



(Entwurf)

Thüringer Handreichung

zur Umsetzung des KMK-Rahmenlehrplanes für die
Ausbildung in der Fachstufe 1
des Ausbildungsberufes
Elektroniker – Fachrichtung Energie- und
Gebäudetechnik /
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:

Analysieren Welches Ziel soll erreicht werden?



Planen

Mit welchen Methoden kann dieses Ziel erreicht werden.
Entscheidung, welcher Weg unter den gegebenen Bedingungen gewählt werden soll.



Ausführen

Lösen der vorgegebenen und selbst präzisierten Aufgabenstellung
(gegebenenfalls arbeitsteilig in Gruppenarbeit)



Bewerten

Kontrolle, ob das gesteckte Ziel erreicht wurde und welche Schlussfolgerungen für die Lösung ähnlicher Aufgaben gezogen werden können.



Präsentieren Vorstellung der Ergebnisse im Klassenverband oder Abgabe der erarbeiteten Produkte zur Leistungsbewertung durch Mitschüler und Lehrer.

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

Anrede	Vorname	Name	Schule
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	Gewerblich-Technische Berufsbildende Schule Gotha
Herr	Thomas	Reinhardt	Staatliche Berufsbildende Schule / Berufliches Gymnasium Sondershausen

3 Übersicht über die Lernfelder

Lernfelder	Stunden
Pflichtunterricht	
Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Betriebsmitteln gewährleisten	80
Anlagen analysieren und prüfen	60
Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren	80
Antriebssysteme auswählen und integrieren	60
Wahlpflichtunterricht	
	80

4 Lernfelder

Lernfeld 5: Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Betriebsmitteln gewährleisten

Richtzeit: **80 Stunden - davon mindestens 20 h experimentelles Arbeiten**

Ziele:

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	Stunden
Schalt- und Verteilungsanlagen (switch and distribution wirings)	12 h (davon ca. 3h experimentelles Arbeiten)
- Anlagen Höchst-, Hoch- und Mittelspannung	Überblick Netzformen, Kabel und Freileitungen, Umspannanlagen
- Anlagen Niederspannung	Hauptstromversorgungssysteme, Haupt- und Unterverteilungen, Schaltgeräte
Umweltverträglichkeit (environmental compatibility)	4 h
- Bundesimmissionsschutzgesetz	Anlagen der Energieübertragung und Geräte, Mobilfunkstationen
- Altöl- und Abfallbeseitigungsgesetz	Sondermüll
Spannungsebenen (voltage levels)	4 h
- Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetze	Klassifizierung
- Arbeitsschutz	Sicherheitsregeln, Unfallverhütungsvorschriften, Arbeiten unter Spannung (AuS)
Wechsel- und Drehstromsystem (one- and three-phase current system)	12 h (davon ca. 4h experimentelles Arbeiten)
- Wechselstromsysteme	R,L,C einzeln und in Kombination (Diagramme, Zeigerbilder, elektrische Leistung), Reihen- und Parallelschwingkreis
- Drehstromsysteme	3-Phasen-Wechselspannung: Entstehung, Diagramm, Zeigerbild Verkettung: Y- und Δ - Schaltung, symmetrische und unsymmetrische Belastung

Inhalte	Stunden
Netzsysteme (supply systems) - TN, TT, IT	10 h (davon ca. 3h experimentelles Arbeiten) Netzbezeichnungen, Abschaltbedingungen, anwendbare Schutzmaßnahmen
Schutzeinrichtungen (protective devices) - Schutz im Niederspannungsnetz	10 h (davon ca. 3h experimentelles Arbeiten) Schmelzsicherungen, Leitungsschutzschalter FI-Schutzschalter, Elektronischer Schutz (Thermistor, Varistor, ...)
Mess- und Prüfmittel (measuring and testing devices) Mess- und Prüfmittel zur ... : - Anlagenprüfung nach DIN VDE 0100/610 und Geräteprüfung nach DIN VDE 0701 - Prüfung elektrischer Ausrüstungen von Maschinen nach DIN VDE 0113/1	14 h (davon ca. 5h experimentelles Arbeiten) Erstprüfung und Prüfung nach Instandsetzung, Handling typischer Mess- und Prüfmittel kennen und anwenden können Kenntnisvermittlung
Prüfprotokolle (testing minutes) - Dokumentation von Mess- und Prüfergebnissen	3 h ZVEH-Vorlage und Betriebsanweisungen
Schutz-, Isolationsklassen (protection -, insulation classes) - Schutzklassen - Isolationsklasse	4 h (davon ca. 2h experimentelles Arbeiten) an realen Geräten typische Eigenschaften der Schutzklassen 1, 2 und 3 bestimmen, Isolationswiderstand messen Klassifizierung an ausgewählten Beispielen elektrischer Betriebsmittel
Schutzarten (protection kinds) - IP-Kennzeichnungen	3 h Klassifizieren an ausgewählten Beispielen elektrischer Betriebsmittel
Nutzereinweisung (user introduction) - Schaltungsunterlagen - Inbetriebnahme - Dokumentationen	4 h Übersichts-, Stromlauf-, Klemmenpläne gemeinsam mit dem Nutzer analysieren Schalthandlungen für Betriebs- und Notfälle Prüfprotokoll, Gewährleistungen, Instandhaltung DIN 31051

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

Projektbeispiel „ Sanierung der Elektroenergieversorgungsanlage eines öffentlichen Gebäudes “

Aus Fördermitteln der EU, dem Bund, des Landes und der Kommune werden die Gelder für den Um- und Ausbau eines beruflichen Schulzentrums bereitgestellt.

Ein Projekt dabei ist die Sanierung der vorhandenen Elektroanlage, die noch aus dem Jahr 1978 stammt. Überalterung - verbunden mit zunehmender Störanfälligkeit - war für die Geldgeber Grund genug, einer Ausschreibung über das Landratsamt zuzustimmen.

Dabei wurde das Projekt in einzelne Lose aufgeteilt, um auch kleineren Betrieben die Teilnahme an der Ausschreibung zu ermöglichen.

Los 1: Erneuerung der Elektroanlage im Hausanschlussraum sowie Bereitstellen und Anschluss eines Servers mit USV

Los 2: Erneuerung der Etagenverteiler (5 Etagen)

Los 3: Erneuerung der Beleuchtungs- und Steckdosenstromkreise in allen Etagen

Los 4: Neuinstallation von 3 vorhandenen Klassenräumen zu PC-Kabinetten mit Vernetzung

Los 5: Neuinstallation eines Maschinenlabors für die Metallberufe, das durch Umbau zweier Klassenräume entsteht

Hinweise:

- Die angeführten Lose stellen in sich Projekte dar, aus denen man einzelne auswählen oder alle im Verlauf des Lernfeldes abarbeiten kann.
- Es wäre auch denkbar, dass die Klasse in Gruppen geteilt wird und jede von ihnen ein Los zur Bearbeitung zugewiesen bekommt.
- An dieser Stelle soll exemplarisch nur das Los 1 didaktisch-methodisch näher betrachtet werden.

Lernsituation 1: Projektanalyse

1.Schritt Objektbegehung *Unterrichtsgang*

Besichtigung des Hausanschlussraumes der Schule.

Organisation von Schulgängen in andere ähnlich strukturierte Anlagen.

2. Schritt Konkretisierung und Systematisierung

Auswertung der Objektbegehungen hinsichtlich des prinzipiellen Aufbaus der Anlage *im Unterrichtsgespräch*.

Lernsituation 2: Projektplanung

1. Schritt Rahmenbedingungen

Im *Unterrichtsgespräch* wird der zeitliche Umfang für das Gesamtprojekt abgesteckt. Gruppeneinteilung der Klasse *mittels Lehervortrag oder durch die Klasse selbst*

2. Schritt Projekthalte

Durch gemeinsame Erarbeitung (*Gruppenarbeit mit anschließendem Unterrichtsgespräch*) wird festgelegt:

1. Rechentechnischer Nachweis der Dimensionierung von Hauptsicherungen und -leitung, des Zählerschrankes und der Hauptverteilung entsprechend der Anschlussleistung und den einschlägigen Normen
2. Erstellen der Materialliste
3. Erstellung der Schaltungsunterlagen wie Übersichts-, Stromlauf- und Klemmenpläne
4. Erstellen eines Angebotes
5. Erarbeiten eines Arbeitsplanes
6. Erarbeitung einer Handreichung zu Mess- und Prüfmitteln für Anlagen- und Geräteprüfung

- 3. Schritt** Organisation
Festlegungen zur zeitlichen Gliederung der Abarbeitung der Projektinhalte
Gruppenarbeit mit anschließendem Unterrichtsgespräch;
konkret könnte Projektinhalt 1 bis zur kommenden Turnuswoche als Hausarbeit für alle Gruppen vergeben werden
Festlegungen zur Form der Bewertung *durch Lehrer*

Lernsituation 3: **Projektrealisierung**
am Beispiel Lernsituation 2, Schritt 2, 1. Gliederungspunkt

- 1. Schritt** Arbeit der Gruppe
Beginnend im Unterricht mit Fortführung als häusliche Tätigkeit muss die Gruppe folgende Gliederungspunkte im Team lösen

- Verteilung der Aufgaben - Informationsbeschaffung entsprechend der Möglichkeiten der Gruppenmitglieder (Internetrecherche, Fachliteratur, Meister, Ingenieurbüro, ...)
- Festlegung gemeinsamer Treffen - Auswertung der Ergebnisse und Systematisierung
- Gestaltung der Vortragsgrundlage - Wer bringt welche Zuarbeit?
- Wer verfasst?
- Präsentation - Wer hält den Vortrag oder macht es das Team?

- 2. Schritt** Arbeit im Unterricht
Je nach Größe des zeitlichen Rahmens können ein oder mehrere *Gruppen* ihre Arbeiten *präsentieren*.
Ergänzungen und Einschätzungen führen zur Fehlerbeseitigung und Komplettierung des Projektinhaltes (*Unterrichtsgespräch, Lehrer als Moderator*).
Einflechtung von *Experimenten*, hier Leistungsmessungen von R, L, C im ein- oder dreiphasigen Wechselstromkreis

Bewertung
Klasseneinschätzungen der Vorträge mit endgültiger Entscheidung durch den Fachlehrer (*Entwicklung von Urteilsvermögen bei den Lehrlingen*)
Nicht gehaltene Vorträge werden als Hausarbeit abgegeben und bewertet
Leistungskontrollen zu behandelten Projektinhalten und Bewertung der Experimente.

Lernfeld 6: Anlagen analysieren und prüfen

Richtzeit: **60 Stunden - davon mindestens 30 h experimentelles Arbeiten**

Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- führen Kundengespräche zur Erfassung von Fehlersymptomen in elektrischen Anlagen und Geräten durch. Sie werten Gesprächsprotokolle aus, analysieren die Symptome und grenzen die Fehler ein. Sie beraten den Kunden nach ökonomischen Gesichtspunkten über die Art der Fehlerbehebung und erstellen Kostenvoranschläge für Reparaturaufträge.
- planen und organisieren die Auftragsrealisierung.
- wählen Prüf- und Messmittel zur Fehlerdiagnose aus. Sie nutzen Betriebsanleitungen auch in englischer Sprache. Sie führen Sichtprüfungen, Erprobungen und Messungen an einzelnen Komponenten der Anlage durch. Sie nehmen Messwerte und Signalverläufe auf und beurteilen diese im Hinblick auf eine ordnungsgemäße und betriebssichere Funktion. Sie nutzen Stromlauf-, Signalfusspläne sowie Gerätedokumentationen und wenden Fehlersuchstrategien an. Sie beschreiben und bewerten Auffälligkeiten an Komponenten und beurteilen den Einfluss auf das Gesamtsystem.
- führen Reparatur-, Einstellungs- und Justierarbeiten an fehlerhaften Anlagen und Geräten aus.
- kontrollieren und prüfen die in Stand gesetzten Anlagen und Geräte und überprüfen Teilfunktionen. Sie dokumentieren die Messergebnisse mit Hilfe von Informationssystemen..
- erstellen die Rechnung, erläutern diese und übergeben die instandgesetzte Anlage. Sie demonstrieren die Funktionsfähigkeit der Anlage und weisen den Kunden auf die Fehlerursachen hin.

Inhalte

Stunden

Geräte- und Anlagenprüfung (device and wiring check)

14 h

(davon ca. 10 h experimentelles Arbeiten)

- Sichtprüfungen
 - Erprobungen
 - Messungen
 - Prüfung der Schutzmaßnahmen
- Schleifenimpedanz,
Erdungswiderstand,
Isolationswiderstand,
Fehlerstrom,
Ersatzableitstrom (DIN VDE 0701)
- Erstinbetriebnahme nach DIN VDE 0100 Teil 610
- Besichtigen,
Erproben und Messen
- Prüfungen elektrische Ausrüstungen von Maschinen
- Gerätesicherheitsgesetz
DIN VDE 0113 Teil 1
EN 60204
- Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten nach DIN VDE 0702 Teil 1
 - Dokumentation der Prüfung
 - Abnahmeprotokolle,
Prüfungs- und Messprotokolle
 - Zeitpunkt der Prüfung
- BGV A2
- statistische Prozessregelung SPC

Verfahren zur Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen

(procedure of measuring of electrical and non-electrical values)

Grundbegriffe

- Fehlerarten
 - Fehlerfortpflanzung
 - Fehlerangaben
- DIN 1319
VDE 0410

1 h

Prinzip einer Messeinrichtung für elektrische Größen

- Blockschaltbild

8 h

(davon ca. 6 h experimentelles Arbeiten)

Symbole, Schaltzeichen

Inhalte

Stunden

- Berechnungen
- Dejustage,
Modul- und Sensorausfall,
Parametrierfehler
Widerstandsersatzschaltbilder zu ausgewählten Fehlerfällen,
Schleifenimpedanz- und Erderberechnungen, ...

Fehlersuchstrategien (fault detection strategy)

6 h

- Begriff ‚Betreiben‘
- Betreiben
 - Arbeiten
 - Instandhalten
- DIN 31051
= Arbeiten + Bedienen
= Inbetriebnehmen + Ändern + Instandhalten
= Warten + Inspizieren + Instandsetzen

Grundsätze der Instandhaltung

- Ist- und Sollzustandserfassung, Zustandsanalyse (Historie, Erfahrungen), technische Bewertung (Wichtigkeit), Gesamtbewertung (Risikoanalyse)
- Weiterbetrieb, zeit- und zustandsabhängige Instandhaltung oder Erneuerung
- Schwachstellenanalyse
- Abnutzungsvorrat

Qualitätssicherung

- Qualitätssicherungssysteme
- Qualität und Wirtschaftlichkeit
- technische Statistik

DIN ISO 9000 ff

Stichproben,
Auswertungs- und Testverfahren

Reparaturauftrag (repair order)

6 h

Vergabe von Aufträgen

- notwendige Inhalte des Auftrages und Ansprüche (Qualitätssicherung)
- Ausschreibungen
- Terminkontrolle
- Übergabe-Protokolle
- Abnahme

Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes (instruction an occupational safety and health protection)

4 h

Unfallverhütung

- Sicherheitsregeln
- Hinweisschilder
- Sicherheitsausrüstung
- Erste Hilfe

DIN 57105 / VDE 0105

Hinweisschilder / Sicherheitszeichen nach BGV 125

Brandschutz

- Brandverlauf
- Brandarten (durch elektrische Anlagen, andere Brandursachen)
- Brandbekämpfung

Brandklasseneinteilung,
Löschmittel,
Löschen von Bränden

- Maßnahmen nach einem Brand

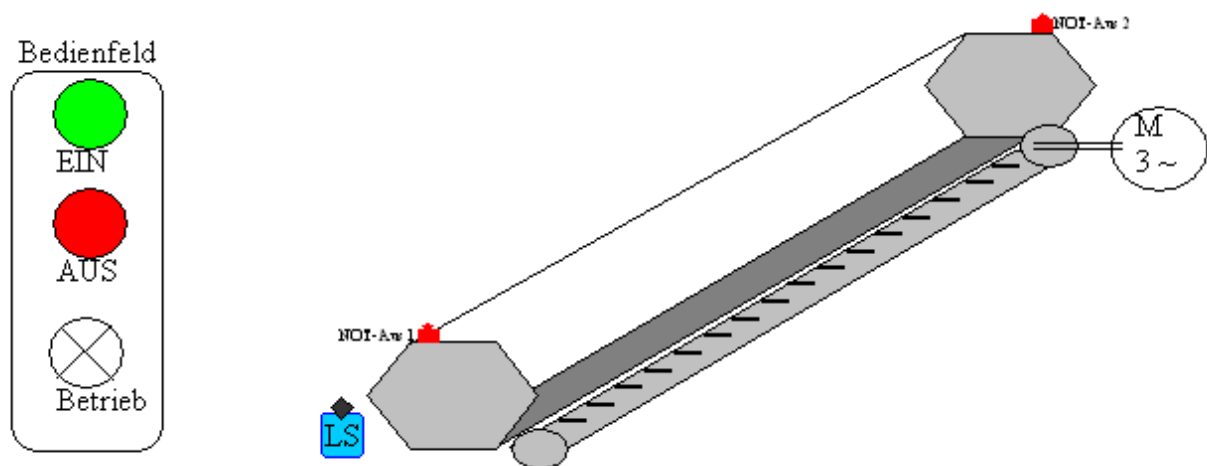
Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte könnte z.B. anhand des nachfolgenden Projekts realisiert werden:

Projektbeispiel „ Rolltreppe “

Die Firma ‚Facility-Management Impuls‘ betreibt mehrere Gebäude mit Lift- und Rolltreppen-Anlagen. Die Firma ‚Gebäudesystemtechnik MASTERS‘ wurde als Sub-Unternehmen mit dem Betrieb der elektrischen Anlagen beauftragt.

Zur regulären Tätigkeit der hier beschäftigten ‚Elektroniker - FR Energie- und Gebäudetechnik‘ wurde vereinbart, dass bereits während der Errichtung der elektrotechnischen Anlagen durch Fremdfirmen die eigenen Fachleute vor Ort sein müssen um beim Aufbau mitzuarbeiten.

Damit will man später auftretende Probleme schneller lösen sowie erforderliche Instandhaltungsarbeiten zielgerichteter durchführen können und somit einen störungsfreien Betrieb ermöglichen.



Funktion:

- Durch den Eintaster am Bedienfeld wird die Rolltreppe in Betriebsbereitschaft geschaltet.
- Die Betriebsbereitschaft (Automatik) wird durch die Meldeleuchte am Bedienfeld angezeigt.
- Nach jeder Unterbrechung der Lichtschranke läuft der Antriebsmotor für 10 Sekunden.
- Die Abschaltung erfolgt entweder durch: die AUS-Taste am Bedienfeld, einen der beiden NOT-AUS-Taster oder bei Überlastung durch den Thermofühler.
- Über ein separates Bedienfeld 2 (ebenfalls mit EIN- und AUS-Taster) kann mittels Schlüsselschalter von Automatik- auf Servicebetrieb umgeschaltet werden, wobei im Servicebetrieb die Laufzeit durch Dauerbetrieb des Motors ersetzt wird.

Lernsituation 1: Situation erfassen

- 1. Schritt** Analyse der elektrischen Anlage
Gemeinsame Überlegungen (*im Unterrichtsgespräch*), wie die Anlage grundsätzlich funktionieren muss und was zu beachten ist.
- 2. Schritt** Kundengespräche
Durch direkten Kontakt mit dem Kunden werden Betriebsprobleme erfasst, Fehler ermittelt und näher eingegrenzt.
Gleichfalls können auftretende Störungen besser eingeschätzt werden.
- 3. Schritt** Funktionale Zusammenhänge
Visualisierung der technischen Abläufe, durch die einzelnen *Lerngruppen*.
Die *Gruppen* stellen ihre gesammelten Informationen vor.
Die Problematiken Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit werden betrachtet.

Lernsituation 2: **Entwickeln einer Instandhaltungsstrategie**

- 1. Schritt** Erfassung möglicher Arbeiten bei der Instandhaltung
Anhand der Grundlagen aus der Lernsituation 1 erarbeiten die *Gruppen* alle für den Betrieb der Rolltreppe erforderlichen Arbeiten und stellen diese vor.
Durch die Wertung der *Klasse* wird eine Wichtung dieser Arbeiten vorgenommen.
- 2. Schritt** Erarbeitung der Instandhaltungsstrategie
Die entsprechenden Tätigkeiten werden *gemeinsam* zu einer Instandhaltungsstrategie zusammengefasst, wobei betriebswirtschaftliche Aspekte, aber auch die durch die BGV A2 vorgegebenen Prüffristen zu berücksichtigen sind.
Entsprechende Versuche an realen Maschinen sollen den Lehrlingen z.B. die zu benötigende Arbeitszeit verdeutlichen.

experimentelles Arbeiten

Somit bestimmen die *Lehrlinge* selber die Arbeitsfolge, um den technisch erforderlichen und ökonomisch vertretbaren Maßnahmen sowie den kunden-spezifischen Wünschen zu entsprechen.

Lernsituation 3: **Verwirklichen der Instandhaltungsstrategie**

- 1. Schritt** Planung der Arbeiten für eine Instandhaltung
Die *Gruppen* teilen die erforderliche Arbeitsleistung gemäß dem Arbeitsumfang selbst ein, wobei Stärken und Schwächen der einzelnen Gruppenmitglieder zu berücksichtigen sind.
Gleichfalls wird ein Zeitmanagement für die Arbeiten aufgestellt, um danach betriebswirtschaftlich überprüft zu werden.
- 2. Schritt** Durchführung einer Instandhaltung
Anhand konkreter Anlagen/Maschinen wird die geplante Instandhaltung durch die *Lehrlinge* unter Beachtung einschlägiger Gesetzlichkeiten realisiert, wobei jeder einzelne für seine Arbeit verantwortlich ist.

experimentelles Arbeiten

- 3. Schritt** Auswertung der Instandhaltung
Entsprechend dem Zeitschema und der durchgeführten Arbeiten erfolgt in der *Gruppe* und später vor der gesamten *Klasse* eine Auswertung der geleisteten Arbeit.
Dabei werden negative Punkte der Arbeit diskutiert und in Schlussfolgerungen für kommende Projekte umgesetzt.
- 4. Schritt** Dokumentation und Kundenübergabe
Die gesammelten Daten und Erfahrungen werden durch die *Gruppen* dokumentiert. Danach erfolgt eine Kundenübergabe mit entsprechender Einweisung, Übergabe der Protokolle sowie einem Vorschlag für künftige Instandhaltungsplanung.

Lernfeld 7: Steuerungen für Anlagen programmieren und realisieren

Richtzeit: **80 Stunden - davon mindestens 34 h experimentelles Arbeiten**

Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- entwickeln Steuerungen entsprechend Pflichtenheft. Sie erarbeiten Lösungsentwürfe, bewerten diese und wählen unter betriebswirtschaftlichen Aspekten eine optimierte Lösung aus. Sie nutzen verschiedene Informationsquellen, auch in englischer Sprache.
- realisieren Steuerungen. Sie programmieren und parametrieren die Komponenten der Anlagen. Dabei berücksichtigen sie Normen und Sicherheitsvorschriften. Sie konfigurieren die Anlagen und passen die Funktion von Komponenten oder Teilsystemen den Nutzungsbedingungen an.
- prüfen Programmabläufe, die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und die Funktion der Steuerungen. Sie analysieren unter Einbeziehung von Diagnosesystemen Fehler und beheben diese.
- übergeben die Anlagen und dazu erstellte Dokumentation und weisen in die Nutzung ein.

Inhalte

Stunden

Komponenten der Steuerungs- und Regelungstechnik

14 h

(components of control and feedback control systems)

(davon ca. 6 h experimentelles Arbeiten)

- Grundbegriffe der Regelungstechnik Messen, Vergleichen, Stellen, Sollwert, Stellgröße, Störgröße
Festwertregelung, Folgeregelung
analoge Regelung
digitale Regelung (Arbeitsprinzip)
- Einsatzschwerpunkte Überblick
- Regelkreis Signalflussplan (Aufbau), Symbole, Schaltzeichen
- unstetige (nichtlineare) Regler Zweipunkt-, Dreipunktregler
- Übertragungsglieder und stetige Regler P-, I-, D-Glied
- Verhalten von Regelstrecken PI-, PD-, PID-Regler
jeweils: Sprungantwort, Testfunktion,
Zeitverhalten, Kennlinien

Sensoren und Aktoren (sensors and actuators)

6 h

- Sensoren Auswahl der Sensoren nach Nutzungsbedingungen, Parametrieren und Anpassen an die Steuerung
z. B. Näherungssensor,
lichtabhängige Sensoren,
Sensoren zur Kraftaufnahme,
piezoelektronische Sensoren, ...
Arbeiten mit Kennlinien und Datenblättern
- Aktoren Auswahl nach Nutzungsbedingungen
- Arten und Eigenschaften von Aktoren elektromechanische, pneumatische, hydraulische
stetige und unstetige
jeweils: Aufbau,
Wirkungsprinzipien

Signal- und Datenübertragungssysteme (signal and communication)

8 h

(davon ca. 4 h experimentelles Arbeiten)

- Signalübertragungssysteme konventionell,
intelligent,
Möglichkeiten der Vernetzung
- Schnittstellen (Interface) Arten, Aufgaben, Eigenschaften
Signalkopplung, z.B. Optokoppler
- Datenübertragungsarten Sensoren parametrieren, Aktoren einrichten
Kupferleitung, LWL, Funk, ...
- Installation des Systems Eigenschaften der Schnittstellenleitung

Inhalte	Stunden
Bussysteme und deren spezifische Einsatzgebiete (data interface system and their specific field of application)	6 h
- Überblick über Bussysteme	Arten der Bussysteme z.B. ASI, Profibus, Ethernet, EIB, LON Aufbau z.B. zentral, dezentral parallel, seriell Eigenschaften z.B. Übertragungsrate, -geschwindigkeit, Anwendungen
- Grundbegriffe	Bus, Buszuteilung, Busankopplung, Busprotokoll, Rückmeldung, Repeater, Adressumfang, Nachrichtenlänge, Zugriffsarten, Übertragungsverfahren
Gebäudesystemtechnik (building technology and facility management)	18 h
	(davon ca. 10 h experimentelles Arbeiten)
- Installationsbus anhand eines aktuellen Bussystems	Eigenschaften, Vor- und Nachteile Symbole, Topologie, Spannungsversorgung, Busteilnehmer, Telegramm, Adressierung
- Installationsvorschriften	
- Arbeitsschritte zur Installation	Planen, Parametrieren, Installieren, Inbetriebnehmen
- Erweiterungen mit zusätzlichen Komponenten z.B. Kleinststeuerungen,	Gefahrenmeldeanlagen, ...
Programmialgorithmen (programming algorithms)	20 h
	(davon ca. 12 h experimentelles Arbeiten)
- Programmstruktur	linear, verzweigt Schleifen allgemeine und herstellenspezifische Vorschriften
- Programmierung an herstellenspezifischer Software	Lösungsentwurf gemäß Pflichtenheft, Erstellen eines Programms, Funktionsprüfung und Bewertung, Verändern/Optimieren des Programms
Diagnosesysteme (diagnosis systems)	8 h
	(davon ca. 2 h experimentelles Arbeiten)
- Prüf- und Messmittel	z.B. Messgeräte, Software, ...
- Fehlerbehebung	z.B. Ferndiagnose, Reparatur / Änderung / Anpassung, Simulation, Inbetriebnahme

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

Projektbeispiel „Gewächshaussteuerung“

Ausschreibung

In einer Gärtnerei wird ein neues Gewächshaus geplant. Um die Kosten planen zu können, werden u. a. Angebote verschiedener Gewerke hinsichtlich der Gebäudesystemtechnik eingeholt.

Im Vorfeld möchte der Gärtnereibetrieb über die technischen Möglichkeiten informiert werden, um sich die optimalste und kostengünstigste Variante zu entscheiden.

Nach entsprechender Beratung soll nun z. B. die Steuerung der Belüftung und Heizung in dem Gewächshaus mit folgenden Funktionen realisiert werden.

- Temperatur
Bei Unterschreiten der Temperatur wird über ein Gebläse zusätzlich Warmluft eingeblasen. Die Dachfenster werden zur Steuerung der Belüftung automatisch auf- und zugefahren. Dazu werden alle Antriebsmotoren überwacht.
Eine Störung wird mittels Meldeleuchte im Display angezeigt.

Der Kundenauftrag ist erweiterbar, z.B.

- Bewässerung von verschiedenen Pflanzensorten
- Beleuchtung (Außenlichtsteuerung mit automatischer Sicherheitsbeleuchtung mit Bewegungsmelder, Zusatzbeleuchtung für Pflanzen, ...)
- Automatisches Förderband für Erde
- Torsteuerung für Einfahrt

Lernsituation 1: Informationsbeschaffung und Situation erfassen

1. Schritt Analyse der elektrischen Anlage

Im Kundengespräch wird erfragt, welche Funktionen in diesem Gärtnereibetrieb zu realisieren sind. *Rollenspiel*

Gemeinsame Überlegungen (*im Unterrichtsgespräch*) zur Funktionsweise Anlage, zur Erfassung der Eingangssignale und zur Ausgabe der Steuerungsbefehle werden in einem Kundenauftrag erfasst.

Ggf. sind die Anforderungen des Kunden an Programme (Software) zu berücksichtigen.

2. Schritt Elemente der Anlage

Die Funktionsweise der Sensoren und der Aktoren kann in *Schülervorträgen* mit Hilfe des Lehrbuch und des Tabellenbuches wiederholt werden. Insbesondere ist hier auf die Anschlussbedingungen und die Besonderheiten der Aktoren und Sensoren einzugehen. Die Grundbegriffe der Regelungstechnik sind zu erläutern (*Lehrevortrag*) und mit Versuchen zu unterlegen. *experimentelles Arbeiten*

Die Möglichkeiten der Signalübertragung und der Überblick über die Bussysteme können in *Gruppenarbeit* erstellt und in *Vorträgen* präsentiert werden.

Im Hinblick auf die zulösende Aufgabe sind die Einsatzgebiete der verschiedenen Bussysteme herauszustellen.

Die Auszubildenden lernen grundsätzliche Möglichkeiten der Signalübertragung kennen und testen ausgewählte Beispiele beim *experimentelles Arbeiten*.

3. Schritt Auswahl der Betriebsmittel

Auf der Grundlage des Kundengesprächs wird mit Hilfe von Katalogen (Datenblätter der Sensoren und Aktoren) und Datenbanken der Hersteller (Internet) eine Materialliste erstellt, die für die spätere Dokumentation der Anlage und Rechnungslegung genutzt werden kann. *Arbeit in Gruppen*

Lernsituation 2: **Projektplanung**

- 1. Schritt** Erarbeitung der Schrittfolge zur Erstellung der Steuerungsaufgabe
Entsprechend dem Kundenauftrag lernen die Auszubildenden mögliche Programmstrukturen und Entwurfverfahren kennen (*Lehrervortrag*) und gehen auf herstellerspezifische Vorschriften der Programmerstellung ein.
experimentelles Arbeiten
Sie erarbeiten *gemeinsam mit dem Lehrer* ein Pflichtenheft und entwickeln Lösungsvarianten im Team.
Um umfangreiche Programme erstellen zu können, müssen die Auszubildenden notwendige Absprachen treffen. *Gruppenarbeit*
- 2. Schritt** Erstellen eines Programms und Parametrierung
Anhand des Pflichtenheftes erstellen die Auszubildenden das Programm, prüfen die Funktionen und bewerten es. *experimentelles Arbeiten*
Sie führen Veränderungen an ihrem Programm durch und optimieren es gegebenenfalls.
Bei Funktionsstörungen ist eine gezielte Fehlersuche durchzuführen. *Gruppenarbeit*
Die Fehler und deren Folgen sollten dokumentiert und anschließend beseitigt werden.

Lernsituation 3: **Projektrealisierung und Auswertung**

- 1. Schritt** Realisierung
Inbetriebnahme und Demonstration der Funktion der Anlage oder Anlagenteile
Gruppenarbeit
Parametrieren der Anlage und Testen der Funktion, ggf. Fehlersuche.
experimentelles Arbeiten
Einhaltung der Sicherheitsvorschriften (Diskussion der Folgen unerwarteter Ereignisse wie Drahtbruch, Fehlbedienung, ...)
- 2. Schritt** Auswertung
Entsprechend dem Pflichtenheft werden die geforderten Funktionen überprüft und Verbesserungsvorschläge diskutiert und Schlussfolgerungen für kommende Projekte gezogen. *Unterrichtsgespräch*
- 3. Schritt** Dokumentation der Anlage / Kundeneinweisung
Die gesammelten Daten werden durch die *Gruppen* dokumentiert.
Es erfolgt eine Kundenübergabe mit Erläuterung der grundlegenden Funktionsweise der installierten Anlage (*mittels Vorträgen*), Einweisung in die Bedienung, Übergabe der Protokolle sowie einem Vorschlag für künftige Betreuung. *Arbeit in Gruppen*

Lernfeld 8: Antriebssysteme auswählen und integrieren

Richtzeit: **60 Stunden - davon mindestens 25 h experimentelles Arbeiten**

Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Kundenaufträge zur Realisierung von antriebstechnischen Systemen. Sie wählen Geräte, Baugruppen und Schutzeinrichtungen unter funktionalen und wirtschaftlichen Aspekten aus und dimensionieren diese.
- installieren und erweitern antriebstechnische Systeme. Sie nehmen diese Systeme in Betrieb und stellen die entsprechenden Parameter ein. Sie berücksichtigen sicherheitstechnische Anforderungen, Normen und Vorschriften.
- überprüfen die Funktion der antriebstechnischen Systeme, nehmen eine systematische Fehlersuche vor und beseitigen Fehler. Sie beurteilen die elektromagnetische Verträglichkeit antriebstechnischer Systeme und treffen Maßnahmen zu ihrer Gewährleistung.
- erstellen Dokumentationen der antriebstechnischen Systeme. Sie erläutern den Kunden die Leistungsmerkmale der Systeme und weisen in die Nutzung ein.

Inhalte

Stunden

Grundlagen für Antriebe (bases of drives)

5 h

- Kraftwirkungen von Magnetfeldern auf magnetische Materialien, auf stromdurchflossene Leiter (Spulen), Drehbewegung im Magnetfeld
- Elektromagnetische Induktion Induktionsgesetz, Lenzsches Gesetz, Motorprinzip

Technologische Ausführungen (manufacturing guidelines)

6 h

- Bauformen von Maschinen IEC-Code
- Schutzarten Berührungsschutz, Fremdkörperschutz, Wasserschutz, Explosionsschutz
- Isolationsklassen
- Kühlarten Selbst-, Eigen und Fremdkühlung
- Betriebsarten Dauer-, Kurzzeit- und Aussetzbetrieb
- Leistungsschild

Arten von Motoren (kind of motors)

45 h

(davon ca. 25h experimentelles Arbeiten)

- Asynchronmotoren
- Drehfelderzeugung Polpaarzahl, Drehfrequenz, Drehrichtung
- Drehstrommotor Käfigläufermotor, Schleifringläufermotor
- Einphasenmotor Kondensatormotor, Spaltpolmotor
jeweils: Aufbau, Wirkungsweise, Betriebsverhalten
- Schaltungen zur Steuerung und Regelung Anlassverfahren: Stern/Dreieck, Ständeranlasser, Anlasstransformatoren

Inhalte

Stunden

	Bremsverfahren: Gegenstrombremsung, Wirbelstrombremsung Drehrichtungssteuerung Drehzahlsteuerung: Dahlanderschaltung, Frequenzumrichter	
Linearmotoren	Aufbau, Wirkungsweise	
Gleichstrommotoren - Erregungsarten	Fremderregung, Selbsterregung	
- Ankerrückwirkung	Ursache, Folgen und Gegenmaßnahmen	
- Reihenschlussmotor - Nebenschlussmotor - Doppelschlussmotor	<u>jeweils</u> : Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten	
- Servomotor - Schrittmotor		
- Schaltungen zur Steuerung und Regelung	Anlasssteller, elektronische Gleichstromsteller	

Schutzeinrichtungen (protection devices)

4 h

- Motorschutzschalter - Motorschutzrelais	<u>jeweils</u> : Aufbau, Funktion, Einstellung	
- teilweiser Motorschutz - Motorvollschutz		

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

Projektbeispiel „Tischlerei“

In einer Tischlerei sind ältere Maschinen antriebstechnisch umzurüsten. Sie sollen funktional, konstruktiv und sicherheitstechnisch an bestimmte Netzbedingungen und Antriebsforderungen angepasst werden. Nach Kundenwunsch soll an der Kreissäge die Drehzahl in zwei Stufen schaltbar und die Drehzahl der Tischfräse stufenlos verstellbar sein. Um den Anforderungen des Brandschutzes gerecht zu werden, muss der Schleifringläufermotor der Dickenhobelmaschine durch einen anderen Motor ausgetauscht werden. Weiterhin ist der Antriebsmotor eines Elektrogabelstaplers auf seine Funktion zu überprüfen und zu warten.

Lernsituation 1: Analyse der installierten Antriebssysteme und Informationsbeschaffung

- 1. Schritt** Erfassung des Kundenwunsches
Der Kundenauftrag sollte als Aufgabenstellung ausgegeben werden und im Unterrichtsgespräch analysiert werden.

- 2. Schritt** Informationsbeschaffung zu technologischen Ausführungen
Die *Lehrlinge* informieren sich im Lehrbuch und Tabellenbuch über Bauformen, Kühlarten und Betriebsarten von elektrischen Maschinen und erarbeiten Kurzvorträge. Die Systematisierung erfolgt im *Unterrichtsgespräch*.
- 3. Schritt** Analyse der bestehenden Anlage
Die Kenndaten der installierten Antriebsmittel sind in *Lerngruppen* an Hand der Leistungsschilder zu erfassen (wenn möglich durch eine vor Ort Begehung). Gleichzeitig sollten auch die vorhandenen Netzbedingungen und Schutzmaßnahmen ermittelt werden.
Die Ergebnisse werden durch die *Gruppen* vorgestellt.

Lernsituation 2: Auswahl, Installation und Inbetriebnahme

- 1. Schritt** Auswahl der Betriebsmittel auf der Grundlage der in Lernsituation 1 durchgeführten Analyse.
Erstellung einer Materialliste für jede umzurüstende Maschine einschließlich des benötigten Installationsmaterials.
Dabei sollen Kataloge und Datenbanken der Hersteller sowie das Internet genutzt werden.
- 2. Schritt** Kenntnisvermittlung über Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von Asynchronmotoren.
Hier kann ein Wechsel zwischen *Lehrervortrag*, *Unterrichtsgespräch* und der Einbeziehung von Videos erfolgen.
- 3. Schritt** Entwicklung von Schaltungen zur Steuerung und Regelung entsprechend dem Kundenauftrag sowie den technischen Anschlussbedingungen.
Erstellen von Stromlaufplänen für Steuer- und Arbeitsstromkreise unter Einbeziehung von Motorschutz- und Leitungsschutzeinrichtungen.
- Es sind folgende Schaltungen in Bezug auf das Projekt zu realisieren:
- Bandschleifmaschine - direktes Schalten mit Nockenschalter und Schütz
 - Dickenhobelmaschine - Stern-Dreieck-Anlasssteuerung
(mit Nockenschalter sowie handbetätigt und automatisch mit Schützen)
 - Tischkreissäge - Drehzahlsteuerung mit Dahlanderschaltung
 - Tischfräse - stufenlose Drehzahlstellung mit Frequenzumrichter
- 4. Schritt** Praktische Realisierung der Schaltungen durch *Gruppenarbeit* im Labor.
Inbetriebnahme und Demonstration der Funktion der installierten antriebs-technischen Systeme.

Lernsituation 3: Funktionsprüfung, Fehlersuche und Fehlerbeseitigung

- 1. Schritt** Prüfung, der in Lernsituation 2 installierten antriebstechnischen Systeme nach DIN VDE 0100 Teil 610 (Erstprüfung).
Hier sollen durch die *Lerngruppen* die Überprüfung der installierten Anlage einer anderen Gruppe durchgeführt werden.
Bei Funktionsstörungen ist eine gezielte Fehlersuche durchzuführen.
Die Fehler und deren Folgen sollen dokumentiert und beseitigt werden.
- 2. Schritt** Analyse der Schaltplanunterlagen eines Elektrogabelstaplers in den *Gruppen*.
Es sind die Kenndaten des Antriebmotors zu ermitteln und die Steuerschaltung in Bezug auf die Grundsaltungen zu analysieren.
- 3. Schritt** Kenntnisvermittlung durch *Lehrervortrag* mit Einbeziehung von Videos über Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von Gleichstrommotoren.
Entwicklung und praktische Realisierung von Schaltungen zum Anlassen und zur Drehzahlstellung von Gleichstrommotoren.
- 4. Schritt** Funktionsprüfung eines Gleichstromreihenschlussmotors mit Gleichstromsteller.
Kontrolle der Kohlebürsten und des Kollektors auf Verschleiß.

Lernsituation 4: Übergabe mit Kundeneinweisung

- 1. Schritt** Planung der Kundeneinweisung
Erstellung einer Gesamtdokumentation der installierten Antriebssysteme in den *Lerngruppen* (Stromkreisaufteilung, Schutzeinrichtungen, Bedienung).
Erarbeitung eines Wartungsvertrages
- 2. Schritt** Vor Ort Einweisung des Kunden durch die *Gruppen*.
- Erläuterung der grundlegenden Funktionsweise der installierten Anlage und Einweisung in die Bedienung.
 - Erstellung des Abnahmeprotokolls und Anbieten des erarbeiteten Wartungsvertrages. *Bewertung durch die Klasse sowie den Lehrer*