LS 4: Durchführung einer Kundenberatung zu einer energieeffizienten Elektroinstallation (ca. 10 %)**

Ein Kunde möchte sein Einfamilienhaus modernisieren und energieeffizienter gestalten. Die SuS führen Möglichkeiten von Energieeinsparung auf und beraten den Kunden hinsichtlich der funktionalen, ökonomischen und ökologischen Potenziale.

## 6.3 Lernfeldmatrix LF 3: Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren

**Lernfeld**

**72 Std.**

### **Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren**

#### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Steuerungen und Regelungen zu analysieren und zu realisieren.**

Die Schülerinnen und Schüler **analysieren** Anlagen und Geräte gemäß Kundenaufträgen und visualisieren deren strukturellen Aufbau sowie die funktionalen Zusammenhänge (*Blockschaltbild, EVA-Prinzip, Sensoren, Aktoren, Schnittstellen, logische Grundverknüpfungen*). Dazu werten sie Dokumentationen aus, bei fremdsprachigen auch unter Nutzung von Hilfsmitteln.

Die Schülerinnen und Schüler **planen** Steuerungen und Regelungen nach Kundenvorgaben (*Wirkungskette, Funktionsbeschreibungen, Speicherfunktionen*).

Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden zwischen Steuerungs- und Regelungsprozessen (*verbindungs- und speicherprogrammierte Signalverarbeitung*). Sie vergleichen Techniken zur Realisierung von Steuerungen und Regelungen, bewerten deren Vor- und Nachteile auch unter ökonomischen, ökologischen und sicherheitstechnischen Aspekten und **entscheiden** sich auftragsbasiert, auch im Team, für eine der Varianten.

Die Schülerinnen und Schüler **realisieren** Steuerungen sowie Regelungen und führen Änderungen und Anpassungen unter Beachtung geltender Normen, Vorschriften und Regeln durch. Dazu wählen sie Baugruppen und deren Komponenten nach Kundenanforderungen aus. Sie nehmen die Systeme in Betrieb und erfassen messtechnisch deren Betriebswerte. Sie dokumentieren die technische Umsetzung unter Nutzung von Standardsoftware und anwendungsspezifischer Software (*Technische Dokumentationen*), auch in fremder Sprache.

Die Schülerinnen und Schüler **prüfen** die Funktionsfähigkeit der Steuerungen und Regelungen und nehmen notwendige Einstellungen vor.

Sie analysieren, reflektieren und **bewerten**, auch im Team, die im Arbeitsprozess gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich einer Optimierung zukünftiger Vorgehensweisen.

Lernfeld 3: Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 3-1	... stellen den funktionalen Zusammenhang von Anlagen und Geräten dar.	<p><b>EVA-Prinzip, Schnittstellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabegrößen</li> <li>• Stellglieder</li> <li>• ...</li> </ul> <p>Visualisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blockschaltbild</li> <li>• Wirkungskette</li> <li>• Technologieschema</li> <li>• Stromlaufplan mit Schaltzeichen</li> </ul> <p>Sensoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktiv</li> <li>• passiv</li> </ul> <p>Aktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> <li>• Pumpen</li> <li>• ...</li> </ul>	<p>Visualisierung des strukturellen und funktionalen Aufbaus des Kundenauftrags mittels geeigneter Methoden</p>	<p>Physikalische/technische Hintergründe zu ausgewählten Sensoren</p>
LF 3-2	... planen Steuerungen und Regelungen nach Kundenvorgabe.	<p><b>Funktionsbeschreibung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedienelemente (Taster, Schalter)</li> <li>• Bedientableau</li> </ul> <p><b>Steuerungs- und Regelungsprozess</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerstrecke</li> <li>• Störgröße</li> <li>• Steuer- bzw. Reglereinrichtung</li> <li>• ...</li> </ul>	<p>Berücksichtigung von Kundenwünschen während des Planungsverlaufs</p> <p>Beratung der Kunden hinsichtlich des Ausgleichs von Störgrößen</p> <p>Festlegung einer Einschaltreihenfolge</p>	<p><b>Steuerungs- und Regelkreis</b></p>

LF 3-3	...entscheiden sich auftragsbezogen zwischen VPS und SPS.	<u>Verbindungs- und Speicherprogrammierbare Signalverarbeitung</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haupt- und Steuerstromkreis</li> <li>• analoge Steuerungen</li> <li>• binäre Steuerungen</li> <li>• digitale Steuerungen</li> </ul>	Vergleichung von VPS und SPS hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Kriterien  Umgang mit Herstellerkatalog	Vor-/Nachteile VPS bzw. SPS insbesondere ökonomische, ökologische und sicherheitstechnische Aspekte  Galvanische Trennung
LF 3-4	... wählen Baugruppen und Komponenten nach Kundenanforderung aus.	<u>Elektromagnetische Schalter</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haupt- und Hilfsschütz</li> <li>• Relais</li> <li>• Öffner- und Schließerkontakte</li> <li>• Kontaktspiegel</li> <li>• Motorschutzrelais</li> <li>• Stromstoßschalter</li> <li>• Zeitrelais</li> </ul>	Erstellung einer Geräteliste nach Auftragsvorgabe	Elektromagnetische Grundlagen
LF 3-5	... realisieren Steuerungen und Regelungen.	<u>VPS</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schützsaltungen</li> </ul> <u>SPS</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• logische Grundverknüpfungen</li> <li>• Wahrheitstabelle</li> <li>• Speicherfunktionen (RS-Flipflop)</li> <li>• Zeitfunktionen</li> <li>• Programmiersprachen</li> </ul> <u>Sicherheitstechnische Funktionen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Not-Aus/Not-Halt</li> <li>• Zweihandschaltung</li> </ul>	Programmierung und Verdrahtung von einfacher Speicherprogrammierbare Steuerungen Verdrahten verbinungsprogrammierbare Steuerungen  Parametrierung analoger und digitaler Bausteine (z. B. Zeitrelais)	<u>Drahtbruchsicherheit</u>  Binäre Logik  AD-Wandler

<p>LF 3-6</p>	<p>... prüfen die Funktionsfähigkeit der Steuerungen und Regelungen und nehmen notwendige Einstellungen vor.</p>	<p><b>Messen elektrischer und physikalischer Größen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannung</li> <li>• Stromstärke</li> <li>• Widerstand</li> <li>• Zeit</li> <li>• Weg</li> </ul> <p><b>Simulationsprogramme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• virtuelle Inbetriebnahme</li> <li>• Fehlereingrenzung</li> </ul> <p><b>Gefahren des elektrischen Stromes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlerarten</li> <li>• 5 Sicherheitsregeln</li> </ul>	<p><b>Erfassung messtechnischer Betriebswerter (Betriebsspannung, Zeit etc.)</b></p> <p><b>Inbetriebnahme der Schaltung unter Berücksichtigung der DIN-VDE</b></p> <p>Anwendung von Simulationssoftware hinsichtlich der Fehlereingrenzung</p>	<p><b>Risikobeurteilung</b></p> <p><b>Sicherheitskurve</b></p> <p><b>Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessung</b></p> <p><b>Durchgangsmessung</b></p>
<p>LF 3-7</p>	<p>... dokumentieren die technische Umsetzung.</p>	<p><b>Technische Dokumentation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromlaufplan</li> <li>• Schaltpläne</li> <li>• Symboltabelle bzw. Variablendeklaration</li> <li>• Anschlussschema</li> </ul>	<p><b>Formulierung einer Bedienungsanleitung für die Kundenanlage</b></p> <p><b>Umgang mit gängiger Text- bzw. Tabellenkalkulationssoftware</b></p>	<p><b>Kundengespräch</b></p> <p><b>Übergabeprotokoll</b></p>
<p>LF 3-8</p>	<p>...bewerten des Arbeitsprozesses.</p>	<p><b>Optimierung der Arbeitsabläufe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit</li> <li>• Organisation der Vorgehensweise bei der Projektplanung und -abwicklung</li> <li>• Überprüfung der Ergebnisse</li> </ul> <p><b>Lasten- und Pflichtenheft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machbarkeitsprüfung</li> <li>• Kundenzufriedenheit</li> </ul>	<p><b>Erstellung eines Feedbackbogens für den Kunden</b></p> <p><b>Ableitung von Verbesserungsvorschlägen für die eigene Arbeitsplanung</b></p>	<p><b>Feedback-Regeln</b></p> <p><b>Zeitmanagement</b></p> <p><b>Projektmanagement</b></p>

### **LS 1: Einen elektromagnetischen Schalter für die Ansteuerung einer E-Patronen austauschen (ca. 35 %)**

Das Schütz, das die Steckdose für die E-Patrone für den Warmwasserpufferspeicher schaltet, muss ausgetauscht werden. Dabei wird dieses zunächst unter Beachtung der DIN-VDE herausgebaut. Mithilfe der Nenndaten wird ein passendes Schütz ausgewählt. Nach Einbau des Schützes unter Beachtung der DIN-VDE wird eine Funktionskontrolle durchgeführt und werden die technischen Unterlagen ggf. ergänzt.

### **LS 2: Einen Temperaturfühler für die Wassertemperatur der Heizung einstellen (ca. 10 %)**

Die elektrische Fußbodenheizung des Einfamilienhauses soll, statt gesteuert, nun geregelt werden, indem die Raum- mit der Vorlauftemperatur der FBH in Beziehung verglichen werden soll. Dafür werden zunächst die beiden unterschiedlichen Funktionsweisen von Steuerung und Regelung sowie die Funktion eines Temperaturfühlers analysiert. Im nächsten Schritt wird die Regelung mit dem Temperaturfühler aufgebaut, parametrisiert und auf Funktion getestet.

### **LS 3: Die Raffstore-Steuerung an der Südseite des EFH konzipieren (ca. 30 %)**

Der Kunde wünscht auf der Südseite seines Hauses eine Raffstore-Steuerung. Hierfür wird zunächst ein Technologieschema unter Berücksichtigung der Kundenwünsche sowie der örtlichen Gegebenheiten erstellt. Aus dieser soll eine klare Funktionsbeschreibung resultieren. Im Anschluss werden die passenden elektrischen Bauteile ausgewählt. Nach Fertigstellung der technischen Unterlagen wird die Steuerung aufgebaut und nach DIN-VDE geprüft. Nach dem Prüfen der Funktionsfähigkeit wird der Kunde in die Bedienung der Raffstore-Steuerung eingewiesen. Sämtliche technischen Unterlagen werden dem Kunden übergeben.

### **LS 4: Eine Sprinkleranlage mit Zisternensystem im Garten modernisieren (ca. 25 %)**

Die Sprinkleranlage mit Zisternensystem soll bei dem Kunden modernisiert werden. Dazu sollen zunächst die bestehende Anlage besichtigt, die verwendeten Baugruppen aufgenommen und die Funktionsweise analysiert werden. Im Kundengespräch sollen die ökonomischen, ökologischen und sicherheitstechnischen Aspekte einer Speicherprogrammierbaren Steuerung bzw. Regelung bezugnehmend auf die bestehende verbindungsprogrammierbare Regelung herausgearbeitet werden. Nach dem Bestellen der neuen Baugruppen wird der Anschlussplan für die Kleinststeuerung gezeichnet und das Programm erstellt. Durch eine Software-Simulation sollen mögliche Fehler entdeckt und Parametrierungen angepasst werden. Eine erfolgreiche Prüfung nach DIN-VDE sowie eine gelungene Funktionsprüfung ermöglichen die Übergabe an den Kunden. Um eine Rückmeldung vom Kunden über seine Zufriedenheit mit der modernen Steuerung bzw. Regelung seiner Sprinkleranlage in Erfahrung zu bringen, wird ein Feedbackbogen über einen Barcode zur Verfügung gestellt. Die Auswertung erfolgt im Team.

## 6.4 Lernfeldmatrix LF 4: Informationstechnische Systeme bereitstellen

**Lernfeld**

**72 Std.**

### **Informationstechnische Systeme bereitstellen**

#### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, informationstechnische Systeme zu analysieren, zu konfigurieren und bereitzustellen.**

Die Schülerinnen und Schüler **analysieren** informationstechnische Systeme in Bezug zu betrieblichen Aufträgen (*Funktion und Struktur des Pflichten- und Lastenheftes*). Dazu recherchieren sie in analogen und digitalen Medien, auch in fremder Sprache.

Die Schülerinnen und Schüler **planen** die Bereitstellung und die Erweiterung informationstechnischer Systeme gemäß auftragsbasierter Pflichtenhefte (*Hardware, Betriebssysteme, ergonomische Arbeitsplatzgestaltung, lokale und globale Netzwerke, Datenübertragungsprotokolle*). Sie prüfen die technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit von betrieblichen Aufträgen und bieten Lösungen an.

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** auftragsbezogen Hard- und Softwarekomponenten unter Berücksichtigung von Funktion, Leistung, Einsatzgebiet, Kompatibilität, Ökonomie und Umweltverträglichkeit **aus** und beschaffen diese.

Die Schülerinnen und Schüler **installieren und konfigurieren** informationstechnische Systeme. Dabei wenden sie auftragsbezogene Standardsoftware sowie anwendungsspezifische Software an. Sie integrieren informationstechnische Systeme in bestehende Netzwerke und führen die dazu notwendigen Konfigurationen durch. Sie setzen Maßnahmen zur Datensicherung, Datensicherheit und zum Datenschutz um und berücksichtigen gesetzliche Bestimmungen zum Datenschutz und zum Urheber- und Medienrecht.

Sie **kontrollieren** die Funktionsfähigkeit der informationstechnischen Systeme und beheben Fehler (*Werkzeuge und Methoden zur Diagnose und Fehlerbehebung*).

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Arbeitsabläufe und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse, auch unter Einsatz von Standardsoftware. Sie **beurteilen** die Präsentationen in wertschätzender Weise, reflektieren ihr Auftreten und gehen konstruktiv mit Kritik um.

Lernfeld 4: Informationstechnische Systeme bereitstellen				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 4-1	... beraten Kunden bei der Installation von Informationstechnischen Systemen.	<u>Kundenberatung:</u> Gesprächsinformationen Vorgehensweise Dienstleistungen & Produkte <u>Netzwerktechnik:</u> Nutzungsmöglichkeiten Datenschutz- und Datensicherungskonzepte: Rechtliche Regelungen Sicherheitsrisiken Sicherheitsmaßnahmen <u>Intelligente Haustechnik:</u> EVA-Prinzip bei IoT-Geräten Smarthome-Anwendungen <u>Energieeffizienz:</u> Elektrische Leistung & Energie EU-Energielabel Energiekosten	<u>Auftragsorganisation:</u> Ermittlung von Kundenanforderungen Beratung hinsichtlich Risiken, rechtlicher Vorgaben und organisatorischer Maßnahmen zu Datenschutz- und Datensicherungskonzepten  Präsentation intelligenter Haustechnikgeräte Verdeutlichung von Kostenersparnissen durch Effizienzberechnungen	<u>Kundenberatung:</u> Verhalten bei Gesprächen Marktbeobachtung Datenschutz- und Datensicherungskonzepte: Datenschutz-Risiken sowie Datenaustausch und Datenverwaltung in Gebäuden Notwendigkeit von IT-Security <u>Rechercheaufgaben:</u> Tool zur Recherche, Analyse und Auswertung von digitalen Informationen <u>Intelligente Haustechnik:</u> Systemgegenüberstellung hin- sichtlich Funktion, Kosten etc. Zukunftsbedeutung Smarthome <u>Energiemanagement:</u> Reduzierung der Energiekosten und CO <sub>2</sub> -Emissionen
LF 4-2	... planen die Bereitstellung von Informationstechnischen Systemen.	<u>Lasten- und Pflichtenheft:</u> Projektphasen Funktion und Struktur Projektablaufplan <u>Installationstechnik:</u> Richtlinie für elektrische Anlagen in Wohngebäuden (RAL-RG 678) Schalt- und Installationspläne	<u>Auftragsorganisation:</u> Festlegung der Projektphasen Analyse eines Lastenhefts Überprüfen der technischen und wirtschaftlichen Durchführbarkeit Erstellung eines Projektphasenplans	<u>Lasten- und Pflichtenheft:</u> Notwendigkeit von Lasten- und Pflichtenheft Datenschutz- und Datensicherungskonzepte: Laufzeitberechnung von USV- Anlagen Bedeutung des Urheber- und Medienrechts

		<p><u>Datenschutz- und Datensicherungskonzepte:</u> Sicherheitsmaßnahmen Urheber- und Medienrecht</p> <p><u>Netzwerktechnik:</u> Netzwerkkarten Vernetzungsmöglichkeiten Netzwerktopologien Netzwerkkomponenten</p> <p><u>System- und Anwendungssoftware:</u> Planungstool Betriebssysteme Gerätetreiber Firmware Netzwerktools</p> <p><u>Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung:</u> Ergonomie am Arbeitsplatz Bildschirmarbeitsplatz</p> <p><u>Intelligente Haustechnik:</u> Einsatzgebiete &amp; Kompatibilität von IoT-Geräten</p> <p><u>Energieeffizienz:</u> Energiedatenmanagement Effizienz- &amp; Leistungsberechnung</p>	<p><u>Auftragsplanung:</u> Planung eines Netzwerks Einhaltung von Datenschutz- und Datensicherungskonzepten</p> <p>Zeichnung eines Anschlussplans Erstellung eines Übersichtsschaltplans Gestaltung eines ergonomischen Bildschirmarbeitsplatzes Planung intelligenter Hausautomatisierung Bereitstellung energieeffizienter Systeme</p> <p><u>Anwendungssoftware:</u> Umgang mit Planungstool</p> <p>Rechnergestützte Erstellung von Schalt- und Installationsplänen</p> <p><u>Informationsbeschaffung:</u> Durchführung von Rechercheaufgaben in analogen und digitalen Medien Umgang mit User-Manual</p>	<p><u>Netzwerktechnik:</u> Gegenüberstellung der Vernetzungsmöglichkeiten hinsichtlich Übertragungsraten, Zuverlässigkeit und Zukunftssicherheit Probleme der modernen Halbleitertechnik Grenzen von PoE-Patch- und Netzwerkkabeln Bedeutung und Einfluss von elektromagnetischen Störungen Notwendigkeit von Stabilität und Zuverlässigkeit des Systems Skalierbares Netzwerk für zukünftige Erweiterungen</p> <p><u>Standard- und Anwendungssoftware:</u> Gegenüberstellung von Standard- und Anwendungssoftware bzgl. Lizenzkosten Vorteile und Potenzial von Open-Source-Software</p> <p><u>Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung:</u> Auswirkungen von Ergonomie am Arbeitsplatz auf Gesundheit</p> <p><u>Installationstechnik:</u> Vorteile von Software</p>
LF 4-3	... erstellen für die Installation von Informationstechnischen Systemen einen Projekt-Kostenplan sowie einen Arbeitsablaufplan.	<p><u>Projekt-Kostenplan:</u> Aufbau Kostenarten und -berechnung</p> <p><u>Arbeitsablaufplan:</u> Aufbau Arbeitsschritte</p>	<p><u>Auftragsplanung:</u> Aufstellung eines Projekt-Kostenplans Erstellung eines Arbeitsablaufplans</p>	<p><u>Werkzeug- und Materialliste:</u> Berücksichtigung von Funktion, Leistung, Einsatzgebiet, Kompatibilität, Ökonomie und Umweltverträglichkeit</p>

		<p>Werkzeug &amp; Materialien          Arbeitssicherheit          Standardsoftware:          Tabellenkalkulationsprogramm          Textverarbeitungsprogramm          Energieeffizienz:          IoT-Geräte          Beschaffungsprozess:          Bedarf- &amp; Bestandsermittlung          Herstellung, Konsum und          Materialentsorgung</p>	<p>Auswahl &amp; Beschaffung          von energieeffizienten          Hardwarekomponenten          Standardsoftware:          Umgang mit          Standardsoftware          Informationsbeschaffung:          Umgang mit Datenblättern          und User-Manuals</p>	<p>Energiemanagement:          Gegenüberstellung von EU-          Energielabeln unterschiedlicher          Haushaltsgeräte</p>
LF 4-4	... installieren informationstechnische Systeme.	<p>Netzwerktechnik:          Netzwerkverkabelung          Netzwerkkomponenten          Anschlusstechnik          Werkzeug:          Elektroinstallations-Werkzeug          LSA-Werkzeug          ESD-Schutzmaßnahmen:          ESD-Ausrüstung</p>	<p>Auftragsrealisierung:          Installation von          informationstechnischen          Systemen unter          Berücksichtigung von ESD-          Schutzmaßnahmen          Verlegung von          Kommunikationsleitungen          Montage und Anschluss          der Netzwerkkomponenten          Handhabung von          geeigneten Werkzeugen</p>	<p>Netzwerktechnik:          Grundkonzept für die          Verwendung von Leerrohren          Grenzen der Anschlusstechnik          ESD-Schutzmaßnahmen:          ESD-Schäden und          wirtschaftliche Folgen</p>
LF 4-5	... konfigurieren informationstechnische Systeme.	<p>Netzwerktechnik:          Netzwerkeinstellungen          TCP/IP-Netzwerkprotokoll          IP-Adresse und DHCP-Server          Datenschutz- und          Datensicherungskonzepte:          Zentrale Firewall          Passwortmanager          Updates &amp; Backups          Netzwerk-Tools</p>	<p>Auftragsrealisierung:          Konfiguration von          Netzwerken, technischen          Maßnahmen zum          Datenschutz und zur          Datensicherheit sowie          Hausautomatisierung          Software:          Umgang mit          anwendungsspezifischer          und auftragsbezogener          Software</p>	<p>Datenschutz- und          Datensicherungskonzepte:          Folgen bei Missachtung</p>

LF 4-6	... integrieren informationstechnische Systeme in bestehende Netzwerke.	<u>Intelligente Haustechnik:</u> Plug and Play Einbinden von IoT-Geräten Kompatibilität von IoT-Geräten	<u>Auftragsplanung:</u> Beurteilung der Kompatibilität von Hardware <u>Auftragsrealisierung:</u> Integration von IoT-Geräten	<u>Intelligente Haustechnik:</u> Multimediaverkabelung Smarthome – Die Zukunft des Wohnens
LF 4-7	... modifizieren kundenspezifische Hardwarekonfigurationen.	<u>Netzwerktechnik:</u> Interoperabilität Erweiterungsmöglichkeiten	<u>Auftragsplanung:</u> Beurteilung der Interoperabilität von Hardware <u>Auftragsrealisierung:</u> Erweiterung von Hardwarekonfigurationen	<u>Netzwerktechnik:</u> Einfluss von Erweiterungsmöglichkeiten bzgl. Datenraten bei der Informationsübertragung
LF 4-8	... kontrollieren die Funktionsfähigkeit der Informationstechnischen Systeme.	<u>Prüfungen:</u> Sicht- und Funktionsprüfung Prüfprotokoll <u>Werkzeuge und Methoden zur Diagnose und Fehlerbehebung:</u> Netzwerk-Kabel-Tester Netzwerkanalyse-Tools Security-Werkzeuge Systematische Vorgehensweise bei Fehlersuche	<u>Auftragsauswertung:</u> Prüfung von Signalen an Schnittstellen sowie der Wirksamkeit und Effizienz der Sicherheitskonzepte Dokumentation von Prüfergebnissen Anwendung von Methoden zur Fehlerdiagnose	<u>Prüfungen:</u> Bedeutung von Prüfprotokollen Durchgängige Dokumentation von Arbeits- und Prüfergebnissen zu Nachweis- und Reflexionszwecken <u>Werkzeuge und Methoden zur Diagnose und Fehlerbehebung:</u> Eingrenzung von Fehlern Bedeutung einer systematischen Fehlersuche

### **LS 1: Planung, Installation und Überprüfung eines Heimnetzwerks (ca. 60 %)**

Die Auszubildenden werden beauftragt, einen Kunden zur Installation eines Heimnetzwerks zu beraten. Dafür erklären sie dem Kunden die Nutzungsmöglichkeiten eines Heimnetzwerks sowie Datenschutz- und Datensicherungskonzepte in Gebäuden. Für die Planung des Heimnetzwerks erarbeiten die Fachkräfte die konkreten Kundenanforderungen mithilfe des zur Verfügung stehenden Lastenhefts. Unter Berücksichtigung der Kundenspezifikationen überprüfen sie die technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit des Projekts und erstellen anschließend einen Projektphasenplan. Im nächsten Schritt erarbeiten die Auszubildenden einen technischen Realisierungsvorschlag für die Installation des Heimnetzwerks, der unter anderem die Festlegung der Vernetzungstechnik, die Auswahl einer Netzwerktopologie, die Anordnung von Netzwerkschrank-Komponenten in der Technikzentrale sowie die Aufstellung eines Projekt-Kostenplans, die Erstellung eines Arbeitsablaufplans und die Zeichnung eines Anschlussplans beinhaltet. Die Auszubildenden beschreiben ihre Arbeitsschritte zur Verlegung von Datenleitungen, zur Installation des Multimediafeldes und zum Anschluss der Netzwerkdozen. Anschließend realisieren sie den Schaltungsaufbau am Klemmbrett. Die Fachkräfte überprüfen die Installation durch eine Sicht- und Funktionsprüfung des Heimnetzwerks. Sie halten dafür wichtige Kriterien fest und dokumentieren ihre Ergebnisse in einem Prüfprotokoll. Sie weisen den Kunden ein und übergeben das Prüfprotokoll.

### **LS 2: Einrichtung eines ergonomischen Bildschirmarbeitsplatzes (ca. 10 %)**

Anschließend erhalten die Auszubildenden den Auftrag, in dem Arbeitszimmer des Einfamilienhauses einen ergonomischen Bildschirmarbeitsplatz zu errichten. Sie beachten dabei die Anforderungen an einen ergonomischen Bildschirmarbeitsplatz. Anschließend konfigurieren sie die Netzwerkeinstellungen und wählen für dieses Computersystem geeignete Software aus. Diese installieren sie abschließend.

### **LS 3: Erweiterung des Heimnetzwerks durch Mesh-WLAN (ca. 10 %)**

Die angehenden Fachkräfte erhalten den Auftrag, das WLAN-Netzwerk in dem Einfamilienhaus zu erweitern. Sie diagnostizieren die Schwachstellen in dem bestehenden Netzwerk und erarbeiten einen Lösungsvorschlag für eine stabile Datenversorgung durch ein Mesh-Netzwerk. Dabei beurteilen sie die Fähigkeit zur Zusammenarbeit von unterschiedlichen Hardwarekomponenten sowie Peripheriegeräten und installieren die Mesh-WLAN-Komponenten.

### **LS 4: Integration von IoT-Geräten in das bestehende Heimnetzwerk (ca. 20 %)**

Der Kunde möchte abschließend in sein bestehendes Heimnetzwerk IoT-Geräte integrieren. Dafür erarbeiten die Auszubildenden Anwendungsmöglichkeiten im Bereich Smarthome, wählen IoT-Geräte unter Berücksichtigung ihrer Funktion, Energieeffizienz, des Einsatzgebiets sowie ihrer Kompatibilität aus und integrieren diese in das Heimnetzwerk. Abschließend weisen sie den Kunden in die Bedienung ein.

## 6.5 Lernfeldmatrix LF 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren

**Lernfeld**

**84 Std.**

**Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren** fpL 24 Std.

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, die Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten zu konzipieren und zu prüfen.**

Die Schülerinnen und Schüler **analysieren** Kundenaufträge zur Elektroenergieversorgung (*Wechsel- und Drehstromsysteme*) unter Beachtung der sicherheitstechnischen Anforderungen und klassifizieren diese nach funktionalen, ökonomischen und ökologischen Aspekten (*Umweltverträglichkeit*).

Die Schülerinnen und Schüler **planen** die Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten (*Schalt- und Verteilungsanlagen, Netzsysteme, Spannungsebenen*).

Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren Anlagen unter Berücksichtigung von Netzsystemen und Schutzmaßnahmen (*Schutzeinrichtungen, Schutzklassen*). Dazu **wählen** sie Komponenten der Anlagen **aus**, bemessen diese und erstellen Schaltpläne unter Nutzung von Fachliteratur, Datenblättern und Gerätebeschreibungen, auch in fremder Sprache.

Die Schülerinnen und Schüler **prüfen** ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel und nehmen diese in Betrieb. Sie protokollieren Betriebswerte und Prüfergebnisse und ordnen diese in eine Dokumentation ein (*Mess- und Prüfmittel, Prüfprotokolle*).

Die Schülerinnen und Schüler **kontrollieren** bei Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Anlagen der Elektroenergieversorgung und bei Betriebsmitteln die Einhaltung von Normen, Vorschriften und Regeln zum Schutz gegen elektrischen Schlag, zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung (*Isolationsklassen, Schutzarten*). Sie weisen den Kunden in den Betrieb der Anlagen ein (*Nutzereinweisung*).

Sie **bewerten** die Vorgehensweise bei Bearbeitung der Kundenaufträge im Hinblick auf die Optimierung der Arbeitsabläufe zukünftiger Aufträge.

Lernfeld 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 5-1	... planen die Elektroenergieversorgung und Sicherheit für Anlagen und Geräte.	<u>Verteilernetz:</u> Erzeuger, Leitungen & Verbraucher Spannungsebenen <u>Schalt- und Verteilungsanlagen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NS-Schaltanlagen</li> <li>• Verteilungsarten</li> <li>• Zählerschrank</li> </ul> <u>Leitungsdimensionierung:</u> Leitungsart Leitungsverlegung Leiterquerschnitt <u>Wechsel- und Drehstromsysteme:</u> Wechsel- und Drehstromgrößen Stern- und Dreieckschaltung symmetrische & unsymmetrische Belastung <u>Schutzmaßnahmen:</u> DIN-VDE 0100-400 Schutz gegen elektrischen Schlag, thermische Einflüsse sowie Über- und Unterspannungen Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom <u>Schaltpläne:</u> Übersichtsschaltpläne Installationspläne Anordnungs- & Anschlusspläne	<u>Auftragsplanung:</u> Planung eines Verteilernetzes im Rahmen einer Modernisierung Softwaregestützte Planung der Energieverteilung Dimensionierung von Leitungen für Wechsel- und Drehstromsysteme unter Berücksichtigung erforderlicher Schutzmaßnahmen Erstellung von Schaltplänen  <u>Informationsbeschaffung:</u> Verwendung von Fachliteratur, Datenblättern und Gerätebeschreibungen	<u>Modernisierung:</u> Umweltverträgliche Planung von Schaltanlagen Isoliermedien der Elektrotechnik Wirtschaftlichkeit der Investition  <u>Softwaregestützte Planung:</u> Einsatz von Planungstools für die elektrische Energieversorgung  <u>Leitungsdimensionierung:</u> Einhaltung des Spannungsfalls  <u>Wechsel- und Drehstromsysteme:</u> Erzeugung von Wechsel- und Drehstrom Bedeutung des Verkettungsfaktors  <u>Schutzmaßnahmen:</u> Anwendungsbereiche der DIN-VDE 0100

<p>LF 5-2</p>	<p>... dimensionieren Anlagen unter Berücksichtigung von Netzsystemen und Schutzmaßnahmen.</p>	<p><u>Netzsysteme:</u>  <b>TN-System</b>  <b>TT-System</b>  <b>IT-System</b>  <u>Elektrische Betriebsmittel:</u>  <b>DIN-VDE 0100-500</b>  <b>Kabel- und Leitungsanlagen</b>  <b>Schalt- und Steuergeräte</b>  <u>Schutzmaßnahmen:</u>  <b>Schutzeinrichtungen</b>  <b>Schutzklassen</b>  <b>Brandschutz</b></p>	<p><u>Auftragsorganisation:</u>  <b>Ermittlung des Netzsystems</b>    <u>Auftragsplanung:</u>  <b>Auswahl elektrischer Betriebsmittel für die Anlagenerrichtung</b>  <b>Einhaltung der Schutzmaßnahmen</b></p>	<p><u>Elektrische Betriebsmittel:</u>  <b>Kriterien für die Auswahl geeigneter Betriebsmittel</b></p>
<p>LF 5-3</p>	<p>... kontrollieren bei der Errichtung von Anlagen die Einhaltung von Normen und Vorschriften zum Schutz gegen elektrischen Schlag.</p>	<p><u>Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag:</u>  <u>Basisschutz:</u>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolierungen</li> <li>• Abdeckungen</li> </ul> <u>Fehlerschutz:</u>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• automatische Abschaltung</li> <li>• zusätzliche Isolierung</li> <li>• Schutzpotenzialausgleich</li> </ul> <u>Zusatzschutz:</u>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überstrom-Schutzeinrichtungen</li> <li>• Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen</li> <li>• Überspannungsschutz</li> </ul> <u>Unfallverhütung:</u>  <b>Schutzklassen</b>  <b>Schutzarten</b></p>	<p><u>Auftragsdurchführung:</u>  <b>Beurteilung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag</b>  <b>Beachtung der Vorschriften zur Unfallverhütung</b></p>	<p><u>Einhaltung von Normen und Vorschriften:</u>  <b>Kontrolle bei Inbetriebnahme und Instandhaltung der Einhaltung von Normen und Vorschriften zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung</b>    <u>Elektrischer Schlag:</u>  <b>Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper</b></p>

<p>LF 5-4</p>	<p>... prüfen ortsfeste elektrische Betriebsmittel und Anlagen und nehmen diese in Betrieb.</p>	<p><u>Prüfungen:</u>  <b>DIN-VDE 0100-600</b></p> <p><u>Mess- und Prüfmittel:</u>  <b>Checkliste für Sichtprüfung</b>  <b>Installationsmessgerät</b>  <b>Installationsprüfgerät</b></p> <p><u>Mess- und Prüfverfahren:</u>  <b>Besichtigung</b>  <b>Durchgängigkeit der Leiter</b>  <b>Isolationswiderstand</b>  <b>Spannungspolarität</b>  <b>Erdungswiderstand</b>  <b>Schleifenimpedanz</b>  <b>Zusätzlicher Schutz</b>  <b>Phasenfolge</b>  <b>Funktionsprüfungen</b>  <b>Spannungsfall</b></p>	<p><u>Auftragsorganisation:</u>  <b>Einhaltung entsprechender DIN-VDE-Norm</b></p> <p><u>Auftragsdurchführung:</u>  <b>Bestimmung geeigneter Mess- und Prüfverfahren sowie Mess- und Prüfmittel</b>  <b>Handhabung von Mess- und Prüfmitteln</b>  <b>Anwendung von Mess- und Prüfverfahren</b>  <b>Ermittlung der Auslösezeit des RCDs</b></p>	<p><u>Mess- und Prüfmittel:</u>  <b>Beachtung von Kriterien bei der Auswahl geeigneter Mess- und Prüfmittel</b></p> <p><u>Mess- und Prüfverfahren:</u>  <b>Interpretation von Messwerten</b>  <b>Beachtung der Grenzwerte</b>  <b>Beachtung gesetzlicher Vorschriften</b></p>
<p>LF 5-5</p>	<p>... protokollieren und dokumentieren Messergebnisse.</p>	<p><u>Prüfprotokoll:</u>  <b>Aufbau &amp; Bestandteile</b>  <b>Vorgehensweise bei der Erstellung eines Prüfprotokolls</b></p>	<p><u>Auftragsauswertung:</u>  <b>Erstellung eines Prüfprotokolls</b>  <b>Protokollierung der Betriebswerte und Prüfergebnisse</b>  <b>Unterzeichnung des Prüfprotokolls</b></p>	<p><u>Prüfprotokoll:</u>  <b>Streichung nicht geprüfter Kriterien</b>  <b>Nächster Prüftermin</b>  <b>Einhaltung von Prüffristen</b>  <b>Bedeutung der Unterschrift</b></p>
<p>LF 5-6</p>	<p>... weisen die Nutzer in das Betreiben der Anlagen ein.</p>	<p><u>Nutzereinweisung:</u>  <b>Sicherheitseinweisung</b>  <b>Funktionseinweisung</b>  <b>Wartungsarbeiten</b>  <b>Instandhaltungsvereinbarungen</b></p>	<p><u>Auftragsauswertung:</u>  <b>Durchführung einer Nutzereinweisung</b></p>	

---

### **LS 1: Planung eines Verteilernetzes für eine Altbaumodernisierung (ca. 45 %)**

Der VNB beabsichtigt ein Wechsel vom TT-System zum TN-System. Ein Kunde möchte infolgedessen seine Altbauwohnung modernisieren. Dabei wird auch die Unterverteilung des Erdgeschosses neu verdrahtet und ein neuer Installationsplan angefertigt. Weiter müssen Leitungen nach entsprechenden VDE-Normen dimensioniert und ausgewählt werden. Im nächsten Schritt werden alle für die Modernisierung notwendigen Schutzeinrichtungen, wie RCD, Überstrom-Schutzeinrichtungen und Überspannungsschutz, ausgewählt. Bei der Auswahl dieser Komponenten muss der Schutz gegen elektrischen Schlag eingehalten werden.

### **LS 2: Inbetriebnahme einer Anlage mit Kundeneinweisung (ca. 40 %)**

Für einen Gewerbekunden soll nach einer Änderung der Anlage eine Wiederinbetriebnahme durchgeführt werden. Dazu wird die Anlage einer Sichtprüfung unterzogen. Anschließend erfolgt eine Überprüfung der Schutzmaßnahmen durch entsprechende Messungen unter Einhaltung der geltenden DIN-VDE-Normen. Anschließend muss das Prüfprotokoll erstellt werden. Entsprechen die Messergebnisse den geltenden Normen, erfolgt eine Funktionsprüfung. Nach erfolgreicher Wiederinbetriebnahme findet im Rahmen einer Übergabe eine Einweisung für den Kunden statt.

### **LS 3: Dimensionierung einer PV-Anlage (ca. 15 %)**

Für einen Kunden soll die Installation einer PV-Anlage geplant werden. Dazu erfolgt im ersten Schritt eine Berechnung der Amortisationsdauer. Da der Wechselrichter in der Nähe eines Heustadels installiert wird, muss dieser eine passende IP-Schutzart aufweisen. Nach der Auswahl der Komponenten soll mit dem VNB entschieden werden, in welcher Spannungsebene die PV-Anlage elektrische Energie ins Netz einspeist.

## 6.6 Lernfeldmatrix LF 6: Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen

**Lernfeld**

**60 Std.**

**Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen**

**fpL 12 Std.**

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, elektrotechnische Systeme zu analysieren und zu prüfen.**

Die Schülerinnen und Schüler **informieren** sich auftragsbezogen und im Gespräch mit den Kunden über Fehlersymptome in elektrischen Anlagen und Geräten. Sie nutzen dabei Betriebsanleitungen, auch in fremder Sprache.

Die Schülerinnen und Schüler **planen** und organisieren die Auftragsrealisierung. Sie werten Gesprächsprotokolle aus, analysieren die Symptome und grenzen die Fehler ein (*Fehlersuchstrategien*).

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** Prüf- und Messmittel zur Fehlerdiagnose **aus** (*Mess- und Prüfmittel*). Dabei unterscheiden sie Signale nach Form, Bandbreite und Übertragungsgeschwindigkeit.

Die Schülerinnen und Schüler **führen** Sichtprüfungen, Erprobungen und Messungen an Komponenten von Anlagen **durch** (*Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes*). Sie nutzen Stromlauf- und Signalflusspläne sowie Gerätedokumentationen und wenden Fehlersuchstrategien an (*Sensoren, Aktoren*). Sie führen Reparatur-, Einstellungs- und Justierarbeiten an fehlerhaften Anlagen und Geräten durch. Sie nehmen Messwerte und Signalverläufe auf und beurteilen diese im Hinblick auf eine ordnungsgemäße und betriebssichere Funktion (*Fehler in Energie- und Informationsflüssen, Verfahren zur Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen*).

Die Schülerinnen und Schüler überprüfen Teilfunktionen, **kontrollieren** die instand gesetzten Anlagen und Geräte und dokumentieren die Messergebnisse mit Hilfe von Informationssystemen (*Schnittstellen für analoge und digitale Signale*). Sie beschreiben Auffälligkeiten an Komponenten und beurteilen den Einfluss auf das Gesamtsystem (*Geräte- und Anlagenprüfung*). Sie bereiten die Unterlagen (*Aufmaß analog und digital*) zur Erstellung von Rechnungen vor und übergeben die instand gesetzten Anlagen. Sie demonstrieren die Funktionsfähigkeit der Anlagen und weisen die Kunden auf die Fehlerursachen hin. Sie beraten die Kunden nach ökonomischen Aspekten über die Art der Fehlerbehebung, erstellen Materiallisten und schätzen den Arbeitsaufwand für Reparaturaufträge ein.

Die Schülerinnen und Schüler **reflektieren** ihre Analysen und Prüfungen elektrotechnischer Systeme und leiten daraus Verbesserungsmöglichkeiten für zukünftige Aufträge ab.

<b>Lernfeld 6: Elektrotechnische Systeme analysieren und prüfen</b>				
<b>Index</b>	<b>Berufliche Handlung</b> Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	<b>Korrespondierendes Wissen</b>		
		<b>Sachwissen</b>	<b>Prozesswissen</b>	<b>Reflexionswissen</b>
LF 6-1	... bereiten eine Geräteprüfung vor und planen die Messung mehrerer Geräte und Anlagen.	Geräteprüfung VDE 0701 Anlagenprüfung VDE 0100-600 Messgrenzwerte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutzleiterwiderstand</li> <li>• Ersatzableitstrom</li> <li>• Isolationswiderstand</li> <li>• Schutzleiterstrom</li> <li>• Berührungsstrom</li> </ul> Elektrofachkraft Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes Aufmaß der Tätigkeiten (analog und digital)	Ablauf der Geräteprüfung gemäß Messschrittkette nach VDE	Haftungsfragen
LF 6-2	... führen eine Geräteprüfung durch.	Funktion des Messgerätes: Messgrenzwerte Schutzklassen Prüfprotokoll (analog und digital) Betriebsanleitung	Vorgehen bei Sichtprüfung Handhabung des Messgerätes Messung gemäß der Schutzklasse Funktionsprüfung Dokumentation im Prüfprotokoll	

<p>LF 6-3</p>	<p>...führen Reparaturarbeiten an fehlerhaften Betriebsmitteln durch.</p>	<p><b>Reparaturarbeit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlersuchstrategien</li> <li>• Fehlerarten</li> <li>• Fehlerursachen</li> <li>• Fehler in Energie- und Informationsflüssen</li> </ul> <p>Schritte einer Fehlerquellensuche</p> <p>Sachwissensbezüge der Instandsetzung und Inbetriebnahme</p>	<p><b>Analyse der Bauteile (Sensoren/Aktoren)</b></p> <p>Identifizierung potenzieller Fehlfunktion</p> <p>Durchführung einer Fehlerquellensuche</p> <p>Instandsetzung eines elektrischen Betriebsmittels</p> <p>Inbetriebnahme eines elektrischen Betriebsmittel</p>	
<p>LF 6-4</p>	<p>... nehmen Messwerte und Signalverläufe über geeignete Mess- und Prüfmittel auf und bewerten diese.</p>	<p><b>Mess- und Prüfmittel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analoge Messgeräte</li> <li>• digitale Messgeräte</li> </ul> <p><b>Verfahren zur Messung elektrischer und nichtelektrischer Kenngrößen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungsmessung</li> <li>• Strommessung</li> <li>• Widerstandsmessung</li> <li>• Leistungsmessung</li> <li>• Kapazitätsmessung</li> <li>• Temperaturmessung</li> </ul> <p><b>Grundlagen der Wechselspannungstechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sinusförmige Beschreibung</li> <li>• Widerstandsdreiecke</li> <li>• Leistungsdreiecke</li> <li>• Kompensation</li> </ul>	<p><b>Auswahl und Anschluss von Messgeräten</b></p> <p><b>Festlegung von diversen Messbereichen</b></p> <p><b>Messung elektrischer Kenngrößen</b></p> <p><b>Analyse und Interpretation der Messergebnisse</b></p>	<p><b>Fehlerarten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>relative Fehler</li> <li>absolute Fehler</li> </ul> <p><b>Kenngrößen der Wechselstromtechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkleistung</li> <li>• Blindleistung</li> <li>• Scheinleistung</li> <li>• Spitzenwerte</li> </ul>

LF 6-5	... kontrollieren und überprüfen Instandgesetzter Geräte.	<p><b>Geräteprüfung:</b>          Geräteprüfung nach VDE 0701          Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes</p> <p><b>Abschluss- und Enddokumentation:</b>          Übergabe der Dokumentation          Erstellung von Rechnungen</p>	<p><b>Durchführung von Anlagen- und Geräteprüfungen</b>          gemäß Messschritt-kette VDE</p> <p><b>Abschlussdokumentation der Prüfung</b></p>	<p><b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>          zur Verwendung und Inbetriebnahme von elektronischen Geräten und Anlagen</p>
--------	---	--	---	--

---

**LS 1: Durchführung einer Geräteprüfung nach DIN-VDE 0701/0702 (ca. 10 %)**

Die SuS informieren sich über die Durchführung einer Geräteprüfung und führen diese an einem Gerät mit einem entsprechenden Messgerät durch. Sie identifizieren mithilfe der Grenzwerte einen fehlerhaften Wert und unterbrechen die Geräteprüfung, um mit der Instandsetzung des Betriebsmittels zu beginnen.

**LS 2: Messtechnische Analyse eines defekten Wechselstrommotors (ca. 80 %)**

Das defekte Gerät wird anhand eines Typenschildes analysiert und die passenden Messgeräte (AC) werden ausgewählt. Die Messergebnisse (z.B. Reihenschaltung, Spule und Widerstand bei AC) werden mathematisch überprüft und mithilfe der Wechselstromlehre verstanden. Auf Bauteilebene erfolgt eine genauere Untersuchung und damit die Fehleranalyse. Das fehlerhafte Bauteil wird identifiziert und ausgetauscht (z.B. Kondensator).

**LS 3: Dokumentation und Protokollierung einer Geräteprüfung (ca. 10 %)**

Nach Fertigstellung der Reparatur wird das instandgesetzte Gerät erneut durch eine Geräteprüfung getestet. Die erfolgreiche Messung des Betriebsmittels wird dokumentiert und das Prüfprotokoll sowie das Gerät an den Kunden übergeben.

## 6.7 Lernfeldmatrix LF 7: Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren

**Lernfeld**

**84 Std.**

**Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren** fpL 24 Std.

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Steuerungen und Regelungen für Systeme auftragsbezogen zu programmieren und zu realisieren.**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zur Steuerung und Regelung von Geräten und Anlagen. Sie **informieren** sich über Möglichkeiten zur Umsetzung der Kundenanforderungen. Dazu nutzen sie verschiedene Informationsquellen, auch in fremder Sprache (*Komponenten der Steuerungs- und Regelungstechnik, Sensoren und Aktoren, Signal- und Datenübertragungssysteme*). Sie formulieren und dokumentieren die wesentlichen zu erbringenden Leistungen (*Lasten- und Pflichtenheft*).

Die Schülerinnen und Schüler **planen**, auch in Teamarbeit, Steuerungen und Regelungen und wägen verschiedene Lösungsansätze unter Beachtung von Kundenvorgaben und Randbedingungen gegeneinander ab.

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** eine unter ökonomischen und ökologischen Aspekten optimierte Lösung **aus**. Dabei berücksichtigen sie Normen und Sicherheitsvorschriften.

Die Schülerinnen und Schüler **realisieren** Steuerungen und Regelungen. Sie programmieren und parametrieren die Komponenten der Anlagen. Sie konfigurieren die Anlagen und passen die Funktion von Komponenten und Teilsystemen den Nutzungsbedingungen an (*Bussysteme und deren spezifische Einsatzgebiete, Gebäudesystemtechnik*).

Die Schülerinnen und Schüler **prüfen** die Programmabläufe, die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und die Funktion der Steuerungen und Regelungen auf Grundlage des Auftrages. Sie analysieren unter Einbeziehung von Diagnosesystemen Fehler und beheben diese (*Programmieralgorithmen, Diagnosesysteme*). Die Schülerinnen und Schüler übergeben die Steuerungen und Regelungen sowie die dazu erstellten Dokumentationen und weisen in die Nutzung ein.

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen und **bewerten**, auch im Team, die verschiedenen Lösungswege. Sie geben Feedback und leiten daraus Verbesserungsmöglichkeiten für zukünftige Aufträge ab.

Lernfeld 7: Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 7-1	<p>... informieren sich über Steuerungen und Regelungen entsprechend einer Projektaufgabe.</p> <p>... identifizieren Steuerungen und Regelungen entsprechend eines Projekts.</p>	<p><b>VPS/SPS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor und Nachteile</li> <li>• Einsatzgebiete</li> <li>• digitale und analoge Signalverarbeitung</li> <li>• Funktionen der Steuerungstechnik</li> <li>• Erweiterbarkeit des Projekts</li> </ul> <p><b>Schaltpläne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau</li> <li>• Arten</li> <li>• Komponenten</li> </ul>	<p>Analyse der Funktionsbeschreibung</p> <p>Aufmaß des Projekts gemäß Pflichtenheft</p> <p>Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Aspekte</p>	
LF 7-2	<p>... planen eine steuerungs- und regelungstechnische Schaltung.</p>	<p><b>Komponenten der Steuerungs- und Regelungstechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoren und Aktoren (induktiv, kapazitiv, optisch, magnetisch)</li> <li>• Kleinststeuerungen</li> <li>• Schütze (Last-/Steuerschütz)</li> <li>• Relais</li> </ul> <p><b>An- und Einbindung der Komponenten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltschrankkonzepte</li> <li>• Ethernet</li> <li>• Gateway</li> <li>• Verkabelung</li> </ul>	<p>Auswahl von Sensorik und Aktorik</p> <p>Planung von geeigneten Speicherprogrammierbaren Steuerungen</p> <p>Anbindung an Bussysteme der Gebäudesystemtechnik</p>	<p>Netzwerktechnik</p> <p>Ökonomische und ökologische Aspekte der Projektplanung</p>
LF 7-3	<p>... realisieren die Schaltung.</p>	<p>Beschriftung der Komponenten</p> <p>Programmiersprache bzw. Programmiersoftware</p>	<p>Programmierung der Steuerung</p>	<p>Boolesche Algebra</p> <p>EVA-Prinzip</p>

		<p><b>Steuerungsprogrammierungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuordnungslisten</li> <li>• Programmieralgorithmen</li> <li>• Logikbausteine</li> <li>• Schrittkette</li> </ul> <p><b>Lastkreis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verriegelungen</li> <li>• Beschriftungen</li> <li>• Motorschutz</li> </ul>	<p>Installation der Steuerung</p> <p>Einbindung des Lastkreises</p>	Arbeitsweise CPU
LF 7-4	... prüfen die Funktion der Schaltung.	<p><b>Sicherheitsvorschriften</b></p> <p>VDE-Normen</p> <p>Schutzeinrichtungen</p> <p>Notausschaltgerät</p>	<p>Simulation der Steuerung / digitaler Zwilling</p> <p>Aufbau und Anschluss der Betriebsmittel</p> <p>Einbeziehung der VDE-Normen</p>	Maschinensicherheit
LF 7-5	... bewerten Fehler und beheben diese.	<p><b>Dokumentation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosesysteme</li> <li>• Messgeräte</li> <li>• Prüfwerkzeuge</li> </ul>	<p>Erstellung eines Fehlerprotokolls</p> <p>Umgang mit Diagnoseeinrichtung der entsprechenden Software</p>	Haftungsfragen bei Schäden
LF 7-6	... übergeben die Anlage an den Betreiber.	<p><b>Übergabe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betreiber-/Kundengespräch</li> <li>• Einweisen in die Bedienung</li> </ul>	<p>Übergabe der Steuerung an den Betreiber/Kunden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung in die Bedienung</li> <li>• Erstellung eines Funktionsprotokolls</li> </ul>	

---

**LS 1: Analyse der Betriebseinrichtungen eines Parkhauses (ca. 5 %)**

Die einzelnen Funktionen des Parkhauses werden identifiziert und analysiert. Aufgrund der Komplexität einzelner Funktionen sowie der einfacheren Erweiterbarkeit wird die Entscheidung getroffen, mehrere Kleinststeuerungen einzusetzen, die abschließend miteinander vernetzt werden sollen.

**LS 2: Programmierung der Teilprojekte (ca. 80 %)**

Alle Funktionen des Parkhauses werden steuerungstechnisch beschrieben. Dabei werden geeignete Schaltungen für z. B. die Bewegung eines Scherengitters, des Antriebs einer Hebebühne, der Zu- und Ausfahrt mittels einer Ampelanlage etc. ermittelt. Die einzelnen Teilprojekte werden im Detail betrachtet und passende, den Normen entsprechende Betriebsmittel für die jeweilige Steuerung ausgewählt. Durch die Programmierung der Teilfunktionen wird die realisierte Lösung jeweils simuliert und anschließend durch praktische Aufbauten überprüft.

**LS 3: Vernetzung der Einzelsteuerungen (ca. 15 %)**

Nach Fertigstellung aller Teilprojekte werden die Einzelsteuerungen miteinander vernetzt und die Gesamtfunktionalität überprüft. Die Anlage wird mit Dokumentation und Kundeneinweisung übergeben.

## 6.8 Lernfeldmatrix LF 8: Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren

**Lernfeld**

**72 Std.**

**Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren**

**fpL 24 Std.**

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Energiewandlungssysteme auszuwählen und zu integrieren.**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Aufträge hinsichtlich kundenspezifischer Anforderungen an Energiewandlungssysteme. Dazu **informieren** sie sich über die Eigenschaften verschiedener Energiewandlungssysteme (*Drehfrequenzsteuerung, Stromrichter*).

Die Schülerinnen und Schüler **planen** Energiewandlungssysteme unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Anforderungen, Normen und Vorschriften (*Schutzeinrichtungen, Anlass- und Bremsverfahren*).

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** die Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen (*elektromechanische Komponenten, Arten von Motoren, Bauformen, Betriebsarten, Schutzarten*) unter Berücksichtigung der Kundenvorgaben sowie nach funktionalen, wirtschaftlichen und nachhaltigen Aspekten (*Energieeffizienzklassen*) **aus** und dimensionieren diese.

Die Schülerinnen und Schüler **installieren** und erweitern Energiewandlungssysteme. Sie nehmen die Systeme in Betrieb und stellen Parameter ein.

Die Schülerinnen und Schüler **überprüfen** die Funktion der Energiewandlungssysteme, nehmen eine systematische Fehlersuche vor und beseitigen Fehler. Sie erstellen Dokumentationen zu den Energiewandlungssystemen, erläutern den Kunden deren Leistungsmerkmale und weisen in die Nutzung ein (*Elektromagnetische Verträglichkeit*).

Die Schülerinnen und Schüler **bewerten** ihr Vorgehen bei der Auswahl und der Integration von Energiewandlungssystemen und leiten daraus Verbesserungen für zukünftige Aufträge ab.

Lernfeld 8: Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 8-1	... planen Energiewandlungssysteme.	<b>Sicherheit:</b> Motorschutz, MSS, MSR, Motorvollschutz <b>Anlass- und Bremsverfahren:</b> Stern-Dreieck-Anlasser, Sanftanlaufgeräte	Installation und Bemessung von Schutzeinrichtungen in der Antriebstechnik  Anpassung der Systeme an Normen und Vorschriften	Auswirkungen von Antriebssystemen auf die Netzqualität
LF 8-2	... wählen Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen aus und dimensionieren diese.	<b>Aktorik:</b> Drehstrommotor, Gleichstrommotor, Servomotor <b>Elektrische Maschinen:</b> Typenschilder von Motoren, Leistung, Drehmoment, Drehzahl, Betriebsarten, Baugröße, Schutzart, Kennlinien, Energieeffizienz <b>Frequenzumrichter:</b> Aufbau und Funktion, Signalverläufe, Einsatzbereiche	Auswahl und Inbetriebnahme passender Antriebe  Integration von Antrieben in Steuerungen  Auswahl geeigneter Antriebssysteme	Anwendungsorientierter und ressourcenschonender Einsatz von elektrischen Antrieben
LF 8-3	... installieren und erweitern Energiewandlungssysteme.	<b>Drehstrom:</b> Erzeugung und Grundgrößen <b>Leitungsberechnung:</b> Spannungsfall, Leitungsauswahl, Tabellen, DIN-VDE <b>EMV:</b> Erdung, Schirmung, Schaltschrankkonzept, Filter <b>Sicherheit:</b> Leitungsschutz, RCD	Normgerechte Leitungsauswahl  <b>Sichere und EMV-konforme</b> Installation von Antriebssystemen  Versorgung von Antrieben mit elektrischer Energie	Sicherheit durch normgerechte Leitungsverlegung  <b>Reduzieren von Störungen</b> <b>elektronischer Bauteile</b>

		Hochfrequenztechnik: Signalarten, Frequenzbereiche, Ausgangssignale von Stromrichtern		
LF 8-4	... nehmen Systeme in Betrieb und stellen Parameter ein.	Frequenzumrichter: Anwendungsmöglichkeiten von Frequenzumrichtern Parametrierung von Frequenzumrichtern	Parametrieren der Antriebssysteme  Verwendung von Software zur Inbetriebnahme	Zielorientiertes Anwenden von vorhandenen Informationsquellen und Nutzbarmachung von Herstellersoftware
LF 8-5	... nehmen eine systematische Fehlersuche vor und beseitigen Fehler.	Fehler an Antriebssystemen: Motoren, Stromrichter Auswirkung, Folgen	Systematische Fehlersuche an Antriebssystemen  Behebung von Fehlern an Antriebssystemen	Haftungsfragen bei Schäden
LF 8-6	... erstellen Dokumentationen und weisen in die Nutzung ein.	Antriebstechnik in Schaltplänen: Motoren, Frequenzumrichter, Motorschutz, Anlasser, Ansteuerung	Erstellung von Schaltplänen Dokumentation der Parametrierung und normgerechten Ausführung der Installation	

---

### **LS 1: Montage eines Motors für einen Werkstückträger (ca. 70 %)**

Für den Vorschub des Werkstückträgers einer Anlage wird ein Motor ausgewählt und eingebaut. Dabei wird zuerst die Motorart definiert, bevor die Kennwerte der Maschine bestimmt werden. Mithilfe der vorliegenden Daten kann anschließend die Beschaffung und Montage des Motors erfolgen und die Energieversorgung dimensioniert und installiert werden. Sicherheitstechnische Aspekte im Bereich des Verbraucher- und Leitungsschutzes werden ebenso miteinbezogen wie EMV-bezogene Fragestellungen der Elektronik.

### **LS 2: Drehzahlsteuerung mittels Frequenzumrichter (ca. 20 %)**

Die Drehzahl eines Antriebs wird an die Prozesse des Produktionsvorgangs angepasst. Dafür wird mithilfe eines Frequenzumrichters die Drehzahl des Motors verändert. Die Funktion eines Frequenzumrichters muss für die Facharbeiter bekannt sein. Zur Steuerung und Überwachung der Förderbandgeschwindigkeit werden verschiedene Arten von Sensoren in die Anlage integriert und mit dem Frequenzumrichter verbunden.

### **LS 3: Fehlersuche an elektrischen Maschinen (ca. 10 %)**

Das Antriebssystem einer Förderbandanlage hat eine Funktionsstörung. Neben der Fehlersuche an der Energieversorgung und Steuerung der Anlage sollen auch einfache Fehler an elektrischen Maschinen in diesem Zusammenhang besprochen werden. Nach der Instandsetzung wird die elektrische Sicherheit der Anlage überprüft und diese wieder in Betrieb genommen.

## 6.9 Lernfeldmatrix LF 9: Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren

**Lernfeld**

**98 Std.**

**Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren** fpL 28 Std.

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, die Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten zu planen und zu realisieren.**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zu Kommunikationssystemen. Sie stimmen die Kundenwünsche mit den betrieblichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Anforderungen ab. Sie **informieren** sich über die Möglichkeiten verschiedener Kommunikationssysteme, auch in fremder Sprache und unter Zuhilfenahme digitaler Medien.

Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Komponenten von Kommunikations- und Bussystemen für Wohn- und Zweckbauten unter den Aspekten Leistungsfähigkeit, Komfort sowie Zukunftsorientierung und **entwerfen** Lösungsvorschläge. Dazu stimmen sie mit den Kunden ein ressourcenschonendes Energiemanagement (*Nachhaltigkeit*) und eine Visualisierung zur Darstellung der Daten und Anlagezustände ab.

Sie **entscheiden** sich in Absprache mit den Kunden für einen Vorschlag und wählen Komponenten unter Berücksichtigung ihrer Schnittstellen aus.

Die Schülerinnen und Schüler **installieren**, parametrieren und programmieren die Kommunikationssysteme (*Personenrufanlagen, Telekommunikationsendgeräte und -anlagen, Gefahrenmeldeanlagen, Gebäudesystemtechnik, Antennen- und Breitbandkommunikationsanlage*).

Die Schülerinnen und Schüler **prüfen** die Kommunikationssysteme auf ihre Funktionen, führen eine systematische Fehlersuche durch und beheben Fehler. Sie erstellen Dokumentationen auf der Grundlage von Messprotokollen und technischen Prüfungen.

Die Schülerinnen und Schüler erläutern den Kunden die Bedienung der Systeme und weisen auf Serviceleistungen hin (*Kundenberatung und -einweisung*). Sie **bewerten** ihre Lösung im Hinblick auf zukünftige Aufträge.

Lernfeld 9: Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 9-1	... stimmen Kundenwünsche zur Gebäudekommunikation mit den betrieblichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Möglichkeiten ab.	<u>Kommunikationssysteme:</u> <u>Personenrufanlagen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haussprechanlage</li> </ul> <u>Telekommunikationsanlagen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• All-IP-Anschluss</li> </ul> <u>Gefahrenmeldeanlagen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandmeldeanlagen</li> <li>• Einbruchmeldeanlagen</li> </ul> <u>Gebäudesystemtechnik:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bussysteme</li> <li>• Smarthome</li> </ul> <u>Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TV-Empfangsarten</li> <li>• TV-Empfangsanlagen</li> </ul> <u>Kundenwünsche:</u> Betriebliche, wirtschaftliche und rechtliche Möglichkeiten  <u>Nachhaltigkeit:</u> Ressourcenschonendes Energiemanagement Energieeffizienz	<u>Auftragsorganisation:</u> Aufnahme von Kundenwünschen zur Abwicklung von Aufträgen Aufzeigen von Möglichkeiten und Vorteilen der Kommunikationssysteme in Wohn- und Zweckbauten Abgleich von Kundenwünschen mit betrieblichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Möglichkeiten Beratung des Kunden hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit  <u>Informationsbeschaffung:</u> Umgang mit Prospekten und Katalogen	<u>Kommunikationssysteme:</u> Bereiche des Multimedia-Netzes Einsatzgebiete von Triple-Play Zukünftige Projektierung einer Smarthome-Anlage  <u>Kundenwünsche:</u> Rechtliche Schwierigkeiten hinsichtlich des Datenschutzes  <u>Nachhaltigkeit:</u> Effizienzsteigerung durch Smart-Metering und Smart-Grid  <u>Personenrufanlagen:</u> Bestimmungen zum Leistungs- und Übertragungsnetz  <u>Telekommunikationsanlagen:</u> Vergleich unterschiedlicher Internetzugangsmöglichkeiten  <u>Gebäudesystemtechnik:</u> Vergleich von KNX, LON & LNC
LF 9-2	... planen Kommunikationssysteme entsprechend den Kundenanforderungen.	<u>Datenschutz- und Datensicherungskonzepte:</u> Rechtliche Regelungen Sicherheitsrisiken Sicherheitsmaßnahmen	<u>Auftragsorganisation:</u> Berücksichtigung von Erwartungen sowie Bedarf von Kunden	<u>Telekommunikationsanlagen:</u> Gegenüberstellung der Datenraten bei ADSL & VDSL IP-Telefonanschluss im Heimnetzwerk

		<p>Telekommunikationsanlagen:  <u>VoIP-Anschluss</u>  <u>Anschluss von ISDN-Geräten</u></p> <p>Antennen- und  <u>Breitbandkommunikations-</u>  <u>anlagen:</u>  <u>Aufbau von Empfangsanlagen</u>  <u>Komponenten</u>  <u>Verteilungssysteme</u>  <u>Potenzialausgleich &amp; Erdung</u></p>	<p><u>Festlegung der</u>  <u>Arbeitsschritte</u>  <u>Auftragsplanung:</u>  <u>Berücksichtigung von</u>  <u>Maßnahmen zum</u>  <u>Datenschutz und zur</u>  <u>Datensicherheit</u>  <u>Zeichnung eines</u>  <u>Anschlussplans</u>  <u>Anfertigung von</u>  <u>Installationsschaltplänen</u>  <u>und Anlagenschemata</u></p>	<p><u>Antennen- und</u>  <u>Breitbandkommunikations-</u>  <u>anlagen:</u>  <u>Notwendigkeit von</u>  <u>Potenzialausgleich und Erdung</u>  <u>für Kabelnetz und Antennen</u></p>
LF 9-3	... wählen Betriebsmittel für die Errichtung von Kommunikationssystemen aus.	<p>Telekommunikationsanlagen:  <u>TAE</u>  <u>APL &amp; ONT</u>  <u>WLAN-Router</u>  <u>Mesh-WLAN-Komponenten</u>  <u>VoIP-Telefon</u></p> <p>Antennen- und  <u>Breitbandkommunikations-</u>  <u>anlagen:</u>  <u>Parabolantenne mit LNB</u>  <u>Terrestrische Antenne</u>  <u>Antennen- und Erdungsleitungen</u>  <u>Multischalter</u>  <u>Antennensteckdosen</u>  <u>Antennenmast</u></p>	<p><u>Auftragsplanung:</u>  <u>Einholung von Angeboten</u>  <u>bei Elektrogroßhändlern</u>  <u>Mitwirkung bei der</u>  <u>Erstellung von Angeboten</u>  <u>für Kunden</u>  <u>Auswahl geeigneter</u>  <u>Betriebsmittel für die</u>  <u>Errichtung von</u>  <u>Kommunikationssystemen</u>  <u>Berechnung der</u>  <u>Singalpegel</u></p> <p><u>Informationsbeschaffung:</u>  <u>Umgang mit Datenblätter</u></p>	<p>Telekommunikationsanlagen:  <u>Auswahl von Komponenten</u>  <u>hinsichtlich ihrer Schnittstellen</u>  <u>Gegenüberstellung UAE &amp; TAE</u></p> <p>Antennen- und  <u>Breitbandkommunikations-</u>  <u>anlagen:</u>  <u>Komponentengegenüberstellung</u>  <u>hinsichtlich Leistungsfähigkeit,</u>  <u>Komfort &amp; Zukunftsorientierung</u>  <u>Gegenüberstellung optische und</u>  <u>kupfergebundene Übertragung</u>  <u>Einhaltung des Biegemoments</u>  <u>sowie des Mindest- und</u>  <u>Höchstpegels</u></p>
LF 9-4	... installieren Kommunikationssysteme.	<p>Anschlusstechniken:  <u>Lötfreie Anschlusstechnik</u>  <u>Klemmverbindungen</u></p>	<p><u>Auftragsrealisierung:</u>  <u>Zurichtung und</u>  <u>Verarbeitung von</u></p>	<p>Anschlusstechniken:  <u>Multimediaverkabelung im</u>  <u>Heimbereich</u></p>

		<p><b>Steckverbindungen</b></p> <p><u>Telekommunikationsanlagen:</u>  <b>Glasfaser-Anschluss</b>  <b>VoIP-Anschluss</b></p> <p><u>Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen:</u>  <b>Sicherheitsvorschriften</b>  <b>Ausrichtung der Antennen</b>  <b>Verlegung von Antennenleitungen</b>  <b>Anschluss der Komponenten</b></p>	<p><b>Kommunikationsleitungen mit unterschiedlichen Anschlusstechniken</b>  <b>Verdrahtung von Baugruppen und Geräten</b>  <b>Anschließen und Programmieren von Telekommunikationsanlagen und -endgeräten</b>  <b>Aufbau und Erdung von Antennenanlagen entsprechend den Empfangsverhältnissen und baulichen Gegebenheiten</b></p>	<p><u>Telekommunikationsanlagen:</u>  <b>Vor- und Nachteile von Glasfaser-Anschluss</b></p> <p><u>Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen:</u>  <b>Bestimmung des Montageortes einer Antennenanlage</b>  <b>Vorschriften &amp; Regeln bei der Montage einer Antennenanlage</b></p>
LF 9-5	... überprüfen Kommunikationssysteme und erstellen Dokumentationen auf der Grundlage von Messprotokollen.	<p><u>Messungen &amp; Prüfungen:</u>  <b>Pegelmessungen</b>  <b>Sicht- und Funktionsprüfung</b>  <b>Ton- und Bildqualität</b></p> <p><u>Diagnosegeräte und -software:</u>  <b>DVB- und Pegelmessgerät</b>  <b>SAT-Finder-App</b></p> <p><u>Dokumentation:</u>  <b>Inhaltsverzeichnis</b>  <b>Bild- und Tabellenverzeichnis</b></p>	<p><u>Auftragsauswertung:</u>  <b>Durchführung von spezifischen Messungen und Prüfungen</b>  <b>Handhabung von Diagnosegeräten und Diagnosesoftware</b>  <b>Erstellung einer Technischen Dokumentation</b></p>	<p><u>Messungen &amp; Diagnosegeräte:</u>  <b>Kriterien bei der Auswahl von Messgeräten</b></p> <p><u>Prüfungen:</u>  <b>Bedeutung der Antennenanlagenprüfung</b></p>
LF 9-6	...erläutern den Kunden die Bedienung der Systeme und weisen auf Serviceleistungen hin.	<p><u>Übergabe:</u>  <b>Einweisung &amp; Abnahme</b>  <b>Anlagen-Dokumentation</b></p>	<p><u>Auftragsauswertung:</u>  <b>Übergabe des Kommunikationssystems an den Kunden</b></p>	<p><u>Übergabe:</u>  <b>Vorteile von digitalen Dokumentationen</b></p>

		<u>Serviceleistungen:</u> Wartung Reparatur Beratung	<u>Hinweisung auf Serviceleistungen</u>	<u>Serviceleistungen:</u> Bedeutung von Serviceleistungen als Kundenbindungsinstrument
LF 9-7	... lokalisieren und beseitigen Fehler bei Kommunikationssystemen.	<u>Gefahrenmeldeanlagen:</u> Aufbau & Symbole Sensoren & Aktoren Meldeelemente und -linien Steuereinheiten Datenübertragungsarten  <u>Fehlersuche und -behebung:</u> Systematische Vorgehensweise Sichtkontrolle von häufigen Fehlerquellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerätedefekt</li> <li>• Installationsmängel</li> </ul> Messgeräte & Werkzeug	<u>Auftragsorganisation:</u> Besorgung des Bauplans, ggf. der bestehenden Elektroplanung  <u>Auftragsplanung:</u> Analyse der Elektroinstallation anhand von Stromlaufplänen und Technischen Dokumentationen der Kommunikationssysteme  <u>Auftragsrealisierung:</u> Durchführung einer systematischen Fehlersuche Behebung von Fehlern Parametrierung von Gefahrenmeldeanlagen	<u>Bauplan:</u> Beurteilung von Räumen hinsichtlich der Umgebungsbedingungen  <u>Gefahrenmeldeanlagen:</u> Normen und Vorschriften für Gefahrenmeldeanlagen Mindestausstattung Überwachungsbereiche CCTV-Überwachungstechnik Arten von Alarmkreisen Visualisierungsmöglichkeiten der Gefahrenzustände  <u>Fehlerbehebung:</u> Ausrichtung von Meldeelementen Einstellung der Alarmierung

### **LS 1: Kundenberatung zur Installation von Kommunikationssystemen (ca.20 %)**

Die Auszubildenden nehmen Kundenwünsche in einem Gespräch auf. Anschließend beraten sie den Kunden zur Installation von Kommunikationssystemen in Wohn- und Zweckbauten. Die angehenden Elektrofachkräfte zeigen dem potenziellen Auftraggeber mögliche Kommunikationssysteme sowie deren Vorteile auf. In diesem Zusammenhang gehen sie auf das ressourcenschonende Energiemanagement ein. Die Auszubildenden stimmen abschließend die Kundenwünsche mit den betrieblichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Möglichkeiten ab.

### **LS 2: Einrichtung eines VoIP-Anschlusses mit einem WLAN-Router (ca. 30 %)**

Die Auszubildenden erhalten den Auftrag für ein Gebäude einen VoIP-Anschluss zu realisieren. In diesem Zusammenhang planen die angehenden Elektrofachkräfte den Anschluss des WLAN-Routers. Hierfür fertigen sie einen Anschlussplan für die Router-Schnittstellen an. Anschließend wählen sie kompatible Komponenten für den VoIP-Anschluss aus, installieren die Telekommunikationsanlage und konfigurieren den Router für VoIP. Sie beachten bei der Installation des VoIP-Anschlusses die technischen Maßnahmen zum Datenschutz und -sicherheit.

### **LS3: Planung, Errichtung und Überprüfung einer TV-Empfangsanlage (ca. 35%)**

Der Betreiber der Sportclub-Gaststätte beauftragt die Auszubildenden, eine TV-Empfangsanlage zu installieren. Die angehenden Fachkräfte berücksichtigen dabei die Kundenwünsche, die sie sich in Form eines Notizzettels notiert haben. Anschließend wählen die angehenden Fachkräfte eine geeignete TV-Empfangsart aus und planen eine Antennenempfangsanlage (DVB-S & DVB-T2) mit sechs Teilnehmern. Dafür fertigen die Auszubildenden einen Installationsschaltplan sowie ein Anlagenschema an. Anschließend legen sie geeignete Komponenten fest und berechnen den Signalpegel an den Antennensteckdosen. Im nächsten Schritt installieren sie die Antennenanlage auf dem Dach des Gebäudes. Hierbei beachten sie die Notwendigkeit der Erdung. Abschließend überprüfen sie die Anlage durch eine Sicht- und Funktionsprüfung.

### **LS 4: Fehlersuche und -behebung bei einer Gefahrenmeldeanlage (ca. 15 %)**

Die angehenden Fachkräfte erhalten den Auftrag, eine Fehlersuche mit anschließender Fehlerbehebung bei einer Gefahrenmeldeanlage durchzuführen. Bei einer Brandmeldeanlage löste, ohne dass ein Schadenfeuer ausgebrochen ist, ein Brandalarm aus. Die Auszubildenden legen ihre Vorgehensweise für eine systematische Fehlersuche fest und untersuchen die möglichen Ursachen für diesen Falschalarm. In diesem Zusammenhang analysieren die Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik den Aufbau der Gefahrenmeldeanlage und setzen sich mit deren Sensoren, Aktoren sowie der Steuereinheit auseinander. Ebenso betrachten sie die Datenübertragung unter den Anlagenkomponenten. Nach erfolgreicher Fehlerlokalisierung – ein defekter Brandmelder – beheben sie den Fehler und stellen die Brandmeldeanlage korrekt ein.

## 6.10 Lernfeldmatrix LF 10: Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben

**Lernfeld**

**84 Std.**

**Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben**

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik zu planen, in Betrieb zu nehmen und zu übergeben.**

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln in Kundengesprächen Anforderungen an die Haustechnik. Sie **informieren** sich über Auswahlkriterien und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen (*Wärmepumpen, Klimaanlage, Beleuchtungsanlagen*) und Geräten der Haustechnik (*Elektrohausgeräte, Warmwassergeräte*). Sie berücksichtigen dabei energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte (*Nachhaltigkeit, EU-Energieverbrauchskennzeichnung*).

Die Schülerinnen und Schüler **planen** die Anlagen und Systeme der Haustechnik sowie des inneren und äußeren Blitzschutzes. Dabei berücksichtigen sie entsprechende Normen und Bestimmungen.

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** die für die Kunden geeigneten Geräte und Anlagen **aus**.

Die Schülerinnen und Schüler **führen** die Elektroinstallation von Geräten und Anlagen der Haustechnik **durch** und nehmen diese in Betrieb. Sie schließen die erforderlichen Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme an. Sie wenden die Normen und Vorschriften zum Anschluss von elektrischen Geräten an Rohrsysteme an und beachten die Sicherheitsbestimmungen. Sie richten Anlagen nach Kundenwünschen ein und stellen Hausgeräte auf. Sie errichten und prüfen den inneren Blitzschutz. Sie wechseln defekte Komponenten und Geräte aus und entsorgen diese sowie Restmaterialien fachgerecht. Schadstoffhaltige Komponenten und Geräte entsorgen sie umweltgerecht.

Die Schülerinnen und Schüler **kontrollieren** die ordnungsgemäßen Funktionen ihrer Installationen anhand der vorgeschriebenen Prüfungen sowie der Kundenanforderungen. Sie erläutern den Kunden die Bedienung und beraten bezüglich notwendiger Instandhaltungsarbeiten (*Wartungsverträge*). Sie dokumentieren und bewerten die Messergebnisse (*Prüfprotokolle*).

Die Schülerinnen und Schüler **bewerten** ihre Planung, Inbetriebnahme und Übergabe elektrischer Geräte sowie Anlagen und leiten Verbesserungen hinsichtlich zukünftiger Aufträge ab.

Lernfeld 10: Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 10-1	... beraten Kunden bei der Auswahl von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik.	<b>Elektrische Anlagen:</b> Wärmepumpen Heizung Warmwassergeräte Klimaanlagen Beleuchtungsanlagen  <b>Geräte der Haustechnik:</b> Elektroherde Backöfen Kühlgeräte Mikrowellengeräte Geschirrspüler Wäschetrockner Elektrohausgeräte Warmwassergeräte	Information über Auswahlkriterien und Anwendungsmöglichkeiten  Erstellung einer Übersicht von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik als Basis für ein Kundengespräch Zusamentragung von Kundenwünschen  Einsatz von Internet, Datenblätter Herstellerinformationen	Energiewandlung, Wirkungsgrad  Nachhaltigkeit EU-Energieverbrauchs-kennzeichnung KfW-Haus
LF 10-2	... planen die Installation von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik.	<b>Normen und Bestimmungen:</b> Kennzeichnung von Leuchten Leiterquerschnitt  <b>DIN-VDE 011-443:</b> Überspannungsschutz <b>Wärmepumpe:</b> Arten und Funktionsweise  <b>Warmwassergeräte:</b> Durchlauferhitzer, Warmwasserspeicher,	Analysieren Stromlaufpläne und Hauspläne  Auswahl des passenden Leitungs- und Fehlerstromschutzes und Montageort unter Berücksichtigung der Kundenwünsche Suchen eine passende E-Patrone für ein Warmwassersystem	VDR-Widerstand Schallschutz Feuerbeständige Leitung Zweitarifzähler Jahresarbeitszahl Entstehung von Blitzen Schaltvorgänge in der Elektrotechnik und deren Auswirkungen  Leitungsschutz und Fehlerstromeinrichtung

		<p>Kochendwassergeräte, Boiler und E-Patrone</p> <p>Innerer Blitzschutz: Typenklassen von Schutzgeräten, TT- und TN-System, Schutzpotenzialausgleich</p> <p>Beleuchtungssysteme: Einflussgrößen, Leuchtmittel Leuchttyp Lampenarten Lichtsteuergeräte Beleuchtungssteuerung und -regelung Vorschaltgeräte, Kompensation mittels Kompensationskondensatoren Sicherheitsbeleuchtung Lichttechnische Größen</p> <p>Heizung: Speicherheizung</p>	<p>Ergänzung bzw. Erstellung von Stromlaufplänen, Beleuchtungsplänen etc. Berechnung von Energiekosten</p> <p>Heranziehen von Datenblättern, Stromlaufplänen und Herstellerunterlagen für die Planung</p>	<p>Anschaffungs- und Energiekosten von z. B. Halogenlampen</p> <p>Energiekosten für Warmwasser Berechnung der Ladezeit in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung</p>
LF 10-3	... führen die Installation von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik durch und nehmen diese in Betrieb.	<p>Anschluss von Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme; E-Patrone</p> <p>Normen und Vorschriften zum Anschluss von elektrischen Geräten an Rohrsysteme; DIN-VDE 0100</p>	<p>Erstellung eines Arbeitsplans für die Installation einer E-Patrone bzw. eines Überspannungsableiters Abstimmung mit anderen Gewerken (z. B. Heizungsbauer) über moderne Medien Anschluss unter Berücksichtigung der VDE-</p>	<p>Zoll-System</p> <p>Netzsysteme</p>

		<p><b>Sicherheitsbestimmungen:</b> Lastabwurfrelais</p> <p>Herdanschluss</p>	<p>Normen einer E-Patrone an eine Warmwasserregelung Installation eines Überspannungsschutzes in einem TT- und TN-System Durchführung einer Funktionskontrolle unter Berücksichtigung der VDE-Norm Erläuterung der Bedienung Heranziehen von Datenblättern, Stromlaufplänen und Herstellerunterlagen für die Durchführung</p>	
LF 10-4	... kontrollieren die Funktion von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik.	<p><b>Instandhaltung:</b> Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserungen</p> <p><b>Prüfprotokolle:</b> Besichtigen, Messen und Erproben</p> <p>Systematische Fehlerdiagnose</p>	<p>Vergleichen die Funktion der Anlage mit den Kundenanforderungen Durchführung der geforderten DIN-VDE-Messung und Erstellung eines Prüfprotokolls Entwurf eines Wartungsplans Durchführung einer systematische Fehlerdiagnose Auswechseln von defekten Komponenten Fachgerechte und umweltbewusste Entsorgung von Restmaterialien und</p>	<p>Gesundheitsschädliche Stoffe</p> <p>Gesetzliche Grundlagen des Umweltschutzes für Elektro- und Elektronikgeräte</p> <p>Vorgehen bei Schutzleiter- und Isolationswiderstandsmessung und bei der Messung der Berührungstromstärke</p>

			<p>schadstoffhaltiger Komponenten Umgang mit Bedienungsanleitungen</p>	
LF 10-5	... bewerten die Auftragsdurchführung.	<p>Kontinuierliche Verbesserung: Deming-Zyklus</p> <p>Kundenfeedback</p> <p>Aktueller Stand der Technik</p>	<p>Vergleichen geplante Anlagen mit den Kundenwünschen</p> <p>Analysieren die Kostenaufstellung</p>	Kalkulation im Handwerk
LF 10-6	... leiten Verbesserungen hinsichtlich zukünftiger Aufträge ab.	<p>Erweiterungsmöglichkeiten von Anlagen: Speichersysteme</p> <p>Aktuelle Normen und Bestimmungen</p>	<p>Zählen Erweiterungsmöglichkeiten wie z. B. elektrische Speicher in Verbindung mit einem E-Auto (Wall-Box) auf.</p>	<p>Energieeffizienz, Wirkungsgrad Speichersysteme, Wall-Box KfW-Förderung für z. B. PV- Anlage Vergütung für PV-Energie</p>

---

### **LS 1: Erstellung einer Übersicht über elektrische Anlagen und Geräte der Haustechnik (ca. 10 %)**

Zu Beginn der Lernsituation informieren sich die Schülerinnen und Schüler mithilfe moderner Medien über mögliche elektrische Anlagen und Geräte der Haustechnik. Dabei erstellen sie eine Übersicht mit Auswahlkriterien und Anwendungsmöglichkeiten (z.B. Mindmap). Mithilfe dieser Darstellung wird im Kundengespräch auf die spezifischen Kundenwünsche eingegangen und der Kunde über Umsetzungsmöglichkeiten, Nachhaltigkeit sowie mögliche Instandsetzungsarbeiten zielführend beraten.

### **LS 2: Auswahl einer E-Patrone nach bestimmten Kriterien (ca. 25 %)**

Um die überschüssige Energie aus einer PV-Anlage zu speichern, wird diese über eine E-Patrone in einen Pufferspeicher geleitet. Die Schülerinnen und Schüler ermitteln rechnerisch die zu speichernde mögliche Energiemenge und somit die Kostenersparnis. Sie wählen auf Grundlage ihrer Berechnungen die passende E-Patrone aus, konzipieren den Leitungsschutz und installieren die E-Patronen in Verbindung mit einem Steuergerät nach DIN-VDE. Nach der Inbetriebnahme und Messung nach DIN-VDE wird der Kunde in die Anlage eingewiesen und auf Wartungsarbeiten hingewiesen.

### **LS 3: Installieren eines Überspannungsschutzes (ca. 25 %)**

Bei einem Kunden ist der neue Herd von überraschend kaputtgegangen. Die Schülerinnen und Schüler führen eine systematische Fehlerdiagnose durch. Dabei stellen sie fest, dass kein Überspannungsschutz installiert ist und es am Vortag ein Gewitter gab. Sie informieren den Kunden über die Notwendigkeit des inneren Blitzschutzes und grenzen diesen vom äußeren Blitzschutz ab. Die Schülerinnen und Schüler analysieren (Netzsystem) die Kundenanlage, wählen den passenden Überspannungsschutz aus und installieren diesen nach DIN-VDE. Darüber hinaus ergänzen sie die entsprechenden Unterlagen und nehmen die Kundenanlage nach DIN-VDE wieder in Betrieb. Sie klären den Kunden über die Entsorgung des defekten Herdes auf, führen diese durch und installieren in Absprache mit dem Kunden einen neuen Herd (Herdanschlussdose). Diesen nehmen sie in Betrieb und weisen den Kunden in die Funktion ein.

### **LS 4: Entwerfen eines Beleuchtungskonzepts nach Vorgabe (ca. 40 %)**

In einem mittelständischen Betrieb soll die Beleuchtung auf den neuesten Stand gebracht werden. Die Schülerinnen und Schüler analysieren das vorhandene Leuchtkonzept. Sie beraten den Kunden hinsichtlich Energieeffizienz (Kostenrechnung) und Nachhaltigkeit bei Beleuchtungsanlagen. Im Anschluss erarbeiten sie unter Berücksichtigung der Örtlichkeiten und der Kundenwünsche einen Beleuchtungsplan für den Betrieb. Dabei gehen sie auch auf mögliche Instandsetzungstätigkeiten ein.

## 6.11 Lernfeldmatrix LF 11: Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten

**Lernfeld**

**70 Std.**

**Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen fpL 14 Std. und instand halten**

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, energietechnische Systeme zu errichten, in Betrieb zu nehmen und instand zu halten.**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge hinsichtlich ihrer Anforderungen an energietechnische Systeme. Dazu **informieren** sie sich über Möglichkeiten zur Bereitstellung von elektrischer Energie unter den Aspekten Versorgungssicherheit und Zukunftsorientierung. Sie analysieren Netze und dezentrale sowie regenerative Energieversorgungssysteme und beraten Kunden über die Möglichkeiten der Nutzung unter ökonomischen und ökologischen Aspekten (*Netzformen, Aufbau und Schaltgruppen von Drehstromtransformatoren, Wechselrichter, unterbrechungs- und störungsfreie Stromversorgung, Kompensation*).

Die Schülerinnen und Schüler **planen** energietechnische Systeme unter Berücksichtigung der zur Errichtung erforderlichen Vorschriften, Regeln und Normen.

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** die Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen unter funktionalen sowie wirtschaftlichen Aspekten **aus** und dimensionieren diese (*öffentliche und private Ladestationen sowie Ladepunkte für Elektromobilität, Fotovoltaik, Speichertechniken für regenerative Energien*).

Die Schülerinnen und Schüler **errichten** Energieversorgungssysteme und nehmen diese unter Beachtung von sicherheitstechnischen Vorschriften in Betrieb. Sie führen Schalthandlungen sowie Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen in Energieeinspeisungssystemen unter Berücksichtigung von Sicherheitsvorschriften durch (*Vorschriften für Schalthandlungen und das Errichten von Energieeinspeisungssystemen, Schaltgeräte*).

Die Schülerinnen und Schüler **kontrollieren** die Funktion der energietechnischen Systeme. Sie erstellen eine Dokumentation, übergeben die Anlage den Kunden und weisen diese in die Nutzung ein. Sie erläutern die Leistungsmerkmale und weisen auf Gewährleistungsansprüche hin.

Die Schülerinnen und Schüler **bewerten** ihre Vorgehensweise bei Bearbeitung der Kundenaufträge im Hinblick auf die Optimierung des Arbeitsablaufs zukünftiger Aufträge.

Lernfeld 11: Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 11-1	... beraten die Kunden unter Beachtung ökonomischer und ökologischer Aspekte.	<u>Erneuerbare Energien:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotovoltaik</li> <li>• Windenergie</li> <li>• Wasserstoff</li> <li>• Bioenergie</li> <li>• Wasserkraft</li> <li>• Geothermie</li> </ul> <u>USV-Anlagen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VFD</li> <li>• VI</li> <li>• VFI</li> </ul> <u>Drehstromtransformatoren:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau</li> <li>• Schaltgruppen</li> <li>• Parallelbetrieb</li> <li>• Jahreswirkungsgrad</li> </ul> <u>Kompensationsanlagen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzel-, Gruppen- und Zentralkompensation</li> </ul>	Kundenorientierte Gegenüberstellung verschiedener dezentraler und regenerativer Energieversorgungssysteme hinsichtlich Anforderungen, Versorgungssicherheit und Zukunftsorientierung  Bewertung von Preisangaben  Erstellung von Angeboten bzw. Preislisten  Durchführung von Beratungsgesprächen mit Kunden  Verwendung von Fachliteratur, Herstellerangaben und Datenblättern	Anwendungsorientierter und ressourcenschonender Aufbau energietechnischer Systeme  Berechnung der Einspeisevergütung für PV-Anlagen  Bypass-Betrieb bei USV-Anlagen  Stern-, Dreieck- und Zickzack-Schaltung  Funktionsprinzip von Transformatoren, Anwendung Sondertransformatoren
LF 11-2	...planen energietechnische Systeme.	<u>Normen, Regeln und Vorschriften:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VDE-AR-N 4100 und 4105</li> <li>• DIN-VDE 0100-100</li> <li>• Baugenehmigung</li> <li>• KfW-Förderungsprogramme</li> </ul>	Planerstellung nach geforderten Normen  Erstellung einer Materialliste zur Errichtung eines energietechnischen Systems	Wichtigkeit und Sinnhaftigkeit der Planerstellung  Energiewandlung mittels z. B. Generator

		<p><u>Aufbau des elektrischen Energieübertragungsnetzes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungsebenen</li> <li>• Ringnetz</li> <li>• Maschennetz</li> <li>• Strahlennetz</li> <li>• Transformator</li> </ul> <p>Planerstellungsprogramme bzw. Hilfsmittel</p>	<p>Ausformulierung von Arbeitsschritten unter Berücksichtigung der Sicherheit nach DIN-VDE 0100</p> <p>Verwendung von Fachliteratur, Herstellerangaben, Datenblättern, Normen, Regeln und Vorschriften</p>	<p>Versorgungssicherheit (n-1-Sicherheit)</p>
<p>LF 11-3</p>	<p>...wählen und dimensionieren die benötigten Bauteile nach den gegebenen Kriterien.</p>	<p><u>Ladestationen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• öffentliche und private Ladestationen</li> <li>• Ladepunkte</li> </ul> <p><u>Fotovoltaik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PV-Module</li> <li>• Geräteanschlusskasten</li> <li>• Wechselrichter</li> </ul> <p><u>Speichertechniken für regenerative Energien:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromspeicher</li> <li>• Wasserstoff</li> </ul> <p><u>Kraft-Wärme-Kopplung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzelle</li> <li>• Blockheizkraftwerk</li> </ul>	<p>Berechnung von Leitungsquerschnitten und Verluste unter Berücksichtigung der Maximalbelastbarkeit</p> <p>Verortung von Ladepunkten für die E-Mobilität</p> <p>Kundenorientierte Auswahl einer Ladestation für E-Mobilität</p> <p>Dimensionierung und Implementierung von Schutzeinrichtungen</p> <p>Auswahl der Komponenten für eine PV-Anlage nach funktionalen</p>	<p>Physikalische Gesetzmäßigkeiten und Grundbauteile im Bereich der Elektrotechnik</p> <p>Kenndaten von Solarzellen</p> <p>Installationsvorschriften für Ladestationen</p> <p>Kondensatoren zur Kompensation (MPP, MKP, MKK)</p> <p>Leistungsdreieck</p>

		<p><b>Schutzeinrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LS-Schalter</li> <li>• RCD</li> <li>• Brandschutzschalter</li> <li>• Schmelzsicherung</li> <li>• NH-Sicherung</li> <li>• HH-Sicherung</li> </ul>	<p><b>und wirtschaftlichen Aspekten</b></p> <p>Berechnung der gesamten kapazitiven Blindleistung für eine Kompensationsanlage und Auswahl des passenden Kompensationskondensators</p> <p>Verwendung von Fachliteratur, Herstellerangaben und Datenblättern</p>	
LF 11-4	...errichten und betreiben Energieversorgungssysteme.	<p><b>Vorschriften für Schalthandlungen und das Errichten von Energieeinspeisesystemen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN-VDE 0100-460</li> <li>• DIN-VDE 0100-100</li> </ul> <p><b>Schaltanlagen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einspeisung</li> <li>• Übergabe</li> <li>• Abgang</li> </ul> <p><b>Schaltgeräte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trennschalter</li> <li>• Erdungstrennschalter</li> <li>• Lasttrennschalter</li> <li>• Sicherungslasttrennschalter</li> <li>• Leistungsschalter</li> </ul>	<p><b>Prüfung der gegebenen bzw. notwendigen Voraussetzungen auf der Baustelle</b></p> <p><b>Installation gemäß der Planvorgabe</b></p> <p><b>Durchführung von Schalthandlungen auch mit Unterstützung von digitalen Medien</b></p>	<p><b>Sicherheitsrelevante und gefährliche Bauteile</b></p> <p>Körperliche, berufliche, rechtliche Konsequenzen von fahrlässigen Handlungen bei der Errichtung einer Baustelle</p> <p>Schalterkennzeichnung</p> <p><b>Lichtbögen</b></p> <p><b>5 Sicherheitsregeln</b></p> <p><b>Gefahrenzonen</b></p> <p><b>Persönliche Schutzausrüstung</b></p> <p><b>Selektivität</b></p> <p><b>Buchholz-Schutz</b></p>

<p>LF 11-5</p>	<p>... kontrollieren die Funktion der energietechnischen Systeme.</p>	<p><b>Messungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannung</li> <li>• Stromstärke (auch Abschaltströme)</li> <li>• Isolation</li> <li>• Schleifenimpedanz</li> <li>• Erdungswiderstand</li> </ul> <p><b>Messgeräte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromwandler</li> <li>• Spannungswandler</li> </ul> <p><b>Schalthandlungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedienungsanleitung</li> <li>• analoge/digitale Einstellmöglichkeiten des Systems</li> <li>• kundenrelevante Bauteile der Anlage</li> </ul>	<p>Nutzung von Messgeräten</p> <p>Einschätzung und Bewertung von Messwerten</p> <p>Kommunikation mit der Kundschaft zur Übergabe der Anlage</p> <p>Ausformulierung eine Bedienungsanleitung</p>	<p>Verantwortungsbewusstsein</p> <p>Physikalisches Grundverständnis über elektrische Messungen</p> <p>Gewährleistungsansprüche</p> <p>Leistungsmerkmale</p> <p>USF-Management</p>
<p>LF 11-6</p>	<p>... bewerten im Hinblick auf Optimierung des Arbeitsablaufs zukünftiger Aufträge die Vorgehensweise bei der Bearbeitung der Kundenaufträge.</p>	<p><b>Fragebogen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textverarbeitungsprogramme</li> <li>• QR-Code</li> </ul> <p><b>Optimierungsbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitplanung</li> <li>• Teamarbeit</li> <li>• Kommunikation</li> <li>• Qualität</li> <li>• Meeting</li> </ul>	<p>Erstellung und Auswertung eines Fragenbogens an den Kunden</p> <p>Auswertung von Kundenbeschwerden hinsichtlich des eigenen Verbesserungsprozesses</p>	<p>Kundenzufriedenheit</p> <p>Fortbildungsmöglichkeiten</p> <p>Aktueller Stand der Technik</p> <p>Soll-Ist-Vergleich</p>

### **LS 1: Einen Flyer zum Thema „Regenerative Energien“ erstellen (ca. 15 %)**

Ihr Firmenchef stellt fest, dass sich immer mehr Kunden für regenerative Energien im Hinblick auf die eigene Nutzung interessieren. Vor diesem Hintergrund veranlasst er einen Schultag mit dem Thema „Regenerative-Energien – anwendungsorientiert und ressourcenschonend“. Hierzu informieren sich die Mitarbeiter über die verschiedenen Arten von erneuerbaren Energien. Sie bewerten diese hinsichtlich Umsetzungsmöglichkeiten, Wirkungsgrad, Versorgungssicherheit, Ökonomie und Vorschriften. Die Ergebnisse sollen in einem Flyer zusammengefasst werden.

### **LS 2: Eine Klein-PV-Anlage installieren und auf Funktion überprüfen (ca. 45 %)**

Für den Eigenbedarf soll eine Klein-PV-Anlage auf einem Balkon installiert werden. Die Schülerinnen und Schüler wählen die entsprechenden Komponenten aus und installieren diese. Sie bauen die Anlage auf und nehmen diese in Betrieb. Nach erfolgreicher VDE-Prüfung wird die Anlage dem Kunden übergeben. Eine Kostenkalkulation soll dem Kunden den wirtschaftlichen Mehrwert der Anlage vor Augen führen.

### **LS 3: Ein Drehstromtransformator auswählen und anpassen (ca. 20 %)**

Ein Energieunternehmen plant eine Installation eines Drehstromtransformators auf der Mittelspannungsebene parallel zu einem bestehenden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Zunächst analysieren die Schülerinnen und Schüler den Aufbau der elektrischen Energieversorgung und erkennen dadurch die Notwendigkeit dieser Maßnahme. Im Anschluss wählen sie den passenden Drehstromtransformator aus, formulieren unter Berücksichtigung der Vorschriften die notwendigen Arbeitsschritte und überwachen die elektrischen Größen mithilfe von Messwandlern.

### **LS 4: Eine unterbrechungsfreie Energieversorgung konzipieren (ca. 10 %)**

Der Betreiber eines Rechenzentrums erkundigt sich nach einer sicheren Energieversorgung. Im Kundengespräch empfehlen die Schülerinnen und Schüler eine unterbrechungsfreie Stromversorgung. Dabei gehen sie insbesondere auf die verschiedenen Varianten auch in Verbindung mit Speichertechnologien ein und arbeiten die Vorteile heraus. Sie wählen unter Berücksichtigung der Gegebenheiten und Kundenwünsche die passende USV aus, berechnen die passenden Leiterquerschnitte, wählen Schutzrichtungen aus und führen nach der Inbetriebnahme die VDE-Messungen durch. Sie weisen den Kunden in das USV-Management ein.

### **LS 5: Eine Kompensationsanlage für eine Fabrikanlage auswählen (ca. 10 %)**

Eine Erweiterung einer Fertigungsstraße mit Drehstrommotoren, geregelt mittels Frequenzumrichter, erfordert die Installation einer Kompensationsanlage. Die Schülerinnen und Schüler berechnen zunächst die gesamte kapazitive Blindleistung und wählen im Anschluss die passende Kompensationsanlage aus.

## 6.12 Lernfeldmatrix LF 12: Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren<sup>7</sup>

**Lernfeld**

**70 Std.**

**Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und fpL realisieren**  
**28 Std.**

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, energie- und gebäudetechnische Anlagen auftragsbezogen zu planen, zu realisieren und zu übergeben.**

Die Schülerinnen und Schüler werten Kundenaufträge zu energie- und gebäudetechnischen Anlagen hinsichtlich ihrer Anforderungen aus. Sie **informieren** sich über fachliche Vorgaben (*Projektauswertung, Normen, Vorschriften und Regeln*), auch in fremder Sprache. Sie leiten wesentliche Projektziele aus den Aufträgen ab und benennen diese in Fachsprache.

Die Schülerinnen und Schüler **planen** die Auftragsdurchführung und entwickeln Lösungsansätze. Dabei übernehmen sie Verantwortung für die Projektorganisation sowie die Abstimmung der Arbeitsprozesse. Sie definieren Ziele, analysieren und strukturieren Aufgaben im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und berücksichtigen die Einsatzgebiete (*Zeit- und Arbeitsplanung, Projektmanagement, Bauwerksdatenmodellierung*).

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** Komponenten für energie- und gebäudetechnische Anlagen **aus** (*Energie- und Gebäudeanlagen, Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen*).

Die Schülerinnen und Schüler **errichten** energie- und gebäudetechnische Anlagen, nehmen diese in Betrieb und prüfen Teil- und Gesamtfunktionen. Sie erstellen und modifizieren Projektdokumentationen und nutzen dazu auch fremdsprachige Unterlagen sowie aktuelle Informations- und Kommunikationsmedien. Sie dokumentieren fortlaufend den Projektfortschritt (*Projektdokumentation*).

Die Schülerinnen und Schüler **kontrollieren** und übergeben die Anlagen an die Kunden und demonstrieren Aufbau und Funktion. Dabei weisen sie auf Umweltverträglichkeit und spätere Recyclingmöglichkeiten hin (*Entsorgungsprotokolle und -nachweise*).

Die Schülerinnen und Schüler **bewerten** Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter arbeitsorganisatorischen, technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten. Sie analysieren und beurteilen den Projektverlauf (*Projektbeurteilung, Qualitätssicherung*).

<sup>7</sup> Da die Lernfelder 12 und 13 inhaltlich große Schnittmengen aufweisen und gemeinsam im Fach „Gebäudesystemtechnik“ gebündelt werden, wird eine gemeinsame Lernfeldmatrix auf Seite 79 dargestellt.

## 6.13 Lernfeldmatrix LF 13: Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren

**Lernfeld**

**56 Std.**

**Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren**

### **Zielformulierung**

**Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, energie- und gebäudetechnische Systeme auftragsbezogen anzupassen und zu dokumentieren.**

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zur Anpassung energie- und gebäudetechnischer Systeme. Dazu **informieren** sie sich, auch unter Einsatz digitaler Medien, über die erforderlichen Komponenten und Schnittstellen (*Betriebsanleitungen, Schaltpläne und technische Schnittstellen von Funktionseinheiten*). Fremdsprachige technische Dokumentationen werten sie unter Zuhilfenahme von Hilfsmitteln aus.

Die Schülerinnen und Schüler **planen** die Änderung der energie- und gebäudetechnischen Systeme gemäß Kundenvorgaben. Dazu erfassen und erstellen sie technische Unterlagen (*Bauwerksdatenmodellierung*).

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** unter technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten eine Lösung zur Anpassung energie- und gebäudetechnischer Systeme **aus**.

Die Schülerinnen und Schüler **führen** Anpassungen in energie- und gebäudetechnischen Anlagenkomponenten und Systemen **durch**. Dabei prüfen sie Teil- und Gesamtfunktionen der bestehenden Anlagen, analysieren Störungen und wenden Methoden und Strategien zur systematischen Fehlersuche und Fehlerbeseitigung (*Fehlerbaum*) an. Sie analysieren und bewerten in Intervallen den Projektfortschritt.

Die Schülerinnen und Schüler **überprüfen** die Funktionen der geänderten Kundenanlagen (*Funktionsprüfung*), bereiten Einweisung und Übergabe vor (*Informations- und Kommunikationsmedien*) und führen diese durch.

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren und **bewerten** den Prozessablauf und ihre Arbeitsergebnisse unter arbeitsorganisatorischen, technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten (*Projektauswertung*) und erörtern mögliche Optimierungspotenziale (*Wissensmanagement*).

Lernfeld 12: Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren				
Lernfeld 13: Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 12/13 - 1	... analysieren ein öffentliches Gebäude zur Renovierung der technischen Gewerke.	<u>Gebäudeleittechnik:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bussysteme</li> <li>• Steuerungs- bzw. Regelungssysteme</li> <li>• Lichttechnik</li> <li>• Visualisierung</li> </ul> <u>Stromlaufpläne:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lesen</li> <li>• verstehen</li> <li>• erweitern</li> </ul>	Analyse der Funktionsbeschreibung  Aufmaß des Projekts gemäß Pflichtenheft  Umsetzung einschlägiger Richtlinien	Konventionelle Installations- und Steuerungstechnik
LF 12/13 - 2	... erstellen eine Kalkulation.	<u>Aufbau der Kalkulationshilfe</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialaufschlag</li> <li>• Lohnkosten</li> <li>• Kupferpreis</li> </ul> Software Tabellenkalkulationsprogramm	Anwendung der Kalkulationshilfe  Erstellung der Kalkulation mit geeigneter Software	Betriebswirtschaftliche Aspekte
LF 12/13 - 3	... wählen unter Beachtung gängiger Richtlinien geeignete Systeme aus und planen diese.	<u>Komponenten der Gebäudeleittechnik:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensoren und Aktoren</li> <li>• Busleitungen</li> <li>• Spannungsversorgung</li> <li>• Schnittstelle</li> </ul>	Auswahl von Sensorik und Aktorik  Planung von Bussystemen  Anbindung an weitere Bussysteme der Gebäudesystemtechnik	Netzwerktechnik  Ökonomische und ökologische Aspekte der Projektplanung

		<p><b>An- und Einbindung der Komponenten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltschrankkonzepte</li> <li>• Ethernet</li> <li>• Gateway</li> </ul> <p>Verkabelung</p>		
LF 12/13 - 4	... führen eine Neuinstallation mit einem Bussystem durch.	<p>Programmierung und Parametrisierung der Komponenten</p> <p><b>Busprogrammierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische Adressen</li> <li>• Gruppenadressen</li> </ul> <p>Gebäudestruktur</p>	<p>Programmierung des Bussystems mit geeigneter Software</p> <p>Installation des Bussystems</p>	<p>Gateways</p> <p>Linien-/Bereichskoppler</p>
LF 12/13 - 5	... überprüfen weitere elektrische Einrichtungen und modernisieren diese.	<p><b>VPS/SPS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen einer Steuerung</li> <li>• Erweiterbarkeit der Steuerung</li> <li>• Anbindung an die Gebäudeleittechnik</li> </ul> <p><b>Lichttechnik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten/Amortisation</li> <li>• Anforderungen</li> <li>• Wartungsaufwand</li> </ul> <p>Ökologie (Nachhaltigkeit)</p>	<p>Planung von geeigneten Speicherprogrammierbaren Steuerungen</p> <p>Einbeziehung der VDE-Normen</p> <p>Amortisationsrechnung</p>	<p>Maschinensicherheit</p> <p>Lichtsysteme mit Busanbindung</p>

LF 12/13 - 6	... erweitern die Bedienbarkeit der elektrischen Anlage.	<b>Visualisierung der Funktionen des Bussystems auf mobilen Endgeräten</b>	<b>Systemintegration</b>  <b>Planung von geeigneten Netzübergängen (Gateways)</b>	<b>Fernzugriff/Firewall</b>  <b>IP-Netze</b>
LF 12/13 - 7	... führen eine Anlagenprüfung durch und bewerten diese.	<b>DIN-VDE 0100-600:</b> <b>Prüfung durch Besichtigung</b>  <b>Messung und Erprobung ...</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... der Durchgängigkeit der Leiter</li> <li>• ... des Isolationswiderstandes</li> <li>• ... der Schutzeinrichtungen</li> <li>• ... des Drehfeldes</li> </ul> <b>Dokumentation durch Prüfbericht</b>	<b>Bedienung des Messgerätes</b>  <b>Dimensionierung von Bauteilen und Schutzeinrichtungen</b>  <b>Einhaltung der Normen</b>	<b>Gesetzliche Vorschriften</b>
LF 12/13 - 8	... bereiten die Einweisung und Übergabe an den Kunden vor und führen diese durch.	<b>Dokumentation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosesysteme</li> <li>• Zugangsdaten bzw. Passwörter</li> </ul> <b>Übergabe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betreiber- bzw. Kundengespräch</li> <li>▪ Einweisung in die Bedienung</li> </ul>	<b>Übergabe der Leittechnik an den Betreiber/Kunden</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einweisung in die Bedienung</li> <li>▪ Erstellung eines Funktionsprotokolls</li> </ul>	<b>Haftungsfragen bei Schäden</b>

---

### **LS 1: Modernisierung der Elektroinstallation durch ein Bussystem (30 %)**

Die SuS analysieren den Ist-Zustand des Schulgebäudes und entwerfen Konzepte, wie die elektrischen Gewerke in eine Gebäudeleittechnik integriert werden können. Die Gebäudeautomation wird im Kern durch ein Bussystem mit Sensoren und Aktoren realisiert. Die SuS achten bei der Systemauswahl auf die Kompatibilität zu den weiteren Systemen und realisieren verschiedene Funktionen (Zentral-Aus, Jalousiesteuerung, Schalten und Dimmen von Beleuchtungen etc.) mittels Software. Sie kalkulieren entsprechend des Aufwandes die Kosten der Neuinstallation.

### **LS 2: Integration weiterer elektrischer Anlagen in die Gebäudeleittechnik (40 %)**

Im Gebäude werden vorhandene Systeme an den neuen Standard angepasst. Hierbei wird eine vorhandene konventionelle Schützsteuerung in die neue Gebäudeleittechnik integriert. Dazu wird die VPS durch eine SPS ersetzt. Zudem werden die verbauten Leuchtstofflampen durch LED-Röhren ersetzt. Dazu erstellen die SuS ein Austauschkonzept und errechnen die Amortisation der Maßnahme durch Energieeinsparung.

### **LS 3: Kundeneinweisung nach erledigter und überprüfter Installation (30 %)**

Nach Fertigstellung der Renovierungsarbeiten wird dem Kunden das Gebäude übergeben. Eine Visualisierung einzelner Systeme wird dabei durchgeführt. Nach Abschluss der Arbeiten führen die SuS eine Anlagenprüfung nach VDE 0100-600 durch und dokumentieren die Ergebnisse. Sie reflektieren ihre Arbeit und führen abschließend eine Kundeneinweisung durch.

## 7 Unterrichtskonzept inklusive illustrierende Aufgaben

In der vorliegenden Umsetzungshilfe werden die beschriebenen Kompetenzen mit illustrierenden Aufgaben konkretisiert. In diesem Kapitel wird das Unterrichtskonzept inklusive eines illustrierenden Beispiels anhand des Lernfeldes 8 veranschaulicht. Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt, welche Lernfelder mit illustrierenden Beispielen veranschaulicht werden.

Tabelle 2: Überblick der illustrierenden Beispiele

Nr	Lernfeld	Illustrierendes Beispiel
1	Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben	<a href="#">Komplettangebot für eine PV-Anlage erstellen und auf Vollständigkeit überprüfen</a>
4	Informationstechnische Systeme bereitstellen	<a href="#">Heimnetzwerk planen, installieren und überprüfen</a>
5	Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren	<a href="#">Elektroinstallation in einer Waschküche nach VDE 0100-600 prüfen und bewerten</a>
7	Steuerungen und Regelungen für Systeme programmieren und realisieren	<a href="#">Steuerungen für Betriebseinrichtungen eines Parkhauses mit vernetzten Kleinststeuerungen entwickeln und überprüfen</a>
8	Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren	<a href="#">Drehzahl einer Werkzeugmaschine mithilfe eines Frequenzumrichters anpassen</a>
9	Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren	<a href="#">TV-Empfangsanlage planen, installieren und überprüfen</a>
10	Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben	<a href="#">E-Patrone für die Speicherung von überschüssiger Energie nach vorgegeben Kriterien auswählen, installieren und in Betrieb nehmen</a>
11	Energietechnische Systeme errichten, in Betrieb nehmen und instand halten	<a href="#">Klein-PV-Anlage zur Einspeisung in das Hausnetz errichten und bewerten</a>
12	Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren	<a href="#">Komponenten eines Bussystems auswählen, programmieren, parametrieren und auf Funktion prüfen</a>
13	Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen und dokumentieren	

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit haben sich die Autoren dieser Umsetzungshilfe entschieden, dass die detailliert ausgearbeiteten Unterrichtskonzepte mit illustrierenden Beispielen zum Download auf der Homepage des ISB zur Verfügung gestellt werden.<sup>8</sup>



## 7.1 Beispielkonzept für das Lernfeld 8

In Kapitel 6 wurden ausgehend von der Grundidee dieser Umsetzungshilfe und den verwendeten Grundkonzepten die lernfeldspezifischen Kompetenzen im Sinne von unterrichtsnahen Lernzielen in den Lernfeldmatrizen konkretisiert bzw. transformiert und diese über kontextualisierte Lernsituationen paketierrt. Die Lernsituationen nehmen dabei in zweierlei Hinsicht eine wichtige Funktion ein: 1) Lernsituationen sind schulspezifische Konkretisierungen der lernfeldbezogenen Kompetenzentwicklung und 2) Lernsituationen markieren den Übergang in die methodische Ausgestaltung eines handlungsorientierten Unterrichts. In einem nächsten Schritt gilt es nun, die Lernsituationen methodisch-konzeptionell auszuarbeiten und mit den für das Lernen benötigten Medien und Materialien zu hinterlegen.

Dieser dem Strukturkonzept zugrunde liegende Gesamtprozess soll nachfolgend anhand von Lernfeld 8 exemplarisch skizziert werden. Ausgangspunkt sind dabei die Lernsituationen (Kapitel 6.8 und 7.1.1) und die kontextualisierten Lernfeldmatrizen (Kapitel 7.1.2). Kontextualisiert bedeutet dabei, dass ein Abgleich zwischen Lernfeldmatrix und Lernsituationen erfolgt. Dabei werden die Zuordnungen der Wissens- bzw. Kompetenzaspekte farblich gekennzeichnet und damit überprüft, ob durch die Lernsituationen alle Aspekte adressiert werden. Ist dies nicht der Fall, sind die Lernsituationen anzupassen oder auch weitere zu ergänzen. Davon ausgehend erfolgt die methodisch-konzeptionelle Ausarbeitung des Unterrichts über eine „Konzeptionsmatrix“. Dabei wird in Bezug zu den Unterrichtszielen die komplette methodische Präzisierung des Lernprozesses vorgenommen. In schlüssigen didaktisch-methodischen Schleifen werden „Lernaktivitäten“ (Was sollen die Lernenden tun?), „Lernprodukte“ (Was soll dabei entstehen?), „Medien und Materialien“ (Mit was soll gelernt werden?) und zudem „Reflexions- und Kontrollelemente“ (Wie erfolgen Lernrückmeldungen?) expliziert und konsistent aufeinander bezogen. Diese didaktisch-methodischen Schleifen bzw. Bündel finden wiederum Ausdruck in konkreten unterrichtlichen Lernaufgaben

Das hier beispielhafte skizzierte Strukturkonzept bietet dabei unterschiedliche Möglichkeiten und Zugänge für die didaktische-methodische Arbeit von Lehrkräfteteams und Lehrkräften. Es kann – wie hier beschrieben – für neue Unterrichtskonzeptionen an Schulen genutzt werden. Dies ist etwa bei Novellierungen von Berufen oder Anpassungen der Lernfeldlehrpläne der Fall.

Eine weitere – häufigere – Möglichkeit besteht darin, dass das skizzierte Strukturkonzept bzw. dessen Elemente für die Optimierung und Weiterentwicklung

<sup>8</sup> <https://www.isb.bayern.de/schulartspezifisches/materialien/lsefeg/>

bestehender Unterrichte verwendet werden kann. Je nach schulischen Ansätzen der Unterrichtsentwicklung sind dabei spezifische Zugänge denkbar. So können etwa bestehende Lernsituationen über die Inhalte der Lernfeldmatrizen u. a. auf Vollständigkeit, Schlüssigkeit oder auch Aktualität überprüft bzw. reflektiert werden. Zudem ist es möglich, die schulischen Perspektivplanungen hinsichtlich der lernzielbezogenen Adressierung von handlungs- und Wissensaspekten zu analysieren und ggf. bedarfsbezogen anzupassen. Über die „Konzeptionsmatrix“ können einzelne Unterrichtseinheiten gemeinsam im Lehrkräfteteam zu schlüssigen Unterrichtskonzepten auf Ebene einer Lernsituation integriert werden, was – je nach schulischer Organisation des Unterrichts – in einem aufbauenden und abgestimmten Unterrichten im Lehrkräfteteam münden kann.

### 7.1.1 Auswahl berufsnaher Lernsituationen

#### **LS 1: Montage eines Motors für einen Werkstückträger (ca. 70 %)**

Für den Vorschub des Werkstückträgers einer Anlage wird ein Motor ausgewählt und eingebaut. Dabei wird zuerst die Motorart definiert bevor die Kennwerte der Maschine bestimmt werden. Mithilfe der vorliegenden Daten kann anschließend die Beschaffung und Montage des Motors erfolgen und die Energieversorgung dimensioniert und installiert werden. Sicherheitstechnische Aspekte im Bereich des Verbraucher- und Leitungsschutzes werden ebenso miteinbezogen wie EMV-bezogene Fragestellungen der Elektronik.

#### **LS 2: Drehzahlsteuerung mittels Frequenzumrichter (ca. 20 %)**

Die Drehzahl eines Antriebs wird an die Prozesse des Produktionsvorgangs angepasst. Dafür wird mithilfe eines Frequenzumrichters die Drehzahl des Motors verändert. Die Funktion eines Frequenzumrichters muss für die Facharbeiter bekannt sein. Zur Steuerung und Überwachung der Förderbandgeschwindigkeit werden verschiedene Arten von Sensoren in die Anlage integriert und mit dem Frequenzumrichter verbunden.

#### **LS 3: Fehlersuche an elektrischen Maschinen (ca. 10 %)**

Das Antriebssystem einer Förderbandanlage hat eine Funktionsstörung. Neben der Fehlersuche an der Energieversorgung und Steuerung der Anlage sollen auch einfache Fehler an elektrischen Maschinen in diesem Zusammenhang besprochen werden. Nach der Instandsetzung wird die elektrische Sicherheit der Anlage überprüft und diese wieder in Betrieb genommen.

## 7.1.2 Lernfeldmatrix für das Lernfeld 8

Lernfeld 8: Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren				
Index	Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ...	Korrespondierendes Wissen		
		Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen
LF 8-1	... planen Energiewandlungssysteme.	<b>Sicherheit:</b> Motorschutz, MSS, MSR, Motorvollschutz <b>Anlass- und Bremsverfahren:</b> Stern-Dreieck-Anlasser, Sanftanlaufgeräte	Installation und Bemessung von Schutzeinrichtungen in der Antriebstechnik  Anpassung der Systeme an Normen und Vorschriften	Auswirkungen von Antriebssystemen auf die Netzqualität
LF 8-2	... wählen Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen aus und dimensionieren diese.	<b>Aktorik:</b> Drehstrommotor, Gleichstrommotor, Servomotor <b>Elektrische Maschinen:</b> Typenschilder von Motoren, Leistung, Drehmoment, Drehzahl, Betriebsarten, Baugröße, Schutzart, Kennlinien, Energieeffizienz <b>Frequenzumrichter:</b> Aufbau und Funktion, Signalverläufe, Einsatzbereiche	Auswahl und Inbetriebnahme passender Antriebe  Integration von Antrieben in Steuerungen  Auswahl geeigneter Antriebssysteme	Anwendungsorientierter und ressourcenschonender Einsatz von elektrischen Antrieben
LF 8-3	... installieren und erweitern Energiewandlungssysteme.	<b>Drehstrom:</b> Erzeugung und Grundgrößen <b>Leitungsberechnung:</b> Spannungsfall, Leitungsauswahl, Tabellen, DIN-VDE <b>EMV:</b> Erdung, Schirmung, Schaltschrankkonzept, Filter	Normgerechte Leitungsauswahl  <b>Sichere und EMV-konforme</b> Installation von Antriebssystemen	Sicherheit durch normgerechte Leitungsverlegung  <b>Reduzieren von Störungen</b> <b>elektronischer Bauteile</b>

		<b>Sicherheit:</b> Leitungsschutz, RCD <b>Hochfrequenztechnik:</b> Signalarten, Frequenzbereiche, Ausgangssignale von Stromrichtern	Versorgung von Antrieben mit elektrischer Energie	
LF 8-4	... nehmen Systeme in Betrieb und stellen Parameter ein.	<b>Frequenzumrichter:</b> Anwendungsmöglichkeiten von Frequenzumrichtern, Parametrierung von Frequenzumrichtern	Parametrieren der Antriebssysteme  Verwendung von Software zur Inbetriebnahme	Zielorientiertes Anwenden von vorhandenen Informationsquellen und Nutzbarmachung von Herstellersoftware
LF 8-5	... nehmen eine systematische Fehlersuche vor und beseitigen Fehler.	<b>Fehler an Antriebssystemen:</b> Motoren, Stromrichter, Auswirkung, Folgen	Systematische Fehlersuche an Antriebssystemen  Behebung von Fehlern an Antriebssystemen	Haftungsfragen bei Schäden
LF 8-6	... erstellen Dokumentationen und weisen in die Nutzung ein.	<b>Antriebstechnik in Schaltplänen:</b> Motoren, Frequenzumrichter, Motorschutz, Anlasser, Ansteuerung	Erstellung von Schaltplänen Dokumentation der Parametrierung und normgerechten Ausführung der Installation	

### 7.1.3 Illustrierendes Beispiel aus Lernfeld 8

Ausbildungsberuf	Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik
Fach	Steuerungstechnik
Lernfeld	LF 8: Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren
Lernsituation	Lernsituation 2: Drehzahl einer Werkzeugmaschine mithilfe eines Frequenzumrichters anpassen
Zeitrahmen	15 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tafel, digitales Endgerät, Projektionstechnik, Informationsblätter, Leittexte, Versuchsaufbauten zum Frequenzumrichter
Querverweise	Inbetriebnahme von elektrischen Anlagen (LF5) Steuerungen realisieren (LF7)

## 7.1.4 Konzeptionsmatrix für Lernsituation 2

<b>Konzeptionsmatrix für Lernsituation 2</b>		Die Drehzahl eines Antriebs wird an die Prozesse des Produktionsvorgangs angepasst. Dafür wird mithilfe eines Frequenzumrichters die Drehzahl des Motors verändert. Die Funktion eines Frequenzumrichters muss für die Facharbeiter bekannt sein. Zur Steuerung und Überwachung der Förderbandgeschwindigkeit werden verschiedene Arten von Sensoren in die Anlage integriert und mit dem Frequenzumrichter verbunden.						
<b>Zeit</b>	<b>Thema/ Beschreibung</b>	<b>Sachwissen</b>	<b>Prozesswissen</b>	<b>Reflexions- wissen</b>	<b>Aufgabe</b>			
					<b>Aktivitäten</b>	<b>Lernprodukte</b>	<b>Medien/ Materialien</b>	<b>Kontroll- und Reflexionselemente</b>
20	Vorstellen der Problemstellung	-	Auswahl passender Steuersysteme für Antriebe	-	Erstellung eines Pflichtenheftes für die Problemstellung anhand des Auftrags			
					Protokollieren den Arbeitsauftrag und erstellen ein Pflichtenheft. Ordnen die Phasen der Auftragsabwicklung	Pflichtenheft Arbeitsplan	<u>Präsentation:</u> Film: Bohrmaschine <u>Präsentation:</u> Arbeitsauftrag <u>Skript:</u> Aufgabe 1	Schülerinnen und Schüler überprüfen auf Seite 1 des Skriptes, ob alle Kundenwünsche erkannt wurden
40	Aktivierung des Vorwissens	Einsatzgebiete von Frequenzumrichtern	Auswahl passender Steuersysteme für Antriebe	-	Identifizierung von Motordaten anhand eines Typenschildes und Ansteuerarten von Motoren; Auswahl eines passenden FU zum Motor			
					In Einzelarbeit Informationen über den verbauten Motor und dessen Steuermöglichkeiten sammeln	Übersicht der wichtigen Kennwerte für die Drehzahlanpassung	<u>Motor der Bohrmaschine:</u> Typenschild <u>Skript:</u> Aufgabe 2 <u>Herstellerhomepage</u>	Schülerinnen und Schüler stellen eigene Lösungen vor; FU passend zum Motor auswählen

30	Aufbau und Funktion	<u>Frequenzumrichter:</u> Aufbau und Funktion	-	-	Beschreibung der Funktion und Funktionseinheiten eines FU			
					Erarbeitung des Aufbaus und der Funktion der Bauteile eines FU	Übersicht über Bauteile und deren Funktion	<u>Skript:</u> Aufgabe 3 <u>Herstellerunterlagen</u> Produktdatenblatt Bedienungsanleitung <u>Fachkundebuch</u> <u>Tabellenbuch</u>	Kontrollfragen aus der Präsentation beantworten
30	Signalverläufe	<u>Frequenzumrichter:</u> Signalverläufe  <u>Hochfrequenztechnik:</u> Signalarten Frequenzbereiche Ausgangssignale von Stromrichtern	-	Reduzieren von Störungen elektronischer Bauteile	Zeichnen der Signalverläufe vor und nach den Funktionseinheiten im Frequenzumrichter			
					Zeichnen und Beschreiben der Spannungsverläufe vor und nach den jeweiligen Bauteilen im Frequenzumrichter	Signalverlauf der Ausgangsspannung	<u>Skript:</u> Aufgabe 4 <u>Tabellenbuch</u>	Diskussion der Probleme in Bezug auf die Störproblematik beim PWM-Ausgangssignal
135	Funktionen eines FU	<u>Frequenzumrichter:</u> Parameter von Frequenzumrichtern	Parametrierung der Antriebssysteme	-	Parametrierung eines FU und Durchführen von Funktionstests			
					Parametrieren des FU  Bearbeiten Fragen und lösen Aufgaben zum Frequenzumrichter	Motor mit funktionsfähiger Drehzahlsteuerung mittels FU	<u>Leittext:</u> Parametrierung eines FU <u>Bedienungsanleitung</u> <u>FU</u> <u>Skript:</u> Aufgabe 5	Besprechen der Aufgabenlösung im Plenum U/f Steuerkennlinie

45	U/f Steuerkennlinie	<u>Frequenzumrichter:</u> Signalverläufe			Erarbeitung der Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie anhand der Anpassung der Spannung bei niedrigen Frequenzen; Berechnen von Betriebsgrößen am FU-gesteuerten Motor			
					Erarbeiten der U/f Steuerkennlinie an der Tafel Durchführen von Berechnungen zum Frequenzumrichter	Eintrag zur Steuerkennlinie  Eckdaten der Kennlinien	<u>Tafel:</u> Eintrag U/f Steuerkennlinie <u>Skript:</u> Aufgabe 6	Berechnung der benötigten Frequenz und ausgegebenen Spannungen bei verschiedenen Drehzahlen
45	Ansteuerung des FU		Integration von Antrieben in Steuerungen Erstellung von Schaltplänen		Erstellung eines Haupt- und Steuerstromkreises für die Ansteuerung des Frequenzumrichters			
					Erstellen der Schaltpläne für die FU-Steuerung	Schaltplan der Steuerung	<u>Klemmenplan</u> <u>Skript</u> Aufgabe 7	Simulation des Schaltplans
45	Aufbau der Steuerung		Sichere und EMV-konforme Installation von Antriebs-systemen		Installation der Steuerung am Arbeitsplatz und Durchführung der Anlagenprüfung			
					Aufbau der Steuerung am Arbeitsplatz. Inbetriebnahme und Anlagenprüfung	Steuerung der Bohrmaschine	<u>FU</u> <u>Motor</u> <u>Sensoren</u> <u>Skript:</u> Aufgabe 8	Vollständige Prüfprotokolle der Anlagenprüfung digitalisieren und archivieren
135	Parametrierung der Steuerung mit der Software	<u>Frequenzumrichter:</u> Parameter von Frequenzumrichtern	Verwendung von Software zur Inbetriebnahme Dokumentation der Parametrierung	Zielorientiertes Anwenden von vorhandenen Informationsquellen und Nutzbarmachung von Herstellersoftware	Anpassen der Parameter des FU an die Kundenwünsche und Einweisung des Kunden in die Anlage			
					Parametrieren den FU nach Kundenwunsch mit Software und weisen den Kunden in die Anlage ein.	Funktionsfähige Steuerung der Bohrmaschine nach Kundenwunsch	<u>Anlage</u> <u>Laptop</u> <u>Leittext für Software</u> <u>Skript:</u> Aufgabe 9	Einweisung des Kunden in die Steuerung

90	EMV	EMV: Erdung, Schirmung, Schaltschrankkonzept, Filter		Reduzierung von Störungen elektronischer Bauteile	Erstellung einer Merkhilfe zum Thema EMV			
					Arbeitsteilige Gruppenarbeit zur EMV mit anschließenden Präsentationen der Arbeitsergebnisse	Merkhilfe EMV	<u>Skript:</u> Aufgabe 10 <u>Informationsmaterial</u>   <u>DIN-Norm</u>	Präsentationen  Handout zu den Präsentationen
60	Schulaufgabe							

---

## 7.1.5 Unterlagen, Medien, Materialien

---

Alle Unterlagen, Medien, und Materialien zu den konzeptionierten Lernsituationen finden Sie zum [Download auf der Seite des ISB](#).



Für Fragen zur Konzeption und Umsetzung der Lernsituationen stehen die Autoren der Umsetzungshilfe zur Verfügung. Hinweise zu didaktisch-methodischen Weiterbildungen im beruflich-technischen Unterrichtskonzept, wie in dieser Umsetzungshilfe ausgeführt, finden Sie im Kapitel 8.2.

ENTWURF

## 8 Begleitende Fortbildungsangebote

Die Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen (ALP) unterstützt zusammen mit den Kolleginnen und Kollegen in der regionalen Lehrerfortbildung (RLFB) die Lehrkräfte in allen Berufsfeldern.

Die Fortbildungsangebote werden dabei immer in enger Zusammenarbeit mit externen Partnern sowie den zahlreichen Arbeitskreismitgliedern der ALP und des ISB entwickelt. Im Kontext der vorliegenden Umsetzungshilfe lassen sich dabei Fortbildungsangebote zur fachlich-technologischen (Kapitel 8.1) als auch zur didaktisch-methodischen Weiterentwicklung (Kapitel 8.1) identifizieren.

### 8.1 Fortbildungsangebote im Kontext fachlich-technologischer Weiterentwicklungen

Der anhaltende Trend zu intelligenter und vernetzter Haustechnik bringt für das Handwerk neue Herausforderungen. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, ist es von entscheidender Bedeutung, dass sich das Handwerk gewerkeübergreifend am Haus und am Kunden orientiert. Individuelle Produkte und Komplettlösungen müssen aus einer Hand angeboten werden. Smarthome und Smart Living sind kein Selbstzweck oder technische Spielerei, sondern dienen der Erfüllung zentraler Kundenbedürfnisse wie Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz.

Das Geschäftsmodell des Handwerks wird sich daher in naher Zukunft nicht ausschließlich auf den Einbau vorhandener Lösungen konzentrieren, sondern vielmehr ebenso auf Beratung, Konfiguration und Koordinierung sowie auch auf Überwachung und Wartung der Systeme.

Das zentrale Fortbildungsangebot der ALP versucht, diesen Entwicklungen gerecht zu werden, und bietet innerhalb der beiden Bereiche „*Regenerative Energieversorgung*“ sowie „*Smart-Living/Smarthome*“ regelmäßig Fortbildungsangebote an.



Auf der Themenseite „[Digitale Transformation](#)“ der ALP finden Sie dazu weitergehende Informationen.

Die konkreten Lehrgangsangebote sind auf dieser Seite im Untermenü „[Lehrgangsangebote](#)“ zu finden.

## 8.2 Fortbildungsangebote im Kontext didaktisch-methodischer Weiterentwicklungen

Das in den vorangegangenen Kapiteln beschriebene Struktur- bzw. Unterrichtskonzept – inkl. dessen Elemente Lernfeldmatrizen, Lernsituationen und Konzeptionsmatrizen – über das sich die Prämissen und (didaktischen) Herausforderungen eines kompetenz- und handlungsorientierten Lernfeldunterrichts in einem schlüssigen Ansatz adressieren lassen, kommt in dieser Umsetzungshilfe erstmals für den gewerblich-technischen Bereich zur Anwendung.

Grundintention und zentrales Anliegen sind dabei, die Entwicklungen der didaktischen Praxis hinsichtlich der Sicherung und Erhöhung beruflicher Unterrichtsqualität zu unterstützen. Hierfür erscheint es zielführend, die didaktischen Grundideen dieser Umsetzungshilfe in die Schulen hineinzutragen und diese zugleich in den unterschiedlichen Phasen der beruflich-technischen Lehrkräfteprofessionalisierung aufzugreifen. In diesem Kontext wird die ALP in enger Zusammenarbeit mit dem ISB und der Professur für Technikdidaktik an der TU München ab Februar 2022 Fortbildungsangebote zu didaktisch-methodischen Weiterentwicklungen anbieten. Ziel ist es, die erfahrenen Mitglieder des ISB-Arbeitskreises sowie die „TUM-Fachdidaktik-Lehrkräfte“ unmittelbar in die Phase und die Angebote der Lehrerfortbildung einzubinden. Die Fortbildungsangebote, welche sich an Lehrkräfte und Lehrkräfteteams richten, werden insbesondere die konkrete Übertragung und Anwendung der didaktischen Grundideen dieser Umsetzungshilfe auf die eigenen Unterrichtsansätze und -konzepte der involvierten Lehrkräfte und Lehrkräfteteams fokussieren.

Diese Ausrichtung des Angebots ermöglicht mit mehrtägigen intensiven inhaltlichen Auseinandersetzungen eine spezifische und begleitete Arbeit an eigenen Unterrichtskonzepten und lässt auch für erfahrene Lehrkräfte vielfältige Benefits erwarten. Denn so können vorhandene und schulisch bewährte Unterrichtskonzepte nicht nur schulübergreifend diskutiert, reflektiert und ggf. auch optimiert, sondern auch – ähnlich wie die bisherigen Beispiele dieser Umsetzungshilfe – sichtbar gemacht werden. Damit soll die mit dieser Umsetzungshilfe unmittelbar korrespondierende ALP-Fortbildung die beruflichen Schulen, Lehrkräfteteams und Lehrkräfte auf ihrem bereits eingeschlagenen Weg einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der Qualität des kompetenz- und handlungsorientierten Lernfeldunterrichts unterstützen.



Die aktuellen Lehrgangsangebote finden Sie ebenfalls auf der Themenseite „[Digitale Transformation](#)“ im Untermenü „[Fachgruppenübergreifende Angebote](#)“.

## 9 Schlussbemerkungen

---

Die Autoren sind der Auffassung, dass diese Umsetzungshilfe und das zugrunde liegende didaktisch-methodische Strukturkonzept für Lehrkräfte eine relevante und praktikable Hilfe bei der Ausarbeitung eines kompetenz- und handlungsorientierten Lernfeldunterrichts sein kann. In Ergänzung dessen sollen die Unterrichtsbeispiele, welche unmittelbar aus der unterrichtlichen Praxis stammen, als Anregungen für eigene Unterrichtsideen dienen.

Es ist dabei wichtig zu betonen, dass mit dieser Umsetzung weder gültige und gesetzte Ordnungsmittel „konterkariert“ werden, noch allgemeingültige „One-size-fits-all“- (Muster-)Lösungen bereitgestellt werden sollen. Stattdessen ist aufgrund der Adaptivität des skizzierten Strukturkonzepts intendiert, dass die Schulen ausgehend von den konkretisierten Inhalten der Lernfeldmatrizen sowie den didaktischen Elementen der Konzeptionsmatrizen individuelle und schulspezifische Konzepte entwickeln (können). Dabei können diese auch als Orientierungs- und Bezugspunkte von Analysen und Reflexionen bisheriger Arbeiten herangezogen werden.

Um die Lehrkräfteteams und Lehrkräfte an den bayerischen Berufsschulen dabei bestmöglich zu unterstützen, wird in Ergänzung zu den bereits exemplarisch durch den Arbeitskreis ausgearbeiteten Unterrichtsbeispielen die Lernfeld- und Konzeptionsmatrix (u.a. im Dateiformat Word) zum [Download auf der ISB-Homepage](#) angeboten. So können sehr leicht individuelle Gegebenheiten der Schule angepasst und ergänzt werden.



Die Verfasser dieser Umsetzungshilfe stehen allen Interessierten jederzeit gerne bei Fragen persönlich zur Verfügung. Das Institut für Schulqualität und Bildungsforschung wird Ihre Anfragen an die verantwortlichen Personen weiterleiten.

## 10 Quellen

---

- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB): Elektroniker/Elektronikerin in den Fachrichtungen Energie- und Gebäudetechnik / Automatisierungs- und Systemtechnik, Bonn, Budrich Verlag, 2021
- Bildung und Beruf: BvLB „Neuordnung der handwerklichen Elektroberufe 2021 – Chancen und Herausforderungen für die Berufsschulen“, DBB-Verlag GmbH, 2021
- Erpenbeck, J., Rosenstiel, L.: Einführung. Handbuch Kompetenzmessung. J. Erpenbeck, L. Rosenstiel. Stuttgart, Schäffer-Poeschel: XVII–XLVI, 2007
- KMK: Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Berlin, 2021
- Pittich, D.: Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2013
- Pittich, D., Tenberg, R.: Konzeption beruflich-technischen Unterrichts - Band 3: Praxisband und Unterrichtsbeispiele, 2022
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung: Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen, Handreichung, München, 2020
- Tenberg, R., Bach, A., Pittich, D.: Didaktik technischer Berufe – Band 2: Praxis und Reflexion, Stuttgart: Steiner Verlag, 2020