



(Arbeitsfassung)

Thüringer Handreichung

**zur Umsetzung des KMK-Rahmenlehrplanes für
die Ausbildung in den Fachstufen 2 und 3
des Ausbildungsberufes**

**Elektroniker/Elektronikerin
Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik**

1 Vorbemerkungen

Die hier vorliegende Thüringer Handreichung soll die Implementierung der im Jahre 2003 beschlossenen KMK-Rahmenlehrpläne für das Berufsfeld Elektrotechnik unterstützen.

Entsprechend den Festlegungen des Thüringer Kultusministeriums sind die Lernfelder dieser KMK-Rahmenlehrpläne nicht in Fächerstruktur umzusetzen, sondern sollen, möglichst in Lehrerteams, 1:1 in den Unterricht übernommen werden. Die im Unterricht realisierten Leistungsbewertungen münden in Lernfeldnoten, die beim Abschluss der Ausbildung auf dem Zeugnis der Berufsschule ausgewiesen werden.

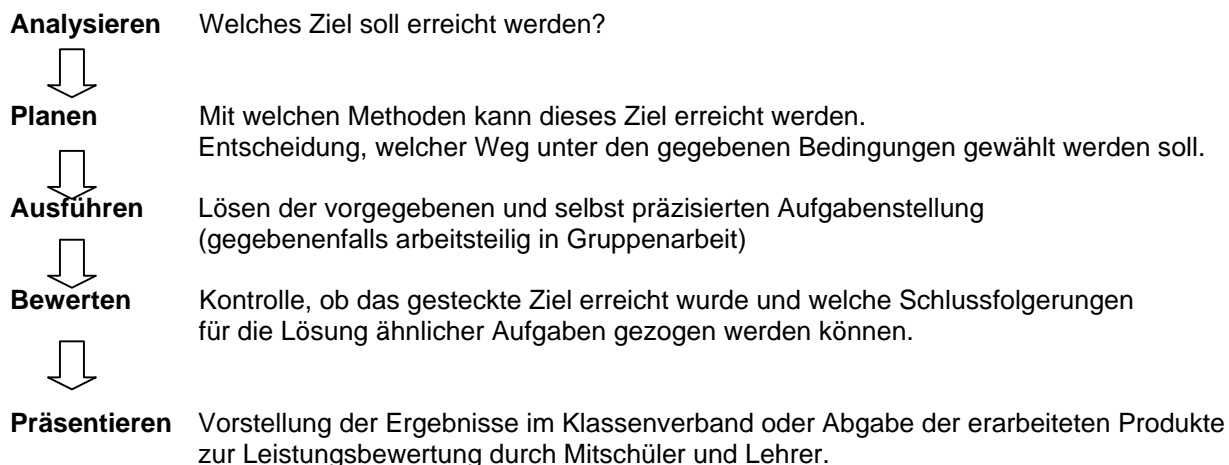
Innerhalb der einzelnen Ausbildungsjahre entscheidet die jeweilige Berufsschule über die Reihenfolge der Stoffvermittlung. Es wird jedoch empfohlen, insbesondere mit Blick auf den ersten Teil der gestreckten Prüfung, die Lernfelder in der vom KMK-Rahmenlehrplan vorgegebenen Reihenfolge nacheinander zu unterrichten.

Die in der Handreichung ausgewiesenen Zeitrichtwerte für die Lernfelder sind Bruttowerte. Sie beinhalten neben Zeiten zur Erarbeitung der Inhalte auch Zeitwerte für Festigung, Vertiefung und Leistungsbewertung.

Entsprechend der Intention der neuen KMK-Rahmenlehrpläne steht als übergreifendes Ziel der Ausbildung der Erwerb einer beruflichen Handlungskompetenz durch die Auszubildenden, wobei berufliche Handlungskompetenz zu verstehen ist als „... Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.“ (KMK 2000, S.9)

Im handlungsorientierten Unterricht sollen sich die Auszubildenden anwendungsbereites Wissen erwerben. Dabei sollen bei der Lösung von komplexen praxisrelevanten Aufgaben die erforderlichen Sachkompetenzen der Berufe, aber auch die Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz entwickelt werden. Handlungsorientierung steht also nicht für eine Ausweitung des Laborunterrichtes, sondern für den Nachvollzug berufstypischer Handlungsabläufe in Form von vollständigen Lernhandlungen durch die Auszubildenden.

Vollständige Lernhandlung:



Ein solches handlungsorientiertes Lernen lässt sich nur schwer mit kleinschrittigen, detaillierten Aufgabenstellungen, wohl aber mit projektorientiertem Unterricht erreichen. Dabei kann es nicht das Ziel sein, alle realen Arbeits- und Geschäftsprozesse der Berufe nachzuvollziehen.

In dieser Handreichung werden Projekte oder Lernsituationen vorgeschlagen, mit denen sich dieser neue Ansatz realisieren lässt. Dabei soll selbstständiges Lernen angeregt werden. Projektartige Gruppenarbeit muss eine höhere Wertigkeit als bisher bekommen.

Innerhalb dieser Gruppenarbeit können Phasen mit Lehrervortrag z. B. als Input für nötige theoretische Kenntnisse eingebaut werden, wie auch Lehrer-Schüler-Gespräche mit einzelnen Gruppen oder im Klassenverband z. B. zur Sicherung von Zwischenständen.

Besonders relevante Inhalte sollten mit gerätebezogenen Übungen gefestigt werden. Hier muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob dies entsprechend der Sicherheitsanforderungen, der Aufsicht durch Lehrer und der räumlichen Möglichkeiten der Schule den einzelnen Gruppen freigestellt werden kann oder im halben Klassenverband zu organisieren ist.

In der schulischen Abschlussprüfung werden am Ende der Ausbildung auf der Grundlage der Thüringer Berufsschulordnung folgende Lernfelder geprüft:

	Prüfungsdauer
<u>Lernfeld 1</u> Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen (Prüfung der Kernkompetenz)	90'
<u>Lernfeld 7</u> Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren (Prüfung der Fachkompetenz)	120'
<u>Lernfeld 10</u> Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und in Stand halten (Prüfung der Fachkompetenz)	120'

2 Mitglieder

Herr	Roland	Ackermann	Berufliches Schulzentrum für Gewerbe und Technik Altenburg
Herr	Ulf	Giesecke (Vorsitzender)	Staatliche Berufsbildende Schule Technik Gera
Frau	Elke	Herrling	Staatliche Berufsbildende Schule Sonneberg
Herr	Wolfgang	Heyn	Staatlich Gewerblich-Technische Berufsbildende Schulen Gotha
Herr	Thomas	Reinhardt	Staatliche Berufsbildende Schule / Berufliches Gymnasium Sondershausen

3 Übersicht über die Lernfelder

Lernfelder Fachstufe 2	Stunden
Pflichtunterricht	
Kommunikationssysteme in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren	100
Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und in Stand halten	100
Energietechnische Anlagen errichten, in Betrieb nehmen und in Stand setzen	80
Wahlpflichtunterricht	80

Lernfelder Fachstufe 3	Stunden
Pflichtunterricht	
Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren	80
Energie- und gebäudetechnische Anlagen in Stand halten und ändern	60
Wahlpflichtunterricht	40

4 Lernfelder

Lernfeld 9: Kommunikationssysteme in Wohn- und Zweckbauten planen und realisieren

Stunden: 100 h - davon mindestens 30 h experimentelles Arbeiten

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen die Elektroenergieversorgung für Betriebsmittel und Anlagen. Die Schülerinnen und Schüler analysieren und klassifizieren die Elektroenergieversorgung von Anlagen nach funktionalen, ökonomischen und ökologischen Aspekten.
- dimensionieren Anlagen unter Berücksichtigung von Netzsystemen und Schutzmaßnahmen. Dazu wählen sie Komponenten der Anlagen aus, bemessen diese und erstellen Schaltpläne unter Nutzung von Fachliteratur, Datenblättern und Gerätebeschreibungen, auch in englischer Sprache.
- kontrollieren bei Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung Anlagen der Elektroenergieversorgung und Betriebsmittel hinsichtlich der Einhaltung von Normen, Vorschriften und Regeln zum Schutz gegen elektrischen Schlag, zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung.
- prüfen ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel und nehmen diese in Betrieb. Sie protokollieren Betriebswerte und Prüfergebnisse und ordnen diese in eine Dokumentation ein.
- weisen den Nutzer in das Betreiben der Anlage ein.

Inhalte	Hinweise	Zeitrichtwerte
Personenrufanlagen (paging systems)		15 h (davon ca. 6 h experimentelles Arbeiten)
- Tonruf	Klingel-, Wechsel- und Gegensprech-, Videoanlagen, drahtgebunden (klassisch und BUS), drahtlos	
- Lichtruf	Meldeleuchte, Display, Panel	
Telekommunikationsendgeräte und -anlagen (telecommunication devices and -systems)		15 h (davon ca. 6 h experimentelles Arbeiten)
- Datendienste	analog und digital (ISDN, DSL, ...)	
- Endgeräte	Telefon, Anrufbeantworter, FAX, Modem <u>jeweils:</u> Aufbau, Funktion, Anwendungen	
- TK -Anlage	Projektierung gemäß Kundenwunsch, Programmierung mit anlagenspezifischer Software, Inbetriebnahme und Fehlersuche	
Gefahrenmeldeanlagen (alarm signalling systems)		20 h (davon ca. 5 h experimentelles Arbeiten)
- Einbruchmeldeanlagen	<u>jeweils:</u>	
- Brandmeldeanlagen	Grundlagen, Vorschriften, Komponenten, Wirkprinzip, Fehlersuche	

Gebäudeleittechnik (automation of buildings management) 20 h
(davon ca. 8 h experimentelles Arbeiten)

- Installationsbus anhand eines aktuellen Bussystems Topologie, Parameter, Komponenten, Parametrierung mittels PC anhand ausgewählter Objekte

Visualisierung (visualization) 7 h

- objektorientiert gebäude- bzw. anlagentechnisch auf Panels bzw. Displays

- prozessorientiert Videoanzeigen aktueller Prozesswerte, Ereignis- und Alarmausgaben

Antennen- und Breitbandkommunikationsanlage 20 h
(aerial and broadband communication system) (davon ca. 5 h experimentelles Arbeiten)

- Einzelanlagen
- Gemeinschaftsanlagen
- BK-Anlagen

jeweils:
Komponenten für Empfang und Verteilung,
Errichtungsvorschriften,
Projektierung einer Anlage entsprechend territorialer
Prioritäten,
Arbeitsschutz,
Messprotokoll

Kundenberatung und -einweisung (customer advisory service and briefing) 3 h

- Kundenberatung Komponentenauswahl, Projektintegration in den Baukörper, zeitliche Richtwerte, Finanzierung

- Kundeneinweisung Übergabe der Unterlagen (Schaltpläne, Handbücher, Messprotokoll, Rechnung, Gewährleistung, Wartungsvertrag), Projektbesichtigung und Inbetriebnahme, Einweisungen für den Betrieb und bei Havarie

Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte könnte anhand des nachfolgenden Projekts realisiert werden:

Projektbeispiel „Kommunikationssysteme in einem Bankgebäude errichten und in Betrieb nehmen“

Zur Verbesserung der Kundenbetreuung hat das ansässige Bankunternehmen eine Immobilie als zukünftige Filiale erworben. Geplant ist, die Bereiche Parterre und erstes Obergeschoss zu bankspezifischen Räumen umzubauen, während das zweite Obergeschoss als Wohnraum erhalten bleiben soll.

Entsprechend den Ausschreibungsunterlagen des Ingenieurbüros werden für Elektroinstallationsarbeiten unter anderen folgende Leistungen vergeben:

- Für den Bereich der Bank werden Brand- und Einbruchmeldeanlagen installiert, die TK-Anlage als Zentrale mit 20 Nebenstellen ausgeführt und die konventionelle Elektroinstallation durch EIB ersetzt.
- Die Visualisierung der Prozesswerte ist im Technikerraum zu realisieren, von dem auch zentrale Steuerbefehle ausgehen.
- Im Kundenbereich informiert ein Videopanel über aktuelle Angebote der Bank.
- Der Eingang ist mit einer Sprechanlage auszurüsten, die Wohn- und Bankbereich gleichermaßen bedient.
- Die einzelnen SAT-Anlagen im zweiten Obergeschoss (Wohnung) sind auf eine BK-Anlage umzurüsten.

Lernsituation 1: Auftragsanalyse

1. Schritt Projektvorstellung

- Informierung der Auszubildenden über die Ziele dieses Lernfeldes (*Lehrervortrag*)
- Formulierung der Aufgabenstellung
- Erarbeitung von Vorschlägen für das Projekt (*Unterrichtsgespräch*)
- Festlegung des Projektes (*Steuerung durch den Lehrer*)
- Vergabe von Aufgabenstellungen für die Objektbegehung

2. Schritt Objektbegehung (*Unterrichtsgang*)

- Besichtigung einer modernen Bankfiliale
- Organisation von Schulgängen in andere Objekte, sofern das Erstgewählte nicht alle inhaltlichen Schwerpunkte bietet
- Informationsbeschaffung (Notizen, technische Unterlagen, Bildmaterial)

3. Schritt Auswertung

- Auszubildende berichten über ihre gesammelten Informationen
- Einschätzung und Bewertung (*Lehrlingsvorträge*)
- Konkretisierung und Systematisierung (*Unterrichtsgespräch*)

4. Schritt Rahmenbedingungen

- zeitliche Planung für das Projekt (*Unterrichtsgespräch*)
- Bildung der Teams (*Gruppenarbeit*)

Lernsituation 2: Auftragsplanung

1. Schritt Kundengespräch

- Festlegung von Gesprächsgruppen (Kunde und Handwerker/Planungsbüro)
- Ausarbeitung von Fragen-/Antwortkatalogen (*Gruppenarbeit*)
- Trainieren typischer Gesprächssituationen im Unterricht
- Beobachtung des Gesprächsverlaufes (*Azubi, Lehrer, Kamera*)
- Bewertung (*sicheres Auftreten mit fachlicher Kompetenz*)

2. Schritt

Projekthalte

(Im Sinne der Auszubildenden wird der Auftrag entsprechend seiner Schwerpunkte in Teilprojekte gegliedert und nacheinander abgearbeitet. Ob die Teilprojekte an verschiedene Teams vergeben oder ein gemeinsames Vorgehen erfolgt, ist variabel.)

- Personenrufanlage
- TK-Anlage
- Gefahrenmeldeanlagen
- Gebäudeleittechnik
- Visualisierung
- Antennen-/BK-Anlage

Die nachfolgenden Schritte sind für alle Teilprojekte gleichermaßen anwendbar:

3. Schritt **Arbeitsplanung** (Informationsbeschaffung von Ingenieurbüro, Meister, Internet)

- notwendige Arbeiten und deren Zeitaufwand
- Werkzeugliste
- Materialbedarf
- Maßnahmen zum Arbeitsschutz
- Normenkonformität
- Angebot

(Methodenwechsel, d.h. einzelne Gliederungspunkte als Hausaufgabe mit Auswertung im Unterricht, andere zur Erarbeitung im Unterricht, weitere als Leistungsbewertung unter Bereitstellung von Informationsquellen)

Lernsituation 3: **Auftragsrealisierung**

1. Schritt

Baugruppen

- Aufbau und Wirkungsweise der Einzelkomponenten (reale Objekte, Bildmaterial, Lehrbücher, Handbücher, Arbeitsblätter)
- Berechnungen von Kennwerten (Rechen-, Tabellenbuch, Datenblätter)
- Vergleich verschiedener Hersteller (Kataloge, auch online)

experimentelles Arbeiten

2. Schritt

Gesamtfunktion

- Wiederholungen zu Schaltplänen (*Lernfeldbezüge*)
- Erstellung der projektbezogenen Schaltpläne, wie Übersichts-, Stromlauf-, Verdrahtungs- und Installationspläne (*durch die Lehrlinge mittels Handzeichnungen und CAD-Software*)
- Bewertung der Ausführungen (*Schaltpläne nach fachlichen und zeichnerischen Aspekten kontrollieren*)

3 Schritt

Inbetriebnahme

- Modelle und Simulationssoftware
- Fehlersuche durch zufällige Fehler während des Laborunterrichtes oder mit Fehlersimulator (*Gruppenarbeit*)
- Anlagenprüfung durch Besichtigen, Erproben, Messen
- Ausfüllen eines Prüfprotokolls
- Inbetriebnahmen in der Praxis (*Exkursionen*)

experimentelles Arbeiten

Lernsituation 4: Kundeneinweisung

1. Schritt Dokumentationen

- Zusammenstellung vorhandener Unterlagen, wie Schaltpläne, Handbücher, Prüfprotokoll (*z. B. Hausaufgabe*)
- Erstellung der Rechnungen, Handreichungen für Normal- und Havariebetrieb sowie des Wartungsvertrages (*Unterrichtsarbeit*)
- Bewertung der Unterlagen
(*z. B. nach sachlicher Richtigkeit und Verständlichkeit*)

2. Schritt Einweisung

- Trainieren typischer Gesprächssituationen (*Unterrichtsarbeit*)
- Übergabe der Dokumentationen und Einweisung in die Anlage (*Rollenspiel*)
- Beobachtung des Gesprächsverlaufes (*Azubi, Lehrer, Kamera*)
- Bewertung (*z. B. sicheres Auftreten mit fachlicher Kompetenz*)

Lernfeld 10: Elektrische Anlagen der Haustechnik in Betrieb nehmen und in Stand halten

Stunden: 100 h - davon mindestens 30 h experimentelles Arbeiten

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beraten den Kunden zu Auswahl, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik. Sie berücksichtigen energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte.
- planen und installieren Anlagen der Haustechnik und nehmen diese in Betrieb. Dabei schließen sie erforderliche Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme an. Sie wenden die entsprechenden Normen und Vorschriften an und beachten die Sicherheitsbestimmungen.
- planen, errichten und prüfen den inneren Blitzschutz und beurteilen den äußeren Blitzschutz entsprechend der Schutzbedürftigkeit des Gebäudes. Dabei berücksichtigen sie entsprechende Normen und Bestimmungen.
- führen die vorgeschriebenen Funktionsprüfungen durch. Sie richten Anlagen nach den Ansprüchen des Kunden ein und stellen Hausgeräte auf. Sie weisen die Nutzer ein und beraten bezüglich notwendiger Instandhaltungsarbeiten und bieten Wartungsverträge an.
- wechseln defekte Komponenten und Geräte aus, entsorgen diese sowie Rest- und Verpackungsmaterialien fachgerecht. Sie erkennen schadstoffhaltige Komponenten und Geräte und führen diese der umweltgerechten Entsorgung zu.

Inhalte	Hinweise	Zeitrichtwerte
Beleuchtungsanlagen (lighting systems)		25 h (davon ca. 10 h experimentelles Arbeiten)
- Gesetze der Lichttechnik	Grundlagen des Sehens	
- lichttechnische Größen	Lichtstrom, Lichtstärke, Lichtausbeute, Leuchtdichte, Beleuchtungswirkungsgrad, Beleuchtungsstärke	
- Leuchtmittel	Glühlampen, Halogenlampen, Leuchtstofflampen, Metalldampflampen, Induktionslampen, LED	
- Entwurf einer Beleuchtungsanlage im Innenraum	Gütemerkmale einer Beleuchtung, Lampen, Leuchten, Blendungsbegrenzung, Farbwiedergabe, Lichtverteilungskurven, Raumnutzung, Berechnungen oder Software-Methode	
- Sicherheitsbeleuchtung	Orientierungslicht, Notbeleuchtungen (Piktogramme)	
- Umweltschutz	Entsorgung von Leuchtstoff- und Dampflampen	
Elektrowärmegeräte, Warmwassergeräte (thermo-electric device, boiling device)		15 h (davon ca. 5 h experimentelles Arbeiten)
- Wärmegeräte	Direktheizungen (Strahlungsheizung, Heizkörper), Speicherheizungen (Nachtspeicher-, Fußbodenspeicherheizungen)	
- Warmwassergeräte	zentral, dezentral	

Klimaanlage, Kältegeräte, Wärmepumpen (air conditioner, cooling devices, heat pump) 10 h
(davon ca. 3 h experimentelles Arbeiten)

- Klimaanlage Klimatisierung, Behaglichkeitsbereich, Kompaktgeräte, modulare Geräte (Single-Split-Geräte, Multi-Split-Geräte, mobil + fest installiert)
- Wärmepumpe Prinzipien (Wasser-Wasser, Erdreich-Wasser, Luft-Wasser), Einsatz, ökologische Bedeutung
- Kältegeräte im Haushalt

Vorschriften zum Anschluss von elektrischen Geräten an Rohrsysteme 5 h
(regulations for connecting electrical devices to tubular systems)

- anerkannte Regeln der Technik gewerkeübergreifend (TAB Gas, Elektro, Lüftung) z. B. Planung von Hausanschlusseinrichtungen, Potentialausgleich, Mindestquerschnitte, ...
- technische Realisierung z. B. Aqua-Stop, Magnetventile, ...

Hausgeräte (household appliance) 20 h
(davon ca. 6 h experimentelles Arbeiten)

- Warmwasserbereitung Kochendwassergeräte, Boiler, Speicher (offene und geschlossene), Durchlauferhitzer
- Wäschepflege Waschmaschinen, Trockner
- Küchengeräte Elektroherde, Backöfen, Mikrowellengeräte, Geschirrspüler, Kühl- und Gefrierschrank
- Fehlersuche und -beseitigung Reparatur

Blitzschutz (lightning protection) 15 h
(davon ca. 6 h experimentelles Arbeiten)

- äußerer Blitzschutz Blitzschutzzonen, Fangeinrichtungen (Maschen-, Blitzkugel- und Schutzwinkelverfahren), Ableitung, Erdung
- innerer Blitzschutz Blitzschutzpotentialausgleich, Überspannungsschutzgeräte (Grob-, Mittel- und Feinschutz)

- Messungen

niederohmige Verbindungen,
Erdungsmessung, ...

Kundenberatung, Verkaufsgespräch (customers advisory service, sales talk)

10 h

- Kundenberatung

Komponentenauswahl,
Projektintegration in den Baukörper,
zeitliche Richtwerte,
Finanzierung

- Verkaufsgespräch

Beginn, Bedarf, Kaufmotive,
Warenpräsentation, Argumentation,
Vorbereitung des Abschlusses,
Kaufabschluss, Gesprächsende

Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte könnte anhand des nachfolgenden Projekts realisiert werden:

Projektbeispiel „Modernisierung einer Schwimmhalle“

Der Betreiber einer Schwimmhalle plant eine Modernisierung und Erweiterung und bittet das ansässige Elektronunternehmen um die fachgerechte Elektroinstallation.

Für diesen Um- und Ausbau des Bades werden einzelne Aufträge vergeben. Alle Installationen sind mit dem Planungsbüro und dem Kunden abzusprechen.

- Im Umkleideraum soll die Beleuchtung neu gestaltet werden. In der abgehängten Decke sollen Einbauleuchten installiert werden.
- Die Klimaanlage ist entsprechend der vorgegebenen Lastberechnung zu realisieren.
- Um die Platzzahl im Gastronomiebereich zu erhöhen, soll eine Fußbodenspeicherheizung installiert werden. Dazu liegen die Wärmebedarfsermittlung sowie die Genehmigung des VNB bereits vor.
- Im Küchen- und Thekenbereich sind vorhandene Hausgeräte sowie die Warmwasserversorgung zu überprüfen, ggf. zu reparieren und die Ausstattung gemäß Kundenwunsch zu ergänzen.
- Für die Wäschepflege aus Bad- und Gastronomiebereich sind entsprechende Geräte vorzusehen.
- Die vorhandene Blitzschutzanlage ist zu prüfen und dem Stand der Technik anzupassen.

Lernsituation 1: Auftragsanalyse

1. Schritt Projektvorstellung

Gespräch mit dem Auftraggeber/Kunden über die Ausstattung, Beratung und Präsentation von Produkten, Erfassen von Kundenwünschen, Dokumentation in einem Besprechungsprotokoll
(*Unterrichtsgespräch, Rollenspiel, Gruppenarbeit, Objektbesichtigung*)

2. Schritt Analyse des Kundenauftrages

gemeinsame Überlegungen (*in Gruppen*), wie der komplette Kundenauftrag in Teilaufträge unterteilt werden kann und welche Besonderheiten zu berücksichtigen sind, Zusammenfassen der Projektanforderungen im Lastenheft *durch die Auszubildenden*, Prüfung des Auftrags durch den Auftragnehmer in Bezug auf Zieltermin, Abstimmung mit Fremdgewerken, Verfügbarkeit der nötigen Arbeits- und Fachkräfte sowie der Arbeitsmittel und das benötigte Material, Überprüfung der Zahlungsfähigkeit des Kunden

Lernsituation 2: Auftragsplanung

1. Schritt Informationsbeschaffung

Einholen technischer Informationen (DIN, VDE, TAB, Internet, ...)
(*Gruppenarbeit*)

2. Schritt Erstellung des Angebotes

Dokumentation aller Anforderungen an das Teilprojekt/Projekt im Pflichtenheft
Materialliste, Planung der Arbeitszeit, Lohnkosten, Kalkulation der Gesamtkosten und Angebotserstellung, Weiterleitung an den Kunden (*Einzelarbeit*)

3. Schritt Arbeitsvorbereitung

Realisierung der Materialzusammenstellung aus dem Lager und Bestellen fehlender Artikel *im Unterrichtsgespräch* (Kataloge, Großhandel, ...), Treffen von Festlegungen zur Einhaltung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, Planung der Arbeitsmittel für die Baustelleneinrichtung sowie Erarbeitung eines Arbeitsplanes mit den benötigten Arbeitskräften

Lernsituation 3: Auftragsdurchführung

- 1. Schritt** **Montage**
Realisierung der geplanten Installation unter Beachtung der Vorschriften, der Sicherheitsbestimmungen und des Arbeitsschutzes *durch die Auszubildenden*, Aufstellen und Anschluss der Geräte (*Gruppenarbeit*)
- 2. Schritt** **Überprüfung vorhandener Geräte und Anlagen**
festgestellte Mängel beseitigen (*Einzelarbeit*)
- 3. Schritt** **Inbetriebnahme**
Die elektrische Anlage ist gemäß Norm in Betrieb zu nehmen und ein Prüfprotokoll zu erstellen. (*Gruppenarbeit, Dokumentation*)

Lernsituation 4: Übergabe an den Kunden

- 1. Schritt** **Vorbereitung**
anhand des Pflichtenheftes und der durchgeführten Arbeiten erfolgt eine Auswertung der geleisteten Arbeit, Rechnungserstellung (*Gruppenarbeit*)
- 2. Schritt** **Dokumentation und Kundenübergabe**
Übergabe der Anlage und der Unterlagen (Schaltpläne, Handbücher, Messprotokolle, ...) an den Kunden mit entsprechender Einweisung, Rechnungsübergabe (*Rollenspiel, Präsentation, Gruppenarbeit*)
Vorschlag für die künftige Wartung, Service und Erweiterbarkeit der Anlage/Anlagenteile

Lernfeld 11: Energietechnische Anlagen errichten, in Betrieb nehmen und in Stand setzen

Stunden: 80 h - davon mindestens 25 h experimentelles Arbeiten

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- prüfen Möglichkeiten der Bereitstellung von Elektroenergie unter den Aspekten Versorgungs- und Zukunftssicherheit. Dazu analysieren sie Netze, dezentrale Energieversorgungssysteme sowie regenerative Energiequellen. Sie beraten den Kunden über die Möglichkeiten ihrer Nutzung unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten.
- errichten Energieversorgungssysteme, nehmen diese unter Beachtung von sicherheitstechnischen Vorschriften in Betrieb und erstellen die Dokumentation. Sie übergeben dem Kunden die Anlage, weisen ihn in die Nutzung ein, erläutern Leistungsmerkmale und weisen auf Gewährleistungsansprüche hin.
- führen in Energieeinspeisungssystemen unter Berücksichtigung von Sicherheitsvorschriften Schalthandlungen, Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen durch.

Inhalte	Hinweise	Zeitrichtwerte
Netzformen (supply network configuration)		5 h
- offenes Netz	Strahlennetz, Vor- und Nachteile, Versorgungssicherheit	
- geschlossene Netze	Ringnetz, Maschennetz, Vor- und Nachteile, Versorgungssicherheit	
- Ortsnetzstationen	offene und geschlossene Anlagen	
Aufbau und Schaltgruppen von Drehstromtransformatoren (setting up and switching units of three phase transformers)		14 h (davon ca. 6 h experimentelles Arbeiten)
- Bauformen	Dreischenkelkern, Fünfschenkelkern, Wicklungsanordnungen	
- Schaltungen	Ober- und Unterspannungsseite, Dreieck-, Stern- und Zick-Zack-Schaltung	
- Schaltgruppen	Kennbuchstaben, Kennzahlen, Belastungsfälle, Anwendungen	
- Parallelschaltung	Parallelschaltbedingungen	
- Kühlungsarten	Selbstkühlung, Zwangskühlung	
- Schutzeinrichtungen	Temperaturfühler, Buchholzschutz, ...	

Vorschriften für Schalthandlungen und das Errichten von Energieeinspeisungssystemen **4 h**
(regulations for switching actions and establishing energy supply system)

- Schalthandlungen Sicherheitsregeln,
Arbeiten unter Spannung
- Errichtungsvorschriften TAB sowie DIN VDE,
Anmeldeverfahren und -formulare
(AAN, Sondertarifikunden,...),
Musterbauordnung und Landesbauordnungen,
Energiewirtschaftsgesetz,
Gerätesicherheitsgesetz,
Unfallverhütung

Schaltgeräte (switch devices) **10 h**
(davon ca. 3 h experimentelles Arbeiten)

- Schalter der Niederspannung Sicherungstrennschalter,
Sicherungslasttrennschalter,
Leistungsschalter,
elektronische Schalter, ...

Fotovoltaik (photovoltaic) **8 h**
(davon ca. 4 h experimentelles Arbeiten)

- Spannungserzeugung in Solarzellen Prinzip (fotovoltaischer Effekt),
Aufbau,
Typen (mono-, polykristallin, amorph),
Solarmodule, Stringschtaltung, Solargenerator
- Anlagenkonzepte direkt versorgtes Gerät,
Inselbetrieb,
Netzparallel-Betrieb
- Umweltaspekte Bundesimmissionsschutzgesetz,
Herstellung und Recycling

Kraft-Wärme-Kopplung (force heat coupling) **4 h**

- Erzeugung von Wärme und Strom Prinzip
- Verbrennungsanlagen Müllverbrennungsanlage, Biomasse
- Energieträger Deponiegas, Klärgas, Biogas

Brennstoffzelle (fuel cell) **10 h**
(davon ca. 4 h experimentelles Arbeiten)

- Grundlagen Aufbau, Funktion
- Wirkungsgrad Kennlinien, Leistungskurve
- Solarer Wasserstoff Speicherung
- Anwendung ausgewählte Beispiele

Wechselrichter (power inverter)

10 h
(davon ca. 4 h experimentelles Arbeiten)

- Arten netzgeführte Wechselrichter, selbst- und lastgeführte Wechselrichter, Pulswechselrichter
jeweils: Aufbau und Funktion, Anwendungsbeispiele

Unterbrechungs- und störungsfreie Stromversorgung (uninterruptible and trouble-free power supply)

5 h

- Ersatzstromversorgungsanlagen festinstallierte und mobile Anlagen
- Umschaltgeschwindigkeit Normal- Schnell- und Sofortbereitschaft
- sensible elektronische Anlagen ausgewählte Beispiele
- unterbrechungsfreie Stromversorgung Off- Line/ Standby - USV- System, Line - Interaktive - USV-System, On- Line - USV-System
- Auswahlkriterien einer USV Wirkungsgrad, Leistung, Autonomiezeit, Zuverlässigkeit, Batterieanlage, Betriebskosten,
- Leistungsfähigkeit VFI (Voltage and Frequency Intepedent), SS (sinusförmige Ausgangsspannung bei linearer und nichtlinearer Referenzlast), 111 (unterbrechungsfreier Betrieb)

Kompensation (reactive-power compensation)

10 h
(davon ca. 4 h experimentelles Arbeiten)

- Ursache kapazitive bzw. induktive Blindströme
- Kompensationsprinzip Blindleistungsausgleich
Kapazitäten, Induktivitäten, Phasenschieber
- Schaltungen Parallel- und Reihenkompensation
- Kompensationsarten Einzel-, Gruppen-, Zentral- und gemischte Kompensation

Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte könnte anhand des nachfolgenden Projekts realisiert werden:

Projektbeispiel „Elektroanlage Klinikum“

Ein Meisterbetrieb für Elektrotechnik erhält folgenden Auftrag:

Das Hauptgebäude eines Klinikkomplexes soll elektroseitig erneuert und erweitert werden. Es ist mehrgeschossig und vollunterkellert.

- Vom Keller bis zum Dachgeschoss ist ein Aufzug vorhanden. Für das Erdgeschoss wird ein Treppenlift eingebaut.
- Zusätzlich zur Erneuerung der öffentlichen Netzeinspeisung soll eine Fotovoltaikanlage auf dem Dach errichtet werden.
- Da auch die eigene Wärmeversorgung erneuert wird, soll eine Kraft-Wärme-Kopplung mit eingebaut werden. Außerdem ist eine zukunftssträchtige Brennstoffzellenversorgung gefordert.
- Die Operationssäle, die Intensivstation und das gesamte Datensystem werden bei Netzausfall durch eine unterbrechungs- und störungsfreie Stromversorgung unter Spannung gehalten.
- Die geforderte Sicherheitsbeleuchtung wird durch die Zentralbatterieanlage gespeist.

Lernsituation 1: Auftragsanalyse und Informationsbeschaffung

1. Schritt Projektvorstellung

Lehrer erläutert den geplanten Ablauf des Projektes (Tafel, Overhead),
Lehrer formuliert Aufgabenstellung - *gemeinsame Überlegungen*, wie diese zu lösen ist (bisheriges Wissen und Einschätzungen der Lehrlinge einbeziehen),
Hinführung zur Problemstellung

2. Schritt Objektbegehung (*Unterrichtsgang*)

Besichtigung von Trafostation, Hausanschlussraum und Unterverteilungen,
Beobachtungsschwerpunkte als Protokoll und Fotografien erstellen

3. Schritt Projektinhalte

Teams übernehmen Teilprojekte, z. B. Hauptverteilung, Unterverteilung,
Fotovoltaik, Brennstoffzelle
Bearbeiten des Informationsmaterials im Team (Lehrbücher, Prospekte,
Datenbanken, Medien)
Querverbindungen zum LF 5 knüpfen als *Wiederholung*

Lernsituation 2: Auftragsplanung

1. Schritt Kundengespräch

Auszubildende bereiten in *Gruppen* die Kundenberatung vor (bilden von Kunden-
und Handwerkergruppen),
Erarbeiten von Kunden- und Handwerkerfragen,
Lehrlinge führen *Rollenspiele* durch und beobachten diese (Einsatz Videokamera)

2. Schritt Arbeits- und Kostenplanung

Festlegung der auszuführenden Arbeiten und Planung der Arbeitszeit,
Ermitteln des Materialbedarfs und der benötigten Werkzeuge
(*Wiederholung Schaltpläne, Schaltzeichen, Blockschaltbilder*),
Materialpreise, Lohn- und Allgemeinkosten als *Hausaufgabe*
(Kataloge, Handbücher und Internet auch unter Nutzung englischsprachiger Unterlagen,
Meisterbefragung zu Kosten)

3. Schritt Zwischenauswertung

Vortragen der Planungsarbeit durch Gruppenteilnehmer (*Zusammenarbeit mit
Deutschlehrer*, Einsatz von Tafel, Overhead-Projektor, Beamer, ...)
Auswertung durch den Lehrer

- 4. Schritt Angebotserstellung**
Lehrlinge erstellen in *Gruppen* das Angebot und präsentieren ihre Ergebnisse, im *Unterrichtsgespräch* werden Ergebnisse ausgewertet (*Bewertung durch Lehrer*)

Lernsituation 3: Auftragsdurchführung

- 1. Schritt Baugruppen**
Kenntnisvermittlung über Aufbau und Funktion der Baugruppen durch *Lehrevortrag und Unterrichtsgespräch* (Einsatz von Video, CD, Internet und Demonstrationsmodellen),
Lehrlinge bearbeiten Arbeitsblätter (Fakten, Berechnungen, Auswertungen, ...),
Inbetriebnahme von Teilkomponenten (*Querverbindungen zum LF6 herstellen*),
Prüfprotokoll anfertigen,
Bewertung
experimentelles Arbeiten
- 2. Schritt Funktionale Zusammenhänge**
Dimensionierung/Anpassung der Teilprojekte zur Gesamtanlage gemäß Kundenauftrag unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen sowie die ökologische Unbedenklichkeit (*gruppenübergreifende Arbeit*)

Lernsituation 4: Übergabe der Anlage an den Kunden

- 1. Schritt Dokumentation**
Dokumentationen zusammenstellen *in Gruppenarbeit* (Bedienungsanleitungen, Schaltpläne, Datenblätter, ...),
Rechnung und Wartungsplan erstellen
- 2. Schritt Kundenübergabe**
Anlagenübergabe an den Auftraggeber (*Rollenspiel*),
Bedienungspersonal in elektrotechnische Anlage einweisen,
Hinweise auf ordnungsgemäßen Betrieb geben (Maßnahmen zum sicheren, Anlagenbetrieb und zum Schutz von Mensch und Umwelt, Hinweise auf Netzbetreiber, Berufsgenossenschaft, Schaltberechtigung und Brandschutz)
- 3. Schritt Rechnungslegung**
Rechnungsübergabe und Anbieten des Wartungsvertrages
(*Auswertung im Unterrichtsgespräch*)

Lernfeld 12: Energie- und gebäudetechnische Anlagen planen und realisieren

Stunden: 80 h - davon mindestens 25 h experimentelles Arbeiten

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- gestalten Projekte für energie- und gebäudetechnische Anlagen. Sie definieren Ziele, analysieren und strukturieren Aufgaben im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und berücksichtigen bei der Projektauswahl betriebliche Einsatzfelder.
- planen, entwickeln und realisieren praxismgerechte Lösungen. Dabei übernehmen sie Verantwortung für die Projektorganisation sowie die Abstimmung der Lern- und Arbeitsprozesse. Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren den Projektfortschritt, analysieren und bewerten den Projektverlauf. Sie beachten grundlegende Normen und Abläufe des Qualitätsmanagements und sichern dadurch die Qualität von Produkten und Prozessen.
- errichten die energie- und gebäudetechnischen Anlagen oder Anlagenkomponenten, nehmen diese in Betrieb und prüfen Teil- und Gesamtfunktionen. Sie demonstrieren Aufbau und Funktion der Anlagen oder von Anlagenkomponenten.
- beachten bei der Projektrealisierung Recyclingmöglichkeiten und Umweltverträglichkeiten.
- erstellen und modifizieren Projektdokumentationen, nutzen auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei verwenden sie aktuelle Informations- und Kommunikationsmedien.
- beurteilen Projektergebnisse und Handlungsprozesse unter lern- und arbeitsorganisatorischen, technischen und ökonomischen Aspekten.

Inhalte	Hinweise	Zeitrichtwerte
Projektbeschreibung (knowledge management)		5 h
- Kundenauftrag	Kundenanfrage, Kundengespräch, Kundenberatung	
- Auftragsanalyse	Grundrissplan, Projektziele, Projektstruktur, Projektphasen, Projektorganisation, Durchführbarkeit, Funktion der Anlage	
- Dokumentation	Lastenheft, Erstellung der Schaltpläne, Materialliste, Pflichtenheft	
Zeit- und Arbeitsplanung (time and work planning)		10 h
- Arbeitsplanung	Arbeitsablauf anhand der Dokumentation, Erstellung einer Arbeitsmittelliste (Werkzeuge, Hilfsmittel, Schutzausrüstung, ...)	
- Zeitplanung	Arbeitszeiten anhand Kalkulationshilfen ermitteln, Terminplanung (Genehmigungen, Baustelleneinrichtung, Personalplanung – Arbeitskräfte)	

Energie- und Gebäudeanlagen (energy and building plants) 30 h
(davon ca. 20 h experimentelles Arbeiten)

- Blitzschutz und Erdungsanlage äußerer und innerer Blitzschutz,
Hauptpotenzialausgleich
- Schalt- und Verteilungsanlage Hauptstromversorgungssystem,
Stromkreisverteiler,
Schutzeinrichtungen
- Installationsschaltungen Ausschaltung, Wechselschaltung, ...
- Installationstechniken Verlegearten,
Installationsformen, Installationszonen
- Personenrufanlage Klingel- und Wechselsprechanlage
- Gefahrenmeldeanlagen Einbruchmeldeanlage,
Brandmeldeanlage
- Inbetriebnahme und Anlagenprüfung Mess- und Prüfmittel,
Erstprüfung nach DIN VDE 0100,
Prüfung der Schutzmaßnahmen,
Prüfprotokoll
- Fehlersuche und Beseitigung

Antennen- und Breitbandkommunikationsanlagen 10 h
(aerial and broadband communication arrangement) (davon ca. 5 h experimentelles Arbeiten)

- Planung der Anlage Komponenten für Empfang und Verteilung,
Dämpfungs- und Pegelrechnung,
Windlastberechnung,
Übersichtsschaltplan
- Installation der Anlage
- Inbetriebnahme und Prüfung Sichtkontrolle,
Pegel- und Dämpfungsmessungen,
mechanische Festigkeit,
elektrische Sicherheit,
Bild- und Tonbeurteilung,
Abnahmebericht

Normen, Vorschriften und Regeln (standards, regulations and rules) 5 h

- Rechtsnormen Arbeitsschutzgesetz, Jugendarbeitsschutzgesetz,
Gerätesicherheitsgesetz, Energiewirtschaftsgesetz,
Bundesimmissionsgesetz
- Rechtsverordnungen Arbeitsstättenverordnung,
Baustellenverordnung,
Gefahrstoffverordnung,
Energiesparverordnung
- technische Normen EN, DIN, VDE, TAB
- Unfallverhütungsvorschriften BGV

Projektauswertung (project evaluation)

10 h

- Bewertung der Arbeitsergebnisse
Soll-Ist-Vergleich,
Termineinhaltung,
Erfüllung der Anforderungen laut Pflichtenheft
- Dokumentation
Projekttablauf,
Materialverbrauch,
Ersatzteile und Arbeitszeit,
Prüfprotokolle,
Abnahmeprotokoll,
Garantiegewährleistung
- Präsentation der Ergebnisse
Kundenübergabe und -einweisung,
Kundenschulung

Qualitätssicherung (quality assurance)

5 h

- Normen, Vorgaben
Qualitätsmanagement,
kundenspezifische und betriebliche Festlegungen
- Prozesse
Leitungsverantwortung, interne Audits,
Ressourcenplanung
Qualitätsgarantie von Material und Dienstleistungen,
Kennzeichnung,
Dokumentation,
Lenkung fehlerhafter Produkte
- Qualitätsprüfung
Planung, Ausführung, Prüfdatenverarbeitung
- Zertifizierung
Prüforganisationen (z. B. TÜV, DEKRA, ...)

Projektbeurteilung (project assessment)

5 h

- Einhaltung gesetzlicher Vorgaben
Normen und Vorschriften,
Umweltschutz (rationelle Energieanwendung
elektromagnetische Verträglichkeit,
Bundesimmissionsschutzgesetz, ...)
- Erfüllung der Kundenanforderungen
Termin,
Funktionalität,
Wirtschaftlichkeit,
Leistungsfähigkeit und
Zukunftssicherheit der Anlage

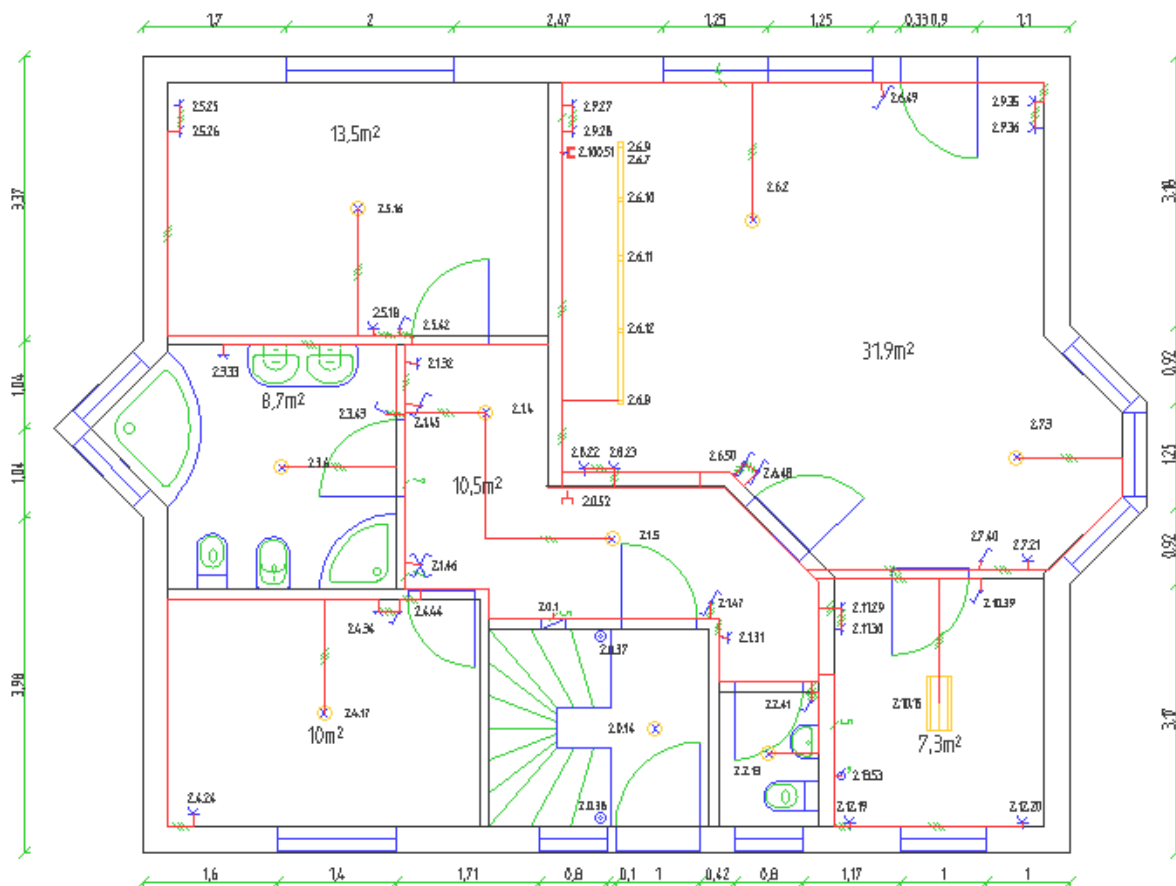
Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte könnte anhand des nachfolgenden Projekts realisiert werden:

Projektbeispiel „Elektrotechnische Anlage eines Einfamilienhauses“

Gemäß Architekturvorgabe sowie erweiterten Kundenwünschen ist nach Grundriss der Einbau der elektrotechnischen Anlage in ein Fertigteilhaus zu planen und zu realisieren.

Die Anlage sollte neben der grundlegenden Installation der Energieversorgung auch Komponenten der Kommunikationstechnik, Sicherheitstechnik und des Blitzschutzes beinhalten.

Bauspezifische Besonderheiten, zukunftssichere Installation und Erweiterbarkeit bezüglich der Gebäudesystemtechnik sind dabei insbesondere in Hinblick auf den Baukörper zu beachten!



Beispiel erstellt mit Software TreeCAD der Firma Treesoft (www.treesoft.de)

Treesoft GmbH & Co. KG, Druckerweg 4 51789 Lindlar, Vertrieb: Telefon 02266-4763-800, Fax - 900

Lernsituation 1: Forderungen erfassen und Planung

1.Schritt Kundengespräch

Vorbereitendes Gespräch mit dem Kunden/Auftraggeber über die Ausstattung des Hauses mit Hilfe von Checkliste und Grundrissplan führen, Beratung und Präsentation von Produkten/Installationsmaterialien auch in Hinblick auf Gebäudeleittechnik und evtl. Erweiterbarkeit sowie berücksichtigen der Kundenwünsche. Information über Fremdgewerke sowie die Bedingungen vor Ort unter organisatorischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten,

(*Rollenspiel, Gruppenarbeit, Besichtigung eines Objektes*)

(*Einsatz von Katalogen, Prospekten und branchenüblicher Software*)

Dokumentieren der Kundenwünsche in einem Besprechungsprotokoll

(*selbständige Lehrlingsarbeit mit Textverarbeitungsprogrammen*)

2. Schritt Analyse des Kundenauftrages

Gemeinsame Überlegungen (*in Gruppen*), aus welchen Teilen die Anlage grundsätzlich aufgebaut ist, wie sie funktioniert und welche Besonderheiten zu berücksichtigen sind. Die Ergebnisse werden durch die *Gruppen* vorgestellt.

Zusammenfassung der Projektanforderungen im Lastenheft (*durch den Lehrer*)

Prüfung des Auftrages durch den Auftragnehmer in Bezug auf:

- Einhaltung des Zieltermins
- Verfügbarkeit der nötigen Arbeits- und Fachkräfte
- vorhandene Arbeitsmittel und das benötigte Material
- Abstimmung mit anderen Gewerken
- Zahlungsfähigkeit des Kunden

3. Schritt **Auftragsplanung**

Auswahl der elektrischen Betriebsmittel, Einholen technischer Informationen (Nutzung von Katalogen und Datenbanken der Hersteller sowie des Internets, DIN, VDE, TAB, ...) und ermitteln des Energiebedarfs der künftigen Anlage durch die *Lehrlinge*.

Erstellen der Installations-, Übersichts- und Stromlaufpläne (konventionell oder mit PC *in Gruppen*) und einer Materialliste (Verwendung englischer Fachbegriffe).

Planung der Arbeitsmittel sowie der Baustelleneinrichtung.

Erarbeitung eines Ablaufplanes mit den benötigten Arbeitskräften,

Dokumentation (*durch die Gruppen*) aller Anforderungen an das Projekt im Pflichtenheft und Präsentation der Ergebnisse,

Bewertung der Leistung der *Lerngruppen* durch den *Lehrer*,

Kalkulation der Gesamtkosten und Erstellung eines Angebotes sowie Weiterleitung an den Kunden

Lernsituation 2: **Auftragsverwirklichung**

1. Schritt **Vorbereitende Arbeiten**

Stellen der AAN und Erwartung der Genehmigung durch den VNB,

Materialzusammenstellung aus dem Lager realisieren und fehlende Artikel bestellen (*in Gruppen* unter Nutzung von Katalogen, Großhandelsdiensten, ...),

Einrichten der Baustelle,

Treffen von Festlegungen zur Einhaltung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes

2. Schritt **Durchführung der Installation**

Anhand des Projektes wird die geplante Installation durch *Gruppenarbeit* im Labor unter Beachtung der Gesetzlichkeiten, der Sicherheitsbestimmungen und Einhaltung des Arbeitsschutzes praktisch umgesetzt.

Realisierung folgender Anlagenteile in zeitlich abgestimmter und abrechenbarer Folge (s.d. Pflichtenheft):

- Hauptstromversorgungssystem
- Stromkreisverteiler
- Installation der Räume:
 - Beleuchtung und Steckdosenstromkreise
 - Klingel- und Wechselsprechanlage
 - Antennen- und Kommunikationstechnik
 - Gefahrenmeldeanlage
- Blitzschutz- und Erdungsanlage

experimentelles Arbeiten

3. Schritt **Abschließende Arbeiten**

Die Anlagenteile durch die *Gruppen* gemäß Norm in Betrieb nehmen und das Prüfprotokoll führen (DIN VDE 0100 Teil 610),

Gezielte Fehlersuche bei auftretenden Mängeln und Funktionsstörungen durchzuführen, Fehler und deren Folgen dokumentieren und beseitigen,

(*mittels Gruppenaufträgen wird die spätere Präsentation erarbeitet*)

experimentelles Arbeiten

Lernsituation 3: Auftragsauswertung

1. Schritt **Auswertung der Arbeiten**

Entsprechend dem Zeitschema und der durchgeführten Arbeiten erfolgt in der *Gruppe* und später vor der gesamten *Klasse* eine Auswertung der geleisteten Arbeit. Erreichte Ergebnisse werden diskutiert und Schlussfolgerungen für zukünftige Projekte gezogen.

Vergleichend kann durch andere *Lerngruppen* die Überprüfung der installierten Anlage einer anderen Gruppe in Bezug auf Einhaltung von Normen und Vorschriften sowie der Sicherung von Qualität durchgeführt werden, Rechnungserstellung anhand des vorher ermittelten Aufmasses.

2. Schritt **Dokumentation und Kundenübergabe**

Daten und Erfahrungen werden durch die *Gruppen* dokumentiert.

Kundenübergabe mit Erläuterung der Funktion der Anlage sowie entsprechender Einweisung in die Bedienung,

Übergabe der Protokolle, der Rechnung sowie eines Vorschlages für künftige Wartung, Service und Erweiterbarkeit der Anlage

(*Gruppenarbeit, Präsentation mit Rollenspiel, Einschätzung und Bewertung der Ergebnisse*)

Lernfeld 13: Energie- und gebäudetechnische Anlagen in Stand halten und ändern

Stunden: 60 h - davon mindestens 10 h experimentelles Arbeiten

Lernziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen in energie- und gebäudetechnischen Anlagen.
- analysieren Störungen und wenden Methoden und Strategien zur systematischen Fehlereingrenzung und -beseitigung in energie- und gebäudetechnischen Anlagen oder Anlagenkomponenten an. Sie ändern energie- und gebäudetechnische Anlagen oder Anlagenkomponenten nach Kundenwünschen und dokumentieren diese fachgerecht.
- weisen den Kunden in die Bedienung der veränderten Anlage ein, informieren über gesetzliche Auflagen bei der Instandhaltung und erläutern die veränderten Instandhaltungsbedingungen.
- nutzen für die Projektdokumentation auch englischsprachige Unterlagen und präsentieren ihre Ergebnisse.
- reflektieren ihre beruflichen Lern- und Arbeitsprozesse. Zur Weiterentwicklung ihrer Kompetenzen und Qualifikationen nutzen sie geeignete Qualifizierungsmöglichkeiten sowie unterschiedliche Lerntechniken und -medien.

Inhalte	Hinweise	Zeitrichtwerte
Instandhaltungskonzepte (maintenance concepts)		20 h (davon ca. 10 h experimentelles Arbeiten)
- Wiederholung	Instandhalten (Warten, Inspizieren, Instandsetzen), Instandsetzungsanleitungen, ...	
- Grundsätze der Instandhaltung	Ist- und Sollzustandserfassung (Zustandsanalyse), Bewertung (Risikoanalyse)	
- Fehlerquellen bei elektrotechnischen Anlagen erkennen		
- Qualitätssicherung		
- Anwendung technischer Statistik	Auswertungs- und Testverfahren	
Normen, Vorschriften und Regeln (standards, regulations and rules)		10 h
- Beachtung anlagenspezifischer Gesetzlichkeiten	EN, DIN, VDE, GdV, Bundesemissionsschutzgesetz, ...	
- Vorschriften des anlagenbezogenen Arbeits- und Gesundheitsschutzes	Unfallverhütung, Gefahrstoffverordnung, Brandschutz)	
Kundenberatung, -einweisung (customer consulting and customer note)		14 h
- Schaltungsunterlagen	Übersichts-, Stromlauf-, Klemmenpläne	
- Wartungsvertrag	Form, Inhalt, Erfassung von Änderungen	
- Inbetriebnahme	Schalthandlungen für Betriebs- und Notfälle gemeinsam mit dem Nutzer analysieren, Einweisung in die Bedienung nach Änderung	

- Dokumentationen

Prüfprotokoll,
Abnahmeprotokoll,
Gewährleistungen,
Instandhaltung

Prozessdokumentation ([process documentation](#))

8 h

- Inhalte des Auftrages und Ansprüche (Qualitätssicherung) erfassen
- Terminkontrolle, Abnahme
- Übergabe-Protokolle

Wissensmanagement ([knowledge management](#))

8 h

- Kundenstammdatenblatt aufbauen

- Erstellen einer erweiterbaren Anlagenbibliothek

EN, DIN, VDE, GdV,
Einbeziehung von Herstellerdaten,
automatische Terminkontrollen (z. B. für Wartung),
...

- Datenpflege

Aktualisieren der Kunden- und der Anlagendaten,
Einfügen neuer Technologien in die Bibliothek,
...

Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte könnte anhand des nachfolgenden Projekts realisiert werden:

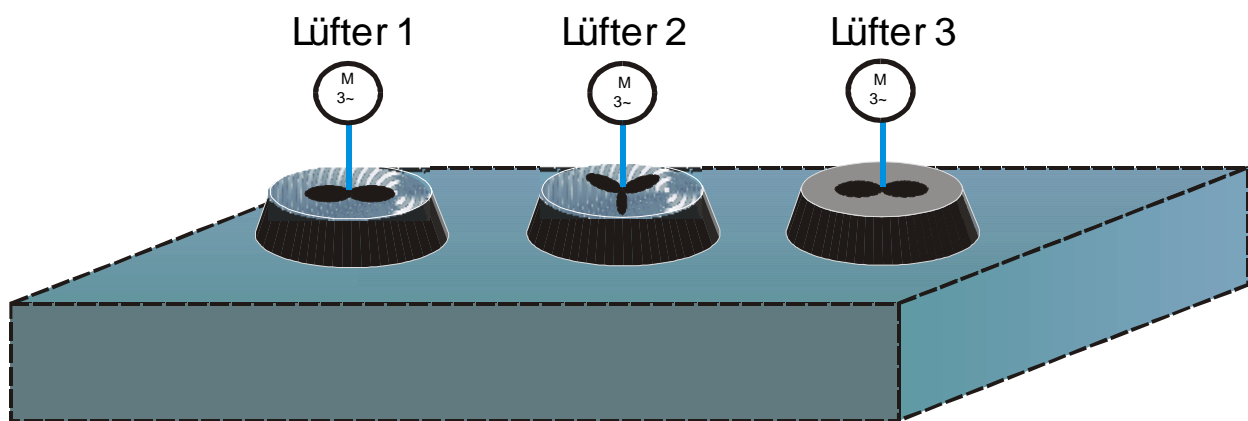
Projektbeispiel „Belüftungsanlage im galvanotechnischen Betrieb“

Der Galvanisier-Betrieb ‚GALVANO-TEC‘, der bereits mehrere Kleinaufträge durch unsere Firma ‚Gebäudesystemtechnik MASTERS‘ realisieren ließ, möchte aufgrund der guten Erfahrungen ebenfalls die Instandhaltung ausgewählter Anlagen von uns durchführen lassen.

Man verspricht sich neben der territorialen Nähe -und damit schneller Zugriffszeiten bei Problemen- auch eine Stabilisierung der kontinuierlichen Produktion, wenn die Anlagen störungsfreier laufen.

In diesem galvanotechnischen Betrieb für kundenspezifische Oberflächenveredlung in Kleinserie arbeitet eine Exhaustor-Anlage mit 3 Lüftern zur Verbesserung des Raumklimas.

Die drei Lüftermotoren können in Automatik- und Handbetrieb betrieben werden (zwischen Automatik- und Handbetrieb kann über einen Umschalter gewählt werden).



Im Automatikbetrieb werden immer zwei Lüfter betrieben. Fällt ein Motor durch Bimetall-Abschaltung aus, so wird sofort auf den noch verfügbaren Motor umgeschaltet und ein zu quittierender Alarm (Hupe und Blinkleuchte) ausgelöst.

Wenn im Handbetrieb der Wahl-Taster betätigt wird, so kann man durch Tasten wahlweise folgende Schaltkombinationen erreichen:

<u>Tasten</u>	<u>Lüftermotoren</u>
1x	M1
2x	M2
3x	M3
4x	M1 + M2
5x	M1 + M3
6x	M2 + M3
7x	M1 + M2 + M3

Nach 5 Sekunden Verzögerung kann erneut für eine andere Kombination getastet werden.

Die Reaktion bei Bimetall-Abschaltung ist identisch dem Automatikbetrieb.

Für Wartungs- und Reparatur-Zwecke kann in den Servicebetrieb geschaltet werden (Umschalter Grundbetrieb / Service), bei dem jeder Motor einzeln ein- und ausschaltbar ist.

Neben der Erstellung der o.g. Instandhaltungs-Routine wünscht ‚GALVANO-TEC‘ auch eine Veränderung des Handbetriebes, um ein sicheres Arbeiten jederzeit zu gewährleisten.

Als Forderung der Feuerwehr soll dabei gleichfalls der Einbau von Zwangsentlüftungskappen für Notfälle realisiert werden.

Achtung: Aufgrund von speziellen Vorschriften der Berufsgenossenschaft und dem teilweisen 3-Schicht-Betrieb ist eine Komplettabschaltung der Anlage nur selten im Jahr möglich!

Lernsituation 1: Forderung erfassen und Anlage untersuchen

- 1. Schritt Analyse der elektrischen Anlage**
Gemeinsame Überlegungen (*in Gruppen*), wie die Anlage grundsätzlich funktioniert und was zu beachten ist.
- 2. Schritt Kundengespräche**
Durch direkten Kontakt mit dem Kunden werden Betriebsprobleme erfasst, mögliche Störquellen erkannt und eingeschätzt.
- 3. Schritt Funktionale Zusammenhänge**
Visualisierung der technischen Abläufe durch die einzelnen *Lerngruppen*.
Die Problematiken Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit werden betrachtet.
(*Diese Überlegungen können durch die Lehrlinge teilweise erst später mit realen Daten ergänzt werden, in dem sie sich sachkundig gemacht haben.*)

Lernsituation 2: Instandhaltungsplan entwickeln und verwirklichen

- 1. Schritt Planung der Arbeiten für eine Instandhaltung**
Die *Gruppen* teilen die erforderliche Arbeitsleistung gemäß dem Arbeitsumfang selbst ein. Ein Zeitmanagement für die Arbeiten ermöglicht die betriebswirtschaftliche Überprüfbarkeit.
- 2. Schritt Durchführung einer Instandhaltung**
Anhand der Anlage wird die geplante Instandhaltung durch die *Lehrlinge* unter Beachtung einschlägiger Gesetzlichkeiten realisiert, wobei jeder einzelne für seine Arbeit verantwortlich ist.
Während der Instandhaltung festgestellte Mängel und Funktionsstörungen sind durch die *Lehrlinge* zu beseitigen. In Auswertung dieser Erfahrungen müssen die Instandhaltungspläne evtl. überarbeitet werden.

experimentelles Arbeiten

Lernsituation 3: Kundenwünsche aufnehmen und umsetzen

- 1. Schritt Änderungen im Kundengespräch**
Gemäß Auftraggeber sollen im Handbetrieb immer zwei Lüfter laufen.
Ebenfalls muss der Forderung der Feuerwehr Rechnung getragen werden, die Zwangsentlüftung über die Steuerung z. B. bei Stromausfall zu verwirklichen.
Anhand der Anlage wird die geplante Änderung durch die *Lehrlinge* untersucht, gegebenenfalls müssen Berechnungen erstellt werden und unter Beachtung der Gesetzlichkeiten erfolgt die Planung der Änderung.
- 2. Schritt Änderungen durchführen**
Durch die *Lehrlinge* wird die geforderte Änderung umgesetzt.

experimentelles Arbeiten

Lernsituation 4: Verwirklichen der Instandhaltungsstrategie sowie des Teilumbaus der Anlage

- 1. Schritt Auswertung der Instandhaltung**
Entsprechend dem Zeitschema und den durchgeführten Arbeiten erfolgt in der *Gruppe* und später vor der gesamten *Klasse* eine Auswertung der geleisteten Arbeit.
- 2. Schritt Dokumentation und Kundenübergabe**
Daten und Erfahrungen werden durch die *Gruppen* dokumentiert.
Danach erfolgt eine Kundenübergabe mit entsprechender Einweisung, Übergabe der Protokolle sowie einem Vorschlag für die künftige Instandhaltungsplanung.