

Bayerisches Staatsministerium
für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst
München

Lehrpläne für die Berufsschule

Fachklassen

Prozeßleitelektroniker / Prozeßleitelektronikerin

Unterrichtsfächer: Fachtheorie
Schalten und Messen
Fachrechnen
Schaltungstechnik

Jahrgangsstufen 11 bis 13

August 1995

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

EINFÜHRUNG

1	Inhalt der Lehrpläne	1
2	Aufbau der Lehrpläne; Verbindlichkeit	2
3	Fachliche und organisatorische Hinweise	3
3.1	Stundentafel	3
3.2	Übersicht über die Lerngebiete	4

LEHRPLÄNE

Fachtheorie		
-	Jahrgangsstufe 11	5
-	Jahrgangsstufen 12/13	5
-	Jahrgangsstufen 12/13	17
Schalten und Messen		
-	Jahrgangsstufe 11	31
-	Jahrgangsstufen 12/13	31
-	Jahrgangsstufen 12/13	36
Fachrechnen		
-	Jahrgangsstufe 11	42
-	Jahrgangsstufen 12/13	42
-	Jahrgangsstufen 12/13	47
Schaltungstechnik		
-	Jahrgangsstufe 11	51
-	Jahrgangsstufen 12/13	51
-	Jahrgangsstufen 12/13	56
Anlage		
Mitglieder der Lehrplankommission		59

Die Lehrpläne wurden mit KMBek vom 9. August 1995 Nr. VII/9-11c23(37)-13/128 130 in Kraft gesetzt.

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, Arabellastraße 1,
81925 München, Telefon 089/9214-2183 - Telefax 089/9214-3602

Herstellung und Vertrieb:

Alfred Hintermaier, Offsetdruckerei + Verlag, Edlingerplatz 4, 81543 München,
Telefon 089/6515545 - Telefax 089/6518910

EINFÜHRUNG

1 Inhalt der Lehrpläne

Der Ausbildungsberuf Prozeßleitelektroniker/Prozeßleitelektronikerin ist dem Berufsfeld Elektrotechnik zugeordnet. Die Ausbildungszeit beträgt dreieinhalb Jahre. Die vorliegenden Lehrpläne für die Jahrgangsstufen 11 bis 13 bauen auf dem Lehrplan für das Berufsgrundbildungsjahr in kooperativer Form im Berufsfeld Elektrotechnik (KMBek vom 14. Dezember 1993 Nr. VII/3 - 13/163 283) auf.

Den Lehrplänen liegt zugrunde:

- die Rahmenvereinbarung über das Berufsgrundbildungsjahr - Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 19. Mai 1978
- der Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Prozeßleitelektroniker/Prozeßleitelektronikerin - Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 15. April 1992
- die Verordnung über die Berufsausbildung zum Prozeßleitelektroniker/zur Prozeßleitelektronikerin vom 2. April 1992

Im Unterricht ist besonders zu achten auf

- eine Vertiefung der theoretischen Kenntnisse durch praktische Übungen und Versuche,
- eine selbständige, sorgfältige und rationelle Arbeitsweise,
- den sicheren und schonenden Umgang mit Material, Werkzeugen, Maschinen und Geräten,
- den sachgerechten Umgang mit technischen Kommunikationsmitteln,
- Sparsamkeit beim Energieverbrauch,
- das Arbeiten mit Fachliteratur,
- die gewissenhafte Beachtung aller Maßnahmen, die der Unfallverhütung und dem Schutz der Umwelt dienen,
- Bereitschaft und Aufgeschlossenheit für gemeinschaftliche Lösungen,
- die Einsicht in die Notwendigkeit, die im Unterricht erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten fortlaufend zu aktualisieren,
- sorgfältigen Umgang mit der deutschen Sprache in Wort und Schrift.

Der Unterricht wird durch gegenseitige Absprache der Lehrkräfte für möglichst viele Gebiete aufeinander abgestimmt. Ein Sachverhalt soll unter möglichst vielen Gesichtspunkten behandelt werden. Methoden, welche die Handlungskompetenz unmittelbar fördern, sind besonders geeignet und sollen deshalb in der Unterrichtsgestaltung angemessen berücksichtigt werden.

2 Aufbau der Lehrpläne; Verbindlichkeit

Die Lehrpläne enthalten für jedes Unterrichtsfach ein Fachprofil, eine Übersicht über die Lerngebiete und eine nach Jahrgangsstufen geordnete Darstellung der Ziele und Inhalte.

Das Fachprofil charakterisiert den Unterricht des betreffenden Faches im ganzen. Es enthält fachliche Ziele und Grundsätze, die im Unterricht fortlaufend zu beachten sind.

Die daran anschließende Übersicht enthält jeweils alle Lerngebiete der Jahrgangsstufe, auch diejenigen, denen im betreffenden Fach keine Stunden zugewiesen sind. Dies soll als Hilfe beim Auffinden von Querverweisen dienen und das Zusammenstellen von Lerninhalten für einen projekt- und handlungsorientierten Unterricht erleichtern. Innerhalb einer Jahrgangsstufe ist die Reihenfolge der Lerngebiete nicht verbindlich.

Auf die Übersicht folgt eine ausführlichere Darstellung mit Lernzielen, Lerninhalten und Hinweisen zum Unterricht.

Die Lehrpläne bilden zusammen mit den Prinzipien des Grundgesetzes für die Bundesrepublik Deutschland, der Verfassung des Freistaates Bayern und des Bayerischen Gesetzes über das Erziehungs- und Unterrichtswesen die verbindliche Grundlage für den Unterricht und die Erziehungsarbeit. Im Rahmen dieser Bindung trifft der Lehrer seine Entscheidungen in pädagogischer Verantwortung.

Die Lehrpläne sind so angelegt, daß ein ausreichender pädagogischer Freiraum bleibt; der Lehrer sollte von den damit gegebenen Möglichkeiten im Unterricht Gebrauch machen.

Die Ziele und Inhalte werden in der Reihenfolge behandelt, die sich aus der gegenseitigen Absprache der Lehrkräfte zur Abstimmung des Unterrichts ergibt; die in den Lehrplänen gegebene Reihenfolge innerhalb der Jahrgangsstufe ist nicht verbindlich. Es ist jedoch darauf zu achten, daß Ziele und Inhalte, die Gegenstand der Zwischenprüfung sind, bis zum Zeitpunkt der Prüfung im Unterricht behandelt wurden. Auch die Hinweise zum Unterricht und die Zeitrichtwerte (in diesen Lehrplänen beziehen sie sich auf den Blockunterricht) sind als Anregungen gedacht und nicht verbindlich.

3 Fachliche und organisatorische Hinweise

3.1 Stundentafel

Den Lehrplänen liegt die folgende Stundentafel zugrunde:

Blockunterricht						Einzeltagesunterricht in den Jahrgangsstufen 11 bis 13		
Jahrgangsstufe	10	11	12	13	13	11	12	13
Blockwochen	13	13	12	3				
Einzelstage					13	40-1,5	40-1,5	7
Unterrichtsfächer	Wo.Std.	Wo.Std.	Wo.Std.	Wo.Std.	Wo.Std.	Wo.Std.	Wo.Std.	Wo.Std.
Fachlicher Unterricht								
Fachtheorie	12	12	12	12	3	4	4	3
Schalten und Messen	4	6	6	6	1	2	2	1
Fachrechnen	5	4	4	4	1	1,5	1,5	1
Schaltungstechnik	4	4	4	4	1	1,5	1,5	1
<i>Zwischensumme</i>	25	26	26	26	6	9	9	6
Weiterer Pflichtunterricht ¹⁾								
Religion	2	3	3	3	1	1	1	1
Deutsch	4	3	3	3	1	1	1	1
Sozialkunde	4	3	3	3	1	1	1	1
Sport	2	2	2	2	-	1	1	-
<i>Zwischensumme</i>	12	11	11	11	3	4	4	3
Summen	37	37	37	37	9	13	13	9
Wahlunterricht ¹⁾	gemäß BSO in der jeweils gültigen Fassung (bis zu 2 Unterrichtsstunden je Fach)							

¹⁾ Welche Lehrpläne für den weiteren Pflichtunterricht und für den Wahlunterricht gelten, geht aus dem Lehrplanverzeichnis des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst in seiner jeweils gültigen Fassung hervor.

3.2 Übersicht über die Lerngebiete

Die Zahlen für die Lerngebiete geben Zeitrichtwerte an, d.h. die für das betreffende Lerngebiet empfohlene Zahl von Unterrichtsstunden.

Jahrgangsstufe 11

Lerngebiet	Fachtheorie	Schalten und Messen	Fachrechnen	Schaltungstechnik
Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale	40	28	24	20
Digitale Schaltungstechnik	40	20	8	10
Einführung in die Prozeßleitelektronik	12	---	---	10
Messen verfahrenstechnischer Größen	64	30	20	12
Summe	156	78	52	52

Jahrgangsstufen 12/13

Lerngebiet	Fachtheorie	Schalten und Messen	Fachrechnen	Schaltungstechnik
Grundlagen der Verfahrenstechnik	14	---	---	---
Elektronische Bauelemente und Schaltungen	28	28	28	16
Prozeßleittechnik-Steuerungstechnik	62	8	10	20
Prozeßleittechnik-Regelungstechnik	60	44	22	20
Prozeßleitsysteme	16	10	---	4
Summe	180	90	60	60

LEHRPLÄNE

Berufsschule

Fachklassen: Prozeßleitelektroniker/Prozeßleitelektronikerin

FACHTHEORIE

Fachprofil: Der Unterricht in der Fachtheorie bietet den Schülern das zum Verständnis komplexer Systeme der Prozeßleittechnik erforderliche technologische Grundwissen, führt es auf die zugrundeliegenden Naturgesetze zurück und erhärtet es durch überschaubare, anschauliche Beispiele und Übungen. Grundkenntnisse und Grundeinsichten werden unter dem Aspekt der Handlungsbezogenheit vermittelt, wobei die Tätigkeit des Schülers im Mittelpunkt der Umsetzung von Lerninhalten steht. Auf eine überwiegend wissenschaftliche Betrachtungsweise von Bauteilen wird daher verzichtet zugunsten einer ganzheitlichen, der beruflichen Wirklichkeit entsprechenden Betrachtungsweise von Funktionsblöcken (Denken in technischen Systemen). Der Unterricht geht von der Berufserfahrung der Schüler aus, nutzt deren Fachkompetenz und fördert mit Hilfe von Demonstrations- und Schülerversuchen sowie rechnergestützter Simulationen das Verständnis für abstrakte Vorgänge.

Jahrgangsstufe 11

Lerngebiete:	1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale	40 Std.
	2 Digitale Schaltungstechnik	40 Std.
	3 Einführung in die Prozeßleitelektronik	12 Std.
	4 Messen verfahrenstechnischer Größen	64 Std.
		156 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale		
1.1 Kenntnis der Entstehung von Wechselspannungen und Wechselströmen Fähigkeit, die Wechselspannungen und die Wechselströme darzustellen und mit ihren Kenndaten zu beschreiben	Erzeugung sinusförmiger Spannungen Darstellung der Sinusgröße: - Liniendarstellung - Zeigerdarstellung Definition von Wechselstromgrößen: - Periodendauer - Frequenz - Kreisfrequenz (Winkelgeschwindigkeit) - Augenblickswert - Scheitelwert - Spitze-Spitze-Wert - Effektivwert Nichtsinusförmige Spannungen: - Mischspannung - Rechteckspannung - Sägezahnspannung - Impuls, Tastgrad	Diagramme über den Einheitskreis herleiten Schreibweise nach DIN 1313 und DIN 40110
		8 Std.

- 6 -

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1.2 Einsicht in die Zusammenhänge zwischen elektrischen Größen im Wechselstromkreis Fertigkeit, ihr Verhalten mit Hilfe von Zeigerdiagrammen darzustellen	Reihen- und Parallelschaltung mit Wirk- und Blindwiderständen (RC-, RL-, RLC-Schaltung) Entwickeln zugehöriger Diagramme Ableiten der gesetzmäßigen Zusammenhänge: - Spannungen, Ströme, Widerstände, Leistungen - Phasenbeziehungen - Resonanz	Schreibweise nach DIN 40110
		12 Std.
1.3 Überblick über Wirkungsweise, Aufbau und Anwendung des Einphasentransformators	Idealer Transformator: - Aufbau - Übersetzung von Spannungen und Strömen - Anwendungen, z. B. Netz-, Trenntransformator	Schutztrennung und Schutzkleinspannung ansprechen (DIN VDE 0100)
		2 Std.
1.4 Kenntnis der Möglichkeiten, Kondensatoren und Spulen umweltschonend zu entsorgen	Wiederverwertung Abfallstoffe Problemmüll	Die Problematik der Entsorgung ist dann anzusprechen, wenn die Bauteile im Unterricht behandelt werden.
		2 Std.

- 7 -

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1.5 Einblick in Zusammenhänge zwischen elektrischen Größen im Dreiphasen-Wechselstromsystem	Prinzip der Entstehung Stern- und Dreieckschaltung: - Verkettungsfaktor - symmetrische Belastung - Leistungen	Bezeichnungen entsprechend DIN 40710 6 Std.
1.6 Kenntnis ausgewählter Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme Bereitschaft, diese Schutzmaßnahmen zu beachten und verantwortungsbewußt danach zu handeln	Schutz gegen direktes Berühren und bei indirektem Berühren Schutz bei indirektem Berühren: - Schutzisolierung - Schutztrennung - Potentialausgleich Schutzmaßnahmen im TN-Netz Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren Schutzarten Schutzklassen	DIN VDE 0100, Teil 200 und Teil 410 Die Kenntnisse der Schutzmaßnahmen, die bereits in der Jgst. 10 vermittelt wurden, sollen vertieft und erweitert werden. DIN 40500 DIN VDE 0106; DIN VDE 0720 10 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
2 Digitale Schaltungstechnik		
2.1 Vertrautheit mit Grundbegriffen der digitalen Schaltungstechnik	Information Nachricht Daten Signal Signaldarstellung: - analog - digital - binär Unterschied zwischen analogen und digitalen Signalen: - Stetigkeit - Stufigkeit - Binärzustände	Begriffe nach DIN 44330 und DIN 44300, Teil 12 4 Std.
2.2 Kenntnis von grundlegenden binären Elementen und Schaltnetzen	Logische Grundverknüpfungen: - UND-, ODER-, NICHT-, NAND-, NOR-Schaltung in Kontakt- und Symboldarstellung - digitale Zustände und Pegelzuordnung - Wahrheitstabelle - Zeitablaufdiagramm	DIN 41785; DIN 40700, Teil 14 Verbotene Bereiche ansprechen DIN 40719, Teil 11

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Logikfamilien, z. B. TTL, MOS-Schaltungen Verhalten von Kippstufen: - bistabile Kippstufe - monostabile Kippstufe - astabile Kippstufe - Schwellwertschalter Codier-Schaltungen, z. B.: - Dezimal-Dual-Codierer - BCD-7-Segment-Codierer Zähler Schieberegister Umsetzer: - analog-digital - digital-analog	Es empfiehlt sich, die Logikfamilien z.B. im Hinblick auf High-/Low-Pegel, Schaltzeiten, Eingangs- und Ausgangslastfaktor zu vergleichen. Anwendungen von Kippstufen z.B. als Binärspeicher, Zeitglied bzw. Taktgeber Prinzipien und Rahmenbedingungen (z. B. Abtastbedingung) herausarbeiten
		36 Std.

- 10 -

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
3 Einführung in die Prozeßbleittechnik		
3.1 Vertrautheit mit den Aufgabenstellungen der Prozeßbleittechnik	Anzeigen, Registrieren Rechnen Überwachen, Schalten Steuern, Regeln Bedienen und Beobachten Alarmieren und Sichern Dokumentieren, Bilanzieren Strukturen von - Steuerungen - Regelungen	Die Unterschiede zwischen den einzelnen Begriffen sollen herausgearbeitet werden.
		6 Std.
3.2 Überblick über Ziele der Automatisierungstechnik	Verminderung der Arbeitsbelastung des Personals Qualitätssteigerung der Produkte Qualitätssicherung Optimierung von Produktionsprozessen Minimierung der Umweltbelastung	DIN ISO 9000 - 9004
		6 Std.

- 11 -

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
4 Messen verfahrenstechnischer Größen		
4.1 Kenntnis des Aufbaus einer Meßkette	Aufnehmer Meßumformer Meßverstärker Ausgabeeinheit, z. B. Bildschirm, Schreiber, Speicher Meßwertdarstellung, z. B. Anzeige, Registrierung, Weiterverarbeitung	VDE 2600; DIN 19226 Kriterien für die Auswahl der Meßgeräte angeben Die Struktur einer Meßkette ist bei den folgenden Meßverfahren immer wieder zu verdeutlichen.
		6 Std.
4.2 Kenntnis der Meßverfahren und der Schaltungen zum Messen verfahrenstechnischer Größen	Temperaturmessung: - Grundbegriffe der Wärmelehre - örtliche Meßeinrichtungen, z. B. Ausdehnungsthermometer - Fernmeßeinrichtungen, z. B.: . Widerstandsthermometer . Thermoelement . Pyrometer	Die Meßverfahren nach verfahrenstechnischen Gesichtspunkten auswählen Die Grundbegriffe der Wärmelehre nur so weit, wie sie für das Verständnis der Temperaturmessung notwendig sind. Die Meßeinrichtungen können in 2-, 3-, 4-Leiterschaltung besprochen werden. Z. B. Pt 100, Ni 100

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Druckmessung: - Gesetzmäßigkeiten: . Kraft . Druck - Druckausbreitung - hydrostatischer Druck - örtliche Druckmeßeinrichtungen, z. B. Flüssigkeits-Manometer, federelastische Manometer - Fernmeßeinrichtungen: . Druckaufnehmer . Druckwandler, z. B. mit resistiven, induktiven, kapazitiven Gebern . Einheitssignale . pneumatische und elektrische Einheitsbereiche . Bedeutung von Arbeitsbereich, Nullpunkt und Bürde	

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Füllstandsmessung: - Gesetzmäßigkeiten: . Bodendruck . Auftrieb . Gewichtskraft - örtliche Meßeinrichtungen, z. B. Schwimmer, Standrohre - Fernmeßeinrichtungen, z. B. nach dem Auftriebs-, Bodendruck-, Einperlverfahren, kapazitive Meßverfahren, Kraftmeßverfahren Durchflußmessung: - Gesetzmäßigkeiten: . Wirkdruck . Strömung - örtliche Meßeinrichtungen, z. B. nach dem Schwebekörper-, Wirkdruckverfahren - Fernmeßeinrichtungen, z. B. nach dem magnetisch-induktivem Verfahren, Ultraschall-, Wirbel-, Masse-Durchfluß-Verfahren	Das Kraftmeßverfahren wird auch zur Wägung verwendet. Anwendung für Kontinuitätsgleichung, Satz des Bernoulli

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Volumenmessung: - Gesetzmäßigkeiten - örtliche Meßeinrichtungen, z. B. Turbinenzähler, Verdrängungszähler - Fernmeßeinrichtungen, z. B. nach dem magnetisch-induktivem Verfahren, Ultraschall-, Wirbel-, Masse-Durchfluß-Verfahren Messung mechanischer Größen: - Weg - Winkel - Stellung - Drehfrequenz Meßverfahren zur Wasseranalyse: - chemische Grundlagen - physikalische Prinzipien zum Messen von . pH-Wert . Leitfähigkeit	Bedeutung für die Produktqualität und den Umweltschutz aufzeigen

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Meßverfahren zur Gasanalyse: - physikalische und chemische Grundlagen - physikalische Prinzipien zum Messen z. B. von . Gasfeuchtigkeit . Sauerstoffgehalt . Kohlenmonoxid . Kohlendioxid . Schwefeldioxid . Stickoxid	Bedeutung für den Umweltschutz herausstellen Z. B. Nutzen des Paramagnetismus Z. B. Nutzen der Wärmeleitung
		54 Std.
4.3 Einblick in Gesundheitsgefahren und Umweltbelastungen durch technische Hilfsstoffe, industrielle Abwasser, Abgase und feste Stoffe	Emissionen, Immissionen MIK-Werte MAK-Werte	Auf Emissionsschutzgesetz und Gefahrstoffverordnung verweisen
		4 Std.

Berufsschule

Fachklassen: Prozebleitелеktroniker/Prozebleitелеktronikerin

Jahrgangsstufen 12/13

Lerngebiete:	1 Grundlagen der Verfahrenstechnik	14 Std.
	2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen	28 Std.
	3 Prozebleittechnik-Steuerungstechnik	62 Std.
	4 Prozebleittechnik-Regelungstechnik	60 Std.
	5 Prozebleitsysteme	<u>16 Std.</u>
		180 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1 Grundlagen der Verfahrenstechnik		
1.1 Überblick über Produktionsprozesse als Kombination verfahrenstechnischer Grundoperationen	Physikalische, chemische und biologische Vorgänge: - Merkmale - thermische Beeinflussung	Z.B. katalytische, photochemische Beeinflussung wählen 2 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
1.2 Kenntnis physikalischer Grundoperationen der Stoffumwandlung	Stofftrennung in - Feststoffsystemen - flüssigen Systemen - gasigen Systemen Stoffvereinigung von - Feststoffen - Flüssigkeiten - Gasen	Beispiele aus mechanischen, elektrischen und thermischen Verfahren wählen Bei gasigen Systemen auf die Trennung von Feststoffen beschränken	2 Std.
1.3 Kenntnis des Stoffflusses in Produktionsanlagen	Chargenbetrieb (Batch-Prozeß) Fließbetrieb	Es empfiehlt sich, das LZ in Verbindung mit den Inhalten des LG 3 zu behandeln.	2 Std.
1.4 Kenntnis besonderer Schutzmaßnahmen Bereitschaft, diese Schutzmaßnahmen besonders gewissenhaft zu beachten und sorgfältig danach zu handeln	Explosionszonen Zündschutzarten Kennzeichnung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel Abnahme von Anlagen nach EIExVo	DIN VDE 0165 DIN EN 50014 - 50039 DIN EN 50014 - 50020; VDE 0170; VDE 0171	6 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
1.5 Überblick über die Möglichkeiten der sachgerechten Entsorgung Einsicht in die Notwendigkeit, die durch den Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen entstehenden Belastungen auf ein für die Umwelt verträgliches Maß zu vermindern	Aufarbeitung Wiederverwertung Endlagerung	Die Problematik der Entsorgung ansprechen	2 Std.
2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen			
2.1 Kenntnis des Aufbaus und der Wirkungsweise von Z-Diode und Transistor	Z-Diode: - Kenngrößen - Kennlinien Transistor als Verstärker: - Einstellen und Stabilisieren des Arbeitspunkts - Ermitteln der Verstärkungsfaktoren - Erfassen der Eingangs- und Ausgangsimpedanz		

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Vergleich von Transistor-Grundsaltungen Verstärker in Emitterschaltung Vergleich bipolarer und unipolarer Transistoren	Die Behandlung unipolarer Transistoren beschränkt sich weitgehend auf das Gegenüberstellen des Sperrschicht- und Isolierschichtprinzips. 8 Std.
2.2 Übersicht über ausgewählte elektronische Bauelemente	Mehrschichtdioden, z. B. Thyristor, Diac, Triac, GTO: - Eigenschaften - Anwendungen Optoelektronische Bauelemente, z. B. LED, Optokoppler, Fototransistor: - Eigenschaften - Anwendungen	 4 Std.
2.3 Kenntnis von Aufbau und Wirkungsweise des Operationsverstärkers	Unbeschalteter Operationsverstärker: - Kenngrößen - Grenzwerte - Eingangs- und Ausgangsverhalten	

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Beschalteter Operationsverstärker: - invertierender Verstärker - nichtinvertierender Verstärker - Summierverstärker - Differenzverstärker - Integrierer - Differenzierer	 6 Std.
2.4 Überblick über den Aufbau einfacher Schaltungen für die Stromversorgung	Gleichrichtung: - Einpulsleichrichtung - Zweipulsleichrichtung - Glättung - Siebung Stabilisierung: - Längsstabilisierung - Querstabilisierung - Prinzip der Rückkopplung Schutzbeschaltung	Das Prinzip der Konstantstromquellen ansprechen Auf integrierte Spannungsregler hinweisen, vgl. Schaltungstechnik, LG 2 4 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
2.5 Überblick über die grundsätzliche Wirkungsweise von Stromstellern	Gleichstromsteller: - Pulsbreitensteuerung - Pulsfolgesteuerung Wechselstromsteller: - Phasenanschnittsteuerung - Schwingungspaketsteuerung	Zweckmäßigerweise sind die Stromsteller im Hinblick auf die Drehfrequenzsteuerung/-regelung von Motoren bzw. Leistungssteuerung von Heizungen (Schwingungspaketsteuerung) zu behandeln. 4 Std.
2.6 Einsicht in gemeinsame Strukturen und Funktionen von Schaltungen	Reihen- und Parallelanordnung Mit- und Gegenkopplung Offener und geschlossener Wirkungsablauf Zusammenschalten, Trennen, Ein-, Auskoppeln, Verstärken, Dämpfen, Teilen	Die Lerninhalte sollen in Verbindung mit den entsprechenden Schaltungen vermittelt werden, z. B. mit den LZ 2.3 - 2.5. 2 Std.
3 Prozeßleittechnik-Steuerungstechnik		
3.1 Kenntnis wichtiger Begriffe der Steuerungstechnik	Struktur einer Steuerung: - Steuerkette - offener Wirkungsablauf - Kenngrößen	Für dieses LZ bietet sich ein projekt- und handlungsorientierter Unterricht in Gruppenarbeit an. DIN 40719, Teil 6 Vertiefung der in Fachtheorie, Jgst. 11, LZ 3.1, vermittelten Lerninhalte

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Arten von Steuerungen: - verbindungsprogrammiert: · elektrisch · pneumatisch - speicherprogrammierbar	Bezeichnung nach DIN 19226, DIN 19237 Verarbeitungsabläufe und Begriffe nur soweit, wie sie für das grundsätzliche Verständnis eines Automatisierungsgeräts erforderlich sind. 8 Std.
3.2 Fertigkeit, die Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung zu realisieren	Analysieren eines Problems Strukturieren des Lösungswegs Dokumentieren der Lösung, z. B. - als Anweisungsliste - als Funktionsplan - als Kontaktplan Eingeben, Testen und Optimieren der Programme Systematische Fehlersuche	Es ist in diesem Zusammenhang besonders auf die Erarbeitung von Strukturen Wert zu legen. DIN 40719 Beispiele für die Programmerstellung: - Verriegelungssteuerungen - prozeßgeführte Ablaufsteuerungen - zeitgeführte Ablaufsteuerungen

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
<p>3.3 Vertrautheit mit wichtigen Anforderungen an die Sicherheit einer SPS-Anlage</p> <p>Bereitschaft, die Sicherheitsvorschriften gewissenhaft zu beachten und verantwortungsbewußt danach zu handeln</p>	<p>Sicherheit für den Prozeßablauf, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NOT-AUS - Verriegelung - Wiederanlaufschutz - Drahtbruchsicherheit - Erdschlußsicherheit 	<p>DIN VDE 0113; DIN VDE 0160</p> <p>Das LZ ist mit den übrigen Lernzielen des LG zu vermitteln.</p>	12 Std.
<p>3.4 Kenntnis der grundsätzlichen Wirkungsweise und des Anschlusses von Elektromotoren</p>	<p>Elektromotorische Antriebe, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer - Linearmotor - Einphasen-Induktionsmotor - Gleichstrommotor - Schrittmotor 	<p>Auf die Behandlung der verschiedenen technischen Ausführungen und das Betriebsverhalten ist entsprechend der Notwendigkeit des Ausbildungsbetriebs einzugehen. Verwendung als Stellantrieb berücksichtigen</p>	12 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
<p>4 Prozeßleittechnik-Regelungstechnik</p>			
<p>4.1 Kenntnis wichtiger Begriffe der Regelungstechnik</p>	<p>Struktur einer Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regelkreis - geschlossener Wirkungsablauf - Prinzip der Gegenkopplung - Kenngrößen <p>Komponenten, Baugruppen</p>	<p>Gegenüberstellen der unterschiedlichen Zielsetzungen von Steuerung und Regelung</p> <p>Auf eine eindeutige Klärung der Begriffe ist zu achten. Vgl. Fachtheorie, Jgst. 11, LZ 3.1</p> <p>DIN 19226</p>	4 Std.
<p>4.2 Kenntnis des Verhaltens von Regelstrecken</p>	<p>Regelstrecken ohne Ausgleich und mit Ausgleich</p> <p>Übertragungsfunktionen</p> <p>Kenngrößen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übertragungsbeiwert - Ausgleichswert - Totzeit - Zeitkonstante - Ausgleichszeit <p>Regelbarkeit</p>	<p>Darstellung mit Hilfe von Kennlinien typischer Regelstrecken, z. B. Stand, Temperatur, Druck</p>	12 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
4.3 Kenntnis des statischen und dynamischen Verhaltens elektrischer Regler	<p>Unstetige Regler:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zweipunktregler - Dreipunktregler <p>Stetige Regler:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P-, I-, PI- und PID-Regler - Einheitsregler <p>Zeitverhalten durch Rückführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P-, I- und D-Verhalten - PI-, PD- und PID-Verhalten <p>Rückführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - starr - nachgebend - verzögert <p>Kenngrößen aus der Übergangsfunktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Übertragungsbeiwert - Proportionalbereich - Nachstellzeit - Vorhaltezeit 	<p>Am einfachen System des Bimetall-Temperaturreglers können Aufbau und Wirkungsweise der aufgeführten Regler erklärt werden.</p> <p>Ausgehend von dem im LZ 2.3 erworbenen Grundwissen über den Operationsverstärker werden seine Einsatzmöglichkeiten als Regler in analoger Technik behandelt.</p> <p>Auf die Arbeitsweise der digitalen Regler und der Fuzzy-Regler kann hier eingegangen werden.</p> <p>Veränderung des Verstärkungsfaktors durch Rückführung</p>
		16 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
4.4 Kenntnis des Aufbaus und der Wirkungsweise pneumatischer Regler	Einheitsregler, z. B. Kreuzbalgregler Kraftvergleichsregler mit Waagebalken	Verhalten mit Kräfte- und Drehmomentgleichung beschreiben Aufbau und Wirkungsweise können anschaulich mit dem Prinzip des zweiseitigen Hebels mit senkrecht angreifenden Kräften erklärt werden. Es empfiehlt sich, pneumatische Regler im Zusammenwirken mit dem Leitgerät zu behandeln.
		4 Std.
4.5 Einsicht in das Zusammenwirken von Regelstrecke und Regeleinrichtung	<p>Regelkreise im stabilen und instabilen Zustand</p> <p>Ermitteln des Verhaltens in Abhängigkeit von</p> <ul style="list-style-type: none"> - der Art der Regelstrecke - der gewählten Regeleinrichtung <p>Aufzeigen des Regelverhaltens eines Regelkreises mit Zweipunktregler</p> <p>Nachweis der Schaltfrequenz auf die Schwankungsbreite</p> <p>Darstellen des Einflusses verschiedener Regelparameter auf</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regelgüte - Anregelzeit, Ausregelzeit - Überschwingweite - Stabilitätsgrenze 	<p>Es empfiehlt sich, das Regelverhalten am Beispiel der Temperaturregelung aufzuzeigen.</p> <p>Demonstrieren des Regelverhaltens von Kreisen mit stetigen Reglern</p> <p>Z. B. statisches Verhalten eines Regelkreises mit PI- oder PID-Regler und Regelstrecke 1. Ordnung; Einfluß von P-Bereich, Nachstellzeit und Vorhaltezeit mit einem Simulationsprogramm demonstrieren</p> <p>Z. B. nach Ziegler-Nichols</p>

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
	Optimieren des Regelverhaltens nach vorgegebenen Regeln Stabiles Regelkreisverhalten bei - Anfahren - Störung - Sollwertverstellung		12 Std.
4.6 Überblick über ausgewählte Regelungen	Festwertregelung Folgeregelung Kombinierte Regelung: - Störgrößenaufschaltung - Split-range-Regelung - Auswahlregelung - Verhältnisregelung - Kaskadenregelung	Vgl. Schaltungstechnik, LG 4	6 Std.
4.7 Kenntnis der Eigenschaften von Stellgliedern für strömende Stoffe	Bauformen von Stellgeräten: - Ventil - Klappe k_{vs} -Wert Betriebskennlinien	Beschränkung auf flüssige Medien	

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
	Bauformen von nichtelektrischen Stellantrieben: - Stellzylinder - Membranantrieb Stellungsregler	Auf Sicherheitsstellung eingehen Verwendung als Stellungsrückmelder	6 Std.
5 Prozeßbleitsysteme			
5.1 Überblick über die Aufgaben von Prozeßbleitsystemen	Produktion Qualitätssicherung Verfügbarkeit Anlagensicherheit Umweltschutz Arbeitsschutz PLS als CIM-Komponente		2 Std.
5.2 Kenntnis der Struktur von Prozeßbleitsystemen	Ebenen: - Prozeßführung (Prozeßbleitebene) - Prozeßautomatisierung (Gruppenleitebene) - Feld (Einzelebene) Zugriffsberechtigung	Vor- und Nachteile einer zentralen und einer dezentralen Prozeßführung aufzeigen	2 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
5.3 Kenntnis des Aufbaus von Prozeßbleitsystemen	<p>Komponenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eingabe-, Ausgabekomponenten für den Prozeß - Zentraleinheit - Anzeige- und Bedienkomponenten <p>ISO-OSI-Referenzmodell Schnittstellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - seriell - parallel - Anpassung, z. B. Format, Pegel, Zeit <p>Bussystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Topologien, z. B. Ring, Stern, Baum, Linie - Zugriffsarten, z. B. Token ring, CSMA/CD, Flying master - Leitungen, z. B. Koax, Zweidraht 	<p>Es können binäre, analoge und "intelligente" Komponenten miteinander verglichen werden.</p> <p>Komponenten nach Stand der Technik, z. B. Bildschirm, Drucker, Tastatur, Meldetableau, Touch/Light pen, Touch screen</p> <p>Auf die Bedeutung der Normung von Schnittstellen hinweisen</p>
		12 Std.

Berufsschule

Fachklassen: Prozeßbleitelektroniker/Prozeßbleitelektronikerin

SCHALTEN UND MESSEN

Fachprofil: Der Unterricht im Schalten und Messen hat einerseits die Aufgabe, die in der Fachtheorie erarbeiteten Lerninhalte zu vertiefen und zu erweitern; andererseits soll er die in der Berufsausbildung erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten des Schülers ergänzen. Das Hauptgewicht liegt dabei auf dem Prüfen, Messen, Auswerten und Protokollieren unter methodischer Anleitung. Fachliche Erläuterungen und Begründungen sind unverzichtbar; sie werden jedoch zugunsten der angestrebten Handlungsbezogenheit auf das notwendige Maß beschränkt. Die Selbsttätigkeit des Schülers steht hierbei im Vordergrund.

Jahrgangsstufe 11

Lerngebiete:	1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale	28 Std.
	2 Digitale Schaltungstechnik	20 Std.
	3 Einführung in die Prozeßbleitelektronik	-- Std.
	4 Messen verfahrenstechnischer Größen	<u>30 Std.</u>
		78 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale			
1.1 Einsicht in die Zusammenhänge zwischen elektrischen Größen im Wechselstromkreis	Direkte bzw. indirekte Meßverfahren zum Bestimmen <ul style="list-style-type: none"> - der Induktivität und des Wirkwiderstands einer Spule - der Kapazität eines Kondensators - der Blindwiderstände in Abhängigkeit von der Frequenz - der Leistungen - des Leistungsfaktors Untersuchen des Einflusses von Kompensationskondensatoren auf die Betriebsgrößen	Beispiele für Meßverfahren: <ul style="list-style-type: none"> - Strom- und Spannungsmethode - Vergleichsmethode - RCL-Meßbrücke Grenzfrequenzen von Hochpaß und Tiefpaß gegenüberstellen	12 Std.
1.2 Einblick in das Betriebsverhalten von Einphasentransformatoren	Ermitteln <ul style="list-style-type: none"> - der Spannungsübersetzung - der Stromübersetzung - des Übersetzungsverhältnisses Aufnahmen der Belastungskennlinie z. B. eines Netztransformators	Das Leistungsschild berücksichtigen Das Übersetzungsverhältnis des Trenntransformators und seine Anwendung können in diesem Zusammenhang angesprochen werden.	6 Std.

- 32 -

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
1.3 Kenntnis der Zusammenhänge zwischen elektrischen Größen im Dreiphasen-Wechselstromsystem	Messungen an Stern- und Dreieckschaltungen: <ul style="list-style-type: none"> - Leitergrößen - Stranggrößen 		4 Std.
1.4 Einsicht in die Wirkungsweise der Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme Bereitschaft, diese Schutzmaßnahmen zu beachten und verantwortungsbewußt danach zu handeln	Überprüfen <ul style="list-style-type: none"> - der Bedingungen für Abschaltung und Meldung im TN-Netz - der Schutztrennung Messen des Isolationswiderstands	VDE 0100, Teil 410 VDE 0431 VDE 0413 Es empfiehlt sich, die Lerninhalte in Verbindung mit den anderen Lernzielen des Lerngebiets zu behandeln.	6 Std.

- 33 -

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
2 Digitale Schaltungstechnik	<p>Einsicht in das Verhalten von grundlegenden binären Elementen und Schaltnetzen</p> <p>Überprüfen logischer Grundsaltungen nach Wahrheitstabellen Entwickeln, Aufbauen und Prüfen logischer Schaltnetze Untersuchen von Kippschaltungen: - bistabile Kippstufe - monostabile Kippstufe - astabile Kippstufe - Schwellwertschalter Ermitteln der zugehörigen Signal-Zeit-Pläne Untersuchen der Signalzustände von - Codierschaltungen, z. B. BCD-7-Segment-Codierer - Zählern - Schieberegistern D/A-, A/D-Umsetzer: - Aufnehmen der Eingangs- und Ausgangssignale - Bewerten der Umsetzung</p>	<p>Z. B. 2-von-3-Schaltung, Verriegelungs- und Sicherheitsschaltung Vergleich der Versuchsergebnisse mit den vorher berechneten Werten</p> <p>Zum Untersuchen der Signalzustände bietet sich der Logiktester an.</p> <p>Der Lerninhalt ist besonders im Hinblick auf die SPS- und Mikrocomputertechnik zu behandeln.</p> <p>Z. B. hinsichtlich Genauigkeit, Reproduzierbarkeit</p> <p>20 Std.</p>

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
3 Einführung in die Prozeßleittechnik		-- Std.
4 Messen verfahrenstechnischer Größen	<p>Einsicht in das Messen verfahrenstechnischer Größen</p> <p>Anschließen, Prüfen und Justieren von Meßanordnungen zur Messung von Temperatur: - Brückenschaltungen: · Ausschlagverfahren · Abgleichverfahren - Kompensationsschaltungen: · Lindeck-Rothe-Schaltung · Poggendorff-Schaltung - Vergleichsstellenkorrektur - 2-, 3-, 4-Leiter-Schaltung Anschließen, Prüfen und Justieren von Meßanordnungen zur Messung z. B. von - Druck - Stand - Durchfluß - Volumen Anwenden von Methoden zur Fehlersuche</p>	<p>Die Schüler sollen die Abgleichbedingungen der jeweils aufgebauten Meßeinrichtung vor der Inbetriebnahme nennen können.</p> <p>Als dafür geeignete Beispiele erscheinen pneumatische und elektrische Umformer, Düse-Prallplatte-System, Zwei- und Vierdrahttechnik, Einheitssignale</p> <p>Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Fehlersuche ist ständiger Bestandteil des Unterrichts.</p> <p>30 Std.</p>

Berufsschule

Fachklassen: Prozeßleitelektroniker/Prozeßleitelektronikerin

Jahrgangsstufen 12/13

Lerngebiete:	1 Grundlagen der Verfahrenstechnik	-- Std.
	2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen	28 Std.
	3 Prozeßleittechnik-Steuerungstechnik	8 Std.
	4 Prozeßleittechnik-Regelungstechnik	44 Std.
	5 Prozeßleitsysteme	<u>10 Std.</u>
		90 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1 Grundlagen der Verfahrenstechnik		-- Std.
2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen		
2.1 Bewußtsein, daß Z-Dioden zur Stabilisierung von Spannung bzw. Strom eingesetzt werden	Aufnehmen und Bewerten der Kennlinie einer Z-Diode bei - Laständerung - schwankender Eingangsspannung	Kenngrößen aus Datenblättern entnehmen 2 Std.

Berufsschule

SCHALTEN UND MESSEN

Fachklassen Prozeßleitelektroniker/Prozeßleitelektronikerin

Jahrgangsstufen 12/13

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
2.2 Kenntnis von Verfahren zur Prüfung von Transistoren	Statische und dynamische Kennlinienaufnahme von bipolaren Transistoren: - Eingangskennlinien - Ausgangskennlinien	Die gewonnenen Kennlinien sollen die Grundlage für LZ 2.3 bilden. 4 Std.
2.3 Einsicht in Eigenschaften von Transistor-Grundsaltungen	Messungen an einem einstufigen Transistor-Verstärker in Emitterschaltung ohne und mit Gegenkopplung Einstellen und Stabilisieren des Arbeitspunkts Ermitteln der Gleichstromverhältnisse Messungen an der Emitter- und Kollektor-Grundsaltung: - Verstärkungsfaktoren - Phasenlage - Eingangswiderstand - Ausgangswiderstand	Die Auswirkungen der Gegenkopplung auf die Verstärker-Kenngrößen aufzeigen Die Auswirkungen der Stabilisierungsmaßnahmen auf das Betriebsverhalten der Verstärkerstufe erläutern 6 Std.
2.4 Einsicht in Eigenschaften von Operationsverstärkern	Ermitteln der - Kennwerte - Verstärkung - Verstärkerkennlinien des beschalteten Operationsverstärkers	

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
	Untersuchen des - Differenzverstärkers - Schwellwertschalters	P-Regler Zweipunktregler	6 Std.
2.5 Einsicht in das Verhalten ausgewählter Gleichrichterschaltungen	Messen der Spannungen an der Einpuls-Mittelpunktschaltung (M1) und der Zweipunkt-Mittelpunktschaltung (B2) bei verschiedenen Lastarten ohne und mit Siebung	Beachten der Grenzdaten, besonders der Spannungsfestigkeit von Dioden	4 Std.
2.6 Einsicht in Struktur und Wirkungsweise von Stromstellern Bereitschaft, die Schutzmaßnahmen gewissenhaft zu beachten und verantwortungsbewußt danach zu handeln	Messen wichtiger Kennwerte von Stromversorgungsgeräten bei - Laststromänderung - Eingangsspannungsänderung Untersuchen von - Konstantspannungsverhalten - Konstantstromverhalten	Besondere Beachtung ist den Schutzmaßnahmen entsprechend VDE 0105, Teil 1, zu widmen. EMV berücksichtigen	6 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
3. Prozeßleittechnik-Steuerungstechnik Fähigkeit, Kennwerte von Elektromotoren zu ermitteln	Aufnahmen der Kennlinien z. B. von: - Asynchronmotoren - Gleichstrommotoren Vergleich der ermittelten Werte mit den Angaben des Leistungsschildes	Z. B. mit einem Kennlinienschreiber oder einem Rechner Es empfiehlt sich, hier die in der Fachtheorie, LZ 3.4, behandelten Elektromotoren meßtechnisch zu erfassen.	8 Std.
4. Prozeßleittechnik-Regelungstechnik 4.1 Einsicht in grundsätzliche Verhaltensweisen von Regelstrecken	Aufnahmen und Auswerten der Sprungantwort: - Kenngrößen - Regelbarkeit	Die Lerninhalte können am Beispiel einer Regelstrecke mit Ausgleich (z. B. Temperatur, Druck, Drehzahl, Spannung) verdeutlicht werden. Es ist zweckmäßig, daß die in der Fachtheorie, LZ 4.2, gewählten Beispiele hier meßtechnisch erfaßt werden.	4 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
4.2 Verständnis für die Wirkungsweise elektronischer Regler	Messen und Auswerten des Übertragungsverhaltens bei unterschiedlichen Übertragungsbeiwerten am - PI-Regler - PD-Regler - PID-Regler Einstellen vorgegebener Übertragungsbeiwerte an verschiedenen Reglertypen Überprüfen des Übertragungsverhaltens	Ausgehend vom beschalteten Operationsverstärker können die Kennwerte der verschiedenen Regler erarbeitet werden.	8 Std.
4.3 Einsicht in das Zusammenwirken von Regelungseinrichtung und Regelstrecke	Aufbauen von Regelkreisen mit stetigen und unstetigen Reglern Einstellen der Regelparameter nach vorgegebenen Kriterien, z. B.: - geringe Schwankung der Regelgröße - geringe Überschwingweite - kurze Anlauf- und Ausregelzeit	Die Regelkreise sollen neben elektrischen auch pneumatische Stellglieder enthalten.	12 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
4.4 Kenntnis der Methoden der Fehlersuche und zum Beheben von Fehlern	Eingrenzen der optisch oder akustisch angezeigten Fehler durch - Augenschein - Prüfen und Messen unter Verwendung von Schaltungsunterlagen und Prüfprogrammen Prüfprotokoll	Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Fehlersuche ist ständiger Bestandteil des Unterrichts.	8 Std.
4.5 Fähigkeit, ein Automatisierungsgerät als Regler einzusetzen	Aufbauen einfacher Regelkreise Analysieren der Problemstellung Eingeben des Programms Testen des Programms Optimieren, Parametrieren	Z. B. Temperaturregelung, Füllstandsregelung Um die Problemlösung zu vereinfachen, können je nach verwendetem Automatisierungsgerät auch parametrierbare Softwarebausteine verwendet werden.	12 Std.
5 Prozeßleitsysteme			
Fertigkeit, ein Prozeßleitsystem zu erstellen	Erstellen und Ändern von Fließbildern Aufrufen von Prozeßmasken Editieren von Prozeßmasken Aufnehmen von Datenpunkten, z. B. für Alarmmeldungen	Simulationsprogramme einsetzen	10 Std.

Berufsschule

Fachklassen: Prozeßbleitelektroniker/Prozeßbleitelektronikerin

FACHRECHNEN

Fachprofil: Der Unterricht im Fachrechnen steht in enger Verbindung mit der Fachtheorie. Er verdeutlicht den Schülern durch mathematische Strukturen physikalisch-technische Zusammenhänge und hilft ihnen, sie zahlenmäßig zu erfassen. Der Unterricht geht dabei von berufspraktischen Beispielen aus. Er will die Schüler zu systematischem, selbständigem Lösen von Problemen befähigen und den Blick für berufstypische Größenordnungen schärfen. Das Kopfrechnen und das Überschlagen von Ergebnissen sollen gepflegt werden. Die Schüler sollen Tabellen und grafische Darstellungen auswerten sowie - bei zunehmender Differenzierung der Lerninhalte - Formelsammlungen und andere technischen Unterlagen verwenden lernen.

Jahrgangsstufe 11

Lerngebiete:	1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale	24 Std.
	2 Digitale Schaltungstechnik	8 Std.
	3 Einführung in die Prozeßbleitelektronik	-- Std.
	4 Messen verfahrenstechnischer Größen	<u>20 Std.</u>
		52 Std.

Berufsschule

Fachklassen Prozeßbleitelektroniker/Prozeßbleitelektronikerin

FACHRECHNEN

Jahrgangsstufe 11

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale			
1.1 Kenntnis grundlegender Zusammenhänge im rechtwinkligen Dreieck	Lehrsatz des Pythagoras Winkelfunktionen	Herleitung aus der Geometrie Wichtige Zusammenhänge, z. B. $\sin 30^\circ (0,5)$, $\sin 45^\circ (0,707)$ sollen auswendig gewußt werden.	4 Std.
1.2 Fähigkeit, Wechselstromgrößen zu bestimmen	Berechnen von - Periodendauer - Frequenz - Kreisfrequenz - Scheitelwert - Effektivwert		4 Std.
1.3 Fertigkeit, Zusammenhänge im Wechselstromkreis mathematisch zu beschreiben	Ermitteln von - komplexen Widerständen in Reihen- und Parallelschaltung - Leistungen		10 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1.4 Fähigkeit, Berechnungen am idealen Transformator durchzuführen	Ermitteln der Kennwerte des Transformators ohne Verluste: - Übersetzungsverhältnis - Spannungen - Ströme - Impedanzen	2 Std.
1.5 Fähigkeit, elektrische Größen des Dreiphasen-Wechselstromsystems zu berechnen	Ermitteln - der Strang- und Leiterwerte - der Leistungen - des Leistungsfaktors bei Stern- und Dreieckschaltung	Aus Zeitgründen sollen nur symmetrisch belastete Netze berechnet werden. Die grafische Lösung unsymmetrischer Lastfälle kann in leistungsstarken Klassen aufgezeigt werden. 4 Std.
2 Digitale Schaltungstechnik		
2.1 Einsicht in die Zusammenhänge zwischen Dezimal-, Dual- und Sedezimalsystem	Duales und sedezimales Zahlensystem Codierung und Decodierung von Zahlensystemen Codieren von Dualzahlen, z. B. in BCD-Code	Umwandeln von einem in ein anderes System 4 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
2.2 Fähigkeit, einfache Verknüpfungsschaltungen mit Hilfe der Schaltalgebra zu realisieren	Anwenden der - Grundgleichungen der Schaltalgebra - Funktionsgleichung - Wahrheitstabelle	Disjunktive Normalform 4 Std.
3 Einführung in die Prozeßleittechnik		-- Std.
4 Messen verfahrenstechnischer Größen		
4.1 Fertigkeit, verfahrenstechnische Größen zu berechnen	Ermitteln der Wärmeenergie Ermitteln der Temperatur bei Messungen mit - Widerstandsthermometer - Thermoelement Anwenden des dynamischen Grundgesetzes Berechnen von - Druck - hydrostatischem Druck - Auftrieb	Brückenschaltung Kompensationsmessung nach Lindeck-Rothe Anhand praxisnaher Übungsaufgaben sollen die Schüler lernen, mit Hilfe der in der Fachtheorie, LG 4, eingeführten Gesetzmäßigkeiten selbständige Berechnungen nichtelektrischer Größen durchzuführen.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
	Anwenden - des Gesetzes von Boyle-Mariotte - des Gesetzes von Gay-Lussac - des Allgemeinen Gasgesetzes - der Kontinuitätsgleichung Ermitteln des Durchflusses (Wirkdruck) Umrechnen von Meßergebnissen in pneumatische bzw. elektrische Einheitssignale und umgekehrt	Beschränken auf Normalbedingungen Radizierende Meßumformer berücksichtigen	16 Std.
4.2 Fähigkeit, Meßfehler zu bestimmen	Fehlerberechnung: - absolute Fehler - relative Fehler - Fehlerfortpflanzung		4 Std.

- 46 -

Berufsschule

Fachklassen: Prozeßbleitroniker/Prozeßbleitronikerin

Jahrgangsstufen 12/13

Lerngebiete:	1 Grundlagen der Verfahrenstechnik	-- Std.
	2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen	28 Std.
	3 Prozeßbleittechnik-Steuerungstechnik	10 Std.
	4 Prozeßbleittechnik-Regelungstechnik	22 Std.
	5 Prozeßbleitsysteme	<u>-- Std.</u>
		60 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
1 Grundlagen der Verfahrenstechnik			-- Std.
2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen			
2.1 Fähigkeit, einfache Stabilisierungsschaltungen auszulegen	Dimensionieren einer Schaltung zur Spannungsstabilisierung mit Z-Diode: - Vorwiderstand - maximale Verlustleistung der Z-Diode - Stabilisierungsfaktor	Arbeiten mit Datenblättern und Kennlinien	6 Std.

- 47 -

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
4.2 Fähigkeit, Stellglieder nach vorgegebenen Prozeßdaten auszulegen	Bestimmen - des k_{st} -Werts - des Durchflusses - des Druckabfalls	Auf flüssige Medien beschränken Die erforderlichen Formeln sind anzugeben, d. h., sie sollen nicht mathematisch hergeleitet und bewiesen werden.	8 Std.
5 Prozeßleitsysteme			-- Std.

SCHALTUNGSTECHNIK

Fachprofil: Der Unterricht in Schaltungstechnik ist der Fachtheorie didaktisch zugeordnet. Im fächerübergreifenden Unterricht bildet er das Bindeglied zum Fach Schalten und Messen. Mit fortschreitender Einführung der Schüler in die komplexen Funktionszusammenhänge der Prozeßleittechnik dient der Unterricht der Vertiefung und der weiteren Differenzierung der in der Fachtheorie vermittelten fachlichen Inhalte. Dabei sind berufsspezifische technische Unterlagen anzufertigen, Funktionszusammenhänge in Schaltplänen und Technologieschemata zu erkennen, zu analysieren und handlungsbezogen zu beschreiben. Die Fähigkeit, grundlegende Zusammenhänge der Prozeßleittechnik zeichnerisch darzustellen, soll auch durch grafische Simulation mit dem Rechner vertieft und erweitert werden.

Jahrgangsstufe 11

Lerngebiete:	1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale	24 Std.
	2 Digitale Schaltungstechnik	8 Std.
	3 Einführung in die Prozeßleitelektronik	-- Std.
	4 Messen verfahrenstechnischer Größen	<u>20 Std.</u>
		52 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1 Grundlagen für die Verarbeitung elektrischer Signale		
1.1 Fähigkeit, sinusförmige Wechselgrößen zu konstruieren und ihre Kennwerte zu ermitteln	Zeichnen der Linien- und Zeigerdiagramme vorgegebener Wechselgrößen Ermitteln der Phasenbeziehungen Überlagerung von verschiedenen sinusförmigen Wechselgrößen RLC-Schaltungen: - Frequenzverhalten - Phasenbeziehungen	4 Std.
1.2 Kenntnis gebräuchlicher Schaltungsunterlagen der Elektrotechnik	Schaltungsunterlagen: - Übersichtsschaltplan - Anordnungsplan - Verdrahtungsplan - Stromlaufplan	4 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1.3 Fähigkeit, Stromlaufpläne von Signaleinrichtungen mit Grenzwertsignalgebern darzustellen und zu interpretieren	Analysieren und Skizzieren von Signalisierungsschaltungen, z. B. mit - Hörmelder - Sichtmelder - Quittierung - Ruhestromprinzip - Arbeitsstromprinzip - Erstwert- und Neuwertmeldung	VDI VDE-Richtlinie 2180 DIN 19235 12 Std.
2 Digitale Schaltungstechnik		
Fähigkeit, Schaltungen der Digitaltechnik zu analysieren und Signal-Zeit-Pläne zu entwickeln	Binäre Elemente Schaltungssynthese: - Problemstellung - Wahrheitstabelle - Funktionsgleichung - Schaltnetz als Skizze und als Symbol Skizzieren des Ausgangsspannungsverlaufs von Kippschaltungen bei vorgegebener Eingangsspannung	Lösung vorgegebener einfacher Aufgabenstellungen unter Verwendung verschiedener Grundverknüpfungen, z. B. NAND, NOR Zur zeichnerischen Darstellung können Computerprogramme genutzt werden. Genommene Schaltzeichen der jeweils angesprochenen Kippstufen verwenden Mit Tabellen arbeiten

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
	Entwickeln und Skizzieren digitaler Schaltwerke, z. B.: - Codierer - Zähler - Register - A/D- und D/A-Umsetzer Zeichnen und Auswerten dazugehörigen Signal-Zeit-Pläne	Auszüge aus Schaltungsunterlagen, z. B. eines Digitalvoltmeters oder eines Frequenzmeßgeräts, können verwendet werden. 10 Std.
3 Einführung in die Prozeßleitetchnik Fähigkeit, Schaltpläne der Verfahrenstechnik zu skizzieren und zu interpretieren Vertrautheit mit den Bildzeichen, Sinnbildern und Kennfarben von Rohrleitungen und Armaturen	Signalflußpläne für Steuerungen und Regelungen Darstellen von Fließbildern unter Verwendung von EMSR-Stellenkennzeichen Verrohrungspläne Kennfarben	Grundlage der zeichnerischen Darstellung sind Bildzeichen und Kennbuchstaben nach DIN 19227, DIN 19228 und DIN 28004 DIN 28004, Teil 1 bis Teil 4 DIN 2429 DIN 2403 10 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
4 Messen verfahrenstechnischer Größen Fertigkeit, Schaltungen und Meßketten zu analysieren und nach vorgegebenen Aufgabenstellungen zu ändern	Analysieren bzw. Entwickeln und Darstellen von ausgewählten Meßanordnungen zur Ermittlung von - Temperatur - Druck - Stand - Durchfluß	12 Std.

Berufsschule

Fachklassen: Prozeßleitelektroniker/Prozeßleitelektronikerin

Jahrgangsstufen 12/13

Lerngebiete:	1 Grundlagen der Verfahrenstechnik	-- Std.
	2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen	16 Std.
	3 Prozeßleittechnik-Steuerungstechnik	20 Std.
	4 Prozeßleittechnik-Regelungstechnik	20 Std.
	5 Prozeßleitsysteme	4 Std.
		60 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
1 Grundlagen der Verfahrenstechnik		-- Std.
2 Elektronische Bauelemente und Schaltungen Fähigkeit, ausgewählte Schaltungen zu skizzieren und ihre Funktion zu beschreiben	Analysieren und Skizzieren von - Transistorschaltungen (Verstärkern) in einer Emitterschaltung - Thyristorschaltungen - beschalteten Operationsverstärkern	Z. B. grafische Darstellung des Verstärkungsvorgangs im Dreiquadranten-Kennlinienfeld Es empfiehlt sich, die Schaltungen in Verbindung mit Schalten und Messen, LZ 2.3 und LZ 2.4, zu behandeln. 16 Std.

Berufsschule

SCHALTUNGSTECHNIK

Fachklassen Prozeßleitelektroniker/Prozeßleitelektronikerin

Jahrgangsstufen 12/13

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT
3 Prozeßleittechnik-Steuerungstechnik Fertigkeit, verbindungsprogrammierte Schaltungen darzustellen und zu interpretieren	Analysieren und Skizzieren der Schaltungsunterlagen von Steuerungen: - elektromechanisch - elektropneumatisch - pneumatisch	Das LZ soll die in Schaltungstechnik, Jgst. 11, LZ 1.2, zu vermittelnden Lerninhalte vertiefen. Es empfiehlt sich, eine bestimmte Aufgabe in den angesprochenen Schaltungstechniken zu realisieren, um so die charakteristischen Unterschiede deutlich herauszustellen. 20 Std.
4 Prozeßleittechnik-Regelungstechnik 4.1 Fertigkeit, Wirkungszusammenhänge in Regelkreisen darzustellen	Analysieren und skizzieren von Signalflußplänen Darstellen verfahrenstechnischer Anlagen: - funktionell - gerätetechnisch Skizzieren von - Fließbildern - Schaltplänen	DIN 19227 DIN 28004 8 Std.

LERNZIELE	LERNINHALTE	HINWEISE ZUM UNTERRICHT	
4.2 Fähigkeit, anhand vorgegebener Signalflußpläne die jeweilige Regelungsart zu bestimmen und ihre Funktion zu erklären	Identifizieren und Erklären der Regelungsarten, z. B.: - Festwertregelung - Verhältnisregelung - Kaskadenregelung	Vgl. Fachtheorie, LZ 4.6	8 Std.
4.3 Fähigkeit, den Verlauf der Regelgröße in Regelkreisen mit stetigen und unstetigen Reglern auszuwerten Fähigkeit, Ausgangssignale von stetigen Reglern grafisch zu ermitteln	Analysieren und Bewerten - des Führungsverhaltens - des Störverhaltens - der Regelgüte Skizzieren der Ausgangssignale bei unterschiedlichen Kenngrößen	Einsatz geeigneter Simulationssoftware	4 Std.
5 Prozeßbleitsysteme Fähigkeit, Darstellungen von Prozeßbleitsystemen zu analysieren	Interpretieren und Ändern von - Prozeßmasken - Geräteübersichten - Fließbildern	Vgl. Fachtheorie, LZ 5.3, und Schalten und Messen, LG 5	4 Std.

Anlage

Die Mitglieder der Lehrplankommission waren:

✓ Alexander, Manfred	Städtisches BBZ für Elektrotechnik, BS I, München
✓ Hausdorf, Gerd	Staatliche Berufsschule Altötting
✓ Müller, Werner	Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, München
✓ Schikaneder, Heinrich	Berufsbildungszentrum Burghausen Vertreter des DGB, Landesbezirk Bayern
✓ Stobinski, Hans-Jürgen	Staatliche Berufsschule I, Rosenheim
✓ Waldenburg, Dieter	Stadtwerke München Vertreter der IHK für München und Oberbayern