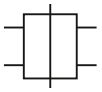
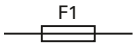
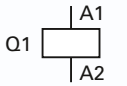
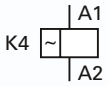
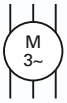
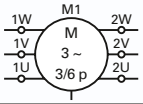
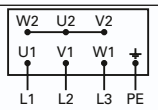
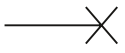
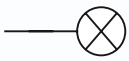
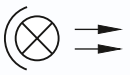
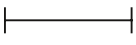
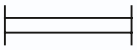
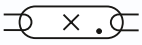
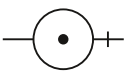
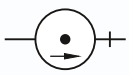
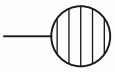
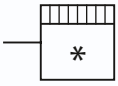
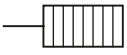
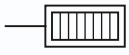
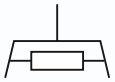
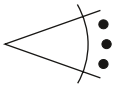
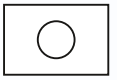
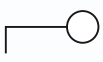
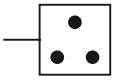
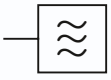
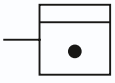
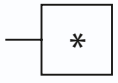
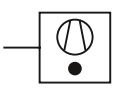
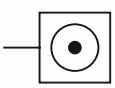
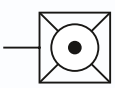
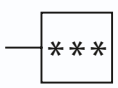
Schaltzeichen, Symbole, Betriebsmittel, Betriebsmittelkennzeichen in diesem Buch 1

	Antennen- und Empfangsanlagen						
	Steckdose für Fernseher, Multimedia		Antennen-steckdose		Antennen-weiche		Zweifach-Verteiler
	Mehrfach-abzweiger		Einfach-abzweiger		Verstärker		Übergabe-punkt
	Antriebstechnik						
	Sicherung		Motorschutz-relais, therm.		Schütz		Blinkrelais
	Drehstrom-Asynchron-motor DASM		DASM mit Schleifring-läufer		DASM mit Drehrich-tungswechsel		Klemmbrett für DASM
	Beleuchtungstechnik						
	Leuchten-auslass		Leuchte, all-gemein		Punktleuchte		Flammschutz-zeichen, Ent-zündungstemp. mind. 200°C
	Leuchtband		Leuchtfeld, 2-reihig		Leuchtstoff-lampe		Vorschaltgerät, im Fehlerfall nicht zu heiß
	Elektrowärme und Wärmegeräte						
	Warmwas-serspeicher		Durchlauf-erhitzer		Warmwas-sergerät		Klimagerät, allgemein
	Raumheizung, allgemein		Speicher-heizgerät, allgemein		Infrarot-strahler		Heizwider-stand
	Gefahrenmeldeanlagen						
	Verteiler		Brandmelde-zentrale		optischer Signalgeber		akustischer Signalgeber
	optischer Rauchmelder		Rauchwarn-melder		Schalt-einrichtung		Ultraschall-bewegungs-melder
	Infrarot-bewegungs-melder		Glasbruch-melder, passiv		Glasbruch-melder, aktiv		Alarmglas-draht
	Magnet-kontakt		Mikrowellen-schranke		Druckknopf-melder		Schlüssel-depot
	Haushaltsgeräte und Energieeffizienz						
	Elektroherd, allgemein		Mikrowellen-herd		Backofen		Kühlgerät
	Wäsche-trockner		Wasch-maschine		Geschirrspül-maschine		Gefriergerät

EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

PRÜFUNGSVORBEREITUNG AKTUELL

Abschlussprüfung Teil 2

Elektroniker/-in für Betriebstechnik

- Aufgaben nach Themengebieten sortiert
- Mindmaps mit wichtigen Formeln und Hinweisen
- teilweise ausführliche Lösungshinweise
- teilweise mehrere gleichartige Aufgaben zum Üben und Festigen der Themengebiete
- mit Lösungsband zur raschen Kontrolle der Ergebnisse

Bearbeitet von Gewerbelehrern und Ingenieuren

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 36575

Autoren der PRÜFUNGSVORBEREITUNG AKTUELL
Elektroniker für Betriebstechnik:

Burgmaier, Monika	Oberstudiendirektorin	Durbach, Offenburg
Burgmaier, Patricia	Dipl.-Ing. (BA)	Melsungen
Fässler, Tobias	Dipl.-Ing. (FH)	Freiburg, Lahr
Nutto, Markus	Dipl.-Ing.	Freiburg, Endingen
Schiemann, Bernd	Dipl.-Ing.	Durbach

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:
Monika Burgmaier, Oberstudiendirektorin, Durbach, Offenburg

Bildbearbeitung:
Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern

1. Auflage 2020
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert bleiben.

ISBN 978-3-8085-3657-5

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
http://www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfoto: © Siemens AG 2019, alle Rechte vorbehalten.
Umschlagidee: Bernd Schiemann und Monika Burgmaier
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Vorwort zur 1. Auflage

Die Prüfungsvorbereitung aktuell eignet sich hervorragend zum selbstständigen Wiederholen der wichtigsten Themengebiete der schriftlichen Gesellenprüfung Teil 2 für den Elektroniker für Betriebstechnik.

Wichtige Formeln und Hinweise werden zu jedem Themengebiet visualisiert.

Aufgrund der Zusammenstellung nach fachsystematischen Themen eignet sich das Buch auch sehr gut zur Vorbereitung auf Klassenarbeiten.

Folgende in den Prüfungen immer wieder vorkommende Fachgebiete werden in diesem Buch behandelt:

- Information zu Ausbildung und Prüfung
- Analogwertverarbeitung
- Antriebstechnik mit Motoranlauf/Frequenzumrichter
- Arbeitsplatz und „Betriebliches Umfeld“
- Fotovoltaik
- Gefahrenmeldeanlagen
- KNX
- Kompensation
- Leitungsberechnung
- Motoren
- Regelungstechnik
- Schutzmaßnahmen
- Sensoren- und Messumformer
- Steuerungs- und Anlagensicherheit
- Transformatoren
- Wirtschafts- und Sozialkunde

Mit dem eingelegten Lösungsheft können die eigenen Lösungen schnell und übersichtlich überprüft werden.

Im Lösungsband werden teilweise zu den Lösungsvorschlägen weitere Hinweise gegeben.

Wichtige Informationen zu Ausbildung und Prüfung runden das Buch ab.

Die Autoren von PRÜFUNGSVORBEREITUNG AKTUELL Energie- und Gebäudetechnik wünschen Ihnen eine informative Ausbildungszeit und eine erfolgreiche Prüfung.

Gerne lesen wir Ihre Verbesserungsvorschläge, Ihre Kritik und Ihre Zustimmung, die Sie uns weiterleiten unter: lektorat@europa-lehrmittel.de.

Autoren und Verlag

Sommer 2020

Liebe Leser, liebe Leserinnen

hier einige Tipps zur Arbeit mit dem Buch.

Um gezielt Themengebiete, die für die Prüfung von Bedeutung sind, zu üben oder zu vertiefen, wurde für jedes Themengebiet eine Übersicht **(Bild 1)** erstellt:

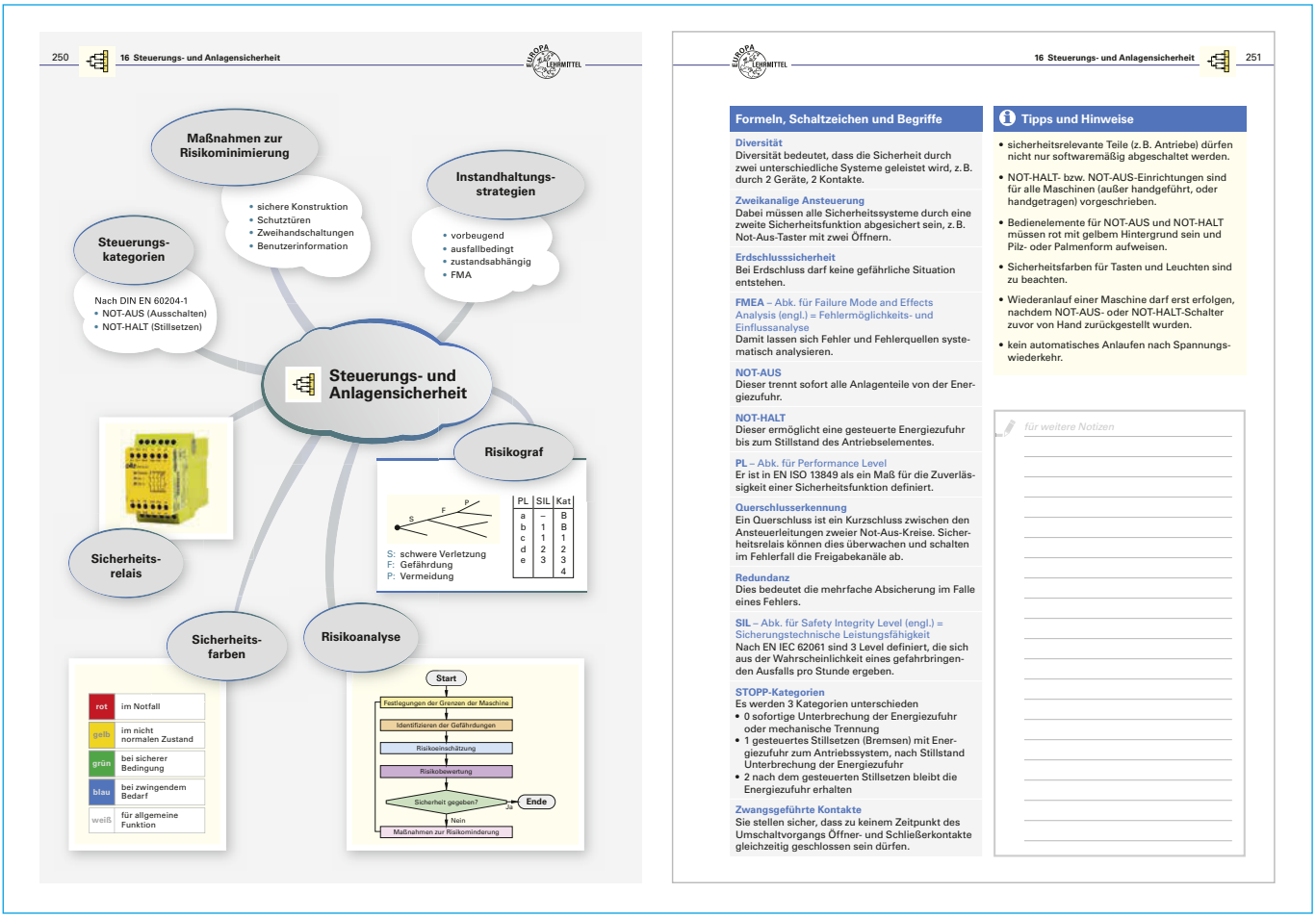


Bild 1: Übersicht Themengebiete

Auf der linken Seite finden Sie kurz und bündig auf einen Blick	Auf der rechten Seite finden Sie
• Struktur des Themengebiets, • wichtige Schaubilder • die Themen der ausgewählten Aufgaben.	• wichtige Formeln, • Erläuterungen von Fachbegriffen, • Tipps und Hinweise, die häufig gemachte Fehler verhindern.

Überprüfen Sie beim Lösen der Aufgaben das in der Prüfung zugelassene Tabellenbuch auf Vollständigkeit.

Bei noch nicht sicher vorhandenen Kompetenzen greifen Sie auf das Fachkundebuch zurück.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Thema	Seite	Icons
1	Informationen zu Ausbildung und Prüfung	6 bis 9	
2	Analogwertverarbeitung	10 bis 21	
3	Antriebstechnik mit Motoranlauf/Frequenzumrichter	22 bis 37	
4	Arbeitsplatz und „Betriebliches Umfeld“	38 bis 51	
5	Beleuchtungstechnik	52 bis 73	
6	Fotovoltaik	74 bis 89	
7	Gefahrenmeldeanlagen	90 bis 115	
8	KNX	116 bis 123	
9	Kompensation	124 bis 135	
10	Leitungsberechnung	136 bis 151	
11	Motoren	152 bis 171	
12	Regelungstechnik	172 bis 185	
13	Schutzmaßnahmen	186 bis 203	
14	Sensoren- und Messumformer	204 bis 221	
15	Steuerung mit SPS	222 bis 249	
16	Steuerungs- und Anlagensicherheit	250 bis 255	
17	Transformatoren	256 bis 269	
18	Wirtschafts- und Sozialkunde	270 bis 287	
	Bildquellenverzeichnis	288	
	Schaltzeichen, Symbole und Betriebsmittelkennzeichen	U2, U3	

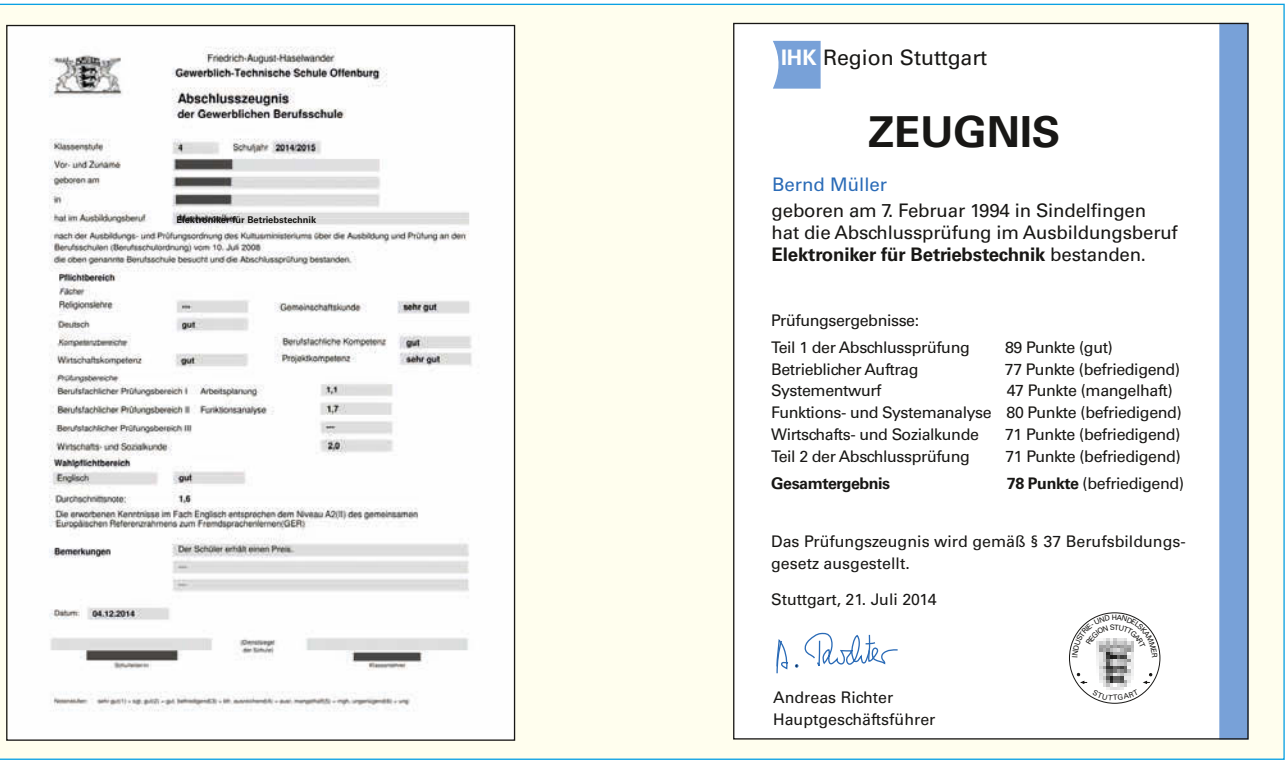
Fragen zu Ausbildung und Prüfung

1 Welche Prüfungen erwarten mich im Rahmen meiner Ausbildung?

- Teil 1 der Abschlussprüfung
- Teil 2 der Abschlussprüfung
- Berufsschulabschlussprüfung[1)]

2 Warum werden am Ende der Ausbildung zwei getrennte Abschlusszeugnisse ausgestellt?

Sie erhalten am Ende der Ausbildung von der Berufsschule ein Abschlusszeugnis und von der Industrie- und Handelskammer ein Prüfungszeugnis **(Bild 1)**. Voraussetzung für den Erhalt der Zeugnisse ist das Bestehen der Abschlussprüfung nach der jeweils gültigen Prüfungsordnung.



Friedrich-August-Haselwander
Gewerblich-Technische Schule Offenburg

Abschlusszeugnis
der Gewerblichen Berufsschule

Klassenstufe 4 Schuljahr 2014/2015
Vor- und Zuname
geboren am
in
hat im Ausbildungsberuf Elektroniker für Betriebstechnik
nach der Ausbildungs- und Prüfungsordnung des Kultusministeriums über die Ausbildung und Prüfung an den Berufsschulen (Berufsschulordnung) vom 10. Juli 2008
die oben genannte Berufsschule besucht und die Abschlussprüfung bestanden.

Pflichtbereich
Fächer
Religionslehre ---
Deutsch gut
Kompetenzbereiche
Wirtschaftskompetenz gut
Gemeinschaftskunde sehr gut
Berufstachliche Kompetenz gut
Projektkompetenz sehr gut
Prüfungsbereiche
Berufstachlicher Prüfungsbereich I Arbeitsplanung 1,1
Berufstachlicher Prüfungsbereich II Funktionsanalyse 1,7
Berufstachlicher Prüfungsbereich III ---
Wirtschafts- und Sozialkunde 2,0
Wahlpflichtbereich
Englisch gut
Durchschnittsnote: 1,6
Die erworbenen Kenntnisse im Fach Englisch entsprechen dem Niveau A2(II) des gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens zum Fremdsprachenlernen(GER)

Bemerkungen Der Schüler erhält einen Preis.

Datum: 04.12.2014

IHK Region Stuttgart

ZEUGNIS

Bernd Müller
geboren am 7. Februar 1994 in Sindelfingen
hat die Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf **Elektroniker für Betriebstechnik** bestanden.

Prüfungsergebnisse:

Teil 1 der Abschlussprüfung	89 Punkte (gut)
Betrieblicher Auftrag	77 Punkte (befriedigend)
Systementwurf	47 Punkte (mangelhaft)
Funktions- und Systemanalyse	80 Punkte (befriedigend)
Wirtschafts- und Sozialkunde	71 Punkte (befriedigend)
Teil 2 der Abschlussprüfung	71 Punkte (befriedigend)
Gesamtergebnis	**78 Punkte** (befriedigend)

Das Prüfungszeugnis wird gemäß § 37 Berufsbildungsgesetz ausgestellt.

Stuttgart, 21. Juli 2014

Andreas Richter
Hauptgeschäftsführer

Bild 1: Prüfungszeugnisse der Berufsschule und der Industrie- und Handelskammer

Diese beiden Zeugnisse haben für Ihr schulisches oder berufliches Weiterkommen eine besondere Bedeutung.
Mit dem Berufsschulabschlusszeugnis ist die Voraussetzung für den Besuch von weiteren Schularten wie dem einjährigen Berufskolleg zur Erlangung der Fachhochschulreife oder einer Fachschule gegeben. Hauptschüler erhalten unter bestimmten Voraussetzungen den Fachschulabschluss (Mittlerer Bildungsabschluss) zuerkannt.
Das Bestehen der Abschlussprüfung ist Voraussetzung zur Ausübung des Berufes und damit können Sie laut Tarifvertrag als Facharbeiter ein Beschäftigungsverhältnis eingehen.
Falls noch nicht vorhanden, wird mit dem Bestehen der Berufsschulprüfung der Hauptschulabschluss zuerkannt.

3 Unter welchen Voraussetzungen kann Hauptschülern ein Mittlerer Bildungsabschluss zuerkannt werden?

- im Berufsschulabschlusszeugnis ist ein Notenschnitt von mindestens 3,0 gefordert,
- die Abschlussprüfung muss bestanden sein und
- ausreichende Fremdsprachenkenntnisse müssen durch 5 Jahre Unterricht nachgewiesen werden.

4 Welcher Notenschlüssel wird bei der Kammerprüfung verwendet?

Bei der Kammerprüfung wird der 100-Punkte-Schlüssel (**Tabelle 1**) benutzt. Es handelt sich um einen nichtlinearen Schlüssel, bei dem bei weniger als 50 Punkten die Note mangelhaft erteilt wird.

Tabelle 1: 100-Punkte-Schlüssel

Punkte	Note
92 bis 100	sehr gut
81 bis 91	gut
67 bis 80	befriedigend
50 bis 66	ausreichend
30 bis 49	mangelhaft
0 bis 29	ungenügend

[1)] In Baden-Württemberg gibt es eine gemeinsame Abschlussprüfung mit der Kammer.

5 Wann finden die Prüfungsteile statt?

Der Prüfungsteil 1 soll vor Ende des zweiten Ausbildungsjahres stattfinden. Der Prüfungsteil 2 findet am Ende der Ausbildungszeit statt.

6 Welche Prüfungsbereiche gibt es und wie ist deren Gewichtung?

In dem Prüfungsbereich Arbeitsauftrag werden die Inhalte aus den Lernfeldern 1 bis 6 schriftlich abgeprüft, die die Berufsschule bis dahin vermittelt hat. Außerdem ist eine praktische Aufgabe zu lösen. Dieser Prüfungsteil geht mit 40 % in die Gesellenprüfung ein **(Tabelle 1).**

Tabelle 1: Prüfung Teil 1, Lernfelder 1 bis 6

Lernfeld 1 • • • **Lernfeld 6**	**Prüfung Teil 1** Im 4. Halbjahr (nach 1,5 bis 2 Jahren)	Komplexe **Arbeitsaufgabe** mit **situativen Gesprächsphasen**	**Schriftliche Aufgabenstellung** zu der komplexen Arbeitsaufgabe	
		In der Prüfung Teil 1 soll der Prüfling zeigen, dass er z. B. technische Unterlagen auswerten, Arbeitsabläufe planen, Teile montieren, demontieren, Betriebswerte einstellen, Unfallverhütungsvorschriften beachten, Fehler suchen und beseitigen, Produkte in Betrieb nehmen, übergeben, erläutern und Prüfprotokolle erstellen kann.		
		◷ **max. 8 h** **20 %**	◷ **max. 8 h** **20 %**	**40 %**

Der Prüfungsteil 2 besteht aus 4 Prüfungsbereichen:

- Systementwurf,
- Funktions- und Systemanalyse,
- Wirtschafts- und Sozialkunde und
- Arbeitsauftrag

Im Kundenauftrag zeigen Sie Ihre praktische Fähigkeiten, die bei der Ausübung Ihres Berufes von Bedeutung sind. Die weiteren Prüfungsbereiche behandeln die Inhalte, die Ihnen an der Berufsschule vermittelt wurden, diese werden schriftlich geprüft. Der **Tabelle 2** können Sie weitere Details sowie die Gewichtung der Prüfungsbereiche entnehmen.

Tabelle 2: Prüfung Teil 2, Lernfelder 7 bis 13

Lernfeld 7 • • • **Lernfeld 13**	**Prüfung Teil 2** Ende 7. Halbjahr (nach 3,5 Jahren)	**Schriftliche Prüfungsbereiche**			
		Systementwurf	**Funktions- und Systemanalyse**	**Wirtschafts- und Sozialkunde**	
		Es sind technische Problemanalysen durchzuführen und für bestehende Betriebsabläufe Lösungskonzepte zu entwickeln.	Es sind Schaltungsunterlagen und Dokumentationen auszuwerten und zu analysieren, Änderungen in Programmen vorzunehmen und Fehlerursachen zu bestimmen.	Es sind praxisbezogene, handlungsorientierte Aufgaben und wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge der Berufs- und Arbeitswelt darzustellen und zu beurteilen.	
		◷ **max. 2 h** **12 %**	◷ **max. 2 h** **12 %**	◷ **max. 1 h** **6,0 %**	
		Arbeitsauftrag: Hier soll der Prüfling zeigen, dass er die schon in Teil 1 der Prüfung genannten Anforderungen an einen komplexen betrieblichen Auftrag, z. B. Steuerung einer Tiefgarageneinfahrt, oder eine praktische Aufgabe umfassend beherrscht. Das Fachgespräch (siehe hintere Umschlaginnenseite) geht mit bis zu 30 % in die Bewertung ein.			
		◷ **17–24 h**		**30 %**	**60 %**

7 Unter welchen Bedingungen kann der Prüfungstermin bei bestehenden Verträgen vorgezogen werden?

Das Berufsbildungsgesetz ermöglicht bei guten Leistungen in Berufsschule und Betrieb eine vorgezogene Prüfungszulassung. In der Regel kann die Ausbildung um ein halbes Jahr verkürzt werden. Beachten Sie die örtlichen Meldefristen bei den Prüfungsterminen der Kammern.

8 Welche Bestehensregelung gilt für die Gesellenprüfung?

Die Gesellenprüfung ist bestanden, wenn die Leistungen

- im Gesamtergebnis von Teil 1 und Teil 2 mit mindestens „ausreichend“,
- im Gesamtergebnis der 3 schriftlichen Prüfungsbereiche von Teil 2 mit mindestens „ausreichend“,
- im Prüfungsbereich Arbeitsauftrag mindestens „ausreichend“,
- in mindestens zwei der schriftlichen Prüfungsbereiche von Teil 2 mit mindestens „ausreichend“ und
- in keinem schriftlichen Prüfungsbereich von Teil 2 mit „ungenügend“ bewertet worden sind. Die Bestehensregelungen der Berufsschulprüfung sind in den einzelnen Bundesländern geregelt.

9 Unter welchen Voraussetzungen findet bei der Gesellenprüfung eine mündliche Prüfung statt?

Mündliche Prüfungen werden auf Antrag des Prüflings nur dann abgehalten, wenn dieser durch die mündliche Prüfung die Abschlussprüfung noch bestehen kann. Die Prüfung bezieht sich ausschließlich auf die schriftlichen Prüfungsbereiche. Dabei ist das schriftliche Ergebnis mit dem mündlichen Ergebnis im Verhältnis 2:1 zu gewichten.

10 Welche Möglichkeiten gibt es bei Nichtbestehen der Gesellenprüfung?

Bei Verlängerung des Ausbildungsvertrages kann die Abschlussprüfung zweimal wiederholt werden.

11 Wer prüft bei der Kammerprüfung?

Der Prüfungsausschuss bei der Industrie- und Handelskammer besteht aus drei Personen **(Bild 1)**:

- Beauftragter des Arbeitgebers,
- Beauftragter der Arbeitnehmer,
- Lehrer.

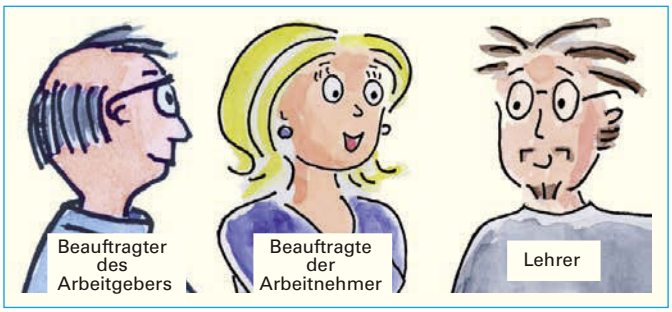


Bild 1: Prüfungsausschuss

12 Wie bereite ich mich auf die Prüfung vor?

- **Bilden Sie Lerngruppen (Bild 2).**

  Zusammen mit anderen Auszubildenden ist es einfacher, die Schwelle zum gezielten Lernen zu überwinden. Sich gegenseitig abfragen und erklären bringt auf jeden Fall allen Beteiligten einen sicheren Lernfortschritt.

- **Besorgen Sie sich die Prüfungsaufgaben von früheren Terminen.**

  Diese eignen sich hervorragend zum Üben des gesamten Lernstoffes der Ausbildung.

  Greifen Sie auf keinen Fall zu schnell zu den angebotenen Lösungshinweisen.

  Beachten Sie die Vorgehensweise nach **Bild 3.**

- **Planen Sie feste Übungsabschnitte mit Pausen ein.**

  Machen Sie nach 90 Minuten eine Pause von mindestens 15 Minuten.

- **Halten Sie Themen/Fragen, die noch nicht „so sitzen“, schriftlich fest.**

  Eine Möglichkeit wäre die Erstellung von Lernkarten, die Sie sich immer wieder ansehen können.

Bild 2: Lerngruppe

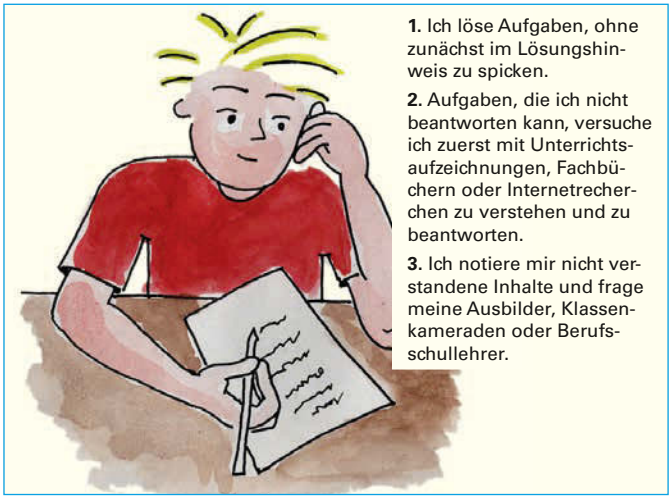


Bild 3: Vorgehensweise beim Lösen von Prüfungsaufgaben

13 Wie besiege ich meine Prüfungsangst?

Die von Ihnen zu bewältigende Prüfungssituation stellt für Sie nicht den Normalzustand beim Lernen dar. Die Angst, in der Prüfung zu versagen oder die Aufgaben oder den Prüfer nicht zu verstehen, ist weit verbreitet. Dabei ist ein leichtes Lampenfieber durchaus normal und auch leistungssteigernd **(Bild 1)**.

Damit haben Sie die optimale Voraussetzung für ein gutes Gelingen Ihrer Prüfung. Dazu ist es wichtig, sich schon im Vorfeld auf die Prüfungssituation einzustimmen. Es helfen Ihnen die Vorschläge in **Bild 2**. Schließen Sie am Abend vor dem Prüfungstag Ihre Vorbereitungen rechtzeitig ab und stellen Sie alle notwendigen Unterlagen zusammen, die Sie für die Prüfung benötigen, z. B. Tabellenbuch, Formelsammlung und Taschenrechner.

Am Abend vor einer wichtigen Prüfung können Sie sich eine Ablenkung gönnen: einen Kinobesuch, einen Spaziergang oder ein schönes Abendessen.

Prüfungsangst kann auch zu Muskelanspannung führen, der Sie aber leicht durch eine gezielte Bauchatmung entgegenwirken können. Legen Sie die Hand unterhalb des Bauchnabels auf Ihren Bauch und atmen Sie tief ein und aus. Machen Sie sich dabei bewusst, wie Ihr Atem die Hand bewegt. Nach mehreren Atemzügen werden Sie ruhiger und entspannter werden.

14 Welche Tipps gelten für den Prüfungstag?

- Legen Sie alle Unterlagen, die Sie zum Lösen der Aufgaben benötigen, griffbereit und übersichtlich vor sich auf den Tisch.
- Markieren Sie wichtige technische Daten der Aufgabe.
- Die Checkliste soll Ihnen häufige in den Prüfungen gemachte Fehler verdeutlichen **(Tabelle 1)**.
- Achten Sie bei den Aufgabenstellungen der schriftlichen Prüfungsteile auf die Verben **(Tabelle 2)**.
- Prüfen Sie nach jeder Aufgabe, ob Sie alle gestellten Fragen beantwortet haben.

15 Zu welchem Zeitpunkt endet mein Ausbildungsvertrag?

Mit der Bekanntgabe des Bestehens der Abschlussprüfung endet Ihr Ausbildungsvertrag, auch wenn in Ihrem Vertrag ein späteres Datum eingetragen wurde.

Meist dauert es noch einige Wochen, bis Sie von der Industrie- und Handelskammer Ihr Zeugnis zugeschickt bekommen. Häufig wird Ihnen dieser Brief bei einer Abschlussfeier überreicht.

Auf jeden Fall muss Ihnen der Ausbildungsbetrieb ein Ausbildungszeugnis ausstellen.

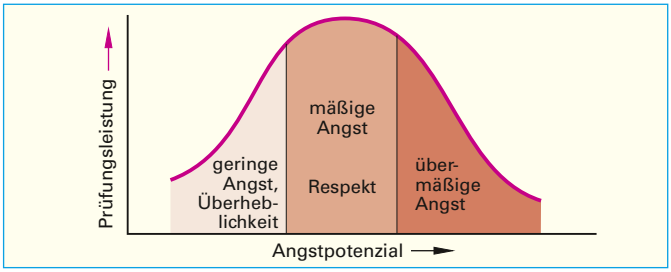


Bild 1: Auswirkungen der Angst auf die Leistung

Wie bekämpfe ich meine Prüfungsangst?

- Indem ich weiß, dass ich gut vorbereitet bin.
- Indem ich mir vorstelle dass der Prüfungsausschuss mit nicht fremd ist
- Indem ich weiß, dass ein mäßiges Angstpotential zu einer deutlichen Leistungssteigerung führt.
- Indem ich schon häufig solche Prüfungssituationen geübt habe.
- Indem ich gesund und ausgruht zur Prüfung erscheine
- Indem ich nicht aufgebe, wenn ich eine Frage nicht gleich vollständig beantworten kann.

Bild 2: Vorschläge zur Bekämpfung der Prüfungsangst

Tabelle 1: Checkliste zur Vermeidung von Prüfungsfehlern

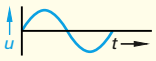
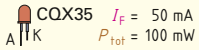
Rechenaufgaben $R = \frac{U}{I} = \frac{230\ \text{V}}{100\ \text{mA}} = 2{,}3\ \text{k}\Omega$	In Formeln **Zahlenwerte** mit **Einheiten** einsetzen und an **Maßeinheiten** denken.
Diagramme 	Achsenbezeichnungen angeben.
Programme LDN I2.3 Q 6.4	Programme in Teilschritte zerlegen und dann erst zusammenfügen.
Aufgabenstellung Nennen Erläutern Welche? Wodurch?	Frageworte und Verben beachten.
Schaltpläne	Normgerechte Schaltzeichen und Benennungen der Bauelemente beachten.
Herstellungsunterlagen 	Richtige Baugruppe laut Aufgabenstellung auswählen.

Tabelle 2: Verben der Fachfragen

nennen	Eine **Aufzählung** reicht aus.
erklären, erläutern	Sie sollen den Sachverhalt **in Sätzen** erklären.
analysieren	Sie sollen sich über **Zusammenhänge, Auswirkungen** und **Funktionen** äußern.
bewerten, beurteilen	Sie müssen eine **begründete Entscheidung** treffen.

Temperatur mit Pt100-Sensor messen 2

Wichtiges zusammengefasst 4

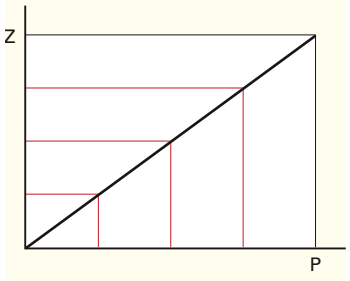
Analogwerte bearbeiten 1

Temperatur in einem Umlufttrockenofen überwachen 3

Analogwert-verarbeitung

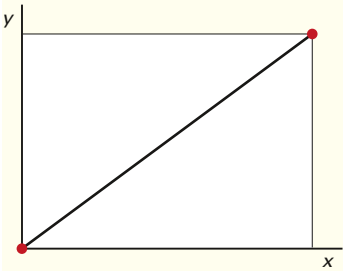
Normieren

Zahlenwert
=>
Analog Prozesswert

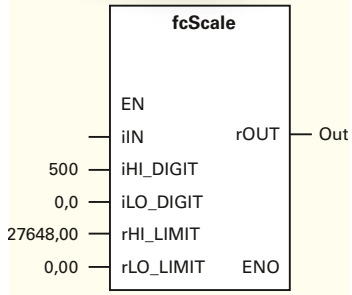


Zuordnung

Normierungs-kennlinie



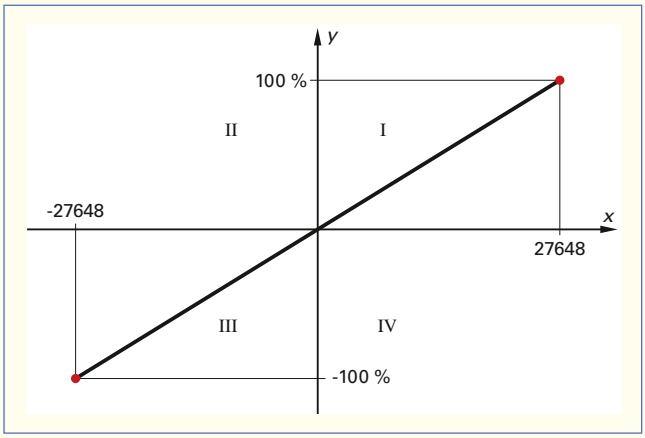
Beschaltung



Tipps und Hinweise

Es gibt vier Quadranten für die Kennliniendarstellung.

Meist verwendet I, oder I und III oder II und IV

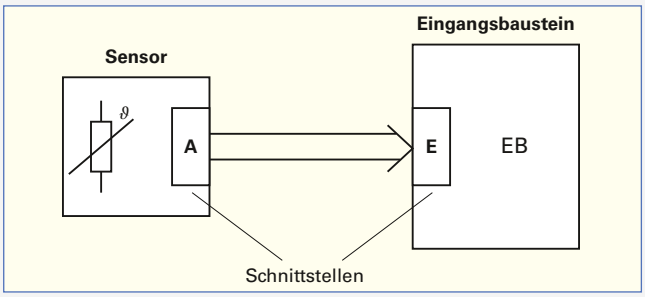


Infos zur Sensorkennlinie

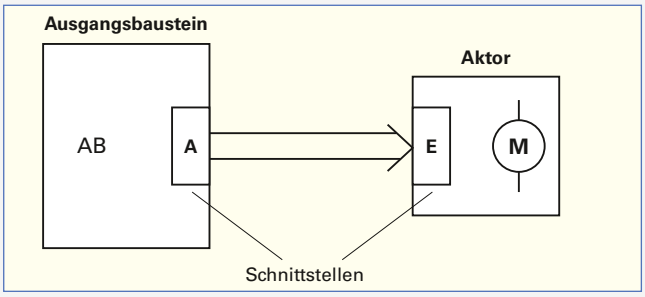
1. Geradengleichung aufstellen, z.B.
   $y = m \cdot x + b$
2. Steigung der Normierungskennlinie bestimmen, z. B.
   $m = \frac{500\ \text{l}}{27\,648}$
3. Offset (Verschiebung auf der y-Achse) bestimmen, z. B.
   $b = 1024$

Begriffe

Normieren



Denormieren



Größen und Formelzeichen

Formelzeichen	Größe	Beispiele
x	**Eingangswert**	0 bis 27 648
x_u	Untergrenze	0
x_o	Obergrenze	27648
y	**Ausgangswert**	0 bis 500 l
y_u	Untergrenze	0 l
y_o	Obergrenze	500 l
a	Steigung	0,01808

Abkürzungen allgemein

FC	Function
AE	Analog Eingabewert WORD
OGREB	Obergrenze Eingangsnennbereich INT
UGREB	Untergrenze Eingangsnennbereich INT
OGRNB	Obergrenze Normierungsbereich REAL
UGRNB	Untergrenze Normierungsbereich REAL
REAW	Real Analogwert als Gleitkommazahl

Abkürzungen IEC

Name	Datentyp	Bedeutung
iIN	INT	Digitalisierter Analogeingabewert
iHI_DIGIT	INT	Obergrenze Eingangsnennbereich
iLO_DIGIT	INT	Untergrenze Eingangsnennbereich
rHI_LIMIT	REAL	Obergrenze Normierungsbereich
rLO_LIMIT	REAL	Untergrenze Normierungsbereich
rOUT	REAL	Normierter Analogausgabewert als Gleitpunktzahl

1 Analogwerte bearbeiten

Sensoren für die Messgrößen, z. B. Widerstand, Temperatur, Füllstandhöhen, Umdrehungsfrequenzen und Gewicht, liefern Spannungen oder Ströme in analoger Form, die an den Arbeitsbereich der Analogeingabebaugruppe, z. B. einen Funktionsbaustein, der SPS angepasst werden.

1.1 Normierung und Denormierung

a) Erklären Sie den Begriff Normierung.

b) Erklären Sie den Begriff Denormierung.

c) Ergänzen Sie die Größen für einen Tank mit 500 Liter und den Binärwert 27 648 in **Bild 1** und **Bild 2**.

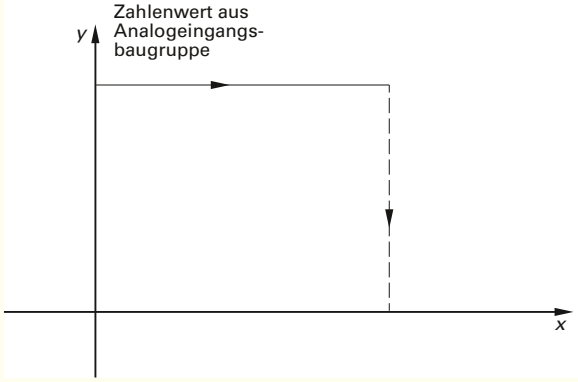


Bild 1: Normierung

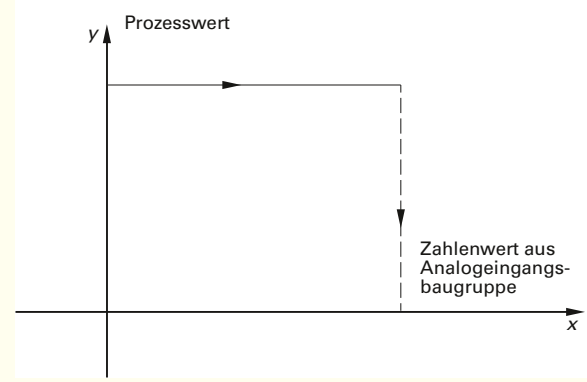


Bild 2: Denormierung

1.2 Normierungskennlinie im 1. Quadranten

Den Zusammenhang zwischen der physikalischen Größe Liter und der binären Zuordnung für eine Waage zeigt **Bild 3.**

a) Stellen Sie ausgehend von der Geradengleichung $y = a \cdot x + b$ die Funktionsgleichung der Normierungskennlinie auf.

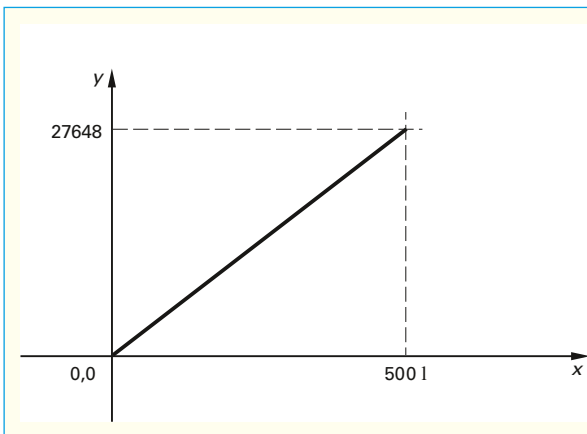


Bild 3: Normierungskennlinie im 1. Quadranten

b) Ergänzen Sie anhand **Bild 3, Seite 12**, die **Tabelle 1** und die Funktion SCALE **(Bild 1).**

Tabelle 1: Zuordnungen Kennlinie (Bild 3, Seite 12)

Variable	Bezeichnung	Erklärung, Werte
x	Eingangswert	
x_u	Untergrenze	
x_o	Obergrenze	
y	Ausgangswert	
y_u	Untergrenze	
y_o	Obergrenze	
a	Steigung	

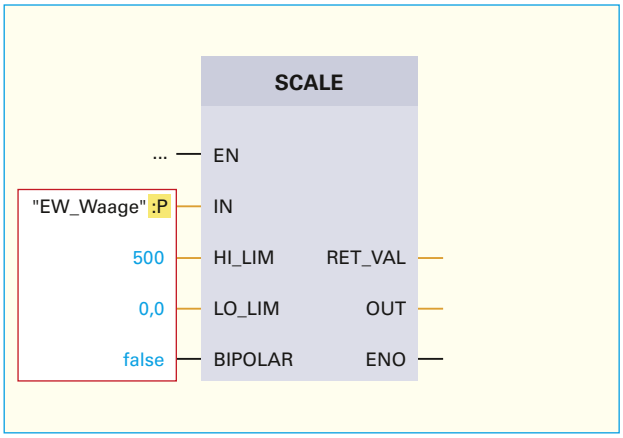


Bild 1: Beschaltung des Bausteins FC105

1.3 Normierungskennlinie im 1. Quadranten und im 3. Quadranten

Mit dem Funktionsbaustein SCALE soll eine Wechselspannung ausgegeben werden. Die Kennlinie zeigt **Bild 2.**

a) Stellen Sie von $y = a \cdot x + b$ ausgehend die Funktionsgleichung der Normierungskennlinie auf.

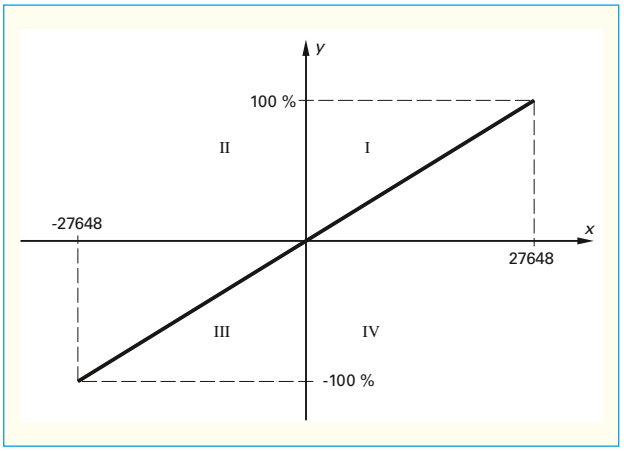


Bild 2: Normierungskennlinie in den Quadranten 1 und 3

b) Ergänzen Sie anhand **Bild 2** und Teilaufgabe a) die **Tabelle 2.**

c) Beschalten Sie die Funktion **(Bild 3).**

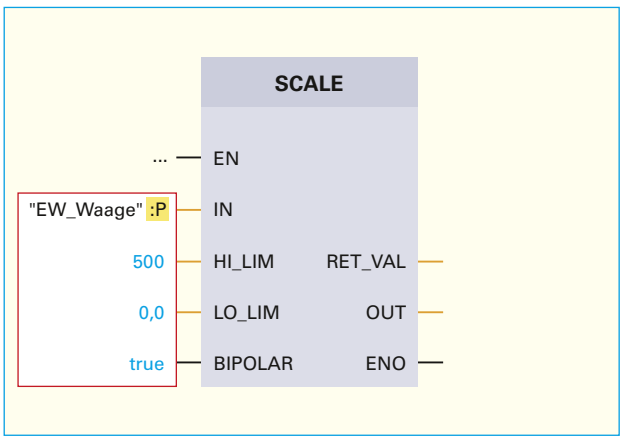


Bild 3: Beschaltung des Bausteins FC105

Tabelle 2: Zuordnungen Kennlinie (Bild 2)

Variable	Bezeichnung	Erklärung, Werte
x	Eingangswert	
x_u	Untergrenze	
x_o	Obergrenze	
y	Ausgangs-wert	
y_u	Untergrenze	
y_o	Obergrenze	
a	Steigung	

d) Welche Variablen sind folgenden Werten zuordenbar?

Wert	0			± 0,0036169
Variable, Zuordnung	oder	x_u	x_o	

1.4 Verwendung von IEC-konformen Bausteinen

Ersetzen Sie den Baustein SCALE (Bild 1 und Bild 3, Seite 13) anhand Tabelle 1 und Tabelle 3 (Seite 13) durch den Baustein fcScale in **Bild 1** und **Bild 2.**

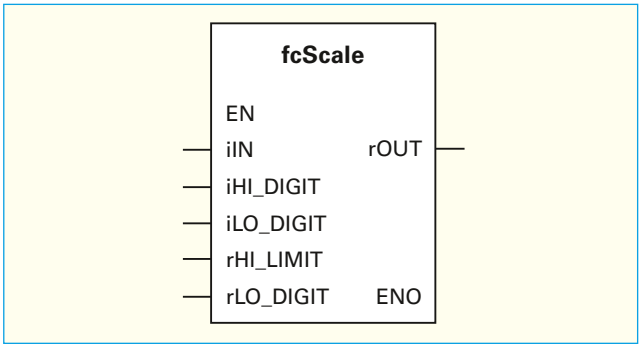


Bild 1: Beschaltung von fcScale nach Tabelle 1

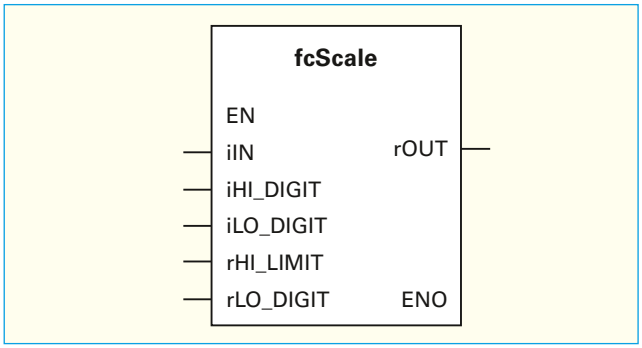


Bild 2: Beschaltung von fcScale nach Tabelle 2

1.5 Normierungskennlinie im 2. Quadranten und 4. Quadranten

a) Stellen Sie von $y = x \cdot a + b$ ausgehend die Funktionsgleichung der Normierungskennlinie für eine negative Steigung auf.

b) Ergänzen Sie anhand **Bild 3** und Teilaufgabe a) **Tabelle 1**

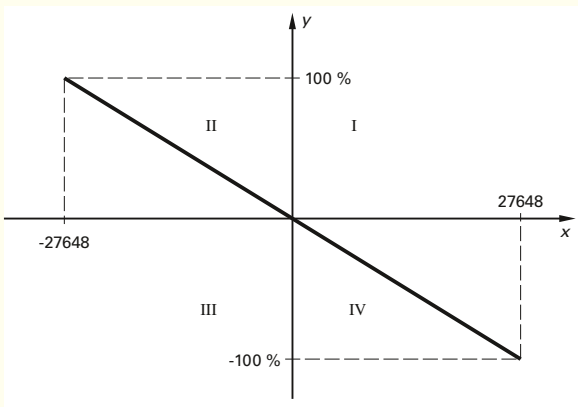


Bild 3: Normierungskennlinie in den Quadranten 2 und 4

Tabelle 1: Zuordnungen Kennlinie (Bild 3)

Variable	Bezeichnung	Erklärung, Werte
x	Eingangswert	
x_u	Untergrenze	
x_o	Obergrenze	
y	Ausgangs-wert	
y_u	Untergrenze	
y_o	Obergrenze	
a	Steigung	

c) Beschalten Sie den Funktionsbaustein **(Bild 2, Seite 15).**

1.6 Normierungskennlinie im 1. Quadranten mit Offset.

Ein Drucksensor liefert 4 mA bis 20 mA an den Eingang der Analogeingangsbaugruppe, für den Druck von 2 bar bis 10 bar.

a) Stellen Sie von $y = a \cdot x + b$ ausgehend die Funktionsgleichung der Normierungskennlinie auf.

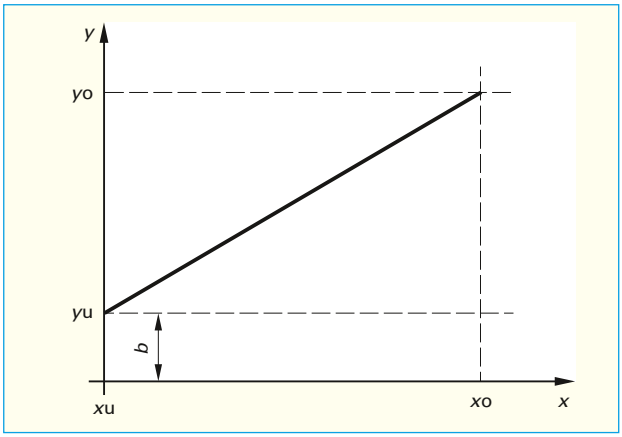


Bild 1: Normierungskennlinie

b) Ergänzen Sie anhand **Bild 1** und Teilaufgabe a) die **Tabelle 1.**

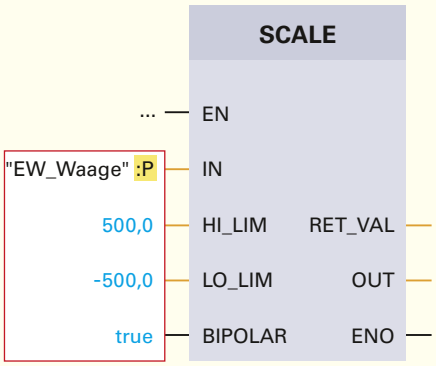


Bild 2: Beschaltung des Bausteins FC105

Tabelle 1: Zuordnungen Kennlinie (Bild 2)

Variable	Bezeichnung	Erklärung, Werte
x	Eingangswert	
x_u	Untergrenze	
x_o	Obergrenze	
y	Ausgangs-wert	
y_u	Untergrenze	
y_o	Obergrenze	
a	Steigung	
b	Offset	

d) Aus welchen Größen wird die Steigung a berechnet? Geben Sie dazu die Formel an.

Größen

Formel

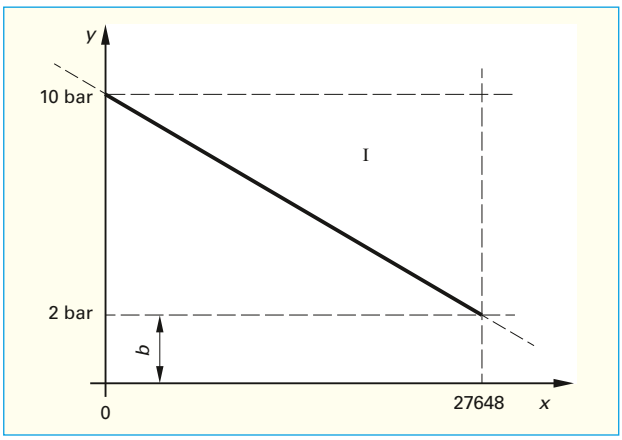
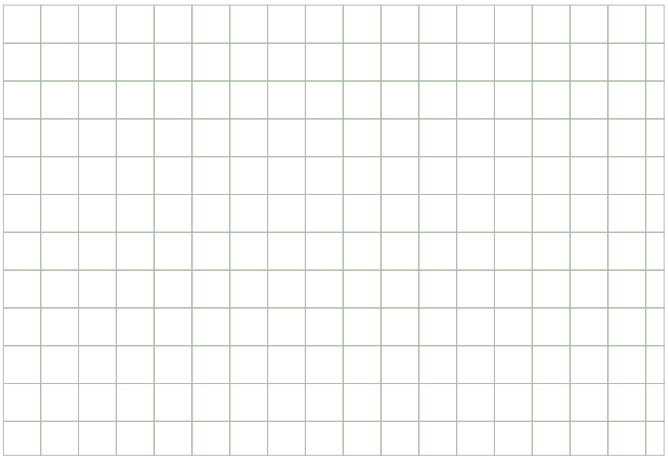


Bild 3: Normierungskennlinie

1.7 Normierungskennlinie im 1. Quadranten mit Offset und negativer Kennlinie

Der Drucksensor liefert 4 mA bis 20 mA an den Eingang der Analogeingangsbaugruppe für die Ausgangswerte in bar **(Bild 2, Seite 15).**

a) Stellen Sie von $y = x \cdot a + b$ ausgehend die Funktionsgleichung der Normierungskennlinie für eine negative Steigung auf.



b) Beschalten Sie den Funktionsbaustein FC105 **(Bild 1).**

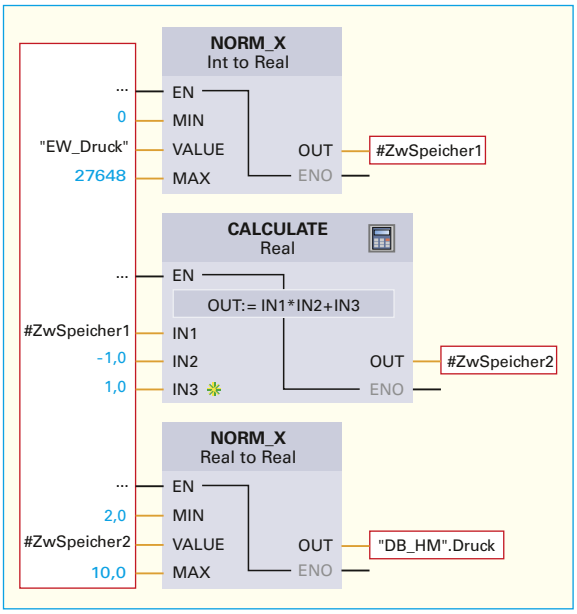


Bild 1: Beschaltung des Bausteins FC105

2 Temperatur mit Pt100-Sensor messen

Bei der Pulverbeschichtung werden die aufgetragenen Lacke in einem Ofen eingebrannt. Die Temperatur im Ofen soll mit einem Pt100-Sensor gemessen werden.

2.1 Erklären Sie die Arbeitsweise einer Analogeingabebaugruppe und einer Analogausgabegruppe.

2.2 Welcher Temperaturwert ergibt sich als kleinste Stufe zwischen zwei Digitalwerten, bei einer 8-Bit-Auflösung des Pt100-Signals und einem Messbereich von –200 °C bis 850 °C?

Tabelle 1: Kenndaten von Messgebern (Sensoren)

Bereich	Ni 100 250 °C	Digitalwert	Pt100 850 °C	Digitalwert	Typ K in °C	Digitalwert
Überlauf	> 259,1	32767	> 1000,1	32767	≥ 1623	32767
Übersteuerungsbereich	295,0 – 250,1	2950 – 2501	1000,0 – 850,1	10000 – 8501	1622 – 1373	16220 – 13730
Nennbereich	250,0 – 60	2500 – 600	850,0 – 200	8500 – 2000	1372 – 270	13720 – 2700
Untersteuerungsbereich	–60,1 – 105,0	– 601 – 1050	–200,1 – 243,0	–2001 – 2430	Fehlermeldung	Fehlermeldung
Unterlauf	≤ –150,1	–32768	≤ –243,1	– 32767	≤ –271	–2710

2.3 Stellen Sie a) von $y = m \cdot x + b$ ausgehend die Funktionsgleichung der Sensorkennlinie anhand von **Tabelle 1, Seite 16,** auf.

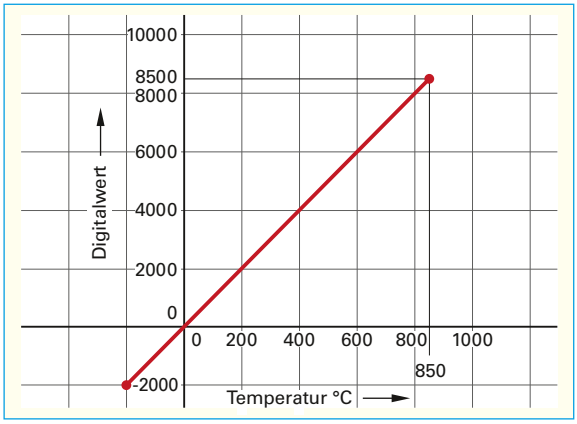


Bild 1: Sensorkennlinie

b) Zeichnen die Sie vollständige Sensorkennlinie in **Bild 1** ein.

c) Welcher Digitalwert d_S ergibt sich nach **Tabelle 1, Seite 16,** bei einer gemessenen Temperatur von 350 °C im Ofen für den Pt100-Sensor?

2.4 a) Das analoge Eingangssignal wird bei Widerstandsthermometern durch einen von der Baugruppe gelieferten Konstantstrom gebildet und mit einem Vierleiter-Anschluss gemessen **(Bild 2).** Welchen Vorteil bietet dieses Verfahren?

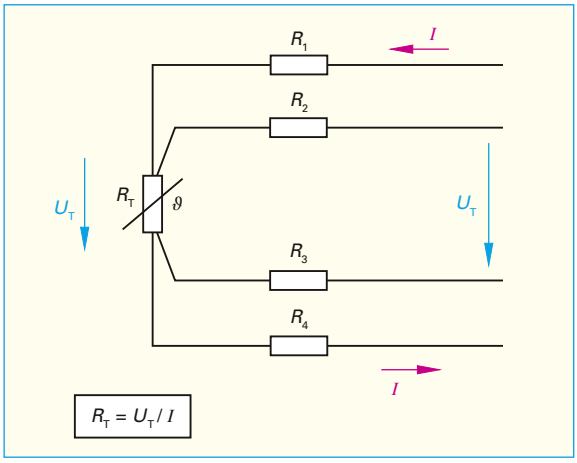


Bild 2: Vierleiterschaltung

b) Universalregler verwenden oft Stromnormsignale (Einheitssignale) mit dem Wertebereich 4 mA bis 20 mA statt 0 mA bis 20 mA. Welchen Vorteil bietet diese Schnittstelle?

3 Temperatur in einem Umlufttrockenofen überwachen

Die Temperatur eines Umlufttrockenofens soll mit einer SPS kontrolliert werden. Die Temperatur zwischen 0 °C und 300 °C wird mit einem Pt100-Sensor gemessen. Ein Signalwandler zwischen Pt100-Sensor und SPS wandelt die gemessene Temperatur in Messströme im Nennbereich zwischen 4 mA (stromführender Nullpunkt, I_{Offset}) und 20 mA um. Für die SPS steht der Temperaturwert im Eingangswort EW 128 zur Verfügung.

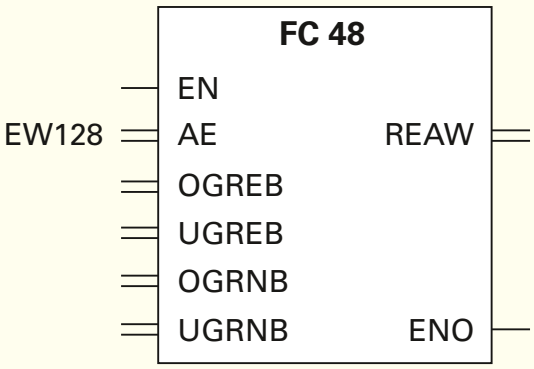
3.1 Erläutern Sie die Bezeichnung Pt100.

3.2 Zur Normierung des Temperaturwertes zwischen 0 °C und 300 °C wird der Baustein FC48 eingesetzt. Die Zuordnung zwischen den Systemwerten und dem Strommessbereich für den Baustein FC48 zeigt **Tabelle 1.**

Tabelle 1: Zuordnung der Binärwerte für den Messstrombereich 4 mA bis 20 mA beim FC48

System			Messstrom	Messbereich
	dez.	hex.	4 bis 20 mA	
118,515 %	32767	7FFF	22,96 mA	Überlauf
117,593 %	32512	7F00		
117,589 %	32511	7EFF	22,81 mA	Übersteuerungsbereich
	27649	6C01		Nennbereich
100,000 %	27648	6C00	20 mA	
75 %	20736	5100	16 mA	
0,003617 %	1	1	4 mA + 578,7 nA	
0 %	0	0	4 mA	
	–1	FFFF		Untersteuerungsbereich
–17,593 %	–4864	ED00	1,185 mA	
				Drahtbruch
–17,596 %	–32767	7FFF		

a) Beschalten Sie den FC48 so, dass die Temperatur im SPS-Programm als Real-Wert zur Verfügung steht.



Abkürzungen:	
FC	**Function**
AE	Analogeingabewert WORD
OGREB	Obergrenze Eingangsnennbereich INT
UGREB	Untergrenze Eingangsnennbereich INT
OGRNB	Obergrenze Normierungsbereich REAL
UGRNB	Untergrenze Normierungsbereich REAL
REAW	Real Analogwert als Gleitpunktzahl

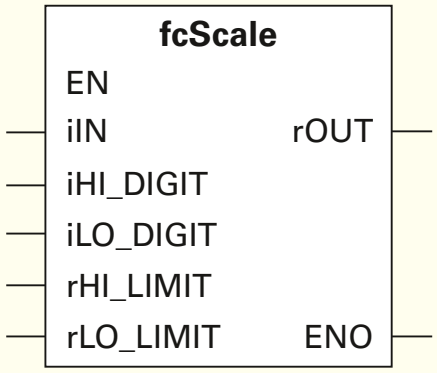
Bild 1: Beschalteter Normierungsbaustein, Eingangsbaugruppe FC48

b) Ergänzen Sie die Ausgangsvariable für die Temperatur in der Deklarationstabelle.

Tabelle 2: Deklarationstabelle

Symbol	Datentyp	Kommentar
...	...	...

c) Ersetzen Sie den FC48 durch den Baustein fcScale und ergänzen Sie dann die Schaltung nach IEC.



Abkürzungen:		
Name	**Datentyp**	**Bedeutung**
iIN	INT	**Digitalisierter Analogeingabewert**
iHI_DIGIT	INT	**Obergrenze Eingangsnennbereich**
iLO_DIGIT	INT	**Untergrenze Eingangs-Nennbereich**
rHI_LIMIT	REAL	**Obergrenze Normierungsbereich**
rLO_LIMIT	REAL	**Untergrenze Normierungsbereich**
rOUT	REAL	**Normierter Analog-ausgabewert als Gleitpunktzahl**

Bild 1: Beschalteter Normierungsbaustein fcScale

3.3 Berechnen Sie den Ausgangsstrom des Wandlers, wenn der Pt100 eine Temperatur von 200 °C misst.

3.4 Welcher dezimale Wert steht im Eingangswort EW128 der SPS, wenn der Wandler einen Ausgangsstrom von 12 mA liefert?