



## **(Arbeitsfassung)**

### **Thüringer Handreichung**

zur Umsetzung des KMK-Rahmenlehrplanes für die  
Ausbildung in den Fachstufen 1, 2 und 3  
des Ausbildungsberufes  
Elektroniker für Geräte und Systeme/  
Elektronikerin für Geräte und Systeme

# 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)

In handlungsorientiertem 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 insbesondere in dieser Grundstufenausbildung 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 laborpraktischen 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 8</u> Geräte herstellen und prüfen (Prüfung der Fachkompetenz)	120'
<u>Lernfeld 10</u> Fertigungssysteme einrichten (Prüfung der Fachkompetenz)	120'

## **2 Mitglieder der Arbeitsgruppe**

Herr	Matthias	Bommersbach	Staatliches Berufsschulzentrum Ilmenau
Herr	Gerald	Eckardt	Staatliche Berufsbildende Schule 4 "Andreas Gordon"
Herr	Klaus	Gehring (Vorsitzender)	Staatliche Gewerbliche Berufsschule Meiningen
Herr	Michael	Schüppler	Staatliches Gewerblich-Technisches Berufsbildungszentrum Zella-Mehlis
Herr	Dietmar	Turza	Staatliche Berufsbildende Schule 3 Technik Gera

### 3 Übersicht über die Lernfelder

Lernfelder	Stunden
<b>Pflichtunterricht</b> Fachstufe 1	
<b>LF 5:</b> Energieversorgung für Geräte und Systeme realisieren und deren Sicherheit gewährleisten	<b>80</b>
<b>LF 6:</b> Elektronische Baugruppen von Geräten konzipieren, herstellen und prüfen	<b>60</b>
<b>LF 7:</b> Baugruppen hard- und softwareseitig konfigurieren	<b>80</b>
<b>LF 8:</b> Geräte herstellen und prüfen	<b>60</b>
<b>Wahlpflichtunterricht</b>	<b>80</b>
<b>Pflichtunterricht</b> Fachstufe 2	
<b>LF 9:</b> Geräte und Systeme in Stand halten	<b>100</b>
<b>LF 10:</b> Fertigungsanlagen einrichten	<b>80</b>
<b>LF 11:</b> Prüfsysteme einrichten und anwenden	<b>100</b>
<b>Wahlpflichtunterricht</b>	<b>80</b>
<b>Pflichtunterricht</b> Fachstufe 3	
<b>LF 12:</b> Geräte und Systeme planen und realisieren	<b>80</b>
<b>LF 13:</b> Fertigungs- und Prüfsysteme in Stand halten	<b>60</b>
<b>Wahlpflichtunterricht</b>	<b>40</b>

## 4. Lernfelder

### Lernfeld 5: Elektroenergieversorgung für Geräte und Systeme realisieren und deren Sicherheit gewährleisten

Richtzeit: **80 Stunden - davon mindestens 25h gerätebezogenes Arbeiten**

#### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren die energietechnischen Anforderungen von Geräten und Systemen unter Berücksichtigung der Schutzmaßnahmen. Sie wählen geeignete Energiequellen aus.
- bestimmen den Energiefluss, die Teilfunktionen der Baugruppen der Energieversorgungen sowie deren Zusammenwirken.
- dimensionieren ausgewählte Energieversorgungen unter Einbeziehung von Datenblättern und wählen die Bauelemente aus. Sie fertigen rechnergestützt Blockschaltbilder und Schaltpläne an.
- schalten Bauelemente und Baugruppen für Energieversorgungen zusammen und schließen sie an. Sie prüfen die Funktion und protokollieren die Betriebswerte der Energieversorgungsbaugruppe.
- prüfen Anlagen zur Energieversorgung von Geräten sowie anzuschließende ortsfeste und ortsveränderliche Geräte auf Einhaltung der Schutzmaßnahmen.
- bewerten die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale der Energieversorgungen von Geräten und beraten den Kunden unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Aspekte.

#### Inhalte

#### Zeitrichtwerte

#### Wechsel- und Drehstromsystem (one and three-phase current system) **15 h** (davon ca. 5h gerätebezogenes Arbeiten)

- R, L, C einzeln und in Kombinationen (Phasenlage Spannung-Strom, Wechselstromwiderstände, Leistungen)
- 3-Phasen-Wechselstrom (Verkettung, Belastungen)

#### Netzsysteme (mains systems) **10 h** (davon ca. 2h gerätebezogenes Arbeiten)

- Spannungsebenen
- Verteilungs- und Verbrauchernetz, Verteilungsnetzanbieter (VNB), Technische Anschlussbedingungen (TAB), Netzqualität
- TN-, TT-Netz
- Elektrosicherheit beim Arbeiten an Verbrauchernetzen
- Typische Schutzmaßnahmen in Verbrauchernetzen
- Funkentstörung und EMV

#### Elektrische Schutzmaßnahmen (electrical safety precautions) **10 h** (davon ca. 2h gerätebezogenes Arbeiten)

- Schutzleiterfunktion
- Überstromschutzeinrichtungen
- Schutzkleinspannungen, Schutzisolierung, Schutztrennung

#### Elektrische und elektronische Bauelemente (electrical and electronic components) **10 h** (davon ca. 4h gerätebezogenes Arbeiten)

- Transformator
- Dioden
- Transistoren (bipolar, unipolar)
- Ventile der Leistungselektronik (Triacs, IGBT's, V-MOS-Transistoren)

#### Lineare Netzteile (linear powersupplies) **20 h** (davon ca. 8h gerätebezogenes Arbeiten)

- Gleichrichtung
- Glättung
- Siebung
- Stabilisierung, Z-Diode, Regelschaltungen
- Kühlung

**Schaltnetzteile und Gesteuerte Stromrichter**  
(clocked powersupplies and controlled current converters)

15 h

(davon ca. 4h gerätebezogenes Arbeiten)

- Arten, Prinzip
- EMV
- Phasenanschnitt
- Schaltungen
- Kommutierung; Freierdezeit
- EMV

**Netzunabhängige Energieversorgung** (mains-independed energy supply)

- Primärelemente
- Sekundärelemente
- Ladetechnologien
- USV

## Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte kann z.B. anhand des nachfolgenden Projektes realisiert werden:

Projektbeschreibung:

Ein ortsveränderliches elektronisches Gerät (z.B. Rundfunkgerät, PC oder Laptop, Nebenstellenanlage, komplexes Messgerät) soll unter verschiedenen Energieversorgungsbedingungen betriebsfähig sein. Die Energieversorgungsparameter und -möglichkeiten sind bekannt.

### Lernsituation 5.1:                    **Auswahl und Bewertung einer EVU-abhängigen Energieversorgung**

- 1. Schritt**      Beschaffung von Informationen zu Spannungsart, Spannungshöhe, Stromstärke, Leistungsaufnahme  
*Vorbereitung des Projektes*
- 2. Schritt**      Bestimmung zur Verfügung stehender Versorgungsnetze u.-anbieter, Anschlussbedingungen  
*Vergleich der Möglichkeiten durch Gruppenarbeit*
- 3. Schritt**      Vergleich notwendiger und vorhandener elektrischer Schutzmaßnahmen  
*gerätebezogenes Arbeiten, Messen und Prüfen an Schutzeinrichtungen*
- 4. Schritt**      Anschluss des Gerätes;  
Bestimmen und Dokumentieren der tatsächlichen Betriebswerte  
*gerätebezogenes Arbeiten, Messen am Gerät*

### Lernsituation 5.2:                    **Auswahl und Dimensionierung eines Netzteiles**

- 1. Schritt**      Planung der notwendigen Signalaufbereitung, Festlegung von Baugruppen und deren Anordnung  
*Orientierung auf lineares Netzteil*
- 2. Schritt**      Bestimmen des elektrischen Verhaltens verwendeter Bauelemente  
*experimentelles Arbeiten, Präsentation von Gruppenergebnissen*
- 3. Schritt**      Berechnung und Dimensionierung einzelner Bauelemente und Baugruppen  
*Ableitung der Berechnungsgrundlagen, mathematische Übungen*
- 4. Schritt**      Erstellen der betriebsfähigen Funktionseinheit, Bestimmen und Dokumentation der Betriebswerte  
*experimentelles Arbeiten, Präsentation des Gesamtergebnisses*
- 5. Schritt**      Überprüfung und Einhaltung notwendiger Schutzmaßnahmen, Einhaltung der Bestimmungen zur EMV  
*experimentelles Arbeiten*
- 6. Schritt**      Vergleich zu Schaltnetzteilen, grundsätzliche Wirkungsweise, Vor- und Nachteile, Anwendungsbedingungen  
*experimentelles Arbeiten, Präsentation von Gruppenergebnissen, Schülervorträge*

### Lernsituation 5.3:                    **Auswahl und Bewertung einer netzunabhängigen Energieversorgung**

- 1. Schritt**      Vergleich zu netzabhängiger Energieversorgung, Vor- und Nachteile  
*Gruppenarbeit*
- 2. Schritt**      Erarbeitung der elektrochemischen Vorgänge, Vergleich Primär- und Sekundärelemente  
*Schülervorträge*
- 3. Schritt**      Bestimmen von Betriebswerten bei unterschiedlichen Belastungsfällen,  
*experimentelles Arbeiten*

**4. Schritt**      Aufladung von Sekundärelementen,  
Anschlussbedingungen,  
Planung eines Ladegerätes

**5. Schritt**      Bestandteile und Planung einer USV,  
grundsätzliche Wirkungsweise  
*Dokumentation und Präsentation von Beispielen*

*Eine USV kann hier auf Grund seiner Bestandteile auch als eigentliches Projekt verwendet werden.*



## Lernfeld 6: Elektronische Baugruppen von Geräten konzipieren, herstellen und prüfen

Richtzeit: **60 Stunden - davon mindestens 20 h gerätebezogenes Arbeiten**

### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- konzipieren anwendungsbezogen elektronische Baugruppen für Geräte.
- analysieren dazu die Anforderungen der Kunden an die Geräte und die Funktionalität der Gerätekomponenten in ihrer technischen Umgebung.
- entwickeln analoge und digitale Schaltungen unter Anwendung schaltungstechnischer Standardlösungen.
- legen Arbeitsschritte zur Lösung der Aufgaben fest, treffen Absprachen und kontrollieren deren Realisierung.
- nutzen für einen Schaltungsentwurf praxisrelevante Software sowie aktuelle Informationssysteme.
- legen Leiterplattenform und -größe fest und entwerfen rechnergestützt ein Leiterplattenlayout.
- berücksichtigen thermische Belastungen der Bauelemente, EMV – Bedingungen sowie Gehäusebesonderheiten.
- holen Angebote ein, werten Produktinformationen, auch in englischer Sprache, unter wirtschaftlichen und technischen Aspekten aus. Sie kalkulieren die Kosten.
- planen und realisieren die Arbeitsschritte zur Herstellung der Leiterplatten, der Bestückung und der Lötverbindungen.
- berücksichtigen verschiedene Herstellungsverfahren unter Aspekten der Ökonomie, Ökologie und des Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutzes.
- erstellen Fertigungsunterlagen und präsentieren diese.
- prüfen bestückte Leiterplatten, wählen dazu Messverfahren und –mittel aus und prüfen die Kennwerte und Funktionen.
- wenden Verfahren zur systematischen Fehlersuche an, bewerten und protokollieren Messergebnisse.

### Inhalte

### Zeitrichtwerte

#### Konzipieren elektronischer Baugruppen für Kundengeräte

10 h

(conceive electronic assemblies for customer devices)

(davon ca. 4h gerätebezogenes Arbeiten)

- Analyse der Kundenanforderung an die Geräte, Kundengespräche
- Ermittlung der technischen Umgebung zur Funktionalität der Gerätekomponenten
- Kennlinien und Bauformen linearer und nichtlinearer Bauelemente
  - optoelektronische Bauelemente
  - nichtlineare Widerstände

#### Analoge Schaltungen (analogue circuits)

16 h

(davon ca. 5h gerätebezogenes Arbeiten)

- Grundsaltungen der Analogtechnik
- Verstärkerschaltungen mit Transistoren
- Sicherheitsaspekte

#### Digitale Schaltungen (digital circuits)

16 h

(davon ca. 5h gerätebezogenes Arbeiten)

- Zahlensysteme, Zahlencode, Schaltalgebra
- Digitale Grundsaltungen
- Schaltungssynthese aus digitalen Grundsaltungen
- Operationsverstärker
- Digitale Schaltkreisfamilien, Besonderheiten (Tristate-Ausgang)
- Karnaugh - Diagramm
- Zählerschaltungen mit Flipflops und IC
- Prinzip AD- und DA-Umsetzer

## **Herstellung von Leiterplatten und Prüfen elektronischer Baugruppen und Geräte**

18 h

(manufacture of circuit boards and checking of electronic assemblies and devices)

**(davon ca. 6h gerätebezogenes Arbeiten)**

- Leiterplattenarten, Aufbau, Eigenschaften
- Dimensionierung von Bauelementen, thermische Besonderheiten
- EMV- und Gehäusebedingungen unter Anwendergesichtspunkten
- Leiterplattenentwurf, Raster, Strom, Leiterzugbreite
- Herstellungsverfahren (Ätzen, Siebdruck)
- Bauelementevorbereitungs- und Bestückungsarten
- Lötverfahren
- Auswahl von Messverfahren und Messmitteln
- Prüfen von Schutzmaßnahmen nach VDE 701/702 und BGV A3
- Prüfen von Kennwerten und Funktionen
- Systematische Fehlersuche
- Umweltprobleme
- Kostenanalyse

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

### Projektbeispiel

„ Entwicklung einer Zählleinrichtung zur Erfassung von belegten bzw. besetzten Parkplätzen in einem Industrieunternehmen. “

#### **Lernsituation 6.1:                    Untersuchung der örtlichen Gegebenheiten und der Gesamtfläche für den Parkplatz.**

- 1. Schritt**     Analyse der benötigten Parkfläche für Firmenmitarbeiter und Gäste.  
Gemeinsame Überlegungen (*im Unterrichtsgespräch*) wie der Zähl- und Auswertungsprozess grundsätzlich funktionieren muss und was zu beachten ist.
- 2. Schritt**     Überlegungen zur Zähl- und Auswertungsmöglichkeit  
Zählen der ein- und ausfahrenden Fahrzeuge – Gesamterfassung!  
Vorwärtszähler / Rückwärtszähler  
Vergleicher  
Anzeige besetzte Parkplätze; Anzeige freie Parkplätze  
Auswertung der Überlegungen durch Blockschaltbilder  
(*experimentelles Arbeiten*)

#### **Lernsituation 6.2:                    Auswahl von Zählerschaltungen und Anzeigemöglichkeiten entsprechend der analogen und digitalen Schaltungen.**

- 1. Schritt**     Auswahl von Verstärkerschaltungen mit bipolaren und unipolaren Transistoren.  
Einzelne *Lerngruppen* erarbeiten die Grundsaltungen analoger und digitaler Schaltungen.  
Auswahl von Verstärkerschaltungen mit bipolaren und unipolaren Transistoren.  
Auswahl der Zähler- und Auswertungsbaugruppen nach ihrem Stromversorgungsbedarf (TTL / C-MOS).  
(*Steuerung durch den Lehrer und Auswahl der günstigsten Schaltungsvarianten durch die einzelnen Lerngruppen*)
- 2. Schritt**     Erstellen von Stromlaufplänen unter Berücksichtigung der Spannungsversorgung und den Besonderheiten digitaler Schaltkreisfamilien (Tristate-Ausgang).  
(*kleine Arbeitsgruppen – PC Arbeitsplätze*)

#### **Lernsituation 6.3:                    Entwicklung der Leiterplattenlayouts**

- 1.Schritt**     Festlegen des Platzbedarfes für die Herstellung integrierter Baugruppen.  
Baelementeanalyse für die Eigenschaften der Leiterplatten (bedrahtete Bauelemente; SMD)
- 2.Schritt**     Leiterplattenentwurf durch Zuhilfenahme geeigneter Entwicklungsprogramme unter Berücksichtigung der Herstellungsmöglichkeiten von Leiterplatten.
- 3.Schritt**     Verknüpfung der Schaltungsteile und Auswahl von Messverfahren sowie Messmitteln zum Prüfen von Kennwerten und der Funktion der Teilschaltungen und der Gesamtfunktion.  
(*experimentelles Arbeiten*)

#### **Lernsituation 6.4:                    Dokumentation und Auswertung der realisierten Arbeitsaufgabe**

- 1. Schritt**     Anlage prüfen und in Betrieb nehmen - dabei ökonomische und sicherheitstechnische Gegebenheiten beachten.
- 2. Schritt**     Bewertung der realisierten Aufgabenstellung und Präsentation der erarbeiteten Ergebnisse.

## Lernfeld 7: Baugruppen hard- und softwareseitig konfigurieren

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

### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren Aufgaben und den strukturellen Aufbau der Hardwarekomponenten von Geräten und Systemen anhand technischer Unterlagen. Sie untersuchen die Baugruppen der Signalbildung, -aufbereitung, -übertragung und -ausgabe. Dazu interpretieren sie die auftretenden Signale und deren Parameter.
- wählen für kundenspezifische Modifikationen die Komponenten aus, installieren und konfigurieren diese und nutzen rechnergestützte Entwicklungssysteme. Sie analysieren die für die Ausführung der geforderten Aufgaben kommentierten Quelltexte und die darin verwendeten Algorithmen und Parameter.
- ändern Programmierparameter nach Pflichtenheft mit Hilfe einer hardwarenahen Programmiersprache, simulieren den Programmablauf und bewerten die Ergebnisse. Sie nutzen den Support Inner- und außerbetrieblicher Anbieter.
- übertragen die modifizierte Software in das Zielsystem konfigurieren die Hardware und nehmen Geräte und Systeme in Betrieb. Sie wählen Mess- und Prüfverfahren aus und kontrollieren elektrische Signale an den Schnittstellen. Sie analysieren, interpretieren und beseitigen Fehler in Hard- und Software systematisch.
- Die Schülerinnen und Schüler erstellen ein Abnahmeprotokoll, dokumentieren und präsentieren die Konfiguration.

### Inhalte

### Zeitrichtwerte

**Komponenten von Mikroprozessorsystemen nach Arbeitsauftrag bestimmen und auswählen** (define and select components of microprocessing systems according to instructions) **20 h**

(davon ca. 5h gerätebezogenes Arbeiten)

- Prozessoren
- Speicher
- Parallele und serielle Ein-/Ausgabebausteine
- Bausteine für den direkten Speicherzugriff
- Bausteine für Zähler- und Zeitgeberfunktionen
- Zusammenwirken der Bausteine

**Mikroprozessorsysteme anforderungsgerecht programmieren** (program microprocessing systems as required) **40 h**

(davon ca. 25h gerätebezogenes Arbeiten)

- Datenformate
- Typische Programmstrukturen (linear, Verzweigung, Schleifen)
- Umsetzung der Strukturen in einer hardwarenahen Programmiersprache
- Grafische Darstellung und kommentierte Notation von Programmteilen und Programmen
- Analysieren und Algorithmen einfacher berufsspezifischer Aufgaben
- Anwendung binärer und hexadezimaler Arithmetik
- Logische Funktionen und Maskieren mit logischen Funktionen
- Anwendung von Bittest- und Bitsetzbefehlen
- Umsetzen berufstypischer Aufgabenstellungen in einer integrierten Entwicklungsumgebung (je nach praktischen Möglichkeiten der Einrichtung)

**Mikroprozessorsysteme in Steuerungen und Regelungen einbinden** (assemble microprocessing systems to controls and regulations) **20 h**

(davon ca. 5h gerätebezogenes Arbeiten)

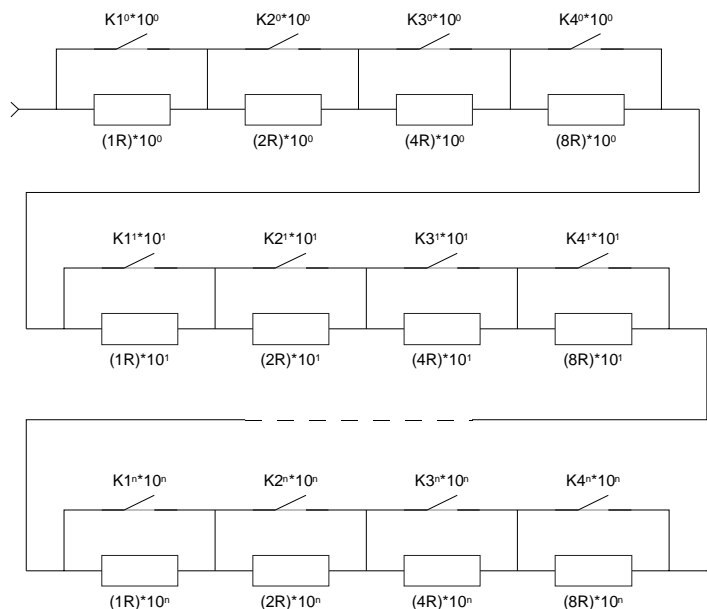
- Gewinnung von Signalen und deren Digitalisierung (Sensorik)
- Verwertung von digitalen Signalen (Aktorik)
- Übertragung von digitalisierten Signalen (z.B. bitseriell, bitparallel)
- Bussysteme
- Übergabe der digitalisierten und digitalen Signale an Schnittstellen

## Die Umsetzung der vorgegebenen Ziele und Inhalte kann z.B. anhand des nachfolgenden Projektes realisiert werden:

### Projektbeispiel „Widerstandsdekade“

#### Projektbeschreibung

Eine relativ häufige Problemstellung im Mess- und Prüfbetrieb ist die Bereitstellung von Messwiderständen, die über große Bereiche präzise eingestellt werden können. Eine Lösung können Widerstandsdekaden sein.



Ein Lösungsansatz kann die Reihenschaltung dekadisch gestaffelter binär bewerteter Widerstände sein, die durch Relaiskontakte kurzgeschlossen werden (s. Schaltskizze).

Somit ergibt sich ein Gesamtwiderstand gemäß Gleichung 1.

$$R_{\text{ges}} = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{x=1}^4 (R_x \cdot K_x^i) \cdot 10^i \right] \quad (Gl. 1)$$

K ist Element der binären Zahlen und kann entweder 0 oder 1 sein.

Diese Widerstandsdekade soll durch ein Mikroprozessorsystem gesteuert werden, wobei diverse Moden vorstellbar sind, wie etwa das Einstellen eines konkreten Wertes oder aber auch das Abfahren einer Widerstandskennlinie aus einer bestimmten Anzahl von Einzelwerten.

**Hinweis:** *Die Realisierung ist in vielen Varianten vorstellbar und sicher stark von den gegebenen Möglichkeiten an der Einrichtung abhängig.*

### Lernsituation 7.1:      **Entwickeln der Problemstellung für das Projekt und Erarbeitung eines strategischen Überblickes**

- 1. Schritt**      Erarbeitung der gewünschten Funktionweise der Widerstandsdekade
- Technische Umsetzung des Binärsystems durch binär bewertete gestaffelte Widerstände
  - Umsetzung des BCD-Codes durch dekadische Staffelung der binär bewerteten Widerstände
  - Realisierung der binären Zustände durch geeignete Relaiskontakte.
  - Dokumentation in Übersichtsplänen

*Lernfeldübergreifende Bezüge zu den Bauelementen bieten sich hier an, Datenformate und Codesysteme*

- 2. Schritt** Suche nach Lösungen für die Realisierung und Ansteuerung der Relaiskontakte
- Möglichkeiten zur Bereitstellung der Ansteuersignale für die Relais (Formate, Pegel, Leistung, Zwischenspeicherung)
  - Übergabe der Steuersignale vom Mikroprozessorsystem an die Widerstandsdekade (Schnittstellen und deren Parameter, Pegelanpassung, Leistungserhöhung durch Treiberschaltkreise, Aktorik)
  - Wie soll der Benutzer die gewünschten Werte eingeben können oder welche Funktionen sollen dem Benutzer angeboten werden?

*Schnittstellenschaltkreise, bitserielle und bitparallele Übertragung, Schnittstellen für die Datenübergabe*

- 3. Schritt** Analysieren einer vorhandenen MPZ-Entwicklungsumgebung unter dem Aspekt der Eignung für die gewünschte Steueraufgabe (oder Zusammenstellung einer geeigneten MPZ-Entwicklungsumgebung für die Realisierung der gewünschten Steuerfunktion)
- Untersuchung der modularen Bausteine für Mikroprozessorsysteme (Prozessoren, Speicherschaltkreise, Ein-/Ausgabeschaltkreise, Timer-Schaltkreise, DMA-Bausteine)
  - Bekanntmachen und Einarbeiten in das MPZ-System (Bedienfunktionen, Daten- und Programmeingabe, Vorhandene nutzbare Unterprogrammmodule etc.)

*Sollte ein Mikroprozessorsystem vorhanden sein, müssen sich die Schüler mit seiner Handhabung und Bedienung vertraut machen – entsprechende Zeit einplanen*

**Lernsituation 7.2:                      Entwicklung von Lösungsstrategien für die Aufgaben, die dem Mikroprozessorsystem zuzuschreiben sind**

- 1. Schritt** Kennenlernen der Befehlsliste des Mikroprozessors
- Aufbau und Notation von Maschinenbefehlen
  - Gebräuchliche Symboliken für Operanden, Register u.ä.
  - Übersicht über Gruppen von Befehlen und deren Wirkungen
- 2. Schritt** Festlegung von Bedienfunktionen die dem Benutzer der Widerstandsdekade angeboten werden sollen – Bereitstellung der Sollgrößen
- Eingabe von Einzelwerten (z.B. über eine Tastatur)
  - Eingabe einer Folge von Werten, die nach einem Zeitplan abgearbeitet werden soll (z.B. Laden eines Speicherarrays)
  - Abarbeiten einer Folge von Widerstandswerten, die einer vorgegeben Funktion entsprechen (z.B. Nutzung algebraischer Funktionen oder Übernahme der Werte von einem PC)
  - Maschinenbefehle für die Informationseingabe aus der Peripherie
- 3. Schritt** Entwicklung von Strategien zur Verarbeitung der Sollgrößen
- Maschinenbefehle und Programmstrukturen
    - Sprünge zur Unterbrechung des linearen Programmablaufs
    - Bedingungsabhängige Sprünge für Verzweigungen
    - Konstruktion von Schleifen
    - Unterprogrammtechnik
  - Algorithmen zur Datenkonvertierung
    - 8-bit-Arithmetik
    - 16-bit Arithmetik
  - Programmiertechniken und Hilfsmittel (Handassemblierung, Arbeit mit Assemblerprogrammen etc.)
  - Dokumentation und Beschreibung von Programmen
- 4. Schritt** Übergabe der Istwerte an die Widerstandsdekade
- Befehle zur Datenausgabe
  - Datenausgabe über Schnittstellen

*Die Vorgeschlagenen Möglichkeiten hängen in hohem Maße von der vorhandenen Technikbasis ab.*

### Lernsituation 7.3:

### **Umsetzung der gefundenen Lösungsstrategien in einer geeigneten Entwicklungsumgebung**

- 1. Schritt** Programmierung der Programmteile für das Mikroprozessorsystem
  - Erstellung von Modulen des Steuerprogramms,
  - Dokumentation Quellcodes
  - Testung der Module
  
- 2. Schritt** Erstellung des kompletten Programms für das Mikroprozessorsystem
  - Zusammenfassung der Module zum Steuerprogramm
  - Testung aller Programmfunktionen in einer möglichst realitätsnahen Testumgebung
  - Dokumentation und Kommentierung des Quellcodes
  - Erstellung einer Bedienungsanleitung
  
- 3. Schritt** Übergabe des fertigen Projektes
  - Präsentation des Projektes
  - Einweisung der Benutzer
  - Übergabe des Gerätes, der Dokumentation und der Bedienungsanleitung an den Nutzer

## Lernfeld 8: Geräte herstellen und prüfen

Richtzeit: **60 Stunden - davon mindestens 20 h gerätebezogenes Arbeiten**

### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Aufträge zur Fertigung von Geräten. Sie beschaffen auftragsbezogene Informationen auch in englischer Sprache. Sie planen die Auftragsabwicklung nach Pflichtenheft und treffen Entscheidungen über eine zeitökonomische Arbeitsorganisation in Abstimmung mit allen Prozessbeteiligten.
- planen den Aufbau der Geräte, wählen Komponenten aus und erstellen Fertigungsunterlagen. Sie nutzen dazu technische Dokumentationen der ausgewählten Komponenten.
- fügen die Komponenten zusammen, nehmen die Geräte in Betrieb und prüfen deren Funktionen. Sie berücksichtigen die Einhaltung geltender Normen, Vorschriften und Regeln und überprüfen gerätespezifische Schutzmaßnahmen.
- beschreiben und protokollieren Fehlfunktionen und tauschen defekte Komponenten aus.
- kontrollieren und bewerten den Arbeitsablauf und das Produkt nach ökonomischen, ökologischen und sicherheitstechnischen Aspekten.
- erstellen Gerätedokumentationen. Bei der Geräteübergabe weisen sie den Kunden in die Bedienung ein.

### Inhalte

### Zeitrichtwerte

#### Messwandler (instrument modifier)

15 h

(davon ca. 3h gerätebezogenes Arbeiten)

- Symbole und Zeichnungen

#### Regler (automatic controller)

- Regelkreis
- Arten stetiger Regler
- Regelstrecken
- Reglerauswahl, Einstellungen

#### Sensoren (sensors)

- Messverfahren (Temperatur-, Druck-, Drehfrequenzmessung)

#### Geräteteile (device components)

15 h

(davon ca. 6h gerätebezogenes Arbeiten)

- elektromechanische, pneumatische und hydraulischer Gerätekomponente
- Stellantriebe Ventile und Kleinmotore
- Bauform, Betriebsart und Schutzart

#### Zusammenfügen, Inbetriebnehmen und Prüfen der Gebäudeteile (compose, set to work and check of the part of the appliance)

20 h

(davon ca. 5h gerätebezogenes Arbeiten)

- Verbindungs- und Anschlusstechniken
- Arbeiten nach Geräteschaltplänen
- Strombelastbarkeit
- Störstrahlsicherheit (NF, HF)
- Isolationsklasse und Schutzart
- Messung Schutzmassnahme, des Motorschutzes und der Entstörung
- Sicherheitsstandards DIN VDE 0620 25 , VDE 0113
- Einhaltung der UVV



**Messtechnische Fehlereingrenzung** (measurement fault isolation)

10 h

davon ca. 5h gerätebezogenes Arbeiten)

- Schaltungsanalyse und Messwertauswertung
- Einhaltung der Sicherheitsvorschriften, VDE , UVV, Geräteschutzgesetz
- Gefahrstoffverordnung und R und S Sätze

**Kostenoptimierung** (cost optimization)

- Qualitätssicherung
- Sicherheitsvorkehrungen Bedienungshinweise Garantieleistungen

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

### Projektbeispiel :

„Entwicklung einer Sortieranlage, die ein Warensortiment bis zur Verpackung und Verladung begleitet“.

#### Lernsituation 8.1:                    **Auswahl und Bewertung der Fertigungsunterlagen von Gerätekomponenten**

- 1. Schritt**        **Beschaffung von Informationen zu konkretem Gerät und das Sammeln von technischen Unterlagen. *Vorbereitung des Projekts***
- 2. Schritt**        Bestimmung der Messwandler und Zuordnung der Symbole und Zeichnungen. *Gerätebezogenes Arbeiten, Organisation des Gruppenunterrichts*
- 3. Schritt**        Auswahl der Sensoren, und Zuordnung der Messverfahren. *Gerätebezogenes Arbeiten, Laborunterricht*
- 4. Schritt**        Bestimmung elektromechanischer, pneumatischer und hydraulischer Komponenten, sowie die Auswahl der Stellantriebe, Ventile und Kleinmotore. *Auswahl der Komponenten, der im Projekt benötigten Antriebe, Ventile uns., Schülergruppen erhalten projektbezogene Einzelaufträge.*
- 5. Schritt**        Zuordnung der Bauformen, der Betriebsarten und Schutzgrade. *Gerätebezogenes Arbeiten, konkretes Eingehen auf Elemente der Sortieranlage*
- 6. Schritt**        Bestimmung der Regler und die Auswahl dieser *Gerätebezogenes Arbeiten, aus Fertigungsunterlagen Regler bestimmen*

#### Lernsituation 8.2:                    **Zusammenfügen der Gerätekomponenten, in Betriebnehmen und Prüfen**

- 1. Schritt**        Bestimmung der Verbindungs- und Anschluss technik, arbeiten nach Geräteanschlussplan. *Gruppenarbeit mit Planungsunterlagen*
- 2. Schritt**        Überprüfen der mechanischen Beanspruchung und der Strombelastbarkeit, sowie der Störstrahlsicherheit. *Einhaltung der Technischen Normen,- Werten, -Vergleichen*
- 3. Schritt**        Überprüfen der Isolationsklasse und der Schutzgrade, Messung der Schutzmassnahme, des Isolationswiderstandes, Motorschutzes sowie der Entstörung. *Laborunterricht, Schülergruppen weisen nach!*

#### Lernsituation 8.3:                    **Bewertung der Geräteerstellung**

- 1. Schritt**        Erkennen von Fehlfunktionen und Defekten. *Schülergruppen erkennen Fehler an simulierter Sortieranlage*
- 2. Schritt**        Vergleich mit technischen Unterlagen und Dokumentationen, messtechnische Fehlereingrenzung, Messwertauswertung, sowie Schaltungsanalyse. *Gerätebezogenes Arbeiten, Schülergruppen arbeiten nach Kriterien der Qualitätssicherung*
- 3. Schritt**        Bewertung des technologischen Ablaufs mit der Maßgabe der Einhaltung der Sicherheitsvorschriften, der Kostenoptimierung und der Qualitätssicherung. *Vorbereitung der Präsentation*
- 4. Schritt**        Erstellen und Präsentieren einer Gerätedokumentation und Bedienungsanweisung.

## Fachstufe 2

### Lernfeld 9: Geräte und Systeme in Stand halten

Richtzeit: 100 Stunden - davon mindestens 40h gerätebezogenes Arbeiten

#### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- nehmen Aufträge zur Wartung und Inspektion entgegen und planen notwendige Wartungs- und Inspektionstätigkeiten.
- führen Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen an Geräten und Systemen durch. Bei Reparaturbedarf informieren sie die Kunden. Sie nehmen Aufträge zur Reparatur an und grenzen im Kundengespräch mögliche Fehler ein.
- planen Arbeitsschritte zur Durchführung von Reparaturaufträgen. Sie analysieren die Geräte bis auf die Bauelementeebene. Dazu verwenden sie auch englischsprachige Dokumentationen. Sie prüfen das Betriebsverhalten und messen Ein- und Ausgangssignale an Schnittstellen. Sie dokumentieren die elektrischen Größen und Daten.
- protokollieren Fehlfunktionen. Sie planen die systematische Fehlersuche, führen sie durch und entscheiden nach ökonomischen Aspekten über die Art der Fehlerbehebung.
- wechseln defekte Komponenten aus, entsorgen sie fachgerecht und nehmen die Geräte in Betrieb. Sie wählen geeignete Prüfalgorithmen, wenden in allen Reparaturschritten die sicherheitstechnischen Schutz- und Prüfvorschriften an und erstellen Prüfprotokolle.
- übergeben die Geräte und Systeme den Kunden, informieren dabei über gesetzliche Auflagen der Instandhaltung und bieten Wartungs- und Serviceverträge an.
- führen Fehleranalysen durch. Sie schlagen Veränderungen in der Dimensionierung von Bauelementen und Veränderungen im Herstellungsprozess vor.

#### Inhalte

#### Zeitrichtwerte

##### Normen und Richtlinien der Instandhaltung (standards and guidelines for maintenance)

10 h

- Begriffsklärungen
  - Soll-, Ist-Zustand
  - Instandhaltung, Wartung, Inspektion, Instandsetzung
- DIN-Normen und daraus resultierende Mess- und Prüfgeräte
  - DIN VDE 0702, DIN VDE 0805, DIN 0108, DIN 31051/03-06

##### Prozessabbild, Servicemanual, Datenblätter (processimage, servicemanual, informationsheets)

- Wartungs- und Instandhaltungspläne, Abläufe, Prüffristen
- Kalkulation von Wartungsmaßnahmen
- Datensichtung mit Funktionsbeschreibungen, Bedienungsanleitungen,
- Datenblättern, Kennlinien

##### Schaltungsanalyse auf Baugruppen- und Bauelementebene (circuitanalysis at device and componentlevel)

30 h

(davon ca. 10 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Analyse und Funktionsbeschreibungen
  - Gerät
    - Funktionseinheit
      - Baugruppe
        - Bauelement
- Ausgewählte Stromlaufpläne, Baupläne, Layouts

### **Fehlersuchstrategien** (troubleshooting strategies)

**40 h**  
**(davon ca. 30 h gerätebezogenes Arbeiten)**

- Fehlererkennung
- Fehlerbeschreibung, Vergleich Soll- / Ist-zustand
- Fehlereingrenzung
- Systematische Fehlersuche
- Dokumentation, Fehlerprotokoll
- Fehlerbehebung, Art und Weise
- Dimensionierung, Auswahl, Arbeitsschritte
- Reparatur
- Wiederinbetriebnahme

### **Ausfallursachen** (reasons for break-down)

**20 h**

- Benennung und Dokumentation von Ursachen
- Vorschlägen von Veränderungen
- Ökologische und ökonomische Kalkulation

### **Entsorgung** (disposal of electric devices)

- Möglichkeiten, Entsorgungspraxis für Elektrogeräte
- Abfallrecht
- Entsorgungsrichtlinien, allgemein und regional
- Ökologische und ökonomische Kalkulation
- Organisation und Planung

### **Qualitätsmanagement** (quality management)

- Arbeitspläne, Checklisten, Arbeitsanweisungen
- Auftragsannahme, Übergabe an den Kunden
- Zertifikate
  - ISO 9001:2000; Abs. 4.19, Abs. 8
  - ISO 14001:1996; Abs. 4.5, Abs.7.5

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

Projektbeispiel „Fehlerbehebung an einem defekten elektronischen Gerät“

*Je nach technischer Ausrüstung kann dieses an realen Objekten (Geräte der Unterhaltungselektronik, Messgeräte, Haushaltsgeräte, Industriergeräte regionaler Hersteller) oder an Experimentiersystemen (Elektronikboards, Steuerungen, modulare Produktionssysteme) entsprechender Lehrmittelhersteller erfolgen.*

### Lernsituation 9.1:                    **Untersuchen des Gerätes**

- 1. Schritt**            Erstellen eines Kundenauftrages zur Fehlerbehebung
- Analyse des Gerätes
  - Einschätzen des materiellen und zeitlichen Aufwandes
  - Beratungsgespräch
  - Kundenauftrag
- Vertiefung bereits bekannter Vorgehensweisen und Erfüllung auf neuem Niveau.*
- 2. Schritt**            Erkennen funktionaler Zusammenhänge
- Sichtung von Stromlauf- und Bauplänen, Bedienungsanleitungen
  - Erkennen bekannter Funktionseinheiten, Baugruppen und Bauelemente und deren Zusammenspiel
- Wiederholung, Vertiefung und Ergänzung analoger und digitaler Schaltungen. Gruppenarbeit möglich.*

### Lernsituation 9.2:                    **Durchführung eines Reparaturauftrages**

*gerätebezogenes Arbeiten*

- 1. Schritt**            Fehlersuche und Eingrenzung
- Demontage mechanischer Teile
  - Festlegung und Dokumentation der Vorgehensweise
  - Anwendung verschiedener Prüf- und Messverfahren
- 2. Schritt**            Behebung des Fehlers
- Analyse des Fehlers
  - Auswahl und Dimensionierung der Bauelemente
  - Austausch des defekten Teiles unter Berücksichtigung unterschiedlicher Verbindungstechniken
- Dieser Arbeitsgang ist als Simulation durchführbar!*
- 3. Schritt**            Wiederinbetriebnahme
- Einhaltung entsprechender Schutzmaßnahmen
  - Bestimmen der Betriebsparameter
  - Montage mechanischer Teile
- Wiederholung, Vertiefung und Ergänzung elektronischer Bauelemente.  
Durchführung von Prüfungen und Messungen unter Anleitung mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad.  
Gruppenarbeit möglich.*

### Lernsituation 9.3:                    **Dokumentation und Übergabe**

- 1. Schritt**            Dokumentation
- Reparaturprotokoll, Prüfprotokoll, DIN VDE 701
  - Analyse von Fehlerquellen und Ausfallursachen
  - Einhaltung von Qualitätsstandards
- 2. Schritt**            Übergabe
- Kundengespräch
  - Rechnungsstellung
  - Empfehlungen zur Entsorgungspraxis
- Vertiefung bereits bekannter Vorgehensweisen und Erfüllung auf neuem Niveau.*

## Lernfeld 10: Fertigungsanlagen einrichten

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

### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren für das Einrichten produktions- und verfahrenstechnischer Systeme das Zusammenwirken der Komponenten im Fertigungsprozess.
- planen nach Vorgaben Änderungen im Steuerungsprozess, stimmen den Arbeitsablauf mit vor- und nachgelagerten Bereichen ab und erstellen Planungsunterlagen.
- passen Steuerungsprogramme an und nehmen Einstellungen und Justierungen vor. Sie nehmen Fertigungsanlagen in Betrieb und kontrollieren deren Funktion. Sie optimieren Fertigungsprozesse und dokumentieren die Änderungen.
- wählen bei Störungen und Sollwertabweichungen Prüf- und Messverfahren zur Ursachenfindung aus und wenden diese an. Sie lokalisieren und beurteilen die Fehler, suchen und bewerten Lösungswege zur Fehlerbeseitigung und beheben die Fehler.

### Inhalte

### Zeitrichtwerte

#### **Automatische Steuerungen anhand ihrer strategischen Arbeitsweise für Teile von Fertigungsprozessen begründet auswählen.**

**10 h**

*(Choose reasonable automatic controls according to their strategic way of work for parts of production processes)*

- offener/geschlossener Wirkungsablauf (Signalfluss)
- Vorgaben zur Zielerreichung (Sollwerte, Zeitplan, Führung durch Prozessgrößen)
- Verarbeitung analoger/digitaler Signale (ggf. Wandlung)
- Bedeutung von Zeitkennwerten (Zeitverzögerungen, Laufzeiten, Echtzeit)

#### **Entwurf von Verknüpfungssteuerungen nach technologischen Vorgaben und deren praxisnahe Realisierung**

**40...50 h**

*(Sketch of combination controls according to technological measures and their practical realisation)*

**(davon ca. 15 h gerätebezogenes Arbeiten)**

- Synthese von Verknüpfungssteuerungen mit z.B. KV-Diagrammen
- Realisierung als VPS (verdrahtungsprogrammierte Steuerung) mit einer vorgegebenen Schaltkreistechnologie (z.B. TTL)
- Realisierung mit SPS – Programmierung von SPS gemäß IEC 61131-3 mit AWL (Anweisungsliste), ST (Strukturiertem Text), KOP (Kontaktplan), FBS (Funktions-bausteinsprache) und AS (Ablaufsprache)
- Dokumentation der Ergebnisse

#### **Realisierung von automatischen Steuerungen für Fertigungsprozesse**

**20...30 h**

*(Realisation of automatic controls for production processes)*

**(davon ca. 5 h gerätebezogenes Arbeiten)**

- Einsatz elektrischer, pneumatischer und hydraulischer Stellglieder
- Betriebssicherheit in automatischen Steuerungen – Erreichung eines gefahrlosen Zustandes bei unsicheren Betriebszuständen, sicheres Ausschalten
- Einbeziehung von Überlegungen zum Unfallschutz in automatisierten Fertigungsprozessen (Sicherheitsschaltungen, Schutzvorrichtungen, Absperrungen, Schutzräume, mechanische Schutzgitter, Lichtgitter, Zweihandbedienungen etc.)
- Einbeziehung von Überlegungen zur Sicherung der Produktqualität in automatischen Fertigungsprozessen (automatisiertes Messen und Prüfen)
- Einflüsse von Qualitätsmanagementsystemen auf betriebswirtschaftliche Kennwerte des Produktionsprozesses

## Die Umsetzung der Vorgegebenen Ziele und Inhalte kann z.B. anhand des nachfolgenden Projektes realisiert werden:

**Projektbeispiel „Komplexere Fertigungsanlage – numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine mit automatisierter Bestückung und Prüfung“**

Projektbeschreibung

Eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine mit z.B. einer automatischen Bestückung und Entnahme durch einen einfachen Industrieroboter oder eine Handhabeeinrichtung sowie eine automatisierte Prüfung des gefertigten Werkstückes ist eine übersichtliche Produktionsanlage, in der verschiedene Komponenten beim Fertigungsprozess steuerungstechnisch zusammenwirken müssen.

### **Lernsituation 10.1: Überblick über die Produktionsanlage und Analyse der steuerungstechnischen Aufgabenstellungen**

- 1. Schritt**      **möglichst genaue Beschreibung und Illustration der Produktionsanlage sowie des geplanten Produktionsablaufs durch Dokumentationen und Präsentationen**
  - Einsatz von Dokumentationen und Prospekten
  - Genaue Klärung des beabsichtigten Produktionsablaufs und der gewünschten Produkteigenschaften
  
- 2. Schritt**      **Herausarbeiten von geeigneten Steuerungsaufgaben und deren Zuordnung zu Steuerungsarten**
  - Offene und geschlossene Steuerungen
  - Festwert-, Programm- und Führungssteuerungen
  - Analoge und digitale Steuerungen
  - Signalflossbilder und Arbeitsweise (Führungs- und Störungsverhalten)
  - Einfluß von Laufzeiten und Zeitverzögerungen
  
- 3. Schritt**      Gütekriterien von Steuerungen
  - Kennwerte
  - Ableitung von Anforderungen an Regel- und Stellglieder

*Je nach sächlicher Ausstattung Simulationssoftware oder Modellsteuerungen einsetzen*

### **Lernsituation 10.2: Umsetzung ausgewählter digitaler Steuerungsaufgaben an der Produktionsanlage**

- 1. Schritt**      Methoden zur Aufstellung der Schalt- und Steuerfunktion für digitale Steuerungen
  - KV-Diagramme
  - Schaltalgebra
  - Synthese von kombinatorischen Schaltnetzen
  - Synthese von sequentiellen Schaltsystemen

*(Siehe auch <http://www.kw-software.de> → Produkte → Multiprog → IEC 61311)*
  
- 2. Schritt**      Technische Realisierung der gefundenen Schaltfunktionen für die kombinatorischen und sequentiellen Schaltnetze
  - Realisierung als verdrahtungsprogrammierte Steuerung z.B. mit TTL-Gattern
  - Realisierung mit speicherprogrammierbaren Steuerungen unter besonderer Beachtung des Prinzips der Drahtbruchsicherheit
  - Fehlersuche und Fehleranalyse (*selten wird der erste Entwurf komplett richtig sein und funktionieren*)

*Je nach sächlicher Ausstattung Simulationssoftware und/oder SPS einsetzen*
  
- 3. Schritt**      Untersuchung und Beachtung sicherheitsrelevanter Aspekte
  - Drahtbruchsicherheit
  - Gefahrloser Zustand bei Ausfall der Versorgungsenergie
  - Sicheres Ausschalten
  - Gefahrenvermeidung durch Sichern des Arbeitsbereiches vor unberechtigtem Betreten und Hantieren durch Schutzgitter, Lichtgitter,

*(s. EN 1050 / EN 292 1-2 bzw. EN 12100 1-2) (s. auch <http://www.ibf.at>)  
viele Hinweise sind auch bei <http://www.pilz.com> zu finden*

**Lernsituation 10.3:            Maßnahmen zur Qualitätssicherung in der Produktionsanlage z.B. durch Automatisierung der Messung und Prüfung an den Werkstücken**

- 1. Schritt**      Überlegungen zum Einfluss vom Qualitätsmanagement auf betriebswirtschaftliche Kennwerte des Produktionsprozesses.
- Einflussfaktoren und -größen auf die Produktqualität
  - Zehnerregel der Fehlerkosten
  - Qualitätssicherungsnormen (DIN ISO 9001:2000)
- 2. Schritt**      Überlegungen zur Qualitätssicherung in der Produktionsanlage z.B. durch automatische Messeinrichtungen
- Pneumatische Messeinrichtungen
  - Elektrische Messeinrichtungen
  - Elektronische Messeinrichtungen
- 3. Schritt**      Dokumentation des Qualitätssicherungssystems gemäß DIN ISO 9001



## Lernfeld 11: Prüfsysteme einrichten und anwenden

Richtzeit: **100 Stunden - davon mindestens 20 h gerätebezogenes Arbeiten**

### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren Hardwarestruktur und Wirkungszusammenhänge zwischen den Komponenten von Prüfsystemen in einem Fertigungsprozess. Sie ermitteln prinzipiellen Aufbau, Aufgaben und Zusammenwirken der Komponenten der Steuereinheit sowie die charakteristischen Merkmale der Hardwareschnittstellen.
- planen die Einrichtung und Anpassung von Prüfsystemen nach Lasten- und Pflichtenheften.
- planen die Softwarestruktur von Prüfsystemen und die Arbeitsorganisation zur Programmerstellung. Sie richten die Entwicklungsumgebung ein und verwenden dabei auch englischsprachige technische Unterlagen. Sie überprüfen die Funktionsfähigkeit der Soft- und Hardwarekomponenten.
- modifizieren und ergänzen bestehende Prüfprogramme. Sie programmieren Testroutinen zur Erfassung analoger und digitaler Daten und der Reaktion von Systemen und Fehlern.
- werten Prüfergebnisse für die Qualitätssicherung der Produkte und die Optimierung des Fertigungsprozesses aus.
- erstellen Dokumentationen von angepassten Prüfsystemen und präsentieren die Arbeitsergebnisse bei der Abnahme.

### Inhalte

### Zeitrichtwerte

#### Prozessabbild (process figure)

6 h

- Technische Dokumentationen lesen und anwenden können unter Berücksichtigung des Prozessablaufes
- Messabläufe dokumentieren und auswerten
- Arbeitsanweisungen beachten und umsetzen

#### Programmialgorithmen, Entwurfsdarstellungen, Programmerstellung

20 h

(programming algorithm, design notation, draw up of program)

(davon ca. 4 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Testen der Software
- Strukturierung der Programme
- Lesbarkeit der Programmstrukturen
- Programmieren mit Programmiersprachen
- Schreiben von kleinen Programmen (schrittweise)
- Herangehensweise PAP, Dokumentation

#### Signal- und Leistungsanpassung

10 h

(matching for signal and for power transfer)

(davon ca. 4 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Adaptierung von Baugruppen
- Systemaufbau und Mobilität für Prüfsysteme
- Kontaktierung von Baugruppen und Messen elektrischer Größen
- Spannungs- Strom- und Frequenzmessung
- Spannungsverläufe
- Pegelmessung
- Brummspannung
- zeitliche Verläufe

**Zusatzprüfungen, Klimasimulation, BURN-IN**  
(additional tests, climate simulation)

20 h

(davon ca. 4 h gerätebezogenes Arbeiten)

- ESD – Prüfung
- Hochspannungsprüfung
- Kenntnisse über Netzteilarten
- Auswahlkriterien für Netzteile
- Restwelligkeit
- Entstörmaßnahmen
- Schaltnetzteile
- lineare Spannungsregler
- SSV – Systeme → Sicherheits – Stromversorgungssysteme
- Klimasimulation
- Feuchtigkeit
- Temperatur
- Stossempfindlichkeit
- Sprühsäureempfindlichkeit
- Langzeituntersuchungen
- Verpackungen

**Bussysteme (bus systems)**

15 h

(davon ca. 4 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Ethernet, Adressierung, Protokolle
- Schnittstellen zwischen Messeinrichtung und zu prüfendem Medium
- Schnittstellen Digital/Analog-Wandler und Analog/Digital-Wandler an Eingängen und Ausgängen von Baugruppen
- Aufgaben und Arten von Schnittstellen
- Schnittstellen für Eingabegeräte und Ausgabegeräte
- parallele Schnittstelle
- serielle Schnittstelle
- V.24 – Schnittstelle (RS 232)
- USB – Schnittstelle
- LWL – Signalübertragung
- Ablauf des Datenaustausches

**Diagnosewerkzeuge, Debugger (diagnosis tools, debugger)**

15 h

(davon ca. 4 h gerätebezogenes Arbeiten)

- PC – Messtechnik
- Messsoftware
- Datenerfassungssysteme
- Koordinierungsmodule zum Anpassen des Signals zur Weiterbearbeitung
- Modulation, Demodulation / Analog, Digital
- Verhalten von Leitungen bei hohen Frequenzen

**Prüfverfahren als Methoden des Qualitätsmanagements**  
(testing techniques as methods of quality management)

14 h

- Normen für Sicherheit
- CE – Zeichen
- Störstrahlung
- EMV
- Prüfverfahren unter Berücksichtigung des Prüfsiegels ISO 9001:2000
  - Punkt 4.2.4
  - Punkt 7.1; 7.2; 7.5 d,e; 7.6
  - Punkt 8
- Fehlersuche
- Systematik – Abläufe
- Fehleranalyse
- Fehlersuche nach Systematik durch Debugger
- Single-Step-Betrieb

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

Projektbeispiel „ Konzipierung eines Prüflabors mit Komponenten von Prüfgeräten und Prüfsystemen zum Aufbau und Zusammenwirken von Prüfabläufen im Fertigungsprozess“

### Lernsituation 11.1:            **Ermittlung der benötigten Mess- und Prüfmittel zur Aufnahme der erforderlichen Werte und Parameter nach Gerätetyp**

- 1. Schritt**      Analyse der technischen Dokumentation über die funktionalen Abläufe des zu prüfenden Gerätes
  - Planen der Struktur des Prüfsystems nach Vorgabe durch den Fertigungsprozess
  - Auswahl der für die Funktionskontrolle notwendigen Mess- und Prüfmittel
  - Festlegen notwendiger Parameter zur Erfassung der geforderten Daten
  - Auswahl von Programmiersprachen zur Durchführung der jeweiligen Prüfung
  
- 2. Schritt**      Ermittlung der funktionalen Zusammenhänge einzelner Baugruppen in Bezug auf verschiedene Spannungsversorgungen
  - Auswahl geeigneter Mess- und Prüfeinrichtungen
  
- 3. Schritt**      Festlegen von Sicherheitsmerkmalen in Bezug auf äußere Einflüsse
  - Gerätespezifische Auswahl der Prüfsysteme

### Lernsituation 11.2:            **Verknüpfung und Zusammenwirken verschiedener Mess- und Prüfeinrichtungen mit dem zu prüfendem Gerät**

- 1. Schritt**      Ermittlung von Verbindungsmöglichkeiten zwischen den Baugruppen
  - Kontaktierungsarten erkennen und Baugruppen zu Prüfsystemen zusammenstellen
  - Adaptierungsmöglichkeiten ermitteln und Verbindungen festlegen
  
- 2. Schritt**      Kontrolle der Kompatibilität verwendeter Baugruppen und Messeinrichtungen
  - Festlegen der Prüfstruktur durch Planung des Prüfablaufs

*2. Ebene der QM-Dokumentation, Verfahrensanweisungen beachten Darstellung zur Umsetzung von Forderungen*
  
- 3. Schritt**      Festlegen von Toleranzgrenzen
  - Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Soft- und Hardwarekomponenten
  - Vorgabe des Prüfablaufes unter Berücksichtigung klimatischer Bedingungen

*3. Ebene der QM-Dokumentation, Präzise Arbeitsunterlagen für den jeweiligen Arbeitsplatz*

### Lernsituation 11.3:            **Durchführung des Prüfauftrages nach Prüfvorschrift**

- 1. Schritt**      Programmieren von Testroutinen zur Erfassung analoger und digitaler Daten
  - Programmabläufe überwachen, Daten analysieren und auswerten
  - gemessene Werte in Prüfprotokolle übernehmen, vergleichen und bewerten
  
- 2. Schritt**      Schrittweise Überprüfung der Gerätekomponenten nach Prüfvorschrift
  - Ermittlung der Komponenten unter Berücksichtigung des Prüfsiegels ISO 9001
  - Gesamtfunktionsprüfung und Bewertung des Gesamtergebnisses

*Betriebliche Anforderungen (Prüfvorschriften) beachten, QM-Handbuch anwenden*
  
- 3. Schritt**      Bei Nichterreichen des geforderten Gesamtprüfergebnisses Fehlersuche nach Systematik
  - Fehleranalyse
  - Fehlerbehebung und Kontrolle der Gesamtfunktion

## Lernsituation 11.4:

## Dokumentation des Prüfergebnisses

- 1. Schritt** Erfassen von Fehlerursachen zur Vermeidung nachfolgender Fehlfunktionen  
Erstellen des Prüfprotokolls und Dokumentation der Funktion des geprüften Gerätes nach Normen der Elektrotechnik (z.B. CE- Zeichen, Störstrahlung, EMV)
- Erstellen einer technischen Dokumentation zur Funktion des Gerätes EG- und EU-Richtlinien
  - Beachtung von EMV-Gesetz und GSG-Verordnung
- 2. Schritt** Übergabe des geprüften Gerätes an den Auftraggeber
- Untersuchung zum kostenmäßigen Aufwand des Prüfablaufes und Analyse zur Verbesserung des Prüfprozesses

## Lernfeld 12: Geräte und Systeme planen und realisieren

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

### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- bearbeiten Projekte für Geräte, Systeme und deren Komponenten aus dem Spektrum berufstypischer Kundenaufträge. Sie definieren Projektziele, beschaffen Informationen, strukturieren Teilaufgaben und analysieren diese auch im Hinblick auf ihre Realisierungsmöglichkeiten.
- entwickeln praxismgerechte Lösungen. Sie erstellen technische Unterlagen, Arbeitsorganisations- und Zeitmodelle und kalkulieren die Kosten.
- realisieren das Projekt und dokumentieren ihre Arbeit. Sie analysieren und bewerten in Intervallen den Projektfortschritt.
- reflektieren und beurteilen den Projektverlauf und die Arbeitsergebnisse unter arbeitsorganisatorischen, technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekte. Sie rechnen Material, Ersatzteile und Arbeitszeit ab. Sie beteiligen sich aktiv an Verbesserungsprozessen und am Vorschlagswesen ihres Tätigkeitsbereiches.
- präsentieren ihre Ergebnisse. Sie demonstrieren die Funktion der Geräte und Systeme und weisen Kunden in die Nutzung ein.
- reflektieren ihre beruflichen Lern- und Arbeitsprozesse. Zur Weiterentwicklung ihrer Kompetenzen und Qualifikationen, nutzen sie geeignete Qualifizierungsmöglichkeiten sowie unterschiedliche Lerntechniken und -medien.

### Inhalte

### Zeitrichtwerte

#### Kundenauftrag (customer order )

10 h

- Lastenheft, Angebotsanforderung
- Pflichtenheft, technische Lösungen
- Planungsinstrumente
- Vertrag, Auftragserteilung
- allgemeine Geschäftsbedingungen

#### Projekt- und Produktmanagement (project management and product management)

10 h

- Projektgruppe, Projektleiter
- Projektmanagement, Teilkompetenz, zeitliche Befristung
- Projektstrukturplan
- Projektkoordination
- reine Projektorganisation
- Strukturen

#### Gerätebau, Design, Ergonomie (equipment making, design, ergonomics)

10 h

- Gerätesicherheitsgesetz GSG
- Verordnungen der Berufsgenossenschaft BGV  
Ergonomie, arbeitsmedizinische Begriffe , Beanspruchung, Belastung  
Bedienbarkeit, Farbgestaltung, Licht  
körpergerechte Maße, Bildschirmplätze

#### Schutzmaßnahmen (protective devices )

20 h

(davon ca. 20 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Sicherheit elektrischer Geräte, Anforderungen, DIN IEC60335-1
- Prüfung der elektrischen Sicherheit DIN EN 60950-1 VDE 0805 T1  
Einrichtungen der Informationstechnik- Sicherheit Teil 1 allgemeine Anforderungen
- Prüfung der elektrischen Sicherheit DIN EN 50116 VDE 0805 T116  
Einrichtungen der Informationstechnik Stückprüfung für die Fertigung in bezug auf elektrische Sicherheit
- Instandsetzung elektrischer Geräte, DIN VDE 0701, Reihenfolge nach DIN VDE 0404
- Wiederholungsprüfung an elektrischen Geräten, DIN VDE 0702
- Schutzart, Merkmale , Kennzeichnung

- Sicherungen, Geräteschutzsicherungen, rückstellende Sicherungen
- Überspannungsschutz, DIN VDE0185-1
- Schutzmassnahmen bei Batterieanlagen,
- Strahlenschutz, Strahlenschutzverordnung (Strl.SchV) 86-12
- Brandschutz

**Qualität, Qualitätsmerkmale, Qualitätsziele** (quality, quality signs, quality purposes )

**10 h**

- Qualitätssicherungssysteme nach DIN ISO 9001:2000
- Prüfplanung, Prüfausführung, Prüfdatenverarbeitung
- Planungsschritte und Ausgangsinformationen
- Prüfhäufigkeit, Auswertung von Fehleranteilen

**Kostenkalkulation und –abrechnung** (costs calculation and costs account )

**10 h**

- betriebliche Leistungsherstellung
- fixe Kosten , variable Kosten
- Kosten und Wirtschaftlichkeit
- Materialbereich, Verwaltungsbereich, Vertriebsbereich
- Zuschlagskalkulation, Kostenarten
- Angebot, Rechnung

**Projektpräsentation** (project presentation)

**10 h**

- Präsentationsstruktur
- Präsentationsziele, Vorbereitung, Durchführung,
- Gestaltungsregeln anwenden
- Feedbackregeln anwenden

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

Projektbeispiel: „ Der Kundenauftrag, eine Erweiterung des Netzteiles für die Antriebseinheit soll betrieblich, sicherheitstechnisch und kostendeckend erarbeitet werden “

### Lernsituation 12.1:            **Bearbeitung des Projekts „Kundenauftrag - Erweiterung Netzteil für Antriebseinheit“**

- 1. Schritt**            Vertraut machen mit der Projektstruktur und Festlegen der Strukturpläne  
1. aus technischer Sicht  
2. aus Bearbeitungssicht  
*Gruppenunterricht zur aufgaben gemäßen Strukturierung des Projekts  
Was ist zu tun ?*
- 2. Schritt**            Festlegen der Anforderungen und Vergabe der Teilaufgaben zur Projektstruktur  
*Vergabe überschaubarer Teilaufgaben zur Erarbeitung der neuen Netzteilanforderungen*
- 3. Schritt**            Bearbeitung des Projekts aus Sicht der Produktion  
*Festlegen der Realisierungsstruktur (Fertigung), Bestellung von Bauteilen und Komponenten, Durchführung der Montage*
- 4. Schritt**            Bearbeitung der Kostenstruktur - Materialkostenbeurteilung des Projekts  
*Schülergruppen stellen Kosten aus Katalogen und Datenbanken auf*
- 5. Schritt**            Entwicklung einer praxismgerechten Lösung und Anfertigen technischer Unterlagen  
*Schüler entwickeln eine Produktstruktur und gliedern technische Details auf.*
- 6. Schritt**            Entwicklung der Arbeitsorganisation, erstellen von zeitlichen Abläufen  
*Schüler entwickeln sorgfältig den Ablauf des Zusammenbaus und der Montage der Baugruppen unter Vorgabe von Zeitabläufen.*
- 7. Schritt**            Bearbeitung der Kostenstruktur – Arbeitszeitkosten des Projekts  
*Schüler ermitteln Kosten für Zusammenbau und Montage*

### Lernsituation 12.2:            **Bearbeitung des Prozessanweisung „Sicherheitsprüfung - Netzteil für Antriebseinheit“**

- 1. Schritt**            Erstellen der Prozessanweisung VDE Prüfprotokoll (Netzteil für Antriebseinheit)  
*Festlegung der allgemeinen Abnahmedaten, Beachtung der VDE Reihenfolge*
- 2. Schritt**            Erstellen der Prozessanweisungsschritte für das VDE Prüfprotokoll (Netzteil für Antriebseinheit)  
*Festlegen der Prüfschritte in der Prozessanweisung, Schülergruppenlegen Prüfschritte fest nach DIN Vorgabe*
- 3. Schritt**            Erstellen der Prüfmethden für die Antriebseinheit  
*konkrete Benennung der Baueinheiten, Anschlüsse, Verkabelungen und mechanischer Details, Schüler, setzen DIN VDE um in konkrete Vorgaben.*
- 4. Schritt**            Erstellen der Sollvorgaben für einzelne Prozessanweisungsschritte  
*Schüler legen Ausprägungsgrade und zu messende Toleranzen fest*

**5. Schritt** Einbeziehung der Vorgaben zur DIN EN ISO 9001:2000 zu den Prozessanweisungsschritten „Sicherheitsprüfung“

**Inhalt:**

1. Forderungen an das QM System
2. Qualitätspolitik und -ziele
3. Qualitätsplanung
4. Bewertung des QM – Systems
5. Kundenforderungen

**Bezug zur ISO 9001:2000**

- (4.1)  
(5.3, 5.4.1)  
(5.4.2)  
(5.6)

(7.2)

*Schüler arbeiten mit einer Kurzinformation zur ISO 9001:2000 und definieren ihre Prozessanweisungsschritte aus Schritt 1 und Schritt 2 zu einer ISO 9001 gerechten Organisationsstruktur  
Durchführung von Prüfabläufen*

**Lernsituation 12.3:            Bearbeitung des Kostenabrechnung „Erweiterung - Netzteil für Antriebseinheit“**

**1. Schritt** Festlegen der Kostenrechnungsart , Beachtung betrieblicher Gegebenheiten  
*Schüler legen Kostenfaktoren fest aus der Vorgabe von Datenbanken oder anderer Quellen , Kataloge usw.*

**2. Schritt** Durchführung der Zuschlagskalkulation, Beispielrechnung  
*Schüler führen Kostenrechnung durch, und legen Angebotspreis fest*

**3. Schritt** Präsentation der Ergebnisse  
*Selbständige Schülerarbeit bei der Vorbereitung und Durchführung der Präsentation der des Netzteiles*



## Lernfeld 13: Fertigungs- und Prüfsysteme in Stand halten

Richtzeit: **60 Stunden - davon mindestens 10 h gerätebezogenes Arbeiten**

### Ziele:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- entwickeln Instandhaltungskonzepte für produktionstechnische Anlagen und Systeme. Sie strukturieren die Instandhaltungsmaßnahmen. Sie planen die Instandhaltungsmaßnahmen in Abhängigkeit vom und in Abstimmung mit dem Produktionsprozess und beachten grundlegende Normen des Qualitätsmanagements.
- beschaffen Informationen über die instandzuhaltenden Komponenten und analysieren diese. Sie legen die Art der Instandhaltungsmaßnahmen und deren Intervalle fest und erstellen Instandhaltungspläne.
- führen Inspektionen und Wartungen an produktionstechnischen Anlagen und Systemen durch. Sie prüfen die Einhaltung der geforderten Qualitätsziele und das Betriebsverhalten. Sie protokollieren die durchgeführten Maßnahmen.
- entscheiden zur Erhöhung der Prozesssicherheit über Maßnahmen der vorbeugenden Instandsetzung. Bei auftretenden Fehlfunktionen planen sie die Fehlerbehebung. Sie treffen ihre Entscheidungen nach Kostenkalkulation unter ökonomischen Aspekten.
- führen Fehler- und Verschleißanalysen durch und dokumentieren sie. Sie schlagen zur Erhöhung der Prozesssicherheit Veränderungen an konstruktiven Anlagenkomponenten und Prozessabläufen vor. Sie sichern die Qualität der Produkte und Prozesse und tragen damit zum Unternehmenserfolg bei.

### Inhalte

### Zeitrichtwerte

#### Instandhaltungskonzepte (maintenance concepts)

10 h

- Grundsätze der Instandhaltung
- Elemente der Instandhaltung
  - vorbeugende Instandhaltung (präventiv)
  - Instandsetzung nach Ausfall (korrektiv)

#### Instandhaltungsmanagement (maintenance management)

15 h

(davon ca. 5 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Zustand von Betriebsmitteln feststellen
- Nutzungsstruktur von Betriebsmitteln
- Zeitfenster für Instandhaltung erfassen
- Instandhaltungspläne erstellen

#### Fertigungs- und Prüfeinrichtungen (equipment for production and testing)

5 h

- Dokumente von Fertigungs- und Prüfeinrichtungen erfassen
  - Arbeitsanleitungen
  - Abnutzungsvorrat
  - Wartungsvorschriften
  - Inspektionen

#### Soll-Ist-Vergleich (debit-credit-comparison)

5 h

(davon ca. 2 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Zustandsanalyse
- Ausfallstatistik
- Ursachenbestimmung der Abnutzung

### **Qualitätsmanagement** (quality management)

10 h

- Normen des Qualitätsmanagement DIN EN ISO 9000 ff
- Qualitätskontrolle
- Systematische Qualitätssicherung
- Entwicklung von Qualitätsmanagement-Plänen
  - Prüfpläne
  - Prüfanweisungen

### **Fehler, Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse** (fault, fault analysis)

10 h  
(davon ca. 3 h gerätebezogenes Arbeiten)

- Fehlererkennung
- Fehlerbeschreibung
- Fehlereingrenzung
- Ursachenanalyse zur Fehlervorbeugung

### **Wirtschaftlichkeit** (economy)

5 h

- Kostenermittlung
  - Produktionsausfallkosten
  - Wartungskosten
- Kostenrechnung

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

### Projektbeispiel „Instandhaltung eines SMD-Bestückungsautomaten“

#### Lernsituation 13.1:            **Aufgabenstellung erfassen**

- 1. Schritt**      Erfassen von Dokumenten zur Funktion und Wartung des Bestückungsautomaten  
*Gruppenarbeit*
- 2. Schritt**      Analyse von Einsatz und Betriebszeiten der Maschine  
*Betriebsbesuche, Lernkooperation*
- 3. Schritt**      Ausfallhäufigkeit und Reparaturzeiten nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilen

#### Lernsituation 13.2:            **Instandhaltungsplan entwickeln**

- 1. Schritt**      Kenntnisse über Normen des Qualitätsmanagement erarbeiten  
*Gruppenarbeit*
- 2. Schritt**      Instandhaltungskonzept entwickeln und in einzelne Element gliedern  
*Unterrichtsgespräch*
- 3. Schritt**      Bildung von Arbeitsgruppen zu den einzelnen Elementen  
*Auszubildende bilden Arbeitsgruppen*
- 4. Schritt**      Arbeitsgruppen erarbeiten ihre Elemente  
*Gruppenarbeit*

#### Lernsituation 13.3:            **Präsentation und Überarbeitung des Instandhaltungs- konzeptes**

- 1. Schritt**      Jede Arbeitsgruppe präsentiert ihre Elemente des Gesamtkonzepts  
*Präsentation*
- 2. Schritt**      Die Ergebnisse der Gruppen werden in der Klasse diskutiert  
*Diskussion*
- 3. Schritt**      Gesamtes Instandhaltungskonzept wird präzisiert und ein Zeitplan aufgestellt  
*Gruppenarbeit*

#### Lernsituation 13.4:            **Durchführung von Inspektion und Wartung des Bestückungsautomaten**

- 1. Schritt**      Auszubildende des Betriebes begleiten die Inspektion und Wartung des Bestückungsautomaten zwischen den Unterrichtsblöcken der Berufsschule und dokumentieren ihre Erfahrungen  
*praktische Gruppenarbeit*
- 2. Schritt**      Präsentation der Praxiserfahrungen vor der Klasse  
*Präsentation*
- 3. Schritt**      Einarbeiten der praktischen Erfahrungen in das bestehende Instandhaltungskonzept
- 4. Schritt**      Übergabe des fertigen Instandhaltungsplanes an den Betrieb