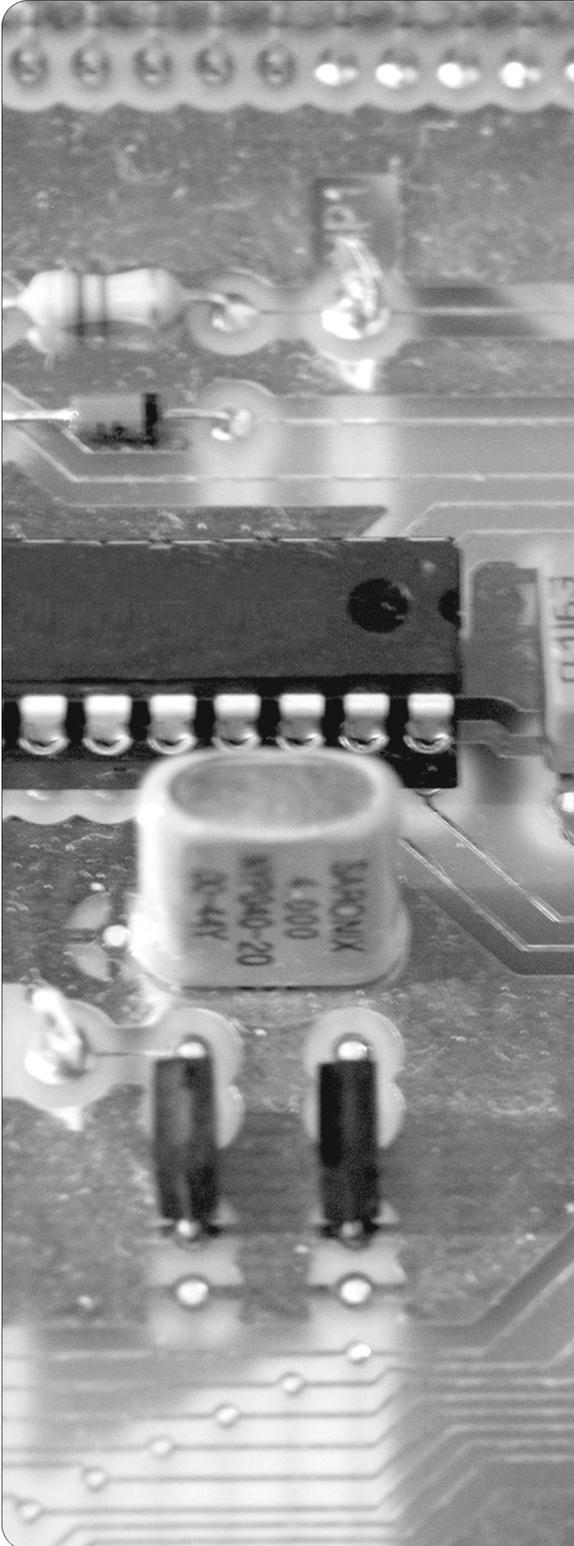


Prüflingsnummer

Vor- und Familienname

**Industrie- und Handelskammer**



## Abschlussprüfung Teil 2

### Elektroniker/-in für Geräte und Systeme

Verordnung vom 24. Juli 2007  
Änderungsverordnung vom 7. Juni 2018

Berufs-Nr.

**3190**

Berufs-Nr.

**3280**

#### Einsatzgebiete

Informations- und kommunikationstechnische Geräte (3191/3281)  
Medizinische Geräte (3192/3282)  
Automotive Systeme (3193/3283)  
Systemkomponenten, Sensoren,  
Aktoren, Mikrosysteme (3194/3284)  
EMS (Electronic Manufacturing Services) (3195/3285)  
Mess- und Prüftechnik (3196/3286)

### Arbeitsauftrag Praktische Aufgabe

Bereitstellungsunterlagen für  
den Ausbildungsbetrieb  
Vorbereitungsunterlagen für  
den Prüfling  
**Sommer 2021**

S21 3190/3280 B

**IHK**

PAL - Prüfungsaufgaben- und  
Lehrmittelenwicklungsstelle  
IHK Region Stuttgart

© 2021, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten

## 1 Inhaltsübersicht

Dieses Heft beinhaltet zum einen die „Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb“ und zum anderen bereits den Arbeitsauftrag „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“.

### Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb

#### **Vom Ausbildungsbetrieb bereitzustellen**

Seite 2 f. Allgemeine Informationen  
Seite 4 ff. Komponente 1 (Baugruppe -A1),  
Funktionseinheit

### Vorbereitungsunterlagen für den Prüfling

(Arbeitsauftrag „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“)

#### **Vom Prüfling zu bearbeiten**

Seite 9 ff. Arbeitsauftrag, Vorbereitung der praktischen Aufgabe

## 2 Komponenten

Diese Abschlussprüfung Teil 2 – Sommer 2021 ist in vier Komponenten aufgeteilt.

Die Komponenten können teilweise durch betriebsübliche Alternativen ersetzt werden.

| Komponente | Baugruppe | Funktion   | Beschreibung der Parameter                |
|------------|-----------|--|---|
| 1          | -A1       | Funktionseinheit   | In diesem Heft                            |
| 2          | -A12      | Steuerung (Mikrocontroller-Einheit) mit geladener Betriebssoftware | In den Standard-Bereitstellungsunterlagen |
| 3          | -A14      | Display mit Tastereingabe „Anzeigeeinheit“                         | In den Standard-Bereitstellungsunterlagen |
| 4          | -A15      | Energieversorgung  | In den Standard-Bereitstellungsunterlagen |

## 3 Allgemeine Hinweise

In der Abschlussprüfung Teil 2 hat der Prüfling innerhalb des Arbeitsauftrags eine praktische Aufgabe vorzubereiten und durchzuführen.

Für den Arbeitsauftrag sind vom Ausbildungsbetrieb die in diesem Heft und in den Standard-Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb (für diese Prüfung) aufgeführten Werkzeuge, Hilfsmittel, Prüfmittel und Materialien bereitzustellen.

Die Materialbereitstellungs- und Herstellungsunterlagen der Standard-Baugruppen finden Sie in den Standard-Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb Version 1.

Das Heft „Standard-Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb“ zum Beruf Elektroniker/-in für Geräte und Systeme (Berufsnummer: 3190) kann unter [www.ihk-pal.de](http://www.ihk-pal.de) heruntergeladen oder in Papierform bei der für den Ausbildungsbetrieb zuständigen Industrie- und Handelskammer angefordert werden.

Das Heft mit der Berufsnummer 3190 gilt ebenfalls für die Berufsnummer 3280.

Dieses Heft (Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb mit den Vorbereitungsunterlagen für den Prüfling), das Heft der Standard-Bereitstellungsunterlagen und die Prüfungsmittel sind dem Prüfling rechtzeitig vor dem Termin der Abschlussprüfung Teil 2 zu übergeben, damit er die Prüfungsmittel auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit überprüfen kann.

Die Aufgabenstellungen aus dem Arbeitsauftrag „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ muss der Prüfling selbstständig durchführen und dies mit der „Persönlichen Erklärung“ bestätigen.

Der Prüfling ist vom Ausbildenden darüber zu unterrichten, dass die Arbeitskleidung den Unfallverhütungsvorschriften entsprechen muss.

Vom Ausbildungsbetrieb ist sicherzustellen, dass der zur Prüfung zugelassene Prüfling bezüglich der gültigen Arbeitsvorschriften (zum Beispiel: DGUV Vorschrift 1, DGUV Vorschrift 3, DIN VDE) eine Sicherheitsunterweisung erhalten hat.

Für den Nachweis der Sicherheitsunterweisung kann ein firmeninternes oder das auf den Internetseiten der PAL verfügbare Formular „Unterweisungsnachweis“ verwendet werden.

Der Prüfling bestätigt mit seiner Unterschrift, dass er die Sicherheitsunterweisung erhalten hat und die Vorschriften beachten und einhalten wird.

Die unterschriebene Bestätigung der Sicherheitsunterweisung hat der Prüfling vor Beginn der Prüfung vorzulegen.

**Bei nicht sicherer Arbeitskleidung oder ohne den Unterweisungsnachweis ist eine Teilnahme an der Prüfung ausgeschlossen.**

Die Spezialisierung auf ein bestimmtes Produkt, in diesem Fall Arduino Uno/Genuino Uno, wurde nur aus Gründen der Konkretisierung beziehungsweise zum Verständnis der Prüfungsaufgabe gewählt. Die Konkretisierung auf das Produkt Arduino Uno/Genuino Uno ist nicht bindend. Die Verwendung eines anderen Produkts mit gleicher Spezifikation ist, bei Anpassung der prüfungsrelevanten Daten, möglich. Hierüber ist der Prüfungsausschuss im Vorfeld zu informieren.

Dieser Prüfungsaufgabensatz wurde von einem überregionalen nach § 40 Abs. 2 BBiG zusammengesetzten Ausschuss beschlossen. Er wurde für die Prüfungsabwicklung und -abnahme im Rahmen der Ausbildungsprüfungen entwickelt. Weder der Prüfungsaufgabensatz noch darauf basierende Produkte sind für den freien Wirtschaftsverkehr bestimmt.

Beispielhafte Hinweise auf bestimmte Produkte erfolgen ausschließlich zum Veranschaulichen der Produkthanforderung beziehungsweise zum Verständnis der jeweiligen Prüfungsaufgabe. Diese Hinweise haben keinen bindenden Produktcharakter.

## 4 Informationen zur Prüfung

Diese Abschlussprüfung ist aus mehreren Komponenten aufgebaut. Jede Komponente ist durch ihre Funktion und durch ihre Schnittstelle beziehungsweise durch mehrere Schnittstellen definiert.

Auch können mehrere Baugruppen eine Komponente bilden.

Das während des Arbeitsauftrags „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ (8 Stunden) erstellte System muss funktionsfähig zur „Durchführung der praktischen Aufgabe“ (6 Stunden) mitgebracht werden.

Für die Bereitstellung der wahlfreien Komponenten zur „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ (8 Stunden) und zur „Durchführung der praktischen Aufgabe“ (6 Stunden) stehen eventuell mehrere Möglichkeiten offen:

- Herstellung der Komponenten auf Basis dieser Bereitstellungsunterlagen
- Herstellung einzelner Komponenten auf Basis dieser Bereitstellungsunterlagen und Bereitstellung von betriebseigenen Systemen, die die geforderten Eigenschaften der zu fertigenden Komponenten erfüllen
- Bereitstellung von betriebsspezifischen Geräten und Systemen, die die geforderten Schnittstellen hardware- und signaltechnisch abbilden

Damit die Komponenten untereinander austauschbar sind, müssen die Spezifikationen, Definitionen und Funktionsweisen der Komponenten und deren Schnittstellen unbedingt eingehalten werden.

Das Heft „Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb“ mit den „Vorbereitungsunterlagen für den Prüfling“ und das Heft „Standard-Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb“ müssen während des Arbeitsauftrags „Durchführung der praktischen Aufgabe“ vorliegen.

Für die Herstellung der Baugruppen und Komponenten sind die technischen Daten der Bauelemente unbedingt einzuhalten (auch die Rastermaße).

Die Funktion der Komponenten muss vor der Prüfung geprüft sein.

Die unter den folgenden Abschnitten genannten Materialien sind für den Arbeitsauftrag („Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ und „Durchführung der praktischen Aufgabe“) bereitzustellen.

Stellen Sie die Trimmwiderstände vor der Montage in Mittelstellung.

Aufgebaut wird ein Niederfrequenz-Verstärker als „Class-D-Verstärker“. Der Prüfling soll sich darüber informieren.

## 5 Materialien

### 5.1 „Standard-Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb“

In den Unterlagen befinden sich weitere Angaben zu benötigten Prüfungsmitteln. Dieses Heft ist separat erhältlich oder kann auf den Internetseiten der PAL heruntergeladen werden.

### 5.2 Zusätzliche Prüfmittel, Werkzeuge, Hilfsmittel, Materialien, Baugruppen, Bauteile, Leitungen, Halbzeuge und Normteile, die bereitgestellt werden müssen

*Für jeden Prüfling:*

- Funktionsgenerator (Sinus, Dreieck, Rechteck), Frequenzbereich mindestens 1 Hz ... 50 kHz, Spannungsbereich ( $u_{SS}$ ) 1 mV ... 1000 mV.
- BNC-Leitung ungefähr 500 mm Länge zum Anschluss des Funktionsgenerators an die Komponente 1
- Zweites Digital-Multimeter

### 5.3 Taschenrechner, Tabellenbücher, Formelsammlungen, Übersetzungshilfen

Bei der Durchführung der Arbeitsaufträge ist die Verwendung eines nicht kommunikationsfähigen Taschenrechners sowie von Tabellenbüchern, Formelsammlungen und Übersetzungshilfen Deutsch-Englisch/Englisch-Deutsch in Buchform zugelassen.

### 5.4 Dokumentation

Für die Dokumentation beziehungsweise für die aufgabenspezifischen Unterlagen werden ein Schnellhefter DIN A4 und Schreibzeug benötigt.

### 5.5 Datenblätter

Der Prüfling muss sich über die verwendeten Bauelemente informieren.

Folgende Datenblätter der von Ihnen verwendeten Bauelemente müssen in der Dokumentation des Prüflings vorhanden sein. Diese übergibt der Prüfling nach Beendigung der Prüfung dem Prüfungsausschuss.

- TL062                      – IRFZ44N                      – BF256B
- MCP4151-103            – IRF9540
- AD820                     – IR2113

Notwendige Daten sind:

General Descriptions, Features, Applications, Electrical Characteristics, Absolute Ratings, Operating Conditions, Thermal Data, Truth Table

Des Weiteren ist ein Datenblatt des Bauelements LM317 mitzubringen.

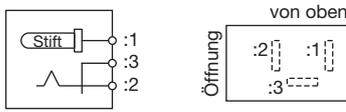
### 5.6 Betriebssoftware

Die Betriebssoftware finden Sie auf den Internetseiten der PAL. Diese ist vor der Prüfung auf den Arduino/Genuino zu laden.

Unmittelbar nach dem Hochladen der Betriebssoftware startet eine serielle Übertragung. Der Inhalt kann mit dem „seriellen Monitor“ des Übertragungsprogramms sichtbar gemacht werden (die Baud-Rate von 9600 Bd beachten). Bei erfolgreicher Übertragung erscheint der Prüfungstermin.

**Arbeitsauftrag, Materialbereitstellung**  
**Komponente 1 (Baugruppe -A1)**  
**Funktionseinheit, Stückliste**

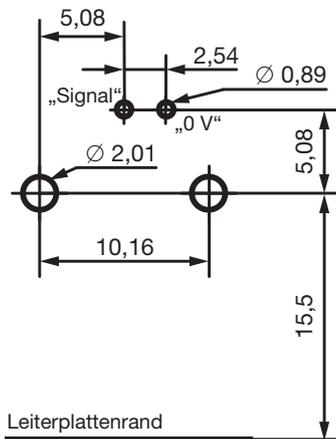
**Elektroniker/-in für**  
**Geräte und Systeme**

| Pos.-Nr. | Men. | Kennzeichnung  | Bezeichnung  | Typ/Wert/Norm   | Bauform<br>Bemerkung                        |
|----------|------|----------------|--|---|---|
| 1        | 1    |                | Leiterplatte 3190/3280S211B  |   |   |
| 2        | 1    |                | Lochraster-Leiterplatte 3190/3280S212A   | 100 mm × 50 mm  |   |
| 3        | 4    |                | Gummifuß, selbstklebend z. B. 3M Bumpon SJ5003 oder vergleichbar   | Durchmesser ca. 11 mm<br>Höhe $h = 5$ mm  | Rund oder quadratisch                       |
| 4        | 1    | -A1.X1         | Steckverbindung, Stiftleiste (passend zu Arduino Uno „IOH“)  | 10-polig, 1-reihig<br>Höhe $h = 19$ mm, z. B. fischer SL 11 190 10 S oder techn. vergleichbar | RM2,54; für Leiterplattenmontage            |
| 5        | 2    | -A1.X2, X3     | Steckverbindung, Stiftleiste (passend zu Arduino Uno „IOL“ und Arduino Uno „POWER“)  | 8-polig, 1-reihig<br>Höhe $h = 19$ mm, z. B. fischer SL 11 190 8 S oder techn. vergleichbar   | RM2,54; für Leiterplattenmontage            |
| 6        | 1    | -A1.X4         | Steckverbindung, Stiftleiste (passend zu Arduino Uno „AD“)   | 6-polig, 1-reihig<br>Höhe $h = 19$ mm, z. B. fischer SL 11 190 6 S oder techn. vergleichbar   | RM2,54; für Leiterplattenmontage            |
| 7        | 1    | -A1.X7         | Steckverbindung, Stiftleistenwanne   | 16-polig, 2-reihig, gerade  | RM2,54; für Leiterplattenmontage            |
| 8        | 1    | -A1.X8         | Steckverbindung, Stiftleistenwanne   | 10-polig, 2-reihig, gerade  | RM2,54; für Leiterplattenmontage            |
| 9        | 1    | -A1.X5         | Steckverbindung, Hohlsteckerbuchse<br>Innenkontakt = Plus-Pol<br>Außenkontakt = Minus-Pol<br> | Durchmesser<br>$d_{\text{außen}} = 5,5$ mm<br>$d_{\text{innen}} = 2,1$ mm                     | Für Leiterplattenmontage                    |
| 10       | 1    | -A1.X6         | Steckverbindung, BNC-Buchse mit Befestigungsmaterial   | Zum Beispiel: TE 1-1337543-0 oder technisch vergleichbar                                      | Leiterplattenmontage, (siehe Bild, Seite 6) |
| 11       | 2    | -A1.X9, X101   | Anreihklemme, zum Beispiel RIA-CON Typ 55 Part.-Nr. 31055102   | 2-polig   | RM5; für Leiterplattenmontage               |
| 12       | 28   | -A1.MP1 ... 28 | Lötstift   | Bohrdurchmesser 1,3 mm  |   |
| 13       | 1    | -A1.F1         | Sicherungshalter für Glasrohrsicherungen 5 mm × 20 mm inklusive Glasrohrsicherung 630 mA, mittelträge  |   | RM22,5                                      |
| 14       | 1    | -A1.XJ1        | Steckverbindung, Stiftkontakt  | 2-polig   | RM2,54; für Leiterplattenmontage            |

| Pos.-Nr. | Men. | Kennzeichnung                  | Bezeichnung  | Typ/Wert/Norm  | Bauform<br>Bemerkung                   |
|----------|------|--------------------------------|--|--|--|
| 15       | 1    | „Jumper“                       | Steckverbindung, Buchsenkontakt  | 2-polig  | RM2,54                                 |
| 16       | 1    | -A1.K1                         | IC, digitales Potenziometer  | MCP4151-103  | DIP8                                   |
| 17       | 1    | -A1.K6                         | IC, Brückentreiber   | IR2113   | DIP14                                  |
| 17a      | 1    | -A1.K6 alternativ              | IC, Brückentreiber, SMD  | IR2113S  | SOIC16                                 |
| 18       | 1    | -A1.K5                         | IC, Inverter   | 74HC04   | DIP14                                  |
| 19       | 1    | -A1.K4                         | IC, Komparator   | LM393  | DIP8                                   |
| 20       | 2    | -A1.K7, K8                     | IC, Präzisionsoperationsverstärker   | AD820  | DIP8                                   |
| 20a      | 2    | -A1.K7, K8 alternativ          | IC, Präzisionsoperationsverstärker, SMD  | AD820  | SOIC8                                  |
| 21       | 2    | -A1.K2, K3                     | IC, Operationsverstärker   | TL062  | DIP8                                   |
| 22       | 2    |                                | IC-Sockel  | 14-polig   | DIP14                                  |
| 23       | 6    |                                | IC-Sockel  | 8-polig  | DIP8                                   |
| 24       | 1    | -A1.T3                         | Spannungsregler  | 7809   | TO220                                  |
| 25       | 1    |                                | Kühlkörper mit Befestigungsmaterial für Spannungsregler, passend zu Positionsnummer 23 | Abmessungen:<br>35 mm × 17 mm × 13 mm                        | Z. B. Assmann<br>V5616(Y/X)-T          |
| 26       | 2    | -A1.T1, T2                     | Transistor, MOSFET, N-Kanal  | IRFZ44N  | TO220                                  |
| 27       | 3    | -A1.T101 ... 103               | Transistor, FET, N-Kanal   | BF256B   |  |
| 28       | 1    | -A1.R18                        | Induktivität   | axial, 56 $\mu$ H, $\geq 1$ A<br>oder technisch vergleichbar | RM33<br>max. 25 mm × 7 mm              |
| 29       | 1    | -A1.R24                        | Z-Diode  | ZPD3,3 oder technisch<br>vergleichbar                        | DO35                                   |
| 30       | 2    | -A1.R101, R103                 | Diode, Schottky  | 1N5817   | RM10                                   |
| 31       | 1    | -A1. R29                       | Diode  | 1N5402   | DO201AD, RM20                          |
| 32       | 1    | -A1. R104                      | Diode  | 1N4001   |  |
| 33       | 3    | -A1.R14, R15, R17              | Diode  | UF4001   | DO41, RM10                             |
| 34       | 3    | -A1.P101 ... 103               | Leuchtdiode, rot,<br>low current   | $\varnothing$ 3 mm, $I_F$ ca 2 mA                            | Leiterplattenmontage                   |
| 35       | 5    | -A1. C9, C12, C26, C28, C30    | Kondensator, Elektrolyt  | 1000 $\mu$ F/ $\geq 16$ V                                    | RM5/7,5<br>( $\varnothing$ max. 10 mm) |
| 36       | 2    | -A1. C3, C101                  | Kondensator, Elektrolyt  | 220 $\mu$ F/ $\geq 16$ V                                     | RM5/7,5<br>( $\varnothing$ max. 10 mm) |
| 37       | 3    | -A1. C13, C16, C19             | Kondensator, Elektrolyt  | 10 $\mu$ F/ $\geq 16$ V                                      | RM5/7,5<br>( $\varnothing$ max. 10 mm) |
| 38       | 1    | -A1.C11                        | Kondensator, Folie   | 2,2 $\mu$ F/ $\geq 16$ V                                     | RM5/7,5/10; max.<br>7,6 mm × 5 mm      |
| 39       | 7    | -A1.C1, C2, C4 ... 6, C29, C31 | Kondensator, Folie   | 1 $\mu$ F/ $\geq 16$ V                                       | RM5/7,5/10; max.<br>7,6 mm × 5 mm      |
| 40       | 1    | -A1.C10                        | Kondensator, Folie   | 220 nF/ $\geq 16$ V  | RM5/7,5/10; max.<br>7,6 mm × 5 mm      |

| Pos.-Nr. | Men. | Kennzeichnung                           | Bezeichnung   | Typ/Wert/Norm          | Bauform<br>Bemerkung                  |
|----------|------|---|---|------------------------|---------------------------------------|
| 41       | 11   | -A1.C14, C15, C17, C18, C20 ... 25, C27 | Kondensator, Folie  | 100 nF/ $\geq 16$ V    | RM5/7,5/10; max. 7,6 mm $\times$ 5 mm |
| 42       | 1    | -A1.C8                                  | Kondensator, Folie  | 47 nF/ $\geq 16$ V     | RM5/7,5/10; max. 7,6 mm $\times$ 5 mm |
| 43       | 1    | -A1.C7                                  | Kondensator, Keramik  | 100 pF/ $\geq 16$ V    | RM5/7,5/10; max. 7,6 mm $\times$ 5 mm |
| 44       | 1    | -A1.R11                                 | Spindel-Trimmwiderstand stehend, von oben einstellbar                               | 25 k $\Omega$          | Typ 64Y/64W                           |
| 45       | 2    | -A1.R6, R25                             | Spindel-Trimmwiderstand stehend, von oben einstellbar                               | 5 k $\Omega$           | Typ 64Y/64W                           |
| 46       | 1    | -A1.R31                                 | Widerstand $\pm 10$ %, THT  | 3,9 $\Omega$ /11 W     |                                       |
| 47       | 1    | -A1.R30                                 | Widerstand $\pm 10$ %, THT  | 100 $\Omega$ /1 W      | RM20                                  |
| 48       | 4    | -A1.R3, R7, R21, R22                    | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 100 k $\Omega$         | RM10                                  |
| 49       | 1    | -A1.R9                                  | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 47 k $\Omega$          | RM10                                  |
| 50       | 1    | -A1.R8                                  | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 15 k $\Omega$          | RM10                                  |
| 51       | 4    | -A1.R12, R26 ... 28                     | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 10 k $\Omega$          | RM10                                  |
| 52       | 1    | -A1.R5                                  | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 8,2 k $\Omega$         | RM10                                  |
| 53       | 1    | -A1.R10                                 | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 4,7 k $\Omega$         | RM10                                  |
| 54       | 6    | -A1.R1, R2, R4, R19, R20, R23           | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 1 k $\Omega$           | RM10                                  |
| 55       | 3    | -A1.R13, R16, R102                      | Widerstand $\pm 1$ %, THT   | 10 $\Omega$            | RM10                                  |
| 56       | 1    |   | Schaltlitze 1 $\times$ 0,5 mm <sup>2</sup>  | Länge / ca. 1000 mm    |                                       |
| 57       | 1    |   | Material zur Verdrahtung des Lochrasterfelds, z. B. Blankdraht und isolierter Draht | Länge / je ca. 1000 mm |                                       |

Benötigtes Layout zur BNC-Buchse



**1 Parallele Schnittstelle für LCD-Modul**

Anschluss einer LC-Anzeigeeinheit (16 × 4, Punktmatrix) zur Textausgabe mit Hintergrundbeleuchtung. Die Schnittstellenfunktion ist kompatibel mit dem Typ HD44780 von Hitachi.

| Anschluss                  | Bezeichnung | Funktion  |
|----------------------------|-------------|---|
| Strom-/Spannungsversorgung |             |   |
| -X7:1                      |             | 0 V (GND) für das Modul                           |
| -X7:2                      | +5V         | Versorgung für die Logik                          |
| -X7:3                      | Kontrast    | Kontrasteinstellung der LC-Anzeige                |
| Steuerung                  |             |   |
| -X7:4                      | LCD_RS      | Register Select<br>(Auswahl Daten-Steuerregister) |
| -X7:5                      |             | 0 V (GND)   |
| -X7:6                      | LCD_E       | Enable (Datenübernahme)                           |
| Daten                      |             |   |
| -X7:7 ... 10               |             | Nicht angeschlossen                               |
| -X7:11                     | LCD_D4      | Daten/Kommandos                                   |
| -X7:12                     | LCD_D5      | Daten/Kommandos                                   |
| -X7:13                     | LCD_D6      | Daten/Kommandos                                   |
| -X7:14                     | LCD_D7      | Daten/Kommandos                                   |
| Hintergrundbeleuchtung     |             |   |
| -X7:15                     |             | Anode   |
| -X7:16                     |             | Kathode   |

**2 Eingabe-Schnittstelle**

| Anschluss    | Bezeichnung | Funktion                |
|--------------|-------------|-------------------------|
| -X8:1        |             | Taster -A14.S1, 0 V     |
| -X8:2        | -A14.S1     | Taster -A14.S1, Eingang |
| -X8:3        |             | Taster -A14.S2, 0 V     |
| -X8:4        | -A14.S2     | Taster -A14.S2, Eingang |
| -X8:5        |             | Taster -A14.S3, 0 V     |
| -X8:6        | -A14.S3     | Taster -A14.S3, Eingang |
| -X8:7 ... 10 |             | Nicht angeschlossen     |

**3 „Arduino-Uno“-Schnittstelle**

Der Arduino Uno mit der geladenen Betriebssoftware 3190S21 wird auf die vorbereiteten Kontakte der Komponente 1 gesteckt.

| Anschluss   | Bezeichnung | Funktion                           |
|-------------|-------------|------------------------------------|
|             |             |                                    |
| -X3:1 ... 4 |             | Nicht angeschlossen                |
| -X3:5       | +5 V        |                                    |
| -X3:6, :7   | 0 V         | 0 V (GND) für die Aufsatzbaugruppe |
| -X3:8       | VIN         | +9 V/Ausgang                       |
|             |             |                                    |
| -X4:1       | AD0         |                                    |
| -X4:2       |             | Nicht angeschlossen                |
| -X4:3       |             | Nicht angeschlossen                |
| -X4:4       |             | Nicht angeschlossen                |
| -X4:5       |             | Nicht angeschlossen                |

| <b>Anschluss</b> | <b>Bezeichnung</b> | <b>Funktion</b>                    |
|------------------|--------------------|------------------------------------|
| -X4:6            |                    | Nicht angeschlossen                |
| -X1:1            | IO8 (-A14.S1)      | Taster 1                           |
| -X1:2            | IO9 (-A14.S2)      | Taster 2                           |
| -X1:3            | IO10 (-A14.S3)     | Taster 3                           |
| -X1:4            | IO11               | SPI-Bus (Daten)                    |
| -X1:5            |                    | Nicht angeschlossen                |
| -X1:6            | IO13               | SPI-Bus (Takt)                     |
| -X1:7            | 0 V                | 0 V (GND) für die Aufsatzbaugruppe |
| -X1:8            |                    | Nicht angeschlossen                |
| -X1:9            |                    | Nicht angeschlossen                |
| -X1:10           |                    | Nicht angeschlossen                |
| -X2:1            | IO0                | SPI-Bus (/Chip Select)             |
| -X2:2            |                    | Nicht angeschlossen                |
| -X2:3            | IO2 (LCD_RS)       | Display Steuerung                  |
| -X2:4            | IO3 (LCD_E)        | Display Steuerung                  |
| -X2:5            | IO4 (LCD_D4)       | Display Daten                      |
| -X2:6            | IO5 (LCD_D5)       | Display Daten                      |
| -X2:7            | IO6 (LCD_D6)       | Display Daten                      |
| -X2:8            | IO7 (LCD_D7)       | Display Daten                      |

#### 4 Schnittstelle Energieversorgung

| <b>Anschluss</b> | <b>Funktion</b>   | <b>Wert/Typ</b> |
|------------------|-------------------|-----------------|
| -X5:1            | Energieversorgung | +12 V/Eingang   |
| -X5:2            | Energieversorgung | 0 V             |
| -X5:3            | Energieversorgung | 0 V             |

#### 5 Sonstige Schnittstellen

| <b>Anschluss</b> | <b>Funktion</b> | <b>Wert/Typ</b> |
|------------------|-----------------|-----------------|
| -X6:1            | Signal          | Eingang         |
| -X6:2            | 0 V für Signal  | 0 V             |
|                  |                 |                 |
| -X9:1            |                 | Ausgang         |
| -X9:2            |                 | 0 V             |

#### 6 Hinweis

Die Gerber-Daten für die Leiterplatte 3190/3280S211B finden Sie im Internet unter „[www.ihk-pal.de](http://www.ihk-pal.de)“.

**Arbeitsauftrag**  
**Vorbereitung der praktischen Aufgabe**  
**Persönliche Erklärung**

**Elektroniker/-in für**  
**Geräte und Systeme**

Es folgt auf den nächsten Seiten der Abschnitt: Arbeitsauftrag, Vorbereitung der praktischen Aufgabe.  
Dieser ist vom Prüfling selbstständig zu bearbeiten.

## Abschlussprüfung Teil 2

### Persönliche Erklärung zur praktischen Arbeitsaufgabe des Prüfungsbereichs Arbeitsauftrag

Diese Erklärung ist nach der Vorbereitung der praktischen Aufgabe auszufüllen und zur Durchführung der praktischen Aufgabe mitzubringen. Legen Sie diese Ihrem Prüfungsausschuss vor.

#### Angaben zum Prüfling

#### Angaben zur Prüfung

Vorname:

Sommer 2021

Nachname:

Prüflingsnummer:

Ausbildungsbetrieb:

Hiermit versichere ich durch meine Unterschrift, dass ich den **Arbeitsauftrag „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“** selbstständig in der vorgegebenen Zeit ausgeführt habe.

Die Dokumentation des Arbeitsauftrags wurde von mir selbstständig erstellt und mit betriebsüblichen Unterlagen ergänzt. Nicht selbstständig erstellte Dokumente sind von mir entsprechend gekennzeichnet.

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> |
|----------------------|----------------------|

Ort, Datum

Unterschrift des Prüflings

Ich habe die oben stehende Erklärung zur Kenntnis genommen und bestätige, dass der Arbeitsauftrag „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ selbstständig vom Prüfling in der vorgegebenen Zeit in unserem Betrieb angefertigt wurde.

Ich bestätige die Richtigkeit der Angaben des Prüflings.

---

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| Ort, Datum | Unterschrift des Ausbildenden/Stempel |
|------------|---------------------------------------|

**Arbeitsauftrag**  
**Vorbereitung der praktischen Aufgabe**  
**Informationen/Auftragsbeschreibung****Elektroniker/-in für**  
**Geräte und Systeme****1 Allgemeine Information**

Auf der Titelseite dieses Hefts sind einzutragen:

- Die mit der Einladung mitgeteilte Prüfungsnummer
- Vor- und Familienname des Prüflings

Die „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ ist von Ihnen als Prüfling selbstständig durchzuführen. Die persönliche Erklärung muss von Ihnen ausgefüllt und unterschrieben werden.

Die „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ ist in einer **Vorgabezeit von 8 Stunden** zu erstellen.

Sie ist in eine Informationsphase, eine Planungsphase, eine Durchführungsphase und eine Kontrollphase gegliedert. Für die Bearbeitung benötigen Sie die angegebenen Materialien aus den „Bereitstellungsunterlagen für den Ausbildungsbetrieb“ und die benötigten Baugruppen aus den „Standard-Bereitstellungsunterlagen“ (auf den Internetseiten der PAL herunterladbar).

Die gültigen Normen und Vorschriften sowie Anforderungen an den Auftragnehmer sind zu beachten. Die vorgegebenen Seiten sind zu verwenden. Falls weitere Arbeitsblätter erforderlich sind, müssen diese entsprechend ihrer Zugehörigkeit gekennzeichnet werden.

Kennzeichnen Sie vor Abschluss der „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ alle Unterlagen, auch Ihre innerbetrieblichen sowie selbst erstellten Dokumentationen, mit Ihrem Vor- und Familiennamen und Ihrer Prüfungsnummer (siehe Kopiervorlage) und legen diese sortiert im vorgegebenen Schnellhefter ab.

Die funktionierende Hardware und der mit Ihren Unterlagen und innerbetrieblichen, vorgegebenen beziehungsweise selbst angefertigten Dokumentationen erstellte Schnellhefter müssen am Prüfungstag zur „Durchführung der praktischen Aufgabe“ (6 h) vorliegen.

**2 Auftragsbeschreibung/Funktionsbeschreibung**

Während der Umsetzung des Auftrags haben Sie:

- Informationen zu beschaffen
- Planungen durchzuführen
- Praktische Aufgaben durchzuführen
- Kontrollen des Projekts durchzuführen

Die Schaltung wird von einer Mikrocontroller-Einheit (-A12) gesteuert. Über ein externes Bedienteil mit einer beleuchteten LC-Anzeige (16 × 4, Punktmatrix) und drei Tastern können Einstellungen vorgenommen und Informationen angezeigt werden.

Die 12-V-Energieversorgung (-A15) erfolgt über einen Hohlstecker.

Der Class-D-Verstärker besteht aus einem Pulsweitenmodulator, einem Treiber und einer MOSFET-Endstufe.

Der Pulsweitenmodulator besteht aus einem mit zwei Operationsverstärkern aufgebauten Dreieck-Rechteckgenerator, der mit einer Frequenz von etwa 75 kHz schwingt.

Die dabei erzeugte Dreiecksspannung wird einem Komparator zugeführt. Seine Vergleichsspannung erhält der Komparator von der Niederfrequenz (NF)-Quelle.

Das NF-Signal wird zunächst 10-fach verstärkt und dann einem elektronischen Potenziometer zur Lautstärkeeinstellung zugeführt.

Über die Taster auf der Anzeigeeinheit (-A14, Display mit Tastereingabe) und den Mikrocontroller wird das Potenziometer gesteuert.

-A14.S1: Lautstärke verringern

-A14.S2: Messung Ausgangsleistung

-A14.S3: Lautstärke erhöhen

Zur Ansteuerung des elektronischen Potenziometers wird der SPI-Bus genutzt.

Nach dem Potenziometer wird das Signal dem Komparator zugeführt. Dieser erzeugt aus dem Dreieck-Signal und dem NF-Signal ein pulsweitenmoduliertes Signal (PWM-Signal).

Eine Treiberstufe erzeugt das Signal zur Ansteuerung der MOSFET- Endstufe.

Diese stellt das NF-Signal niederohmig für den Lautsprecher/Lastwiderstand bereit.

Aufgrund des PWM-Verfahrens ist ein Filter erforderlich, welches Reste des Modulationssignals ausfiltert.

Über einen großen Koppelkondensator gelangt das Signal an die Last.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------|
|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9                         |
| A |   |   |   |   |   |   |   |   | Exemplarische Darstellung |
| B |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |
| C |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |
| D |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |
| E |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |
| F |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |

Komponente 1  
Baugruppe -A1  
Funktionseinheit

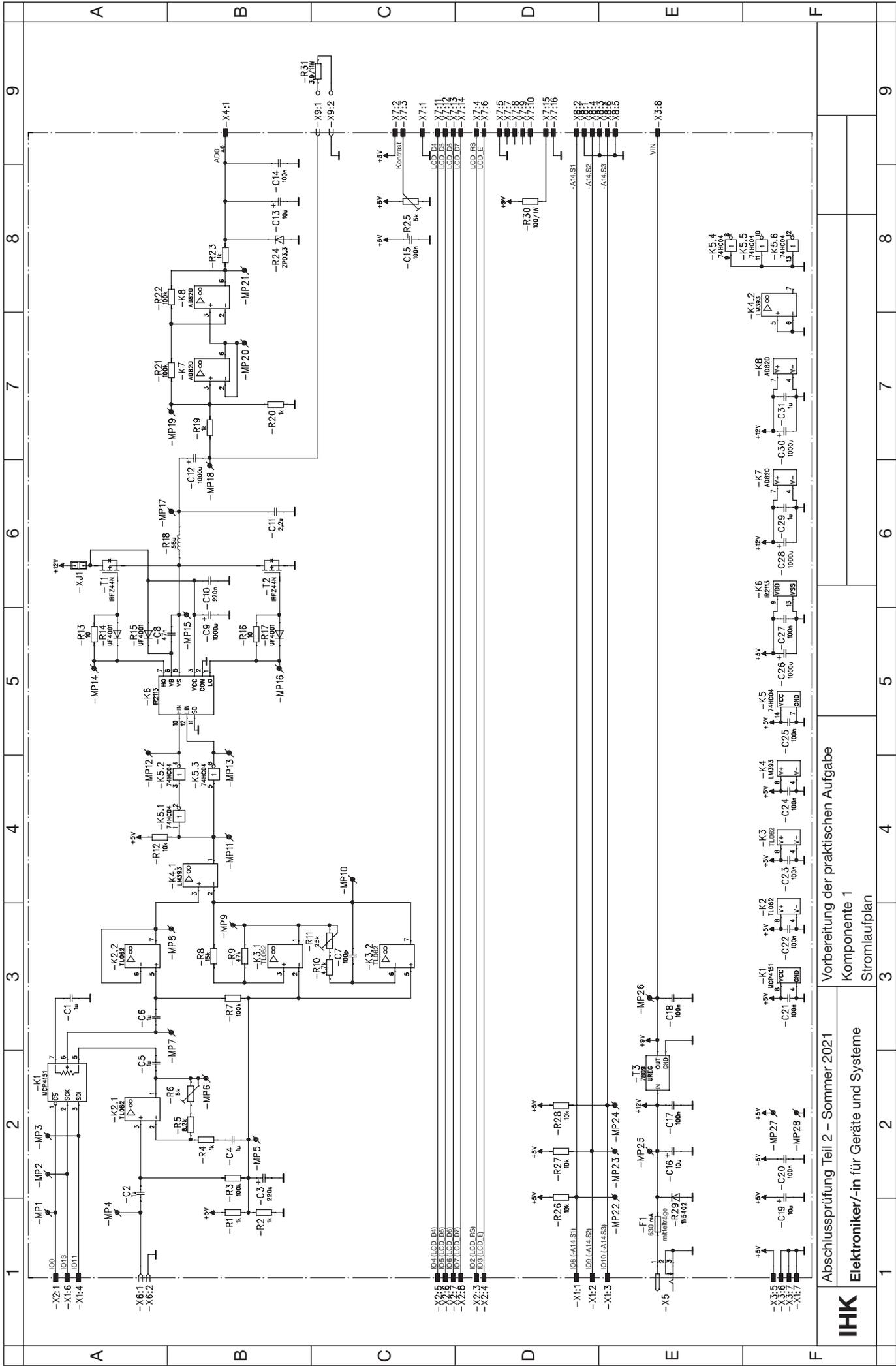
Komponente 2  
Baugruppe -A12  
Steuerung  
(Mikrocontroller-Einheit)

Komponente 3  
Baugruppe -A14  
Display mit Tastereingabe  
„Anzeigeeinheit“

Komponente 4  
Baugruppe -A15  
Energieversorgung

|  |                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>IHK</b>                                     | Abschlussprüfung Teil 2 – Sommer 2021 | Arbeitsauftrag, Vorbereitung der praktischen Aufgabe<br>Gesamtmontage | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <b>Elektroniker/-in</b> für Geräte und Systeme |                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |



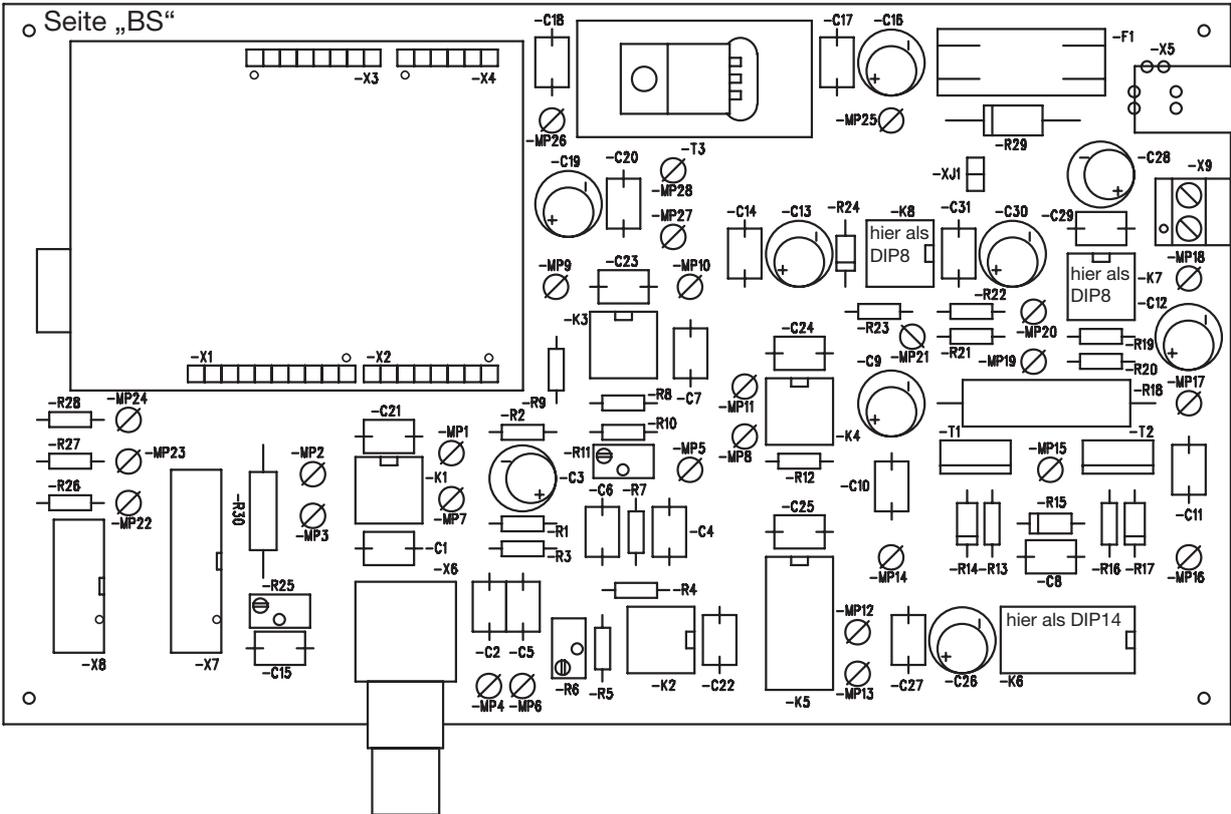
Vorbereitung der praktischen Aufgabe  
Komponente 1  
Stromlaufplan

Abschlussprüfung Teil 2 – Sommer 2021  
Elektroniker/-in für Geräte und Systeme



# Bestückungsplan

Seite „BS“



Seite „LS“

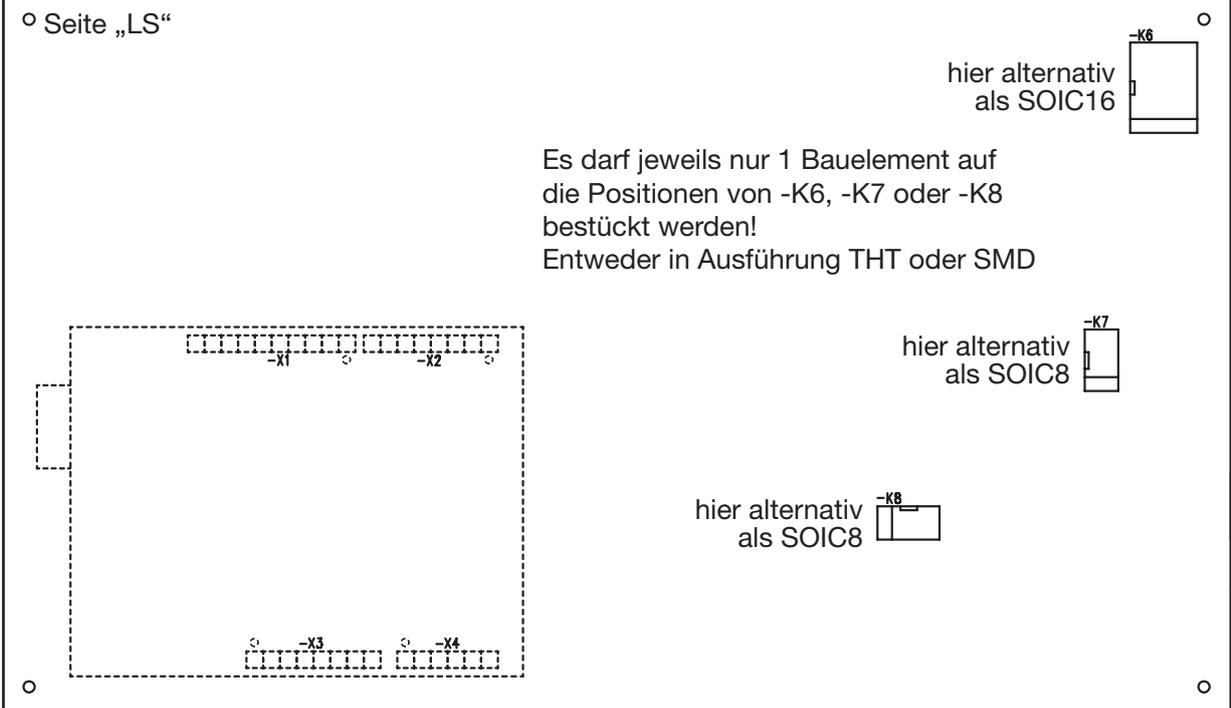


Abbildung nicht maßstabsgerecht.

Die Bauelemente -K6 ... 8 sind im Leiterplattenlayout jeweils sowohl in THT- (DIP-Variante) als auch in SMD-Variante (SOIC-Gehäuse) vorgesehen. Beide Varianten haben eine unterschiedliche Anschlussanzahl (-K6) und Anschlussbelegung (-K6 ... 8). Bei der Inbetriebnahme werden die Anschlüsse der THT-Variante berücksichtigt. Wird die SMD-Variante bestückt, sollte trotzdem die zugehörige Fassung bestückt werden. Diese Fassung kann komfortabel zur Kontaktierung der Messpunkte genutzt werden.

## IHK

Abschlussprüfung Teil 2 – Sommer 2021

**Arbeitsauftrag**  
**Vorbereitung der praktischen Aufgabe**  
**Bestückungsplan Baugruppe -A1**

**Elektroniker/-in für**  
**Geräte und Systeme**

**Arbeitsauftrag**  
**Vorbereitung der praktischen Aufgabe**  
**Aufträge**

**Elektroniker/-in für**  
**Geräte und Systeme**

**Aufgabe 1.1**

Entwerfen Sie ausgehend von Ihrer Schaltung des Class-D-Verstärkers ein Blockschaltbild (ohne die Komponente -A3).

**Aufgabe 1.2**

Ein Kollege macht den Vorschlag, für die Schaltung noch vorhandene MOSFET des Typs IRF9540 für den IRFZ44 einzusetzen.

Bewerten Sie den Vorschlag, indem Sie die beiden Typen vergleichen.

**Aufgabe 1.3**

Um auf mögliche Lieferengpässe für das Bauelement vom Typ 7809 vorbereitet zu sein, soll in diesem Fall ein LM317 mit Außenbeschaltung eingesetzt werden.

Planen Sie den Bauelementeaufwand und die Bauelementekosten für diese Ersatzlösung.

Skizzieren Sie die Schaltung.

**Aufgabe 2.1**

In einer Tabelle sollen mehrere Daten bei verschiedenen Lautstärkeinstellungen verglichen werden.

Die Eingangsspannung an -X6 beträgt  $U_{-X6\text{ eff}} = 200\text{ mV}$  bei einer Frequenz von  $f = 1\text{ kHz}$ .

Der Einstellbereich der Lautstärke beträgt 50 ... 255 auf der Anzeige.

Die Daten der Ausgangsspannung  $U_{-X9\text{ eff}}$ , der Ausgangsspannung  $u_{-X9\text{ SS}}$ , die berechnete Ausgangsleistung  $P_{-X9\text{ eff}}$  und die vom Mikrocontroller gemessene und angezeigte Leistung  $P_{\text{eff}}$  sollen verglichen werden.

Erstellen Sie eine Tabelle mit fünf verschiedenen Lautstärkeinstellungen (sinnvoll gewählt).

**Aufgabe 2.2**

Für verschiedene Ausgangsleistungen soll der Wirkungsgrad bestimmt werden.

1. Erläutern Sie schriftlich, welche Messungen dazu erforderlich sind und wie diese so einfach wie möglich realisiert werden können.

2. Bereiten Sie eine Tabelle vor, mit der die notwendigen Messwerte erfasst werden können (fünf Werte).

**Aufgabe 3.1**

Führen Sie den Aufbau durch.

**Aufgabe 3.2**

Durch einen Bestückungsfehler wird der Kondensator -C2 mit einem Wert von 1 nF anstatt wie ursprünglich geplant mit 1  $\mu\text{F}$  bestückt.

Welche Auswirkung hat diese Fehlbestückung auf die Funktion des Verstärkers?

**Aufgabe 4.1**

Führen Sie die Inbetriebnahme durch.

Notizen  
des  
Prüfungs-  
ausschusses  
zur  
Bewertung



**Arbeitsauftrag**  
**Vorbereitung der praktischen Aufgabe**  
**Inbetriebnahmeprotokoll**

**Elektroniker/-in für**  
**Geräte und Systeme**

Notizen  
 des  
 Prüfungs-  
 ausschusses  
 zur  
 Bewertung

Allgemein zu beachten:

Vor jedem Einstecken eines Bauelements oder einer Baugruppe ist die Energieversorgung zu trennen. Das Bauelement/die Baugruppe ist im strom-/spannungslosen Zustand zu stecken. Danach ist die Energieversorgung wieder herzustellen. Soweit nichts anderes angegeben ist gilt:

- Die angegebenen Bauelemente befinden sich auf der Baugruppe -A1.
- Alle Messungen werden gegen 0 V (-A1.MP28) durchgeführt, soweit nichts anderes angegeben ist.
- Alle Messungen sind mit 2 Nachkommastellen anzugeben.

|          |  |  | erle-<br>digt            |
|----------|--|--|--------------------------|
| <b>1</b> | <b>Vorbereitung</b>  |  |                          |
| 1.1      | Alle eingebauten Sockel sind nicht bestückt.   |  | <input type="checkbox"/> |
| 1.2      | Die Baugruppen -A12 (Mikrocontroller), -A14 (Anzeigeeinheit mit Taster) und -A15 (Energieversorgung) dürfen nicht gesteckt sein.   |  | <input type="checkbox"/> |
| 1.3      | Alle Jumper sind nicht gesteckt.   |  | <input type="checkbox"/> |
| 1.4      | Die Sicherung -F1 ist nicht gesteckt.  |  | <input type="checkbox"/> |
| 1.5      | Nehmen Sie eine optische Kontrolle Ihrer gefertigten Baugruppen vor.<br>Achten Sie auf die richtige Lage und Polarität der Bauelemente, Lötbrücken und „kalte“ Lötstellen. |  | <input type="checkbox"/> |
| <b>2</b> | <b>Inbetriebnahme</b>  |  |                          |
| 2.1      | Verbinden Sie die Energieversorgung.   |  | <input type="checkbox"/> |
| 2.2      | Messen und dokumentieren Sie die Stromaufnahme der Schaltung am Sicherungshalter von -F1.  | $I = $ <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>         | <input type="checkbox"/> |
| 2.3      | Trennen Sie die Energieversorgung.   |  | <input type="checkbox"/> |
| 2.4      | Wenn die Stromaufnahme dem zu erwartenden Wert ( $I < 10 \text{ mA}$ ) entspricht, setzen Sie die Sicherung -F1 in den Halter ein.   |  | <input type="checkbox"/> |
| 2.5      | Verbinden Sie die Energieversorgung.   |  | <input type="checkbox"/> |
| 2.6      | Messen und dokumentieren Sie die Spannung an -MP25.  | $U_{-MP25} = $ <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> |
|          |  | Soll: 12,00 V<br>Tol.: $\pm 0,50 \text{ V}$                            |                          |
| 2.7      | Messen und dokumentieren Sie die Spannung an -MP26 .   | $U_{-MP26} = $ <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> | <input type="checkbox"/> |
|          |  | Soll: 9,00 V<br>Tol.: $\pm 0,30 \text{ V}$                             |                          |
| 2.8      | Trennen Sie die Energieversorgung.   |  | <input type="checkbox"/> |

|  |  | erle-   | Notizen   |
|--|--|---|---|
|  |  | dig   | des   |
|  |  |   | Prüfungs-   |
|  |  |   | ausschusses   |
|  |  |   | zur   |
|  |  |   | Bewertung   |
| 3.1  | Stecken Sie die Baugruppe -A12 (Mikrocontroller, Betriebssoftware 3190S21 muss geladen sein).  | <input type="checkbox"/>  |   |
| <b>Hinweis: Beachten Sie jeweils den oben stehenden Hinweis zur Energieversorgung!</b> |  |   |   |
| 3.2  | Verbinden Sie die Energieversorgung.   | <input type="checkbox"/>  |   |
| 3.3  | Messen und dokumentieren Sie die Spannung an -MP27.  | $U_{-MP27} =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> | Soll: 5,00 V<br>Tol.: $\pm 0,20$ V <input type="checkbox"/> |
| 4.1  | Messen Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 4 und Pin 8 des Sockels von -K2 (TL062).  | $U_{Soll} = 5,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$                        | <input type="checkbox"/>                                    |
| 4.2  | Messen Sie die Spannung an -MP5.   | $U_{Soll} = 2,50 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$                        | <input type="checkbox"/>                                    |
| 4.3  | Messen Sie die Spannung zwischen Pin 3 und 0 V des Sockels von -K2 (TL062).  | $U_{Soll} = 2,50 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$                        | <input type="checkbox"/>                                    |
| 4.4  | Messen Sie die Spannung zwischen Pin 5 und 0 V des Sockels von -K2 (TL062).  | $U_{Soll} = 2,50 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$                        | <input type="checkbox"/>                                    |
| 4.5  | Stecken Sie den Operationsverstärker -K2 (TL062) in den Sockel, wenn die Spannungswerte und Polaritäten stimmen.   |   | <input type="checkbox"/>                                    |
| 5.1  | Messen Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 4 und Pin 8 des Sockels von -K3 (TL062).  | $U_{Soll} = 5,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$                        | <input type="checkbox"/>                                    |
| 5.2  | Stecken Sie den Operationsverstärker -K3 (TL062) in den Sockel, wenn der Spannungswert und die Polarität stimmen.  |   | <input type="checkbox"/>                                    |
| 5.3  | Kontrollieren Sie, ob an Messpunkt -MP9 ( $\triangleq$ Pin 1 von -K3 (TL062)) ein rechteckförmiges Signal mit einer Frequenz von $f = 75 \text{ kHz}$ ansteht. |   | <input type="checkbox"/>                                    |
| 5.4  | Kontrollieren Sie, ob an Messpunkt -MP10 ( $\triangleq$ Pin 7 von -K3 (TL062)) ein dreieckförmiges Signal ansteht.   |   | <input type="checkbox"/>                                    |
| 6.1  | Messen Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 4 und Pin 8 des Sockels von -K4 (LM393).  | $U_{Soll} = 5,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$                        | <input type="checkbox"/>                                    |
| 6.2  | Stecken Sie den Komparator -K4 (LM393) in den Sockel, wenn der Spannungswert und die Polarität stimmen.  |   | <input type="checkbox"/>                                    |
| 6.3  | Schließen Sie den externen Funktionsgenerator an die BNC-Buchse -X6 an. (Sinus-Signal; $f = 1 \text{ kHz}$ ; $u_{SS}$ ca. 100 mV)                              |   |   |
| 6.4  | Kontrollieren Sie am Ausgang des Operationsverstärkers -K2.1 (TL062; Verstärker) an -MP6 das sinusförmige Ausgangssignal.                                      | $u_{Soll SS}$ ca. 0,8 V ... 1,5 V                                     | <input type="checkbox"/>                                    |
| 6.5  | Für die nachfolgenden Messungen ist das Niederfrequenz (NF)-Signal immer anzulegen.  |   | <input type="checkbox"/>                                    |

|     |   |   | erle-<br>digt            | Notizen<br>des<br>Prüfungs-<br>ausschusses<br>zur<br>Bewertung |
|-----|---|---|--------------------------|--|
| 7.1 | Messen Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 4 und Pin 8 des Sockels von -K1.   | $U_{\text{Soll}} = 5,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$ | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.2 | Stecken Sie das elektronische Potenziometer -K1 (MCP4151-103) in den Sockel, wenn der Spannungswert und die Polarität stimmen.  |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.3 | Stecken Sie -X8 (Taster der Baugruppe -A14, 10-poliger Buchsenstecker).   |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.4 | Kontrollieren Sie an Messpunkt -MP22 den Pegelwechsel von High nach Low, wenn Taster -A14.S1 gedrückt wird.   |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.5 | Kontrollieren Sie an Messpunkt -MP23 den Pegelwechsel von High nach Low, wenn Taster -A14.S2 gedrückt wird.   |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.6 | Kontrollieren Sie an Messpunkt -MP24 den Pegelwechsel von High nach Low, wenn Taster -A14.S3 gedrückt wird.   |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.7 | Schließen Sie das Oszilloskop -MP7 an ( $\triangle$ Pin 6 des elektronischen Potenziometers -K1). Drücken Sie abwechselnd die Taster -A14.S1 und -A14.S3 ( $f$ ca. 1 Hz) für insgesamt etwa 10 s.<br>Kontrollieren Sie, ob sich die Amplitude am Ausgang des Potenziometers -K1 ändert. |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.8 | Schließen Sie ein Oszilloskop an -MP8 (Pin 7 des Spannungsfolgers -K2.2) an und drücken Sie abwechselnd die Taster 1 und 3 ( $f$ ca. 1 Hz) für insgesamt etwa 10 s.<br>Kontrollieren Sie, ob sich die Amplitude am Ausgang des Spannungsfolgers ändert.                                 |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 7.9 | Kontrollieren Sie, ob an Messpunkt -MP11 ( $\triangle$ Pin 1 des Komparators -K4.1) eine TTL-Rechteckspannung mit veränderlichem Tastverhältnis anliegt.  |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 8.1 | Messen Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 7 und Pin 14 des Sockels von -K5 (74HC04).   |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 8.2 | Stecken Sie -K5 (74HC04) in den Sockel, wenn der Spannungswert und die Polarität stimmen.   |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 8.3 | Kontrollieren Sie, ob an Messpunkt -MP13 ( $\triangle$ Pin 6 des Bauelements 74HC04 (-K5)) eine pulsweitenmodulierte Rechteckspannung anliegt.  |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 8.4 | Kontrollieren Sie, ob an Messpunkt -MP12 ( $\triangle$ Pin 5 des Bauelements 74HC04 (-K5)) eine pulsweitenmodulierte Rechteckspannung anliegt.  |   | <input type="checkbox"/> |  |
| 8.5 | Schließen Sie an den Ausgang der Schaltung (-X9) einen Widerstand mit $3,9 \Omega/11 \text{ W}$ an.   |   | <input type="checkbox"/> |  |

erle-  
digt

**Hinweis: Alle Angaben zu Bauelement -K6 beziehen sich auf die THT-Variante (siehe auch Anmerkung auf Seite 13). Die Pinbelegung der SMD-Variante ist abweichend!**

9.1 Kontrollieren Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 9 und 0 V des Bauelements -K6 (IR2113).  $U_{\text{Soll}} = 5,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$

9.2 Stecken Sie den Jumper -XJ1.

9.3 Kontrollieren Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 3 und 0 V des Bauelements -K6 (IR2113).  $U_{\text{Soll}} = 12,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$

9.4 Stecken Sie das Bauelement -K6 (IR2113) in den Sockel, wenn die Spannungswerte und die Polarität stimmen.

9.5 Schließen Sie das Oszilloskop parallel zum Lastwiderstand -R31 an. Kontrollieren Sie, dass am Ausgang -X9 eine sinusförmige Spannung erscheint. Bei Verzerrungen verringern Sie die Amplitude mit dem Taster -A14.S1.

9.6 Schließen Sie die LC-Anzeige über den Steckverbinder -X7 an. Stellen Sie mit -R25 den Kontrast ein. Prüfen Sie, ob die Hintergrundbeleuchtung in Betrieb ist. Korrigieren Sie dazu gegebenenfalls die Jumper auf der Anzeigeleiterplatte (Baugruppe -A14).

10.1 Messen Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 4 und Pin 7 des Bauelements -K7 (AD820).  $U_{\text{Soll}} = 12,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$

10.2 Stecken Sie das Bauelement -K7 (AD820) in den Sockel, wenn der Spannungswert und die Polarität stimmen.

10.3 Messen Sie die Betriebsspannung zwischen Pin 4 und Pin 7 des Bauelements -K8 (AD820).  $U_{\text{Soll}} = 12,00 \text{ V} \pm 0,20 \text{ V}$

10.4 Stecken Sie das Bauelement -K8 (AD820) in den Sockel, wenn der Spannungswert und die Polarität stimmen.

10.5 Kontrollieren Sie, dass am Messpunkt -MP20 ( $\triangleleft$  Ausgang von -K7) das Ausgangssignal einer Einweg-Gleichrichtung erscheint.

10.6 Kontrollieren Sie, dass am Messpunkt -MP21 ( $\triangleleft$  Ausgang von -K8) das Ausgangssignal einer Vollweg-Gleichrichtung erscheint.

10.7 Trennen Sie die Energieversorgung.

Die Inbetriebnahme ist abgeschlossen.