



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN

**Umsetzungshilfe für den
Ausbildungsberuf
Elektroniker und Elektronikerin
für
Gebäudesystemintegration**

ENTWURF

München, Juli 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

Stefan Pröll

Staatliches Berufliches Schulzentrum

Neumarkt in der Oberpfalz

André Birkel

Staatliches Berufliches Schulzentrum

Nürnberger Land

Christian Wexel

Johann-Bierwirth-Schule, Staatliche

Berufsschule I Memmingen

Jörg Zinn

Berufliches Schulzentrum I Coburg

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

E-Mail: berufliche.schulen@isb.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Vorwort | 4 |
| 1 Zukünftige Anforderungen an Fachkräfte des Elektrohandwerks | 5 |
| 2 Kompetenzen als Ziele beruflicher Bildung | 7 |
| 2.1 Berufliche Handlungskompetenz | 7 |
| 2.2 Korrespondierender Ansatz der Umsetzungshilfe | 8 |
| 3 Konzept zur Konkretisierung fachlicher Berufskompetenzen | 10 |
| 4 Grundlagen eines kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichts | 13 |
| 5 Lernfeldmatrizen | 17 |
| 5.1 Lernfeldmatrix LF 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten gewährleisten | 18 |
| 5.2 Lernfeldmatrix LF 6: Gebäudetechnische Systeme analysieren und Änderungen vornehmen | 25 |
| 5.3 Lernfeldmatrix LF 7: Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren | 31 |
| 5.4 Lernfeldmatrix LF 8: Schnittstellen von Komponenten analysieren und gewerkeübergreifende Funktionen realisieren | 36 |
| 6 Unterrichtskonzept inklusive illustrierende Aufgaben | 42 |
| 6.1 Beispielkonzept für das Lernfeld 7 | 43 |
| 6.1.1 Auswahl berufsnaher Lernsituationen | 44 |
| 6.1.2 Lernfeldmatrix für das Lernfeld 7 | 45 |
| 6.1.3 Illustrierendes Beispiel aus Lernfeld 7 | 48 |
| 6.1.4 Konzeptionsmatrix für Lernsituation 1 | 49 |
| 6.1.5 Unterlagen, Medien, Materialien | 52 |
| 7 Begleitende Fortbildungsangebote | 53 |
| 7.1 Fortbildungsangebote im Kontext fachlich-technologischer Weiterentwicklungen | 53 |
| 7.2 Fortbildungsangebote im Kontext didaktisch-methodischer Weiterentwicklungen | 54 |
| 8 Schlussbemerkungen | 55 |
| 9 Quellen | 56 |

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/die 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) zur Einsicht und als Download zur Verfügung.

Diese Umsetzungshilfe soll besonders die in der Gebäudesystemintegration 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 für Gebäudesystemintegration 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.“¹

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

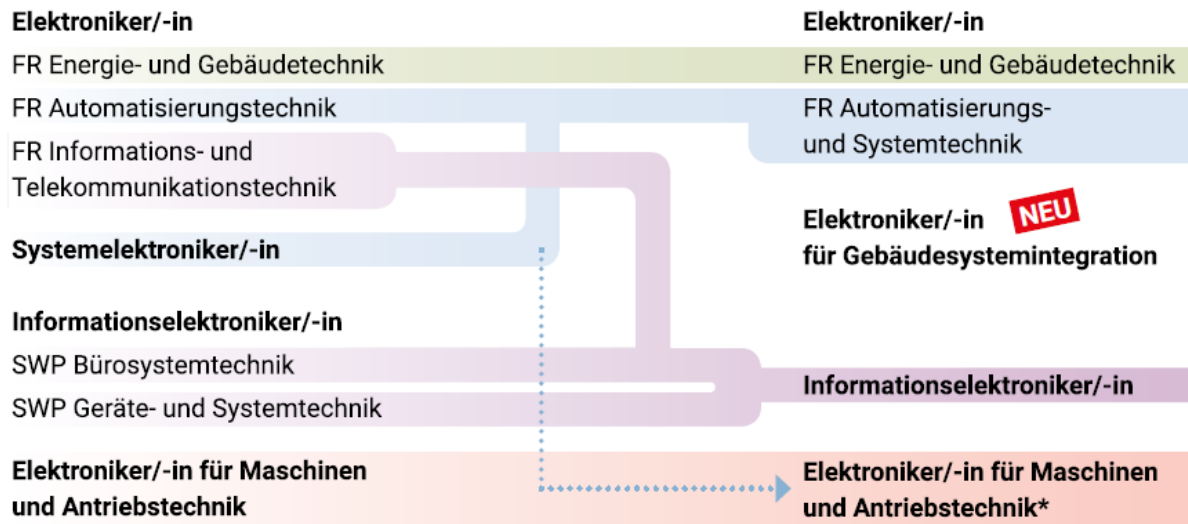
„Handwerk 4.0‘ beschreibt Betriebsstrukturen, Arbeitsprozessabläufe, Produkte und Dienstleistungen von Handwerksbetrieben, die in einem bisher noch nicht dagewesenen Maß digital vernetzt, adaptiv wissensbasiert und aus Kundensicht höchst intelligent in Erscheinung treten. Dies wird dadurch möglich, dass 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.“²

¹ Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Ausbildungshilfe zur Ausbildungsordnung Elektroniker/Elektronikerin für Gebäudesystemintegration, 2021, S. 5

² 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



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.

In dieser Umsetzungshilfe werden die Lernfelder des Elektronikers und der Elektronikerin für Gebäudesystemintegration analysiert und aufbereitet.

2 Kompetenzen als Ziele beruflicher Bildung

2.1 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 (Abb. 2).

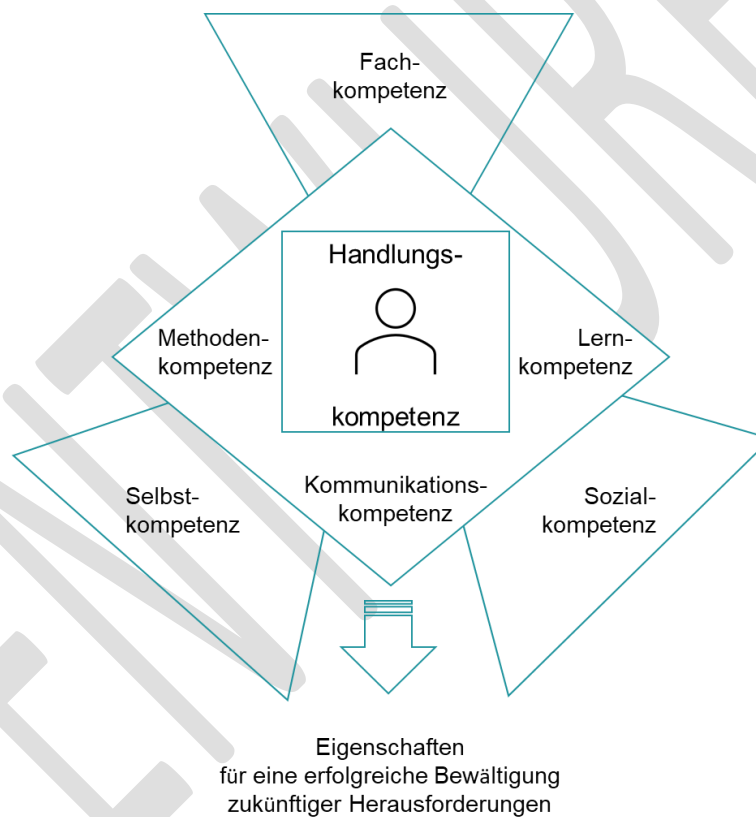


Abbildung 2: Kompetenzzusammenspiel zur Erreichung der Handlungskompetenz³

Der KMK-Rahmenlehrplan sieht sog. Lernfelder als rahmendes Element 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.

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

2.2 Korrespondierender Ansatz der Umsetzungshilfe⁴

Im Zentrum der KMK-Rahmenlehrpläne für die Dualen Ausbildungsberufe steht gemäß Abschnitt 2.1 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 Lehrplans intendiert. Diese Ergänzung beläuft sich zum einen auf eine inhaltliche Konkretisierung der aktuell vorliegenden

⁴ 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 3, 4 und 5.

Lernfelder sowie der hierin adressierten fachlich-methodischen Kompetenzen⁵ 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. XIX ff. bzw. Pittich 2013) über sog. Lernfeldmatrizen (Kapitel 5) spezifiziert und dabei werden die Zusammenhänge von Handlung, Wissen und Kompetenz unterrichtsnah expliziert (Tenberg, Bach, Pittich, 2019, S. 109 ff.). 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 6).

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.

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

3 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 einer 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 |
|------------------------|--|---|---|-------------------------|
| Teilkompetenz 1 | ... warten thermische Sensoren. | Aufbau eines Temperatursensors | Kalibrierung eines Temperatursensors | Gesetz der Wärmedehnung |
| Teilkompetenz 2 | ... erstellen Programme für Steuerungsabläufe. | Aufbau einer Speicherprogrammierbaren Steuerung | Programmierung einer Speicherprogrammierbaren Steuerung | binäre Logik |
| Teilkompetenz 3 | ... | ... | ... | ... |

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/-in für Gebäudesystemintegration 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 zulasten 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.

4 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).

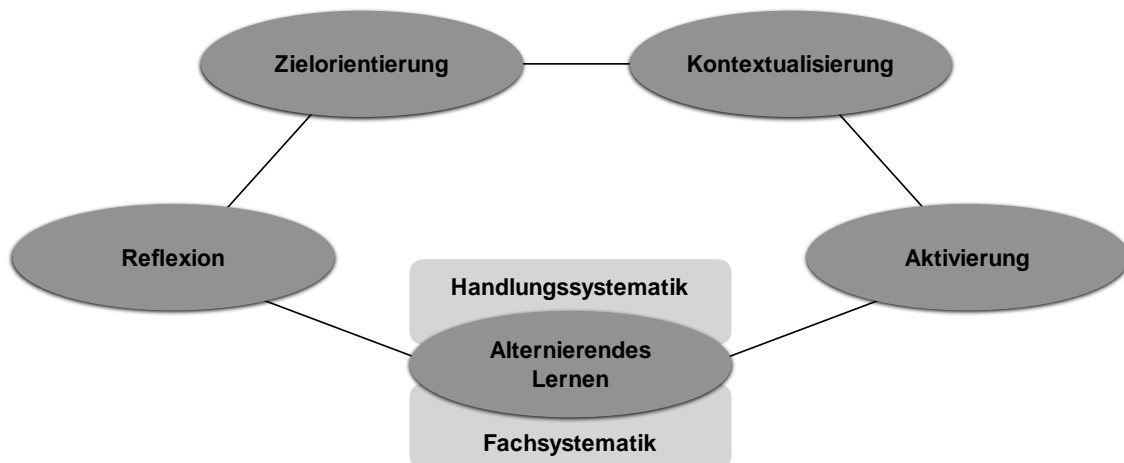


Abbildung 2: Prinzipien eines kompetenz- und handlungsorientierten Unterrichts in technischen Berufen

4.1 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.

4.2 Kontextualisierung

Der Erwerb beruflicher Kompetenzen erfordert eine Antizipation, ggf. 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.

4.3 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.

4.4 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 „Eine Beleuchtungsanlage für ein Architektenbüro modernisieren und

anpassen“ (grau hinterlegte Lernphasen, Abschnitt 6.1.4 S. 50 ff.) sind dies u.a. „Vervollständigen eines Pflichtenhefts“ oder „Anschluss, Integration und Parametrierung der DALI-Komponenten“.

4.5 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 Anchlüsse 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 „Eine Beleuchtungsanlage für ein Architektenbüro modernisieren und anpassen“ (weiß hinterlegte Lernphasen, Abschnitt 6.1.4 S. 50 ff.) sind dies u.a. „Umgang mit Herstellerkatalogen“ oder auch „Durchführung einer Anforderungsanalyse an DALI-Controller inkl. Auswahl“.

4.6 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.

4.7 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 bewerteter Reflexionen statt, mit der Intention, den Lernenden im Hinblick auf eine äußere Norm zu vermitteln, wo sie fachlich stehen. Sie erfordern eine faire Diagnostik und müssen generell in Bezug zu den vorgeschriebenen Prüfungen stehen.

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 (4.1). Der Unterricht ist in einem möglichst authentischen Berufskontext einzubetten (4.2). Über eine die Lernenden aktivierende Gesamtplanung (4.3) müssen handlungssystematische Lernwege (4.4) und fachsystematische Lernwege (4.5) so zusammengestellt werden, dass sie von den Lernenden alternierend (4.6) erschlossen werden können. Schließlich sind alle Lernwege so auszustatten, dass die Lernenden möglichst gut wahrnehmen können, was sie erreicht haben und was nicht (4.7). 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.

5 Lernfeldmatrizen

Im folgenden Kapitel sind die Lernfelder über sog. Lernfeldmatrizen konkretisiert. Dabei werden, wie in Kapitel 3 skizziert, die einzelnen Teilkompetenzen eines Lernfelds analysiert und beschrieben. In jeder Teilkompetenz wird einer konkreten beruflichen Handlung aus dem Lernfeld das korrespondierende Wissen zugeordnet. Dieser Ansatz wird für die Lernfelder 5 bis 8 des Ausbildungsberufs Elektroniker und Elektronikerin für Gebäudesystemintegration umgesetzt.

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 Lernfelds 7 im Kapitel 6.1 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

| Jahrgangsstufe 11 | | | |
|--|---|----------------------------------|--|
| Fächer und Lernfelder | | Zeitrichtwerte in Stunden | |
| Nr. | | | |
| Installations- und Energietechnik | | 84 | |
| 5 | Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten gewährleisten | 84 | |
| Steuerungstechnik | | 84 | |
| 7 | Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren | 84 | |
| IT-Systeme | | 84 | |
| 8 | Schnittstellen von Komponenten analysieren und gewerkeübergreifende Funktionen realisieren | 60 | |
| 9 | Software von gebäudetechnischen Systemen einrichten, erweitern und anpassen | 24 | |
| Gebäudetechnische Systeme | | 60 | |
| 6 | Gebäudetechnische Systeme analysieren und Änderungen vornehmen | 60 | |

5.1 Lernfeldmatrix LF 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten gewährleisten

Lernfeld

84 Std.

Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten gewährleisten

fpL 24 Std.

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, die Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten zu gewährleisten.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenaufträge zur Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten. Dazu **informieren** sie sich über die Bestimmungen und Sicherheitsregeln für elektrische Anlagen (*Unfallverhütungsvorschriften, VDE-Normen, Herstellerangaben, Anwendungsregeln, Technische Anschlussbedingungen*). Die Schülerinnen und Schüler analysieren und beurteilen die Elektroenergieversorgung für gebäudetechnische Systeme und Geräte unter Berücksichtigung des Blitz- und Überspannungsschutzes sowie der Erdungsverhältnisse. Sie analysieren Räume hinsichtlich ihrer Umgebungsbedingungen und bezüglich der Schutzmaßnahmen für Räume mit besonderer Gefährdung. Sie berücksichtigen die Bestimmungen zum vorbeugenden Brandschutz. Dazu nutzen sie Fachliteratur, Datenblätter und Gerätebeschreibungen, auch in fremder Sprache.

Sie **planen** im Team erforderliche Änderungen unter Verwendung betrieblicher Vorgaben. Dabei wenden sie Regeln für gute Teamarbeit an.

Sie ermitteln Netzform und Art der Erdungsanlage und **legen** geeignete Schutzmaßnahmen **fest**. Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren Anlagen (*Leitungsdimensionierung, Auswahl der Schutzorgane, Schutzklassen, Schutzarten*) und wählen Betriebsmittel entsprechend der örtlichen Gegebenheiten aus. Sie führen die Teamergebnisse zusammen und entwickeln daraus eine gemeinsame Lösung.

Sie **führen** die geplanten Änderungen unter Anwendung der Bestimmungen und Sicherheitsregeln für elektrische Anlagen **durch** und kennzeichnen diese in den Anlagendokumentationen.

Die Schülerinnen und Schüler **prüfen** die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen und die Sicherheit von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln (*ortsfeste, ortsveränderliche*) unter Verwendung von Mess- und Prüfgeräten.

Sie **bewerten** und dokumentieren die Prüfungsergebnisse anhand der normativen Vorgaben, auch in digitaler Form. Die Schülerinnen und Schüler weisen die Nutzer in das Betreiben der gebäudetechnischen Systeme und Geräte ein. Dabei verwenden sie Fachsprache und drücken sich adressatengerecht aus. Sie reflektieren ihre Vorgehensweise und entwickeln ein optimiertes Verfahren für weitere Auftragsbearbeitungen.

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

| Lernfeld 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten gewährleisten | | | | |
|---|---|--|--|---|
| Index | Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ... | Korrespondierendes Wissen | | |
| | | Sachwissen | Prozesswissen | Reflexionswissen |
| LF 5-1 | ... analysieren, beurteilen und planen erforderliche Änderungen der Elektroenergieversorgung für gebäudetechnische Systeme. | <u>Verteilernetz:</u> Erzeuger, Leitungen & Verbraucher Spannungsebenen Schalt- und Verteilanlagen: NS-Schaltanlagen Verteilungsarten Zählerschrank <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 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>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 elektrotechnische Anlagen.</p> | <p>Netzsysteme: TN-System TT-System IT-System</p> <p>Elektrische Betriebsmittel: DIN-VDE 0100-500 Kabel- und Leitungsanlagen Schalt- und Steuergeräte</p> <p>Schutzmaßnahmen: Schutzeinrichtungen Schutzklassen Schutzarten Brandschutz Basisschutz Fehlerschutz Zusatzschutz</p> <p>Unfallverhütung: Schutzklassen, Schutzarten</p> <p>Innerer Blitzschutz: Typenklassen von Schutzgeräten, TT- und TN-System, Schutzpotenzialausgleich</p> <p>DIN-VDE 0100-443/-534 Überspannungsschutz</p> <p>Erdung Anwendungsregeln Techn. Anschlussbedingungen</p> | <p>Ermittlung des Netzsystems Beurteilen der Erdungsverhältnisse Ermitteln von Blitzschutzklassen und -zonen aus einem Blitzschutzkonzept</p> <p>Festlegen der Anzahl und Dimensionierung von Stromkreisen und den dazugehörigen Schutzmaßnahmen hinsichtlich normativer Vorgaben (z.B. VDE und DIN 18015, RAL-RG 678), des Erdungskonzeptes, des Netzsystems, des Nutzungsverhaltens, der Versorgungssicherheit, zukunftsicherer Erweiterbarkeit</p> <p>Auswahl und Installation der Komponenten nach Überspannungsschutzkategorie und Anwendungsbereich (Typ 1/2/3)</p> <p>Überprüfen von Erdungsanlagen unter Beachtung zusätzlicher Anforderungen (z. B. Blitzschutz)</p> | <p>Einhaltung von Normen und Vorschriften: Kontrolle bei Inbetriebnahme und Instandhaltung der Einhaltung von Normen und Vorschriften zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung</p> <p>Softwaregestützte Planung: Einsatz von Planungstools für die elektrische Energieversorgung</p> <p>Elektrischer Schlag: Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper</p> <p>Überspannung: Entstehung und Verhinderung</p> <p>Blitzschutz Ableitung</p> |
|---------------|--|--|---|---|

| | | | | |
|---------------|---|--|---|--|
| <p>LF 5-3</p> | <p>... analysieren Räume und Anlagen mit besonderer Gefährdung.</p> | <p>Räume und Anlagen besonderer Art nach DIN VDE 0100-700er Reihe: z.B. Räume mit Badewanne oder Dusche, Baustellen, öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten, abgeschlossene el. Betriebsstätten, Vorgaben für Feucht- und Nassräume, medizinisch genutzte Bereiche, Reinräume, Labore</p> <p>explosionsgefährdete Bereiche nach ATEX-Richtlinie</p> <p>Brandschutz: Brandabschnitte Brandlast von Kabel und Leitungen AFDD (DIN VDE 0100-420) Hersteller- und gesetzlichen Vorgaben (z.B. bayr. Leitungsanlagenrichtlinie, bayr. Bauordnung, VdS-Vorgaben)</p> | <p>Identifizieren von Räumen und Anlagen besondere Art</p> <p>Berücksichtigen von Brandabschnitten</p> <p>Ermitteln und Berücksichtigen der Brandlast</p> <p>Einsetzen von Systemen zur Brandfrüherkennung</p> <p>Informationsbeschaffung: Verwendung von Fachliteratur, Datenblättern und Gerätebeschreibungen Richtlinien und gesetzliche Vorgaben</p> | <p>Brandausbreitung</p> <p>Betriebsumgebung für Geräte und Betriebsmittel</p> |
| <p>LF 5-4</p> | <p>... prüfen ortsfeste elektrische Anlagen.</p> | <p>Prüfungen: DIN-VDE 0100-600</p> <p>Mess- und Prüfmittel: Checkliste für Sichtprüfung Installationsmessgerät Installationsprüfgerät</p> | <p>Auftragsorganisation: Einhaltung entsprechender DIN-VDE-Norm</p> <p>Auftragsdurchführung: Auswählen geeigneter Messverfahren für die jeweilige</p> | <p>Mess- und Prüfmittel: Beachtung von Kriterien bei der Auswahl geeigneter Mess- und Prüfmittel</p> <p>Mess- und Prüfverfahren: Interpretation von Messwerten Beachtung der Grenzwerte</p> |

| | | | | |
|--------|---|--|--|--|
| | | <p>Mess- und Prüfverfahren: Besichtigung Niederohmigkeit der Leiter Hauptpotenzialausgleich sowie Schutz- und Funktionspotenzialausgleich Isolationswiderstand Spannungspolarität Erdungswiderstand Schleifenimpedanz Netzzinnenwiderstand Fehlerschutz zusätzlicher Schutz Phasenfolge Funktionsprüfungen Spannungsfall</p> <p>Prüfprotokoll</p> | <p>Bestimmung geeigneter Mess- und Prüfverfahren sowie Mess- und Prüfmittel Handhabung von Mess- und Prüfmitteln Anwendung von Mess- und Prüfverfahren Ermittlung der Auslösezeit des RCDs</p> <p>Auftragsauswertung: Erstellung eines Prüfprotokolls Protokollierung der Betriebswerte und Prüfergebnisse Unterzeichnung des Prüfprotokolls</p> | <p>Beachtung gesetzlicher Vorschriften</p> <p>Prüfprotokoll: Streichung nicht geprüfter Kriterien nächster Prüftermin Einhaltung von Prüffristen Bedeutung der Unterschrift</p> |
| LF 5-5 | <p>... prüfen ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel.</p> | <p>Geräteprüfung VDE 0701 Messgrenzwerte: Schutzleiterwiderstand Ersatzableitstrom Isolationswiderstand Schutzleiterstrom Berührungstrom Elektrofachkraft Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes Abschluss- und Enddokumentation: Übergabe der Dokumentation Erstellung von Rechnungen</p> | <p>Ablauf der Geräteprüfung gemäß Messschrittkette nach VDE</p> | <p>Haftungsfragen</p> |

| | | | | |
|---------------|---|---|--|--|
| <p>LF 5-6</p> | <p>... weisen die Nutzer in das Betreiben der gebäudetechnischen Systeme und Geräte ein.</p> | <p>Nutzereinweisung: Sicherheitseinweisung Funktionseinweisung Wartungsarbeiten Instandhaltungsvereinbarungen</p> <p>Dokumente einer Anlage: Struktur und Aufbau von anlagentypischen Dokumenten: Anlagendokumentation Inbetriebnahmeprotokoll technische Dokumentation</p> | <p>Auftragsauswertung: Erstellung einer Anlagendokumentation und eines Inbetriebnahme-protokolls Vorführung der Anlage Erstellung eines Aufmaßes entsprechend Materialliste</p> | <p>Auftragsauswertung: Nachweis- und Dokumentationspflicht für Gewährleistung Aufmaß als Grundlage für Rechnungserstellung</p> <p>Führen eines adressatengerechten Kundengesprächs</p> |
| <p>LF 5-7</p> | <p>... reflektieren ihre Vorgehensweise und entwickeln ein optimiertes Verfahren für weitere Auftragsbearbeitungen.</p> | <p>Optimierung der Arbeitsabläufe Teamarbeit Organisation der Vorgehensweise bei der Projektplanung und -abwicklung Überprüfung der Ergebnisse</p> <p>Lasten- und Pflichtenheft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Machbarkeitsprüfung • Kundenzufriedenheit | <p>Erstellung eines Feedbackbogens für den Kunden</p> <p>Ableitung von Verbesserungsvorschlägen für die eigene Arbeitsplanung</p> | <p>Feedback-Regeln</p> <p>Zeitmanagement</p> <p>Projektmanagement</p> |

LS 1: Die Elektroenergieversorgung einer Fertigungshalle anpassen (ca. 20%)

Ein Gewerbekunde möchte in einer Fertigungshalle eine neue Montagepresse in Betrieb nehmen. Die bestehende Elektroenergieversorgung der Fertigungshalle soll dabei rundum erneuert und angepasst werden. Dabei müssen Leitungen nach entsprechenden VDE-Normen dimensioniert und ausgewählt werden. Im nächsten Schritt werden die für die Änderung notwendigen Schutzeinrichtungen, wie RCD und Überstrom-Schutzeinrichtungen, ausgewählt. Bei der Auswahl dieser Komponenten muss der Schutz gegen elektrischen Schlag eingehalten werden. Die bestehenden Installations- und Übersichtspläne sollen abschließend angepasst werden.

LS 2: Die Elektroenergieversorgung einer Lagerhalle planen (ca. 50%)

Für einen Gewerbekunden soll auf dem Betriebsgelände eines Fertigungsstandortes eine Lagerhalle errichtet werden. Ausgehend von der Ermittlung des Netzsystems sollen die Anzahl und Dimensionierung von Stromkreisen und den dazugehörigen Schutzmaßnahmen hinsichtlich normativer Vorgaben erfolgen. Dabei wird das Nutzungsverhalten, die Versorgungssicherheit und die zukunftsichere Erweiterbarkeit berücksichtigt. Des Weiteren werden Komponenten nach Überspannungsschutzkategorie und Anwendungsbereich ausgewählt und die Erdungsanlage unter Beachtung zusätzlicher Anforderungen (z. B. Blitzschutz) geprüft. Anschließend soll die Erstprüfung der Fertigungshalle durchgeführt werden. Abschließend muss das Prüfprotokoll erstellt werden. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme findet im Rahmen einer Übergabe eine Einweisung des Kunden in die Anlage statt.

LS 3: Die Fach- und Unterrichtsräume einer Berufsschule analysieren. (ca. 20%)

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die Fach- und Unterrichtsräume (Klassenzimmer, Werkstätten, Aufenthaltsräume, Versorgungsräume, Räume mit Duschen etc.) einer Berufsschule hinsichtlich ihrer Umgebungsbedingungen nach Räumen und Anlagen besonderer Art. Sie berücksichtigen dabei die Bestimmungen zum vorbeugenden Brandschutz.

LS 4: Eine Geräteprüfung nach DIN-VDE 0701/0702 an einem Lötkolben durchführen (ca. 10%)

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Durchführung einer Geräteprüfung und führen diese an verschiedenen Geräten mit diversen Schutzklassen mit einem entsprechenden Messgerät durch. Die erfolgreiche Messung des Betriebsmittels wird dokumentiert und das Prüfprotokoll sowie das Gerät an den Kunden übergeben.

5.2 Lernfeldmatrix LF 6: Gebäudetechnische Systeme analysieren und Änderungen vornehmen

Lernfeld

60 Std.

Gebäudetechnische Systeme analysieren und Änderungen fpL 12 Std. vornehmen

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, gebäudetechnische Systeme zu analysieren, Änderungen vorzunehmen und Dokumentationen zu erstellen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenanforderungen an gebäudetechnische Systeme und **informieren** sich dazu über technische und organisatorische Prozesse der beteiligten Gewerke. Sie identifizieren technische Prozesse, erfassen gebäudetechnische Komponenten (*Sensoren, Aktoren, Systemkomponenten*) und ordnen sie funktional den gebäudetechnischen Systemen (*Heizungs- und Klimaregelung, Beschattung, Lichtmanagement, Sicherheit, Energiemanagement*) zu. Dabei unterscheiden sie die Haupt- und Teilfunktionen dieser Systeme und deren Komponenten. Sie nutzen dazu Herstellerunterlagen und technische Pläne (*Blockschaltbilder auf Bauteil-, Baugruppen- und Anlagenebene*), auch in fremder Sprache. Sie informieren sich über die in der Gebäudesystemtechnik verwendeten Bussysteme (*Topologien, Aufbau, Übertragungsmedien*).

Sie bereiten aus den Kundenanforderungen ein Pflichtenheft vor und stimmen dieses gewerkeübergreifend ab. Die Schülerinnen und Schüler **entwerfen** anhand des Pflichtenheftes Lösungskonzepte zur nachhaltigen Änderung vorhandener Anlagen und Systeme, auch hinsichtlich der zeitlichen, technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten vor Ort.

Sie stellen ihre Lösungskonzepte branchenüblich dar und gehen dabei auf die Kundenwünsche ein. Sie diskutieren die verschiedenen Lösungskonzepte unter Berücksichtigung zeitlicher, technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte und **entscheiden** sich für eine Lösung.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die für die technischen Prozesse erforderlichen physikalischen Kenngrößen unter Zuhilfenahme von Messtechnik in gebäudesystemtechnischen Anlagen und prüfen dabei auch die Funktion von Steuerschaltungen und Regelungen. Sie untersuchen den Aufbau und die Funktion von Komponenten und ordnen diese den Prozessschritten in gebäudetechnischen Systemen zu. Sie **führen** Änderungen **durch** und dokumentieren diese, auch in digitaler Form. Sie entsorgen demontrierte Geräte nach umwelttechnischen Standards.

Die Schülerinnen und Schüler **überprüfen** die Funktion der geänderten Anlagenteile, auch im Hinblick auf Aspekte der Nachhaltigkeit. Sie übergeben die Dokumentationen und weisen die Kunden in die Änderungen ein. Dabei gehen sie auch auf Wartungsarbeiten und Instandhaltungsvereinbarungen ein.

Sie **reflektieren** den Arbeitsprozess und **evaluieren** ihre Lösungskonzepte hinsichtlich zeitlicher, technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Überlegungen. Dabei berücksichtigen sie die Kundenzufriedenheit und erarbeiten Verbesserungsvorschläge.

| Lernfeld 6: Gebäudetechnische Systeme analysieren und Änderungen vornehmen | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Index | Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ... | Korrespondierendes Wissen | | |
| | | Sachwissen | Prozesswissen | Reflexionswissen |
| LF 6-1 | ... analysieren Kundenanforderungen gebäudetechnischer Systeme. | Kundenanforderungen: Kundenauftrag Anforderungslisten Kundengespräch | Auftragsorganisation: Ermittlung der Kundenanforderungen Festlegung der Auftragsabwicklung Auftragsplanung: Beratung hinsichtlich gebäudetechnischer Systeme | Kundenauftrag: Gesprächsführung mit Kunden Bedeutung der Phasen eines Kundenauftrags |
| LF 2-2 | ... informieren sich über technische und organisatorische Prozesse. | Technische Prozesse: Zusammenwirken von Heizung, Klima, Beschattung, Licht, Sicherheit, Energiemanagement etc. Herstellerunterlagen: Blockschaltbilder auf Bauteil-, Baugruppen- und Anlagenebene | Auftragsorganisation: Analyse von Gewerken und deren Zusammenwirken Auftragsplanung: Dokumentieren der Komponenten der technischen Prozesse Informationsbeschaffung: Umgang mit Betriebsanleitungen und Datenblättern | Kundenanforderungen: organisatorische, zeitliche und rechtliche Umsetzungsmöglichkeiten Möglichkeiten der Dokumentation technischer Prozesse Beschaffung und Auswertung von Herstellerunterlagen |

| | | | | |
|---------------|---|---|--|--|
| <p>LF 6-3</p> | <p>... erfassen gebäudetechnische Komponenten und ordnen sie funktional den gebäudetechnischen Systemen zu.</p> | <p>einzelne Komponenten der technischen Prozesse identifizieren, sortieren und bewerten: Sensoren, Aktoren und Systemkomponenten</p> <p>grundlegende Funktion von Sensoren und Aktoren; Einteilung in aktive und passive Bauteile</p> <p>Anschlussmöglichkeiten der Sensoren an ein Bussystem, z. B. KNX: grundlegende Kenntnisse eines Bussystems, Topologie, Aufbau, Übertragungsmedien, Software zur Programmierung sowie Parametrierung</p> | <p><u>Auftragsanalyse:</u> Erstellung einer Übersicht der vorhandenen gebäudetechnischen Systeme mit geeigneter Software</p> <p>Anwenden einer Branchensoftware zur Programmierung und Parametrierung eines Bussystems</p> | <p><u>Dokumentation:</u> Anwendung verschiedener Dokumentationstools</p> |
| <p>LF 6-4</p> | <p>... bereiten aus den Kundenanforderungen ein Pflichtenheft vor.</p> | <p><u>Kundenauftrag:</u> Aufbau und Inhalte eines Pflichtenhefts</p> | <p><u>Pflichtenheft:</u> Erstellen eines Pflichtenhefts aus den Anforderungen des Kundenauftrags</p> | <p><u>Textverarbeitungssoftware</u> anwenden</p> |
| <p>LF 6-5</p> | <p>... stellen ihre Lösungskonzepte branchenüblich dar.</p> | <p><u>Präsentationssoftware</u> <u>Bildrechte, Copyright, Zitieren</u></p> | <p><u>Präsentation</u> aus vorhandenen Informationen Präsentation erstellen</p> | <p><u>Präsentationssoftware</u> anwenden</p> |

| | | | | |
|--------|--|---|--|--|
| | | | <p>Diskussion verschiedener Lösungsansätze Entscheidung für eine Lösung</p> | |
| LF 6-6 | ... ermitteln physikalische Kenngrößen und prüfen die Funktion von Steuerungen und Regelungen. | <p><u>Messtechnik:</u> Kenntnisse zum Einsatz von Messgeräten für die Erfassung von Spannung, Strom, Temperatur, Beleuchtungsstärke, Luftfeuchte etc. mit Multimeter, Netzwerkanalyzer, Oszilloskop etc.</p> <p><u>Unterscheidung von Steuerungen und Regelungen</u></p> <p><u>Sicherheitsbestimmungen beachten:</u> Arbeiten unter Spannung: DGUV 5 Sicherheitsregeln, Brandschutz</p> | <p><u>Auswirkungen von Änderungen einzelner Prozessgrößen auf den gesamten Prozess</u> Auswahl und Anwendung geeigneter Messgeräte zur Erfassung physikalischer Messgrößen</p> <p><u>Wahrnehmung und Vermeidung von Gefahren beim Arbeiten an elektrischen Anlagen</u></p> | <p>physikalische Grundlagen der Mess- und Sensortechnik Leiterwiderstand, Magnetfelder etc.</p> <p><u>Sicherheitsbestimmungen:</u> Lebensgefahr bei Missachten der Sicherheitsregeln</p> |
| LF 6-7 | ... überprüfen die Funktion der geänderten Anlagenteile. | <p><u>Überprüfung:</u> Sicht- u. Funktionsprüfung ggf. internationale Normen und Vorschriften, Protokolle</p> | <p><u>Funktionen der Anlage nach Kundenwunsch bzw. Pflichtenheft prüfen</u></p> <p><u>Kundenberatung:</u> notwendige und sinnvolle Wartungsarbeiten mit Kunden besprechen</p> | |

| | | | | |
|--------|--|--|--|--|
| | | <p>fachgerechte Entsorgung der ausgetauschten elektrischen Bauteile</p> | <p>Kundeninformation zu Instandhaltungsvereinbarung</p> <p>ökologische Aspekte einer elektrischen Anlagenerneuerung betrachten</p> | <p>Nachhaltigkeit der vorhandenen bzw. erneuerten gebäudetechnischen Systeme</p> |
| LF 6-8 | ... reflektieren den Arbeitsprozess und evaluieren ihre Lösungskonzepte. | <p>Inhalte einer Evaluation: zeitlicher Ablauf technische Zusammenhänge wirtschaftliche Aspekte ökologische Überlegungen</p> | <p>Kundenbefragung: Organisation und Durchführung einer abschließenden Befragung der Kunden Erfassung und Auswertung der Antworten Verbesserungsvorschläge</p> | <p>Erstellung und Auswertung einer Evaluation Evaluationstools anwenden</p> |

LS 1: Ein Bussystem in einem bestehenden Firmengebäude planen (ca. 20%)

Ein Auszubildender nimmt an einer Baubesprechung zur Renovierung eines gewerblich genutzten Gebäudekomplexes teil, z.B. Firmengebäude mit Büros, Werkstätten, Garagen etc. Dabei soll vor allem auf den Einsatz von Sensoren bzw. Aktoren und deren Anschluss an ein Bussystem, z.B. KNX, geachtet werden. Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Übersicht aller an der Renovierung beteiligten Gewerke (Elektro, Heizung, Lüftung, Jalousie, Beschattung) und erstellen mit geeigneter Software eine Übersicht der verwendeten Gewerke sowie deren Funktion und Zusammenwirken. Die Schülerinnen und Schüler präsentieren die erstellte Übersicht und entscheiden sich für ein Lösungskonzept.

LS 2: Ein Bussystem in einem bestehenden Firmengebäude installieren, programmieren, parametrieren und prüfen (ca. 25%)

Die Schülerinnen und Schüler realisieren für einen Ausstellungsraum eine Lichtsteuerung mit einem Bussystem. Dabei können die Grundlagen des Bussystems, Topologie, Sensoren, Aktoren, physikalische Adressen bzw. Gruppenadressen, Szenen etc. erarbeitet werden. Eine Software zur Programmierung des Bussystems kommt zum Einsatz.

LS 3: Eine Jalousiesteuerung für die Büroräume mit Bussystem programmieren, testen und überprüfen (ca. 30%)

Zum Einsatz kommt eine geeignete Programmiersoftware (z.B. ETS), um eine optimale Verschattung der Arbeitsplätze zu erzielen. Mit geeigneten Messgeräten werden die vorgeschriebenen Normen überprüft (z.B. Helligkeit) sowie eine Optimierung der Einstellung durchgeführt. In einem Kundengespräch wird die geänderte Anlage übergeben und erläutert.

LS 4: Eine vorhandene Heizungssteuerung analysieren und zum Anschluss an einem Bussystem vorbereiten (ca. 25%)

Die Schülerinnen und Schüler erfassen Temperaturen, leiten diese über ein Bussystem an geeignete Aktoren weiter, um die Fußbodenheizung in den Büroräumen zu steuern. Die alten, nicht mehr benötigten Bauteile werden fachgerecht entsorgt. Die Schülerinnen und Schüler erstellen einen Feedbackbogen für Bauherren und werten diesen aus. Dabei wählen sie eine geeignete Form des Feedbacks, organisieren dieses und erstellen konkrete Fragen. Die Antworten werden ausgewertet und ein Resümee gezogen.

5.3 Lernfeldmatrix LF 7: Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren

Lernfeld

84 Std.

Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren

fpL 24 Std.

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Komponenten und Funktionen in bestehende gebäudetechnische Systeme zu integrieren.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Kundenanforderungen an bestehende gebäudetechnische Systeme und erstellen dazu ein Pflichtenheft. Sie **informieren** sich auftragsbezogen über die technischen Möglichkeiten zur betriebssicheren Integration von Komponenten und Funktionen. Die Schülerinnen und Schüler analysieren Datentypen und Datenflüsse zwischen Komponenten, auch gewerkeübergreifend. Sie beschreiben das Zusammenwirken von Komponenten und Anlagenteilen.

Sie **planen** die zeitlichen und technischen Abläufe für die betriebssichere Integration der Komponenten und Funktionen.

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** den Kundenanforderungen entsprechende Hard- und Software unter Berücksichtigung von technischen Überlegungen (*Integrationsfähigkeit, Kompatibilität*) und Aspekten der Wirtschaftlichkeit und Datensicherheit **aus**.

Die Schülerinnen und Schüler **installieren** die Komponenten und konfigurieren Software-Anwendungen entsprechend der gebäudesystemtechnischen Funktionen. Sie erstellen Datenpunktlisten sowie Funktionszuordnungen und passen technische Dokumente an.

Die Schülerinnen und Schüler **testen** die Funktionen der Hard- und Softwarekomponenten und setzen dazu Diagnosewerkzeuge und -software ein. Sie übergeben die erstellten Dokumente an die Kunden und weisen sie in die Funktion der Anlagen und in die Software ein.

Sie **beurteilen** die Datensicherheit der Hard- und Softwarekomponenten und nehmen dazu Stellung. Sie reflektieren die zeitlichen Abläufe der Integration der Komponenten und Funktionen und entwickeln Vorschläge zur Optimierung

| Lernfeld 7: Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren | | | | |
|---|--|---|--|--|
| Index | Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ... | Korrespondierendes Wissen | | |
| | | Sachwissen | Prozesswissen | Reflexionswissen |
| LF 7-1 | ... informieren sich auftragsbezogen über die Integration von Komponenten und Funktionen in ein gebäudetechnisches Bestandssystem. | <u>Gebäudetechnische, busbasierte Systemlösungen:</u> DALI KNX/EIB (Kurzüberblick zum Bestandssystem, z. B. Jalousiesteuerung) Überblick <u>Gebäudesystemtechnik mit Bussystemen:</u> (KNX/EIB) DALI LCN Miniserver Gebäudetechnische Gewerke: Beleuchtungssteuerung Alarmsysteme Heizungssteuerung Einzelraumtemperaturregelung Hausgeräte Störungsmeldungen Jalousiesteuerung | Erstellen eines Pflichtenhefts für das Beleuchtungskonzept des Architektenbüros (Anforderungsbeschreibung liegt vor!) Kurzanalyse des Bestandssystems (Jalousiesteuerung, Grundriss, Beleuchtungssituation) | Vorteile einer Beleuchtungssteuerung (Energieeinsparung, regulierbare Beleuchtungsstärke etc.) Gebäudesystemtechnik auf Basis einer Serverlösung |
| LF 7-2 | ... planen die Abläufe zur betriebssicheren Integration der Komponenten und Funktionen. | Systemkomponenten und -lösungen Exemplarische DALI-Betriebsgeräte: Spannungsversorgung Dimmer, Controller, Leitung Gateway und Schnittstellen: Aufbau des DALI-KNX-Gateway | Berücksichtigung von speziellen Kundenwünschen während des Planungsverlaufs z. B. individuelle Einzelarbeitsplatzbeleuchtung betriebssichere Integration in KNX-Bestandssystem | Physikalische/technische Hintergründe zu DALI-Geräten (z.B. Spannungsfall und zulässige Leitungslängen, Topologien, Verpolungssicherheit) Gateway (Kommunikationsprotokolle) |

| | | | | |
|--------|--|--|--|---|
| | | <p>Komponenten einer Miniserverlösung: Miniserver exemplarische Hardware (z. B. Präsenzmelder)</p> | <p>Funktionsweise eines Präsenzmelders</p> | |
| LF 7-3 | ... wählen den Kundenanforderungen entsprechende Hard- und Softwarelösungen. | <p>Auswahl von Hardware- und Systemkomponenten: Controller (Broadcast/ Einzeladressierung) Auswahl von Dimmern</p> <p>Arten von Sensoren Installationskriterien Softwaretools: ETS DCA (Device Control App, DALI) Loxone</p> | <p>Umgang mit Herstellerkatalogen: Vergleich verschiedener Angebote/Systemlösungen/Controller Auswahl eines passenden DALI-Gateways</p> <p>Auswahl von Systemkomponenten</p> <p>Arbeiten mit der Kalkulationshilfe: Erstellen eines einfachen Angebots für das Architektenbüro</p> | <p>Vorteile von Broadcast, Multicast und Einzeladressierung von Teilnehmern</p> <p>Datenschutz</p> |
| LF 7-4 | ... installieren und konfigurieren funktionsbezogene Softwareanwendungen. | <p>Vorbereiten: Datenbankeinträge, Objektparameter</p> <p>Installieren und Konfigurieren: Vorschriften zur Integration von Systemkomponenten in eine bestehende Elektroinstallation</p> | <p>Anschluss- und Verdrahtungstechnik von Systemkomponenten: Anschließen/Integrieren der DALI-Controller in die Elektroinstallation Verbindung des DALI-Gateways mit dem KNX-Bus Offline-Vorbereitung der ETS-Software (Installation DCA, Objektkonfiguration) Einbau von Sensoren</p> | <p>Bedeutung physikalischer Adressen in Netzwerken</p> <p>Funktionsweise der drahtlosen Signalübertragung</p> |

| | | | | |
|--------|--|--|---|--|
| | | <p>Möglichkeiten zur Anbindung von Sensoren</p> <p>(wireless, verdrahtet)</p> <p>Parametrieren und Übergeben:</p> <p>Parametrierung des DALI-Controllers</p> <p>physikalische Adresse</p> | | |
| LF 7-5 | ... testen die Funktionen der Hardwarekomponenten und der zugehörigen Softwareanwendungen. | <p>Diagnosegeräte:</p> <p>Multimeter</p> <p>Spannungsprüfer</p> <p>Inbetriebnahme:</p> <p>softwarebasierte (online) IBS</p> <p>Hardwareinbetriebnahme (Display und Tasten)</p> <p>softwarebasierte IBS via App</p> | <p>Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme und Installationsprüfung:</p> <p>Diagnose und Fehlersuche (bspw. Spannungsfall prüfen)</p> <p>Installationsprüfung mit Broadcasttelegramm (DALI)</p> <p>Funktionstest via App</p> <p>systemübergreifende Ankopplung von Drittgeräten</p> | |
| LF 7-6 | ... beurteilen die Datensicherheit des konfigurierten gebäudetechnischen Systems. | <p>Grundbegriffe der Sicherheit von Daten:</p> <p>Backups</p> <p>Datenschutz</p> <p>Zugriffsschutz/-kontrolle</p> <p>Schadsoftware</p> <p>Firewall</p> <p>Datensicherung</p> <p>Verschlüsselung</p> | <p>Kontrollmaßnahmen zum Schutz von Daten und deren technische Realisierung (Zutritt, Zugriff, Eingabe etc.)</p> | <p>Datenschutz und Datensicherheit</p> <p>Datenschutzgrundverordnung Bundesdatenschutzgesetz</p> |

LS 1: Eine Beleuchtungsanlage für ein Architektenbüro modernisieren und anpassen (ca. 30%)

In einem Architektenbüro soll ein intelligentes Beleuchtungskonzept entstehen. Für den großen Gruppenarbeitsraum und das Sekretariat soll eine Allgemeinbeleuchtung, die energieeffizient abhängig vom Tageslicht über einen Sensor gesteuert wird, realisiert werden. Die Architektenarbeitsplätze sollen allerdings unabhängig von der Regelung manuell dimmbar sein. Der Kunde wünscht sich eine Beratung, Planung und Umsetzung des Vorhabens.

LS 2: Eine DALI-Lichtsteuerung in ein bestehendes Bussystem (KNX) integrieren (ca. 20%)

Eine bestehende KNX-basierte Anlage (Jalousiesteuerung) soll mit einer intelligenten Beleuchtungssteuerung erweitert werden. Hierfür soll eine Gatewaylösung die Beleuchtungstechnologie von DALI integrieren. Der Kunde wünscht eine betriebssichere Integration der Komponenten zur Beleuchtung sowie eine Anbindung an den bestehenden Bus.

LS 3: Einen Showroom mit einer Miniserveranlage planen (ca. 25%)

Ein Fertighausunternehmen ist auf der Suche nach einem Partner, mit dem sich ein smartes Eigenheim realisieren lässt. Durch Analyse der am Markt verfügbaren Lösungen und der gegebenen Rahmenbedingungen soll zunächst ein geeignetes System ausgewählt werden. Dieses soll vor allem hinsichtlich einer PV-Anlage, des Gewerks Heizung/Klima/Lüftung, Multimedia, Beschattung sowie der Gebäudesicherheit integrationsfähig sein. Die flexible Anbindung und Steuerung der Teilnehmer per Busleitung oder Gebädefunk ist genauso Voraussetzung wie eine übersichtliche Visualisierung. Nach Festlegung der Funktionen des Miniserversystems wird anschließend dessen Aufbau analysiert und es werden Einbaukriterien festgelegt. Anhand einer Stückliste werden die erforderlichen Komponenten ausgewählt und es wird ein Angebot erstellt.

LS 4: Einen Showroom mit einer Miniserveranlage programmieren (ca. 25%)

Bedingt durch die festgelegten Funktionen sowie die ausgewählten Komponenten werden Automatisierungen für den Showroom programmiert. Nach Inbetriebnahme der Miniserveranlage werden die Szenarien überprüft und auf ihre Funktionalität hin erprobt. Ein Fernzugriff über eine Visualisierung wird eingerichtet und auf seine Datensicherheit hin analysiert.

5.4 Lernfeldmatrix LF 8: Schnittstellen von Komponenten analysieren und gewerkeübergreifende Funktionen realisieren

Lernfeld

60 Std.

Schnittstellen von Komponenten analysieren und gewerkeübergreifende Funktionen realisieren

fpL 24 Std.

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, gebäudetechnische Systeme über verschiedene Schnittstellen zu analysieren, zu verbinden und gewerkeübergreifende Funktionen zu realisieren.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren im Rahmen gewerkeübergreifender Kundenaufträge die Ein- und Ausgangsgrößen technischer Prozesse (*Heizungs- und Klimaregelung, Beschattung, Lichtmanagement, Sicherheit, Energiemanagement*). Dazu **informieren** sie sich über Schnittstellen und Übertragungsprotokolle von gebäudetechnischen Anlagen beteiligter Gewerke. Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die physikalischen Kennwerte (*Temperatur, Beleuchtungsstärke, Feuchtigkeit, Spannung, Strom*) und die Funktionen gebäudetechnisch relevanter Sensoren und Aktoren. Dazu verwenden sie auch Dokumentationen in fremder Sprache.

Sie **planen** die Realisierung von gewerkeübergreifenden Funktionen. Dabei definieren sie Schnittstellen für gewerkeübergreifende Verbindungen von Komponenten und stimmen diese mit den anderen Beteiligten ab.

Die Schülerinnen und Schüler **wählen** die Komponenten mit entsprechenden Schnittstellen im Hinblick auf die Übertragungssicherheit und unter Berücksichtigung der Kundenvorgaben **aus**.

Sie installieren die Komponenten, parametrieren Sensoren und Aktoren und stellen gewerkeübergreifende Funktionen her.

Die Schülerinnen und Schüler **überprüfen** die Datenflüsse und Signale an den Schnittstellen und wenden dazu Messverfahren an. Sie dokumentieren und bewerten die Messergebnisse. Sie prüfen die gewerkeübergreifenden Funktionen auch anhand der Übertragungsprotokolle.

Die Schülerinnen und Schüler **reflektieren** den Abstimmungsprozess zwischen den beteiligten Gewerken, auch hinsichtlich der Kommunikation und dabei aufgetretener Konflikte. Sie entwickeln Lösungsansätze zur Bewältigung von Konfliktsituationen.

| Lernfeld 8: Schnittstellen von Komponenten analysieren und gewerkeübergreifende Funktionen realisieren | | | | |
|--|---|---|---|--|
| Index | Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ... | Korrespondierendes Wissen | | |
| | | Sachwissen | Prozesswissen | Reflexionswissen |
| LF 8-1 | ... informieren sich und Kunden über gewerkeübergreifende Vernetzung von Automatisierungslösungen in Wohngebäuden und deren Visualisierungsmöglichkeiten. | <p>Kundenberatung: Grundlagen der Gesprächsführung beim Kundenkontakt</p> <p>IT-Sicherheit Safety vs. Security Gefahren bei Webserveranwendungen</p> <p>Intelligente Haustechnik: Prozessvisualisierung und Datenaufbereitung Smarthome-Anwendungen (Lade-, Energie- und Lastmanagement, Beleuchtungstechnik, Brand- und Einbruchmeldeanlagen, Kommunikationstechnik, Wetterstation, Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, Sonnenschutz, Sanitär)</p> | <p>Auftragsorganisation: Ermittlung von Kundenanforderungen Beratung hinsichtlich Risiken bei der Fernsteuerung von sicherheitsrelevanten Anlagenteilen</p> <p>Informationsbeschaffung: Aneignen von Strategien zum Auffinden aktueller Entwicklungen; Auswahl qualitativ wertvoller Informationen</p> <p>Energieeffizienz: Berechnungsverfahren für Einsparpotenziale beim Primärenergiebedarf durch smarte Steuerungs- und Regelungstechnik</p> <p>Aufwandsabschätzung: Abschätzung des Installations- und Programmieraufwands zur Realisierung des Kundenwunsches (technische Umsetzbarkeit)</p> | <p>Kundenberatung: Nutzen gelingender Kundengespräche, Einwände als Wegweiser zum Kundenwunsch Marktbeobachtung Argumente: Sicherheit, Komfort, Energieeffizienz</p> <p>Monitoring und Fernzugriff: Vor- und Nachteile von Visualisierung, Datenmanagement und Fernsteuerung</p> <p>Bewertung der Marktsegmente: Gadgets-Markt, Volumenmarkt und Hochpreissegment</p> |

| | | | | |
|---------------|---|--|---|---|
| <p>LF 8-2</p> | <p>... planen die informationstechnische Verknüpfung von Smarthome-Komponenten.</p> | <p>Lasten- und Pflichtenheft: Pflichtenheft Grundlagen der Projektarbeit</p> <p>Netzwerktechnik: Hard- und Software-Schnittstellen zwischen den Bussystemen</p> <p>Anwendungssoftware: Software zur Konfiguration von Schnittstellen</p> <p>Planungshilfen: komplexe Funktionspläne (Signal- und Energieflusspläne)</p> | <p>Auftragsorganisation: Erstellung eines Pflichtenhefts auf Grundlage des Lastenheftes (Kundenwunsch)</p> <p>Auftragsplanung: Erstellung von Projektierungsunterlagen (Projektablaufplanung, Plänen, Schnittstellendokumentationen)</p> <p>Anwendungssoftware: Umgang mit Planungstools für das Projektmanagement und die Erstellung von Schalt- und Installationsplänen</p> | <p>Smarthome-Komponenten: Abwägung von Vernetzungsmöglichkeiten hinsichtlich Kompatibilität von Busprotokollen, Zuverlässigkeit und Zukunftssicherheit Grenzen von PoE-Patch- und Netzwerkkabeln sowie von Funkverbindungen.</p> |
| <p>LF 8-3</p> | <p>... wählen erforderliche Baugruppen und Schnittstellen aus.</p> | <p>Netzwerktechnik: Netzwerkkomponenten zur Verbindung verschiedener Systeme</p> <p>IoT-Geräte: Weißware Küchengeräte</p> | <p>Auftragsplanung: Auswahl & Beschaffung von erforderlichen Baugruppen zur Verbindung aller einzubindender Geräte und Anlagenteile</p> <p>Informationsbeschaffung: Umgang mit Hersteller-Support-Kanälen (z.B. Hotline)</p> | <p>Komponentenauswahl: Bewertung der Schnittstellen und Baugruppen vor dem Hintergrund der Übertragungssicherheit und der Aufgabenstellung (Kundenauftrag)</p> |

| | | | | |
|--------|---|---|---|--|
| LF 8-4 | ... installieren Netzwerkkomponenten der gewerkeübergreifenden Systeme. | Smarthome: Anlagenkomponenten: Wärmepumpe Micro-BHKW Heizungsregelung PV-Wechselrichter Ladesysteme Energiespeicher | Installation: praktische Anbindung von Schnittstellen über Komponenten der Netzwerkinstallation | Integration von Anlagenteilen: Kenntnisse über die Funktion und das Verhalten von Anlagenteilen für „smarte“ Anwendungen nutzen |
| LF 8-5 | ... konfigurieren und parametrieren Schnittstellen und Signalquellen. | Netzwerktechnik: Konfiguration unterschiedlicher Bussysteme (exemplarisch) Logiken, Zyklen, Blockbausteine etc. Sensorik und Datenquellen: Parameter und Einstellmöglichkeiten diverser Signalquellen | Informationsbeschaffung: Informationen zur Konfiguration und Parametrierung von Schnittstellen und Bussystemkomponenten | Signalverarbeitung: Verarbeitung normierter Signale in der Gebäudesystemtechnik protokollbasierte Informationsübertragung über Netzwerkschnittstellen |
| LF 8-6 | ... integrieren „smarte“ Gebäudesystemtechnik in bestehende Netzwerke. | Intelligente Haustechnik: Plug-and-Play-Komponenten Einbinden von IoT-Geräten Kompatibilität von IoT-Geräten | Auftragsplanung: Beurteilung der Kompatibilität von Hardware Auftragsrealisierung: Integration von IoT-Geräten oder Anlagenkomponenten | Intelligente Haustechnik: Bewertung funktionaler und elektrotechnischer Kompatibilität einzubindender Komponenten |
| LF 8-7 | ... modifizieren Hard- und Softwarekonfigurationen. | Programmmodifikation: Logikanpassung, Änderung von Parametern Hardware-Ergänzung: Varianten von Hardwarekomponenten | Hardware-Ergänzung: Austausch von Komponenten, Neuinstallationen Parametrierung | Flexibilitätspotenziale: flexible Gestaltung von Steuerungs- und Regelungsmöglichkeiten im „Smarthome“ |

| | | | | |
|--------|--|---|--|--|
| LF 8-8 | ... kontrollieren und testen die Funktionsfähigkeit der informationstechnischen Systeme. | <p><u>Prüfungen:</u> Sicht- und Funktionsprüfung Prüfprotokoll Signalmessung, Übertragungstests</p> <p><u>Werkzeuge und Methoden zur Diagnose und Fehlerbehebung:</u> Netzwerkanalyse-Tools systematische Vorgehensweise bei Fehlersuche technische Dokumentation</p> | <p><u>Prüfungen:</u> Prüfung von Signalen an Schnittstellen Kontrollieren der Prüfergebnisse Anwendung von Methoden zur Fehlerdiagnose</p> | <p><u>Prüfungen:</u> Bedeutung von Prüfprotokollen durchgängige Dokumentation von Arbeits- und Prüfergebnissen zu Nachweis- und Reflexionszwecken</p> <p><u>Werkzeuge und Methoden zur Diagnose und Fehlerbehebung:</u> Eingrenzung von Fehlern Bedeutung einer systematischen Fehlersuche</p> |
|--------|--|---|--|--|

LS 1: Vorhandene energietechnische Schnittstellen und Komponenten in einem Wohngebäude analysieren (ca. 20%)

In einem Wohngebäude ist für die Gebäudetechnik ein modernes Bussystem installiert. Der Kunde möchte das Gebäude mit einer Fotovoltaikanlage mit Elektroenergiespeicher sowie einer stationären Ladeeinrichtung für sein Elektro-Kfz ergänzen. Neben der Integration dieser Anlagen in seine Gebäudesystemtechnik möchte der Kunde wissen, welche elektrischen Geräte und Anlagen in seinem Haus vernetzt bzw. in das vorhandene Bussystem eingebunden werden können.

LS 2: Ein Energiemanagementsystem in einem Wohngebäude optimieren (ca. 40%)

Ein Kunde betreibt eine Fotovoltaikanlage (9,9 kWp) mit einem Elektroenergiespeicher (10 kWh). Die Beladung des Speichers und die Einspeisung der überschüssigen Elektroenergie erfolgt über einen Smart-Manager (Smart Meter). Die Brauchwasser- und Wohnraumtemperierung erfolgt mit einer Sole-Wärmepumpe mit einem 500-l-Pufferspeicher. Die Wärmepumpe schaltet sich über eine Regelung im Gerät bei Bedarf ein. Der Kunde möchte seine Wärmepumpe und die PV-Anlage in sein „Smarthome“, welches über einen Miniserver bereits die Verschattung des Gebäudes (eine Wetterstation ist bereits eingebunden) automatisiert, integrieren und damit seinen Eigenverbrauch der auf dem Dach erzeugten Energie durch die Fotovoltaikanlage optimieren.

LS 3: Ein Energiemanagementsystem in einem Wohngebäude auf Funktionsfähigkeit prüfen (ca. 20%)

Die Visualisierung im Netzwerk eines vom Wechselrichter-Hersteller gelieferten Energiemanagementsystems einer Fotovoltaikanlage mit Elektroenergiespeicher und Wallbox funktioniert nicht. Die IP-Adresse des Smart-Managers kann nicht aufgerufen werden. Somit ist unsicher, ob die Anlage fehlerfrei arbeitet. Der Kunde möchte, dass die Anlage überprüft und der Fehler behoben wird.

LS 4: Einen Fernzugriff für ein Smarthome einrichten (ca. 20%)

In einem Wohngebäude sind über eine Miniserverlösung Beleuchtung, Verschattung und Raumtemperierung automatisiert. Der Kunde möchte die Parametrierung der Sollwerte und Einstellungen nun auch von unterwegs mit dem Smartphone vornehmen können. Die Umsetzung eines Fernzugriffs ist damit erforderlich.

6 Unterrichtskonzept inklusive illustrierende Aufgaben

In diesem Kapitel wird das Unterrichtskonzept inklusive eines illustrierenden Beispiels anhand des Lernfelds 7 veranschaulicht. Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt, welche Lernfelder mit illustrierenden Beispielen veranschaulicht werden.

Tabelle 2: Überblick der illustrierenden Beispiele

| Nr. | Lernfeld | Illustrierende Beispiele |
|-----|---|---|
| 5 | Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen und Geräten gewährleisten | Die Elektroenergieversorgung einer Fertigungshalle anpassen Die Elektroenergieversorgung einer Lagerhalle planen Eine Geräteprüfung nach DIN-VDE 0701/0702 an einem LötKolben durchführen |
| 6 | Gebäudetechnische Systeme analysieren und Änderungen vornehmen | Ein Bussystem in einem bestehenden Firmengebäude planen Ein Bussystem in einem bestehenden Firmengebäude installieren, programmieren, parametrieren und prüfen |
| 7 | Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren | Eine Beleuchtungsanlage für ein Architektenbüro modernisieren und anpassen Einen Showroom mit einer Miniserveranlage planen Einen Showroom mit einer Miniserveranlage programmieren |
| 8 | Schnittstellen von Komponenten analysieren und gewerkeübergreifende Funktionen realisieren | Vorhandene energietechnische Schnittstellen und Komponenten in einem Wohngebäude analysieren Ein Energiemanagementsystem in einem Wohngebäude auf Funktionsfähigkeit prüfen |

Link zum Download⁶

⁶ https://www.isb.bayern.de/berufliche-schulen/materialien/materialien-der-letzten-12-monate/aufgaben_efg/

6.1 Beispielkonzept für das Lernfeld 7

In Kapitel 5 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 paketiert. 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 7 exemplarisch skizziert werden. Ausgangspunkt sind dabei die Lernsituationen (Kapitel 5.3 und 6.1.1) und die kontextualisierten Lernfeldmatrizen (Kapitel 6.1.2). 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 beispielhaft 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 Möglichkeit besteht darin, dass das skizzierte Strukturkonzept bzw. dessen Elemente für die Optimierung und Weiterentwicklung 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.

6.1.1 Auswahl berufsnaher Lernsituationen

LS 1: Eine Beleuchtungsanlage für ein Architektenbüro modernisieren und anpassen (ca. 30%)

In einem Architektenbüro soll ein intelligentes Beleuchtungskonzept entstehen. Für den großen Gruppenarbeitsraum und das Sekretariat soll eine Allgemeinbeleuchtung, die energieeffizient abhängig vom Tageslicht über einen Sensor gesteuert wird, realisiert werden. Die Architektenarbeitsplätze sollen allerdings unabhängig von der Regelung manuell dimmbar sein. Der Kunde wünscht sich eine Beratung, Planung und Umsetzung des Vorhabens.

LS 2: Eine DALI-Lichtsteuerung in ein bestehendes Bussystem (KNX) integrieren (ca. 20%)

Eine bestehende KNX-basierte Anlage (Jalousiesteuerung) soll mit einer intelligente Beleuchtungssteuerung erweitert werden. Hierfür soll eine Gatewaylösung die Beleuchtungstechnologie von DALI integrieren. Der Kunde wünscht eine betriebssichere Integration der Komponenten zur Beleuchtung sowie eine Anbindung an den bestehenden Bus.

LS 3: Einen Showroom mit einer Miniserveranlage planen (ca. 25%)

Ein Fertighausunternehmen ist auf der Suche nach einem Partner, mit dem sich ein smartes Eigenheim realisieren lässt. Durch Analyse der am Markt verfügbaren Lösungen und der gegebenen Rahmenbedingungen soll zunächst ein geeignetes System ausgewählt werden. Dieses soll vor allem hinsichtlich einer PV-Anlage, des Gewerks Heizung/Klima/Lüftung, Multimedia, Beschattung sowie der Gebäudesicherheit integrationsfähig sein. Die flexible Anbindung und Steuerung der Busteilnehmer per LAN oder RF ist genauso Voraussetzung wie eine übersichtliche Visualisierung. Nach Festlegung der Funktionen des Miniserversystems wird anschließend dessen Aufbau analysiert und es werden Einbaukriterien festgelegt. Anhand einer Stückliste werden die erforderlichen Komponenten ausgewählt und es wird ein Angebot erstellt.

LS 4: Einen Showroom mit einer Miniserveranlage programmieren (ca. 25%)

Bedingt durch die festgelegten Funktionen sowie die ausgewählten Komponenten werden Automatisierungen für den Showroom programmiert. Nach Inbetriebnahme der Miniserveranlage werden die Szenarien überprüft und auf ihre Funktionalität hin erprobt. Ein Fernzugriff über eine Visualisierung wird eingerichtet und auf seine Datensicherheit hin analysiert.

6.1.2 Lernfeldmatrix für das Lernfeld 7

| Lernfeld 7: Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren | | | | |
|---|--|--|--|---|
| Index | Berufliche Handlung Die Facharbeiterinnen und Facharbeiter ... | Korrespondierendes Wissen | | |
| | | Sachwissen | Prozesswissen | Reflexionswissen |
| LF 7-1 | ... informieren sich auftragsbezogen über die Integration von Komponenten und Funktionen in ein gebäudetechnisches Bestandssystem. | <u>Gebäudetechnische, busbasierte Systemlösungen:</u> DALI KNX/EIB (Kurzüberblick zum Bestandssystem z. B. Jalousiesteuerung) <u>Überblick Gebäudesystemtechnik mit Bussystemen:</u> (KNX/EIB), DALI LCN, Miniserver <u>Gebäudetechnische Gewerke:</u> Beleuchtungssteuerung Alarmsysteme Heizungssteuerung Einzelraumtemperaturregelung Hausgeräte Störungsmeldungen Jalousiesteuerung | Erstellen eines Pflichtenhefts für das Beleuchtungskonzept des Architektenbüros (Anforderungsbeschreibung liegt vor!) Kurzanalyse des Bestandssystems (Jalousiesteuerung, Grundriss, Beleuchtungssituation) | Vorteile einer Beleuchtungssteuerung (Energieeinsparung, regulierbare Beleuchtungsstärke etc.) Gebäudesystemtechnik auf Basis einer Serverlösung |
| LF 7-2 | ... planen die Abläufe zur betriebssicheren Integration der Komponenten und Funktionen. | Systemkomponenten und -lösungen Exemplarische DALI-Betriebsgeräte Spannungsversorgung Dimmer, Controller, Leitung Gateway und Schnittstellen Aufbau des DALI-KNX-Gateway | Berücksichtigung von speziellen Kundenwünschen während des Planungsverlaufs z.B. individuelle Einzelarbeitsplatzbeleuchtung betriebssichere Integration in KNX-Bestandssystem | Physikalische/technische Hintergründe: zu DALI-Geräten (z.B. Spannungsfall und zulässige Leitungslängen, Topologien, Verpolungssicherheit) Gateway (Kommunikationsprotokolle) |

| | | | | |
|--------|---|---|--|---|
| | | <p>Komponenten einer Miniserverlösung: Miniserver exemplarische Hardware (z. B. Präsenzmelder)</p> | <p>Funktionsweise eines Präsenzmelders</p> | |
| LF 7-3 | <p>... wählen den Kundenanforderungen entsprechende Hard- und Softwarelösungen.</p> | <p><u>Auswahl von Hardware- und Systemkomponenten:</u> Controller (Broadcast/ Einzeladressierung) Auswahl von Dimmern Arten von Zutrittskontrollsystemen (Schlüsselkarten, Bedienfelder, Smartphone) Arten von Sensoren (Temperaturfühler, CO₂-Sensoren)</p> <p><u>Umgang mit Herstellerkatalogen:</u> Vergleich verschiedener Angebote/Systemlösungen/Controller</p> <p><u>Softwaretools:</u> ETS DCA (Device Control App, DALI) Loxone</p> | <p>Auswahl eines passenden DALI-Gateways</p> <p>Auswahl eines Zutrittskontrollsystems</p> <p>Auswahl eines Präsenzmelders</p> <p>Arbeiten mit der Kalkulationshilfe: Erstellen eines einfachen Angebots für das Architektenbüro</p> | <p>Vorteile von Broadcast, Multicast und Einzeladressierung von Teilnehmern</p> <p>Datenschutz</p> |
| LF 7-4 | <p>... installieren und konfigurieren funktionsbezogene Softwareanwendungen.</p> | <p><u>Vorbereiten:</u> Datenbankeinträge Objektparameter</p> <p><u>Installieren und Konfigurieren:</u> Vorschriften zur Integration von Systemkomponenten in einer bestehende Elektroinstallation</p> | <p>Anschluss- und Verdrahtungstechnik von Systemkomponenten</p> <p>Anschließen/Integrieren der DALI-Controller in die Elektroinstallation</p> | <p>Bedeutung physikalischer Adressen in Netzwerken</p> <p>Funktionsweise der drahtlosen Signalübertragung</p> |

| | | | | |
|--------|--|---|---|---|
| | | <p>Möglichkeiten zur Anbindung von Sensoren</p> <p>(wireless, verdrahtet)</p> <p>Parametrieren und Übergeben: Parametrierung des DALI-Controllers</p> <p>physikalische Adresse</p> | <p>Verbindung des DALI-Gateways mit dem KNX-Bus</p> <p>Offline-Vorbereitung der ETS-Software (Installation DCA, Objektkonfiguration)</p> <p>Einbau von Sensoren</p> | |
| LF 7-5 | ... testen die Funktionen der Hardwarekomponenten und der zugehörigen Softwareanwendungen. | <p>Diagnosegeräte: Multimeter Spannungsprüfer</p> <p>Inbetriebnahme: softwarebasierte (online) IBS Hardwareinbetriebnahme (Display und Tasten) softwarebasierte IBS via App</p> <p>Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme und Installationsprüfung: Diagnose und Fehlersuche (z.B. Spannungsfall prüfen) Installationsprüfung mit Broadcasttelegramm (DALI)</p> | <p>Funktionstest via App</p> <p>systemübergreifende Ankopplung von Drittgeräten</p> | |
| LF 7-6 | ... beurteilen die Datensicherheit des konfigurierten gebäudetechnischen Systems. | <p>Grundbegriffe der Sicherheit von Daten: Backups Datenschutz Zugriffsschutz/-kontrolle Schadsoftware, Firewall Datensicherung Verschlüsselung</p> | <p>Kontrollmaßnahmen zum Schutz von Daten und deren technische Realisierung (Zutritt, Zugriff, Eingabe etc.)</p> | <p>Datenschutz und Datensicherheit</p> <p>Datenschutzgrundverordnung Bundesdatenschutzgesetz</p> |

6.1.3 Illustrierendes Beispiel aus Lernfeld 7

| | |
|---------------------|--|
| Ausbildungsberuf | Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration |
| Fach | Steuerungstechnik |
| Lernfeld | LF 7: Komponenten und Funktionen in gebäudetechnische Systeme integrieren |
| Lernsituation | Lernsituation 1: Eine Beleuchtungsanlage für ein Architektenbüro modernisieren und anpassen |
| Zeitraumen | 22 Unterrichtsstunden |
| Benötigtes Material | Tafel, digitales Endgerät, Projektionstechnik, Informationsblätter, Leittexte, Versuchsaufbauten zum Frequenzumrichter |
| Querverweise | Arbeitsblätter, Fachliteratur (Fachkundebuch, Tabellenbuch, Herstellerkataloge), Endgeräte mit Internetzugang, Tafel bzw. Stifteingabegeräte; DALI-Hardwarekomponenten |

6.1.4 Konzeptionsmatrix für Lernsituation 1

| Konzeptionsmatrix für Lernsituation 1 | | In einem Architektenbüro soll ein intelligentes Beleuchtungskonzept entstehen. Für den großen Gruppenarbeitsraum und das Sekretariat soll eine Allgemeinbeleuchtung, die energieeffizient abhängig vom Tageslicht über einen Sensor gesteuert wird, realisiert werden. Die Architektenarbeitsplätze sollen allerdings unabhängig von der Regelung manuell dimmbar sein. Der Kunde wünscht sich eine Beratung, Planung und Umsetzung des Vorhabens. | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|---|--|--|
| Zeit | Thema/ Beschreibung | Sachwissen | Prozesswissen | Reflexions- wissen | Aufgabe | | | |
| | | | | | Aktivitäten | Lernprodukte | Medien/ Materialien | Kontroll- und Reflexionselemente |
| 90 | Analyse der Kunden- anforderungen | <u>Projektmanagement</u> Lasten- und Pflichtenheft nach DIN 69901-5:2009-01 <u>Gebäudetechnische Gewerke:</u> Beleuchtung | - | Bedeutung von Lasten- und Pflichtenheften im Projektmanage- ment anhand exemplarischer Beispiele | informelle Vorbereitung auf die Überführung des Lastenhefts in ein Pflichtenheft | | | |
| | | | | | Analysieren der Kundenanforderun- gen Erkennen der Notwendigkeit von Lasten- und Pflichtenheften | Stichpunktartige Auflistung der Kunden- anforderungen Installationsplan | <u>Literatur:</u> Fachkundebuch Elektrotechnik, Tabellenbuch Infobox 1: Lastenheft Infobox 2: Pflichtenheft | <u>Aufgaben Skript:</u> Beantworten Fragen zum Lasten- und Pflichtenheft Ergänzen Installationsplan |
| 90 | Auswahl eines geeigneten Bussystems | <u>Bussysteme:</u> <ul style="list-style-type: none"> • SMI • LON • BACnet • DALI | Analyse verschiedener Bussysteme | Erkennen der Einsatzschwer- punkte von SMI, DALI, LON und BACnet | Informationsbeschaffung und Auswahl eines geeigneten Bussystems | | | |
| | | | | | Recherche zu Bussystemen in der Gebäude- technik | Stichpunktartige Analyse der Bussysteme | <u>Endgeräte:</u> Laptop mit Internetzugang | <u>Aufgabe Skript:</u> Begründete Auswahl des DALI-Bussystems |

| | | | | | | | | |
|-----|---|--|--|--|---|--|--|---|
| 270 | Analyse der Bustechnologie und deren Komponenten | <u>Exemplarische DALI-Betriebsgeräte:</u> <ul style="list-style-type: none"> Spannungsversorgung Dimmer Leuchten Leitungen Steuergeräte Sensoren | Berücksichtigung von speziellen Kundenwünschen während des Planungsverlaufs z.B. <i>individuelle Einzelarbeitsplatzbeleuchtung</i> | <u>Physikalisch, technische Hintergründe:</u> Spannungsfall LDR, LED und Dimmer | Kennenlernen des Bussystems DALI und dessen Betriebsgeräte bzw. Komponenten | | | |
| | | <u>Erarbeiten sich die Grundlagen des DALI-Systems;</u> Erfassen exemplarische Komponenten und deren Funktionsweise | | | Beantwortete Kontrollfragen zum DALI-System Plakate oder Handouts zu Systemkomponenten | <u>Literatur:</u> Tabellenbuch Informationstext Fachkundebuch <u>Endgeräte:</u> Laptop mit Internetzugang | <u>Aufgabe Skript:</u> Kontrollfragen im Skript (Betriebsmittelliste) | |
| 90 | Auswahl passender Komponenten für die Kundenanforderung | <u>Eigenschaften von DALI-Controllern</u> <ul style="list-style-type: none"> Gruppen Szenen Schnittstellen | - | <u>Betriebswirtschaftliche Hintergründe:</u> Kalkulation eines einfachen Angebots | Anforderungsbasierte Auswahl von Hardware inkl. Erstellung eines Angebots | | | |
| | | Durchführung einer Anforderungsanalyse an DALI-Controller inkl. Auswahl <u>Umgang mit Herstellerkatalogen:</u> Vergleich verschiedener Systemlösungen/ Controller | | | Analyse verschiedener Controller inkl. Festlegung der Art und Anzahl notwendiger Betriebsmittel | Angebot zum Kundenauftrag | <u>Literatur:</u> Firmenkataloge, Datenblätter | <u>Aufgabe Skript:</u> Kontrollfragen Kostenvoranschlag |
| 180 | Anfertigung planungsspezifischer Unterlagen | <u>Exemplarische Inhalte eines Pflichtenhefts:</u> <ul style="list-style-type: none"> Schaltpläne Material- und Werkzeuglisten | Vervollständigen eines Pflichtenhefts | Installationsplanung | Erstellen einer Anlage zum Abschluss des Pflichtenhefts | | | |
| | | Zeichnen eines Schaltplans Vervollständigen einer | | | Schaltplan in mehrpoliger Darstellung | <u>Arbeitsmaterial:</u> rechnergestütztes Zeichenprogramm für Installations- | Vergleich des vereinfachten Pflichtenhefts mit exemplarischen | |

| | | | | | Werkzeugliste für die Installation | Material- und Werkzeugliste Pflichtenheft | pläne; alternativ: Zeichenutensilien | Pflichtenheft aus Industrie |
|-----|--|---|--|--|---|--|---|--|
| 225 | Installation der Hardwarekomponenten und Konfiguration software-spezifischer Anwendungen | Vorschriften zur Integration von Systemkomponenten in eine bestehende Elektroinstallation | Anschluss, Integration und Parametrierung der DALI-Komponenten | physikalische Adressen in Netzwerken Broadcast Einzeladressierung | Projektumsetzung auf Hardware- und Softwareebene | | | |
| | | | | | Verdrahtung/Anschluss und Parametrierung der DALI-Komponenten | vereinfachte, funktionsfähige Miniaturanlage | <u>Literatur:</u> Installations- und Konfigurationsanleitung <u>Hardware:</u> DALI-Komponenten | <u>Vereinfachter Versuchsaufbau:</u> je eine Leuchte tageslichtsensitiv, eine Leuchte manuell dimmbar, eine Leuchte mit Szene |
| 45 | Prüfen der Kundenanlage | Diagnosegeräte <ul style="list-style-type: none"> • Spannungsprüfer • Multimeter <u>Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme und Installationsprüfung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnose und Fehlersuche Spannungsfall • Installationsprüfung mit Broadcasttelegramm | - | Broadcast-telegramm Übergabeprotokoll | Testen der Hard- und Softwarefunktionalität | | | |
| | | | | | Funktionsprüfung und Fehlersuche | Vereinfachtes Übergabeprotokoll zum Projektabschluss | <u>Arbeitsmaterial:</u> Diagnosegeräte Vordruck Übergabeprotokoll | funktionsfähige Anlage |

6.1.5 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 7.2.

ENTWURF

7 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 7.1) als auch zur didaktisch-methodischen Weiterentwicklung (Kapitel 7.1) identifizieren.

7.1 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 weiter gehende Informationen.

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

7.2 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 im Januar/Februar 2023 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“](#).

8 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 dazu 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.

9 Quellen

- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB): Elektroniker/Elektronikerin für Gebäudesystemintegration, 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