

Prüfungsnummer

Vor- und Familienname

Industrie- und Handelskammer

Abschlussprüfung Teil 2

Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik

Berufs-Nr.

3 2 9 0

Einsatzgebiete

- Automatisierungssysteme (3291)
- Signal- und Sicherheitssysteme (3292)
- Informations- und Kommunikationssysteme (3293)
- Funktechnische Systeme (3294)
- Embedded Systems (3295)

Arbeitsauftrag Praktische Aufgabe

**Bereitstellungsunterlagen für
den Ausbildungsbetrieb
Vorbereitungsunterlagen für
den Prüfling
Winter 2026/27**

W26 3290 B

IHK

PAL - Prüfungsaufgaben- und
Lehrmittelentwicklungsstelle
IHK Region Stuttgart

© 2026, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten

Allgemeine Hinweise

In der Abschlussprüfung Teil 2 hat der Prüfling, wie in der folgenden Übersicht gezeigt, eine praktische Aufgabe vorzubereiten und durchzuführen.

Es soll innerhalb von 14 Stunden, davon 6 Stunden Durchführung, eine praktische Arbeit vorbereitet und durchgeführt werden. In der Durchführung sind aufgabenspezifische Unterlagen zu erstellen. Diese dienen unter anderem zur Dokumentation der praktischen Aufgabe.

Bestandteil der Durchführung des Auftrags ist ein begleitendes Fachgespräch von 20 Minuten.

Für den Arbeitsauftrag sind vom Ausbildungsbetrieb die in diesem Heft aufgeführten Prüfungsmittel bereitzustellen. Diese Prüfungsmittel und dieses Heft sind dem Prüfling rechtzeitig vor dem Termin der Abschlussprüfung Teil 2 zu übergeben, damit er die Prüfungsmittel auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit überprüfen kann.

Dieses Heft hat der Prüfling zur praktischen Aufgabe mitzubringen.

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 in den gültigen Arbeitsvorschriften (zum Beispiel DGUV-Vorschriften und DIN VDE 0105 Teil 100) eine Sicherheitsunterweisung erhalten hat.

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

Für den Nachweis der Sicherheitsunterweisung kann ein firmeninternes oder das unter www.ihk-pal.de bereitgestellte Formular „Unterweisungsnachweis“ verwendet werden.

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

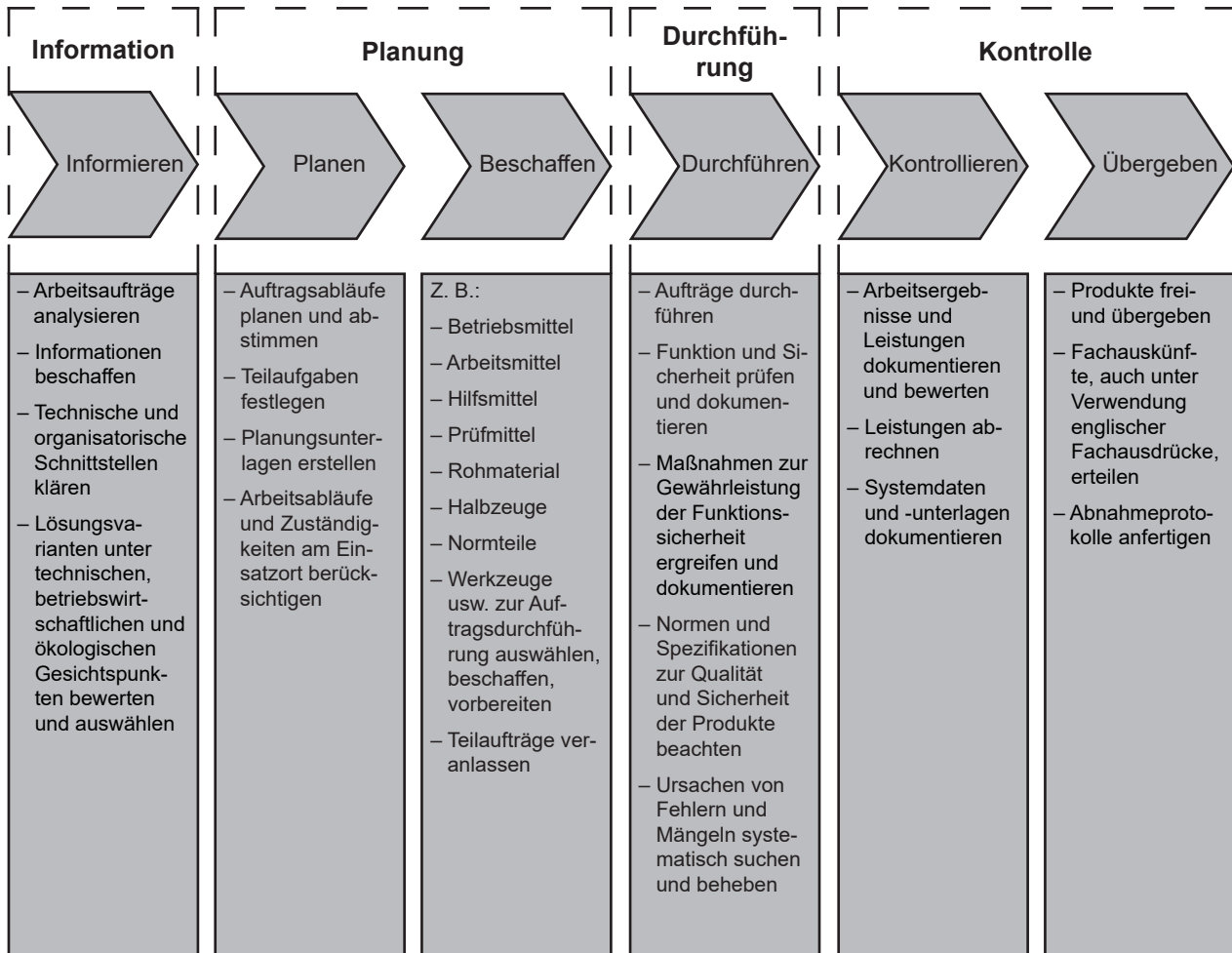
Ohne sichere Arbeitskleidung und ohne den Unterweisungsnachweis ist eine Teilnahme an der Prüfung ausgeschlossen.

Gestreckte Abschlussprüfung Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik					
Abschlussprüfung Teil 1 Gewichtung: 40 %			Abschlussprüfung Teil 2 Gewichtung: 60 %		
Komplexe Arbeitsaufgabe			Prüfungsbereiche		
– Arbeitsaufgabe inkl. situativer Gesprächsphasen		– Schriftliche Aufgabenstellungen	– Arbeitsauftrag „Praktische Aufgabe“		– Systementwurf
					– Funktions- und Systemanalyse
					– Wirtschafts- und Sozialkunde
Gewichtung: 50 %		Gewichtung: 50 %	Gewichtung: 50 %		Gewichtung: 50 %
Vorgabezeit: 6 h 30 min		Vorgabezeit: 1 h 30 min	Vorgabezeit: 14 h		Vorgabezeit: 4 h 30 min
– Planung		– Teil A (50 %): 23 geb. Aufgaben davon 3 zur Abwahl	– Vorbereitung der praktischen Aufgabe Vorgabezeit: 8 h		– Systementwurf Vorgabezeit: 105 min Gewichtung: 40 %
– Durchführung		– Teil B (50 %): 8 ungeb. Aufgaben keine Abwahl möglich	– Durchführung der praktischen Aufgabe Vorgabezeit: 6 h		Teil A (50 %): 28 geb. Aufgaben davon 3 zur Abwahl
– Kontrolle			inklusive begleitenden Fachgesprächs Vorgabezeit: 20 min		Teil B (50 %): 8 ungeb. Aufgaben keine Abwahl möglich
Situative Gesprächsphasen Vorgabezeit: 10 min – Die Zeitdauer der Gespräche ist in der Prüfungszeit enthalten. – Die Gesprächszeitpunkte sind innerhalb der Prüfung beliebig wählbar und können zusammenhängend oder in Teilen stattfinden.			Phasen:		– Funktions- und Systemanalyse Vorgabezeit: 105 min Gewichtung: 40 %
			– Information – Planung – Durchführung – Kontrolle Die Bewertung der praktischen Aufgabe erfolgt anhand – der aufgabenspezifischen Unterlagen – eines begleitenden Fachgesprächs – der Beobachtung durch den Prüfungsausschuss		Teil A (50 %): 28 geb. Aufgaben davon 3 zur Abwahl
					Teil B (50 %): 8 ungeb. Aufgaben keine Abwahl möglich
					– Wirtschafts- und Sozialkunde Vorgabezeit: 60 min Gewichtung: 20 %
					18 geb. Aufgaben davon 3 zur Abwahl
					6 ungeb. Aufgaben davon 1 zur Abwahl

Bild 1: Gliederung der gestreckten Abschlussprüfung mit Aufteilung in Teil 1 und Teil 2 sowie Gewichtungen und Vorgabezeiten

**Abschlussprüfung Teil 2, Prüfungsbereich
Arbeitsauftrag – Variante 2**

Kompletter Handlungszyklus für die Vorbereitung sowie die Durchführung der Arbeitsaufgabe



Im Prüfungsbereich Arbeitsauftrag soll der Prüfling eine praktische Arbeitsaufgabe in 14 Stunden vorbereiten, durchführen, nachbereiten und mit aufgabenspezifischen Unterlagen dokumentieren sowie darüber ein begleitendes Fachgespräch von höchstens 20 Minuten führen; die Durchführung der Arbeitsaufgabe dauert sechs Stunden; durch Beobachtungen der Durchführung, die aufgabenspezifischen Unterlagen und das Fachgespräch sollen die prozessrelevanten Qualifikationen in Bezug auf die Durchführung der Arbeitsaufgabe bewertet werden.

Alle in diesem Heft enthaltenen Informationen erhalten Sie zur **Vorbereitung** der praktischen Arbeitsaufgabe.

Informieren Sie sich anhand der in diesem Heft enthaltenen Unterlagen. Planen Sie die Durchführung der praktischen Arbeitsaufgabe, beschaffen Sie sich die dazu erforderlichen Mittel, führen Sie die Aufträge durch und kontrollieren Sie die Ausführung.

Zur **Bereitstellung und Vorbereitung** erhalten Sie folgend aufgeführte Unterlagen (vorliegendes Heft).

Bereitstellungsunterlagen:

- Materialbereitstellungsliste
- Baugruppe mit Funktionsbeschreibung, Stromlaufplan, Bestückung, Stückliste und Frontplatte mit Montagezeichnung
- Vorgeschlagenes Mikrocontrollersystem

Vorbereitungsunterlagen:

- Allgemeine Informationen zum Arbeitsauftrag
- Beschreibung des Arbeitsauftrags
- Deckblatt „Aufgabenspezifische Unterlagen“

Arbeitsauftrag
Standard-Bereitstellungsliste für den
Ausbildungsbetrieb

Elektroniker/-in für
Informations- und Systemtechnik

Allgemein

I Hinweise:

Bei der Durchführung des Arbeitsauftrags ist die Verwendung eines Tabellenbuchs, einer Formelsammlung, einer Übersetzungshilfe Deutsch-Englisch/Englisch-Deutsch und eines nicht programmierten, netzunabhängigen Taschenrechners ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten sowie eines Befehlssatzes der verwendeten Programmiersprache zugelassen.

II Systeme, Baugruppen, Bauteile, Halbzeuge und Normteile, die für jeden Prüfling bereitgestellt werden müssen:

Pos.-Nr.	Men.	Kennzeichnung	Typ/Wert/Norm	Bezeichnung	Bauform/Rastermaß	Bemerkung
1.	1			Z. B. Prüfungsrahmen K-IF/1, „19“-Rahmen“ mit Busplatine (Busplatine richtet sich nach verwendetem Mikrocontrollersystem) und Stromversorgung (Mindestanforderungen: +5 V, 1 A; +9 V ... +15 V, 1 A; –9 V ... –15 V, 1 A)		Muss eine gültige elektrische Sicherheitsprüfung haben
2.	1			Bestückte Baugruppe „PWM-Regler“ 3290W261A (Einschub) und 3260F192A (Frontplatine) nach Seiten 7 bis 18 *)		
3.	1			Mikrocontrollersystem nach Seiten 19 bis 28		
4.	1			PC mit Software für das verwendete Mikrocontrollersystem		
5.				Es sind 4 Eingabetaster und 4 LEDs zum Anschluss an einen Port zu erstellen; Bereitstellung eines einstellbaren Widerstands mit einem Wert von 1 kΩ		

*) Die Baugruppe PWM-Regler wurde in der Abschlussprüfung Teil 1 Herbst 2025 (3290H251A) eingesetzt und kann, wenn vorhanden, verwendet werden. Die Frontplatine 3260F192A wurde in vergangenen Prüfungen eingesetzt und kann, wenn vorhanden, verwendet werden.

Arbeitsauftrag
Funktionsbeschreibung
PWM-Regler**Elektroniker/-in für**
Informations- und Systemtechnik

Bei der Baugruppe „PWM-Regler“ handelt es sich um ein Temperaturerfassungsmodul für einen Pt100- oder einen Pt1000-Temperatursensor mit integriertem Pulsweitenmodulator (PWM) zur Ansteuerung von Hocheffizienzpumpen. Ein Pt100/Pt1000 ist ein Widerstand aus Platin mit einem Temperaturkoeffizienten von $3,85 \cdot 10^{-3}/K$.

Die Widerstandsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur ist in einem weiten Bereich linear und eignet sich daher für sehr genaue Temperaturmessungen. Außerdem kann ohne Hilfe einer Temperaturmesskammer der $0^{\circ}C$ -Punkt bestimmt werden, da der Nennwert exakt den Widerstandswert bei $0^{\circ}C$ angibt. Derartige Sensoren werden mit 2-Draht- oder 4-Draht-Anschluss hergestellt.

Für diese Baugruppe sind Pt100-/Pt1000-Sensoren mit 2-Draht-Anschluss geeignet.

Die Messung basiert auf dem Prinzip des Spannungsfalls an einem Widerstand. Dazu wird dem Sensor ein konstanter Strom zugeführt. Eine Widerstandsänderung des Sensors durch Temperaturänderung bewirkt eine proportionale Spannungsänderung gemäß der Beziehung $\Delta U = \Delta R \cdot I_{\text{const}}$. Die Baugruppe bereitet diese minimale Spannungsänderung nun in ein technisch verwertbares Signal mit einem Koeffizienten von 10 mV/K auf. Diese Spannung ist zwischen -X2 und -X3 abgreifbar. Wichtig ist hierbei jedoch, dass der Sensor von keinem zu hohen Messstrom durchflossen wird, damit sich nicht der Sensor selbst erwärmt. Aus diesem Grund wird ein Pt100 mit 1 mA oder ein Pt1000 mit 0,1 mA versorgt. Zur Auswahl des eingesetzten Sensors dient der Jumper -X4 (Verbinden von -X4-1 nach -X4-2 für Pt100 und von -X4-3 nach -X4-2 für Pt1000).

Schaltungsbeschreibung:

Die Operationsverstärker -K1.1 und -K1.2 mit der Beschaltung von -R2 bis -R8, -T1, -T2 und der Referenzspannungsquelle -R4 ergeben zusammen zwei Konstantstromquellen.

Diese beiden Stromquellen bilden mit den Widerständen -R9 bis -R12 auf der einen Seite und dem Sensor an -X5 auf der anderen Seite eine Brückenschaltung.

Im Sensorstrompfad kann ein Messstrom von 1 mA für den Pt100 oder von 0,1 mA für den Pt1000 mit -X4 gewählt werden. In der Reihenschaltung -R9 bis -R12 fließt ein konstanter Strom von 1 mA. Daraus werden zwei Spannungen zum Abgleich der Schaltung gewonnen.

Um an Messpunkt -MP4 einen technisch üblichen Koeffizienten von 10 mV/K zu erhalten, wird die minimale Spannungsänderung am Sensor von 0,385 mV/K mit -K2 verstärkt.

Der Verstärkungsfaktor berechnet sich aus $\Delta U_2 : \Delta U_1$, also $10 \text{ mV} : 0,385 \text{ mV} = 25,974$.

Der Instrumentenverstärker -K2 besteht aus zwei Impedanzwandlern (-K2.1 und -K2.4), einem Differenzverstärker (-K2.2) und einer nicht invertierenden Ausgangsstufe (-K2.3).

Mit -R28 wird die notwendige Verstärkung (Steilheit) eingestellt, sodass bei $\vartheta_{\text{Sensor}} = 100^{\circ}C$ eine Ausgangsspannung von 1000 mV ($10 \text{ mV/K} \cdot 100 \text{ K}$) an -MP4 und an -X2 vorhanden ist.

Der Brückenabgleich (Offset) erfolgt mit -R11. Damit wird eine Spannung von 0 mV bei $0^{\circ}C$ an -MP4 eingestellt. Diese Einstellungen können mithilfe der Widerstände -R17 (100 Ω) und -R15/-R16 (138,5 Ω) sowie -R20 (1000 Ω) und -R18/-R19 (1385 Ω) auch ohne Pt100/Pt1000 vorgenommen werden. Der Abgleich mit Referenzwiderständen ist auch bei Temperatur-Messumformern industrieller Hersteller üblich.

Die temperaturabhängige Spannung von 10 mV/K an -MP4 wird dem 3-1/2-Digit-Analog-Digital-Umsetzer (ADU) -K3 und dem Verstärker -K4.1 zugeführt.

Für einen Messbereich von $0^{\circ}C$ bis $100^{\circ}C$ liegt an -MP4 eine Spannung von 0,0 V bis 1,0 V an. Diese Spannung wird von -K4.1 zehnfach verstärkt. Dadurch kann an -MP5 und -X10-1 ein Einheitssignal von 0 V bis 10 V abgegriffen werden. Für die Verarbeitung der Temperatur mittels Mikrocontroller steht an -X1-5a eine auf maximal 5 V angepasste Spannung zur Verfügung.

Der ADU -K3 ist für einen Messbereich von $\pm 1,999 \text{ V}$ konzipiert. Mit der Auflösung von 1 mV des ADUs ist bei 10 mV/K eine Temperatur-Auflösung von 0,1 K darstellbar.

Messen heißt vergleichen. Zu diesem Zweck wird das Vergleichsmaß mit -R9 auf 2,00 V an -MP1 eingestellt und dem ADU an Pin 2 (VREF) zugeführt. Die Eingangsspannung an Pin 3 wird von der Amplitudenbegrenzer-Schaltung -R29 bis -R31 auf den Bereich der Betriebsspannung des ADUs begrenzt, da bei nicht angeschlossenem Sensor (oder fehlendem Jumper) unzulässige Pegel anstehen würden. Die Leuchtdioden -P1 und -P2 signalisieren solche fehlerhaften Pegel. Die rote LED -P1 signalisiert eine Unterbrechung; die gelbe LED -P2 leuchtet bei einem

Kurzschluss am Sensoranschluss -X5. Der ADU hat einen eigenen Taktgenerator und führt die Messung eigenständig durch. Das Ende einer Wandlung wird durch einen Impuls an EOC (Pin 14) signalisiert. An den Ausgängen Pin 20 bis Pin 23 liegt dann der gewandelte Wert mit 4 Halb-Byte (gemultiplext) im BCD-Code-Format vor.

Die BCD-Daten werden dem Mikrocontroller -K5 zur Weiterverarbeitung an PB0 bis PB3 zugeführt. Der Controller -K5 verarbeitet das zyklisch aktualisierte Wandlungsergebnis des ADUs und gibt dieses formatiert als Text (ASCII-Code) am Display über -K7 und auf der seriellen Schnittstelle (USART, TxD -MP8) sowie über den EIA485-Bus-Leitungstreiber -K6 aus.

Ausgabeformat: S1: 123,4 °C (S1 steht symbolisch für den Pt100-/Pt1000-Sensor an -X5.)

Die serielle Datenübertragung zum PC via USB erfolgt über -K3 auf der Frontplatine. -K3 konvertiert die TTL-Serial-Daten der USART für die Übertragung via USB. Zum Empfang der Messdaten ist der PC über USB mit -X3 auf der Frontplatine zu verbinden. Nach erfolgter Installation des Treibers (Windows) wird ein virtueller COM-Port (i. d. R. COM4 oder höher) zur Verfügung gestellt.

Über das Konfigurationsmenü einer (Hyper-)Terminal-Anwendung kann dieser COM-Port ausgewählt, für „9600 8-N-1“ und „no handshake“ konfiguriert und gestartet werden. In der Rx-Anzeige erscheint dann fortlaufend die gemessene Temperatur dieses Moduls.

Mithilfe des Tasters -S3 können der Reihe nach folgende Menüpunkte angewählt werden:

- PWM-Modus (Bereich 1–4)
 - Soll-Temperaturvorgabe T-Soll
 - PWM-Regelbereich T-DIFF in Prozent, bezogen auf die Soll-Temperaturvorgabe (Bereich 5–50 %)
 - Minimaltemperatur T-Min, unterer Grenzwert (mind. –30 °C)
 - Maximaltemperatur T-Max, oberer Grenzwert (max. 199 °C)
 - Hysterese T-HYS (halbe Fensterbreite in 0,1-K-Schritten bis 5,0 K) der Schaltausgänge OVER, UNDER und IN
- Die Werte sind nach Auswahl des jeweiligen Menüpunkts durch die Taster -S1 (+) und -S2 (–) veränderbar.

Pulsweitenmodulator:

Die PWM-Einheit des Mikrocontrollers -K5 erzeugt ein in der Frequenz konstantes, aber im Puls-/Pausen-Verhältnis variables Signal. Der Tastgrad ($g = t_i : T$) des PWM-Signals ist bei vorgegebener Solltemperatur T-Soll und dem prozentualen Regel-Bereich T-DIFF proportional von der gemessenen Temperatur abhängig und kann an -MP9 als TTL-Signal und an -MP11 als DC-Signal abgegriffen werden. Der DC-Bereich erstreckt sich bei $g > 0$ von einigen mV bis $g < 1$ knapp unter $+U_b = 5$ V. Über -K8 erfolgt eine Pegelanpassung auf ≤ 10 V zur Ansteuerung von Hoch-effizienzpumpen. Es können vier verschiedene PWM-Modi (Regelverhalten) eingestellt werden.

Unabhängig vom PWM-Modus besitzt das Modul temperaturabhängige L-aktive Schaltausgänge, deren Pegel durch die LEDs auf der Frontplatte signalisiert werden.

Schaltausgang:

- MAX (-X1:20a; -MP18-2): LED -P1 leuchtet, wenn die gemessene Temperatur den Vorgabewert T-Max überschreitet.
- MIN (-X1:19c; -MP18-3): LED -P2 leuchtet, wenn die gemessene Temperatur den Vorgabewert T-Min unterschreitet.
- OVER (-X1:19a; -MP18-4): LED -P6 leuchtet, wenn die gemessene Temperatur den Vorgabewert T-Soll +T-HYS überschreitet.
- UNDER (-X1:18c; -MP18-5): LED -P7 leuchtet, wenn die gemessene Temperatur den Vorgabewert T-Soll –T-HYS unterschreitet.
- IN (-X1:18a; -MP18-1): LED -P8 leuchtet, wenn die gemessene Temperatur dem Vorgabewert T-Soll $\pm$ T-HYS entspricht.

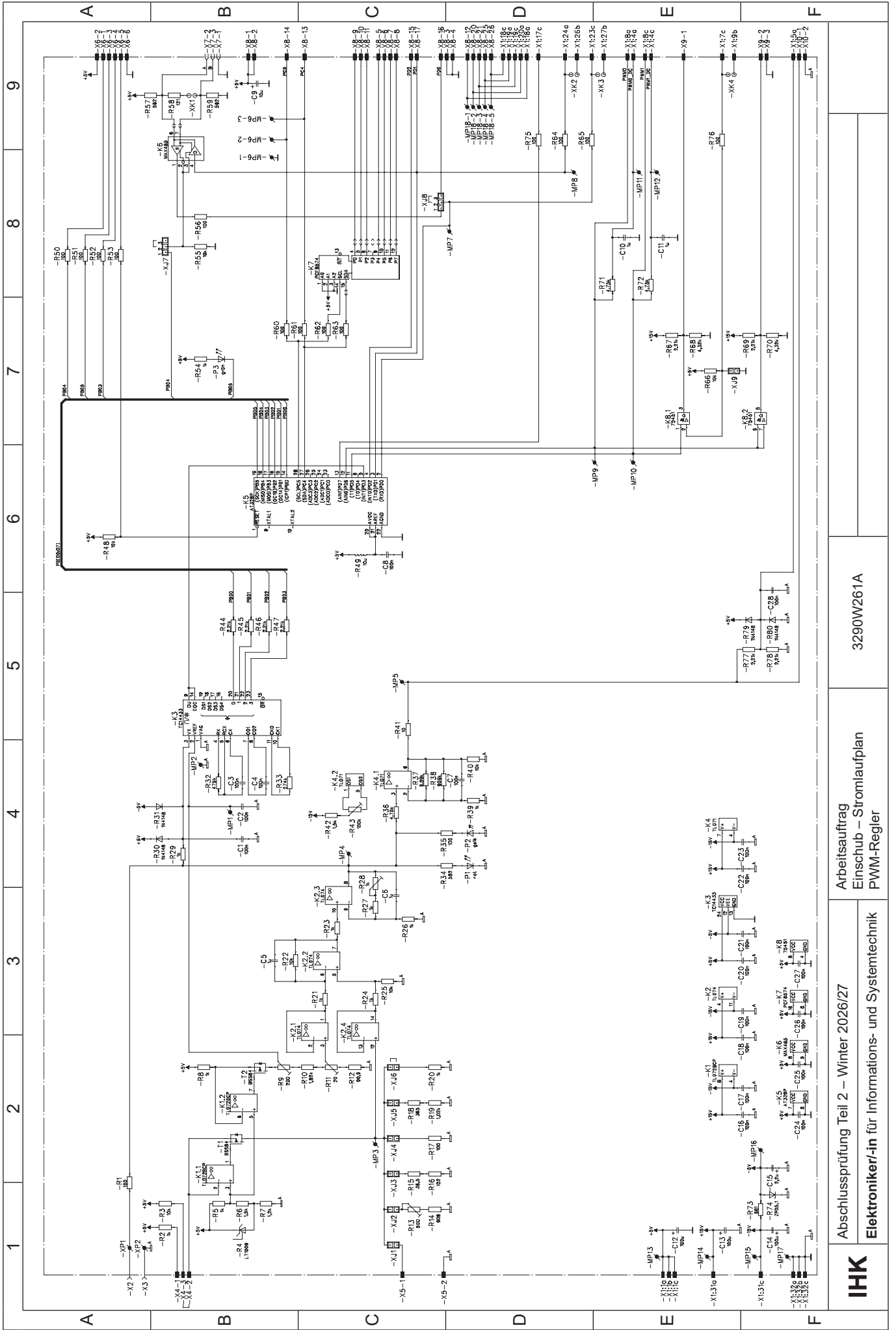
Beispiel: T-Soll = 22 °C, T-HYS = 0,5 K; -P8 = ON von 21,5 °C bis 22,5 °C entspricht einer Fensterbreite von $\pm 0,5$ K.

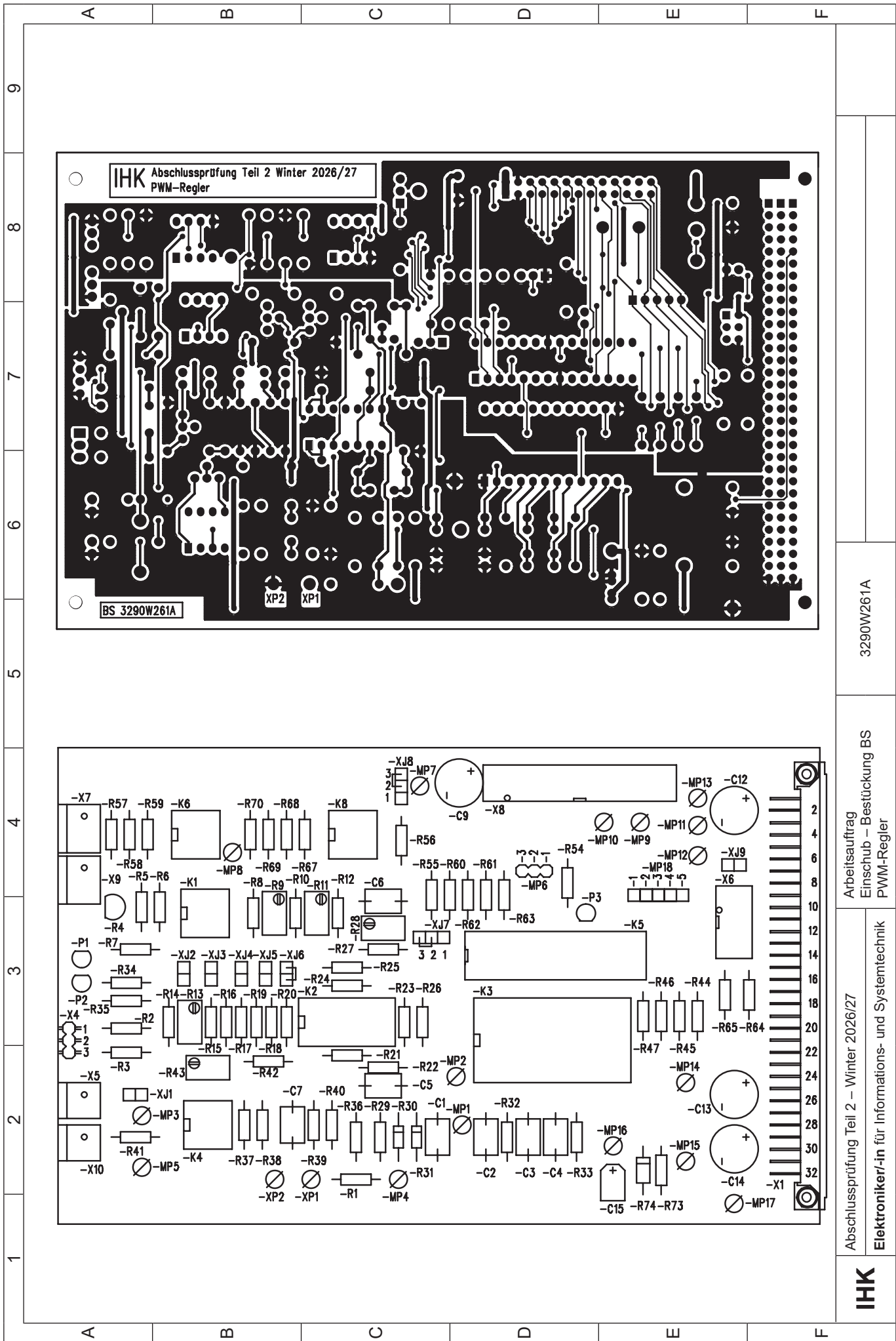
Unabhängig führt PD7 von -K5 an -X1:17c H-Pegel, sobald der Temperaturmesswert größer ist als die Soll-Temperaturvorgabe +0,1 °C und L-Pegel, wenn der Temperaturmesswert kleiner ist als die Soll-Temperaturvorgabe –0,1 °C.

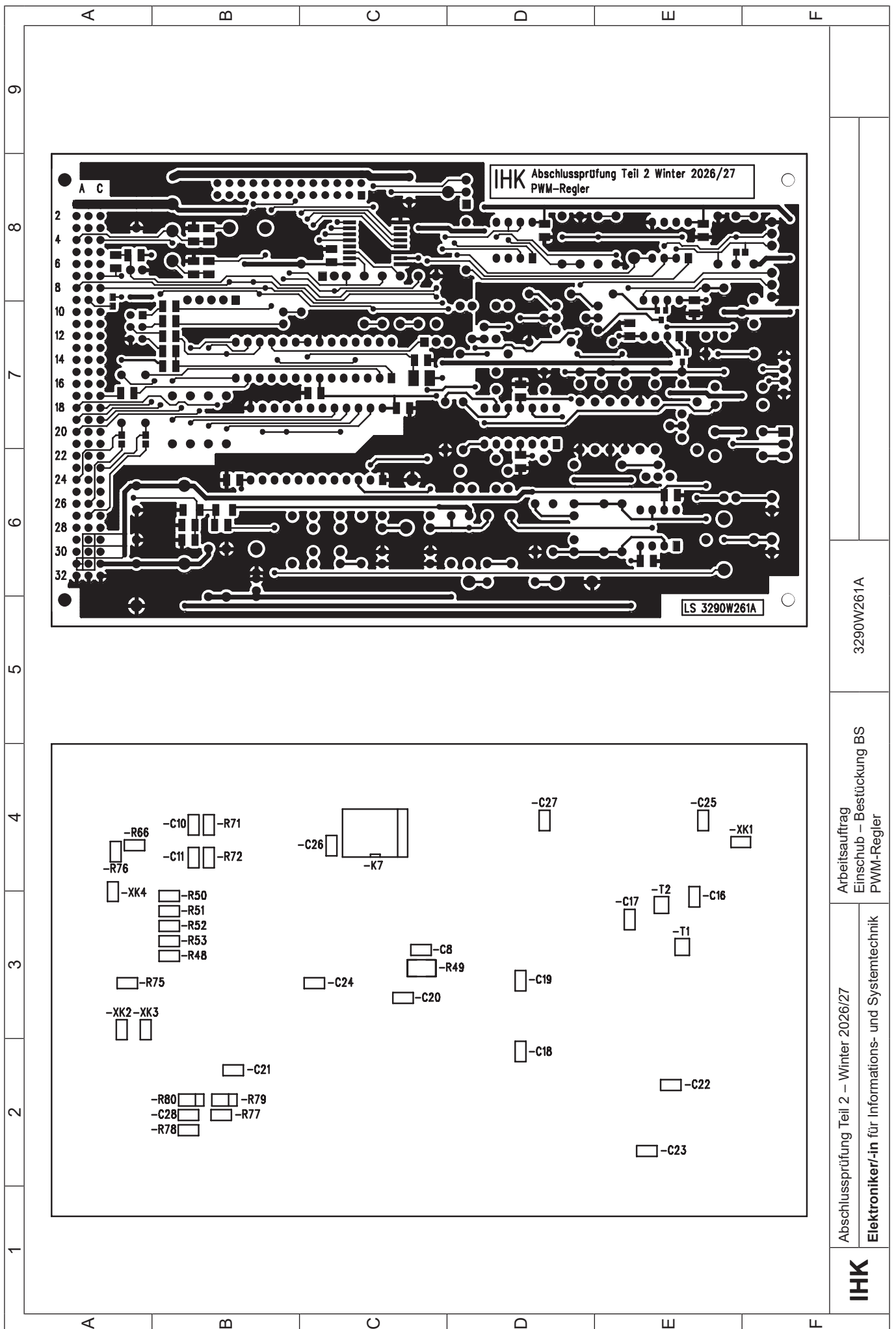
Das PWM1-Signal an -MP10 und -MP12 sowie -X9-1 ist mittels Fernsteueranweisung „L nnnCR“ durch ein Terminalprogramm über die serielle Schnittstelle frei einstellbar, wobei „nnn“ für den Wertebereich 1 bis 254 steht. Das 10-V-PWM-Signal kann zusätzlich über -X1:7c mit L-Pegel gesperrt werden.

Hinweis:

Wichtig für die Funktion der Baugruppe ist, dass von den Jumpers -XJ1 bis -XJ6 immer nur einer gesteckt sein darf.





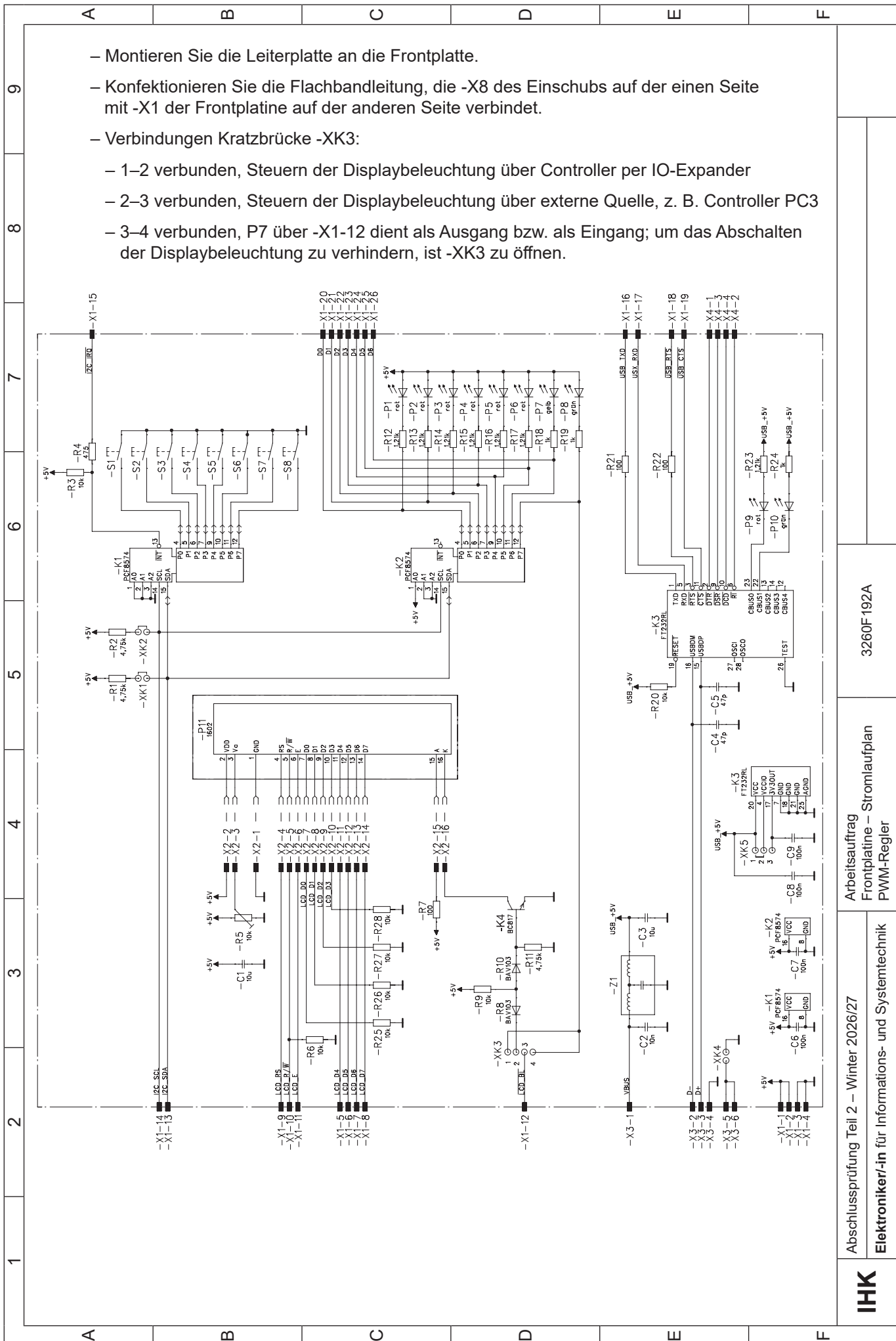


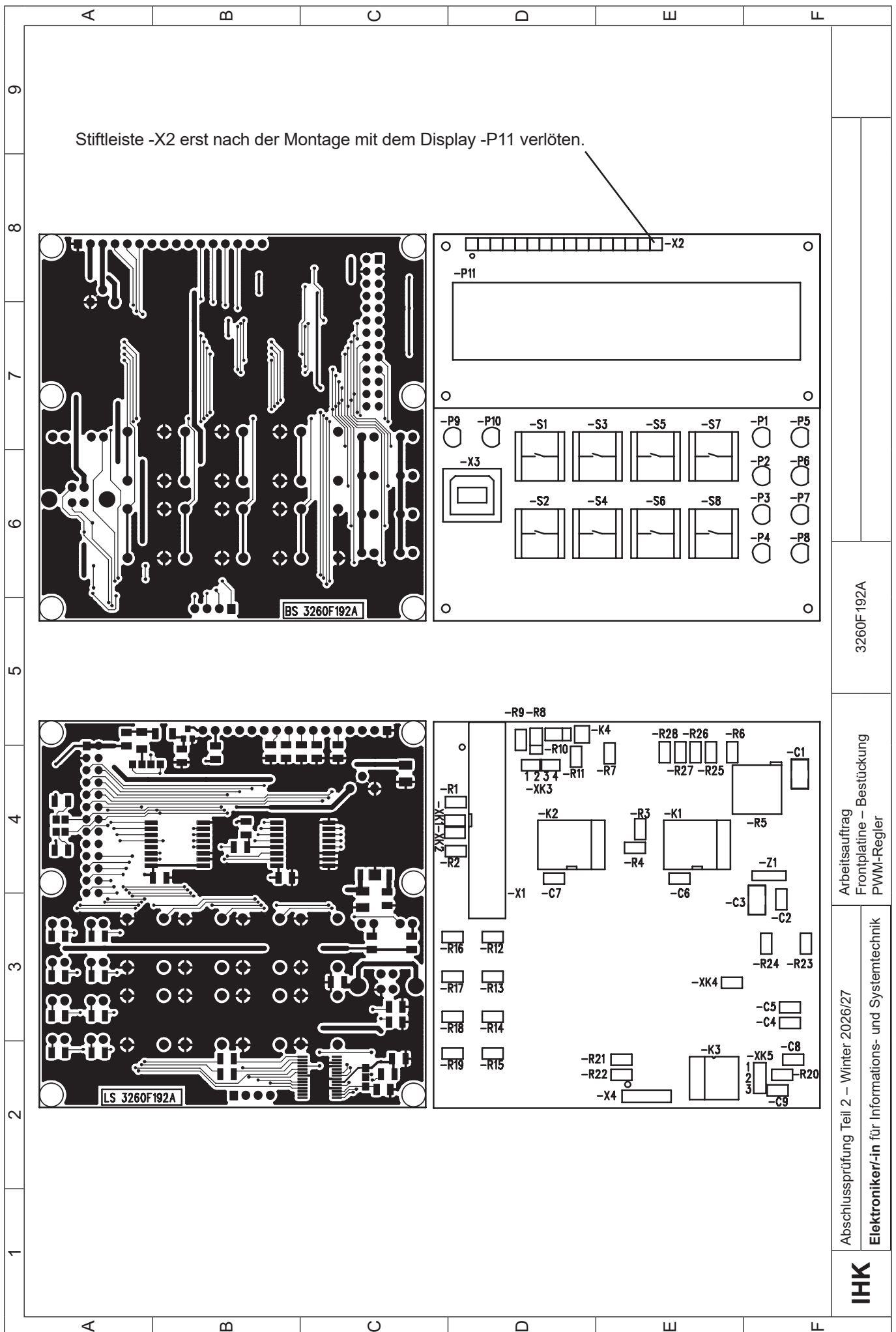
3290W261A

Arbeitsauftrag
Einschub – Bestückung BS
PWM-Regler

Abschlussprüfung Teil 2 – Winter 2026/27
Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik

IHK





3260F192A

Arbeitsauftrag
Frontplatte – Bestückung
PWM-Regler

Abschlussprüfung Teil 2 – Winter 2026/27
Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik

IHK

Arbeitsauftrag Stückliste PWM-Regler

**Elektroniker/-in für
Informations- und Systemtechnik**

Die technischen Daten der Bauteile sind unbedingt einzuhalten (auch die Rastermaße). Für die elektronischen Bauteile sind, soweit erforderlich, die Anschlussbilder mitzubringen. Die Bauteile müssen auf Funktion geprüft werden.

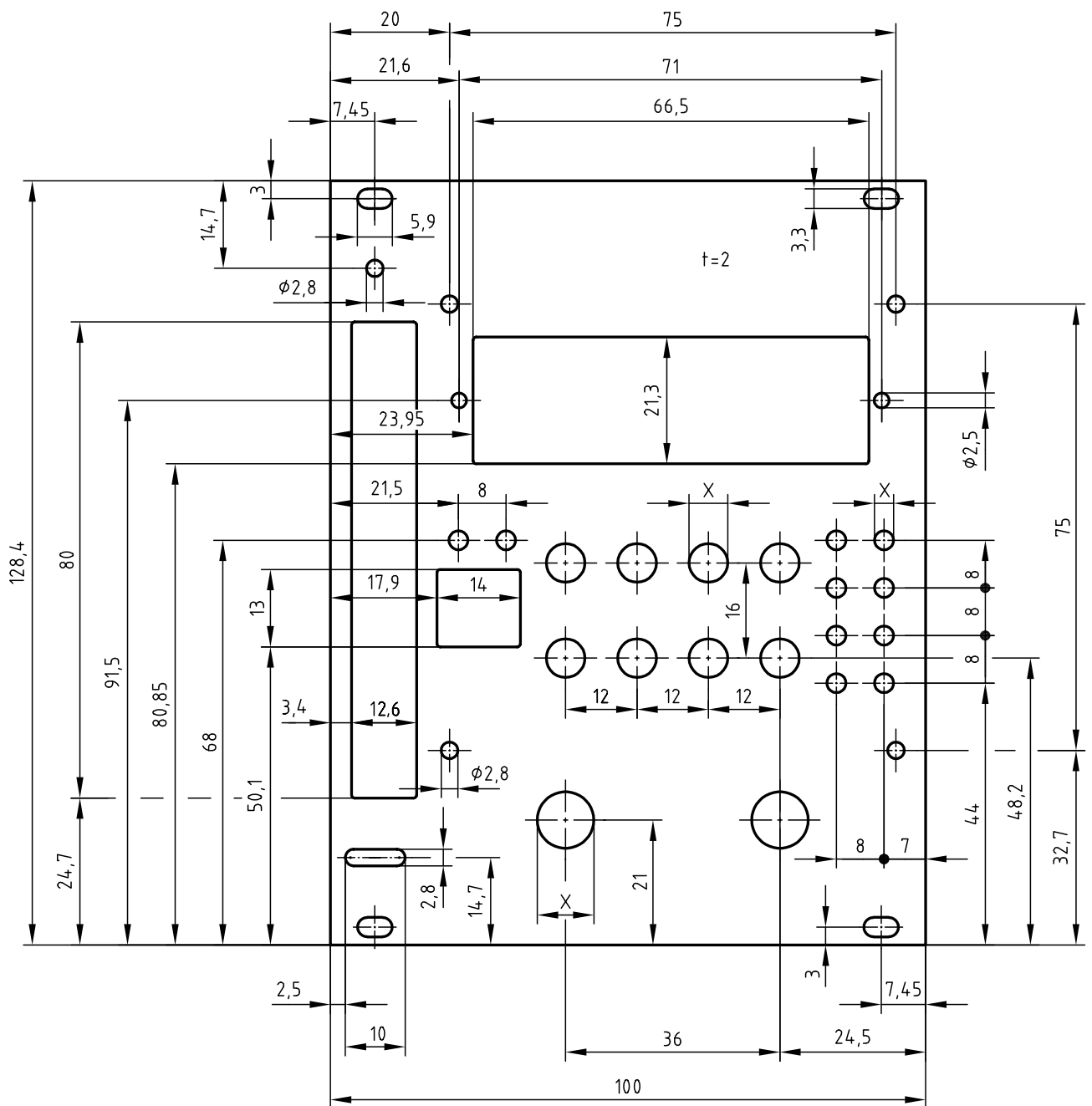
Baugruppen, Bauteile, Halbzeuge und Normteile, die für jeden Prüfling bereitgestellt werden müssen:

Pos.-Nr.	Men.	Kennzeichnung	Typ/Wert/ Norm	Bezeichnung	Bauform/ Rastermaß	Bemerkung
1.	1			Z. B. Prüfungsrahmen K-IF/1 „19“-Rahmen“ mit Bus-Platine und Stromversorgung (Mindestanforderungen: +5 V, 1 A; +9 V ... 15 V, 1 A; –9 V ... –15 V, 1 A)		Muss eine gültige elektrische Sicherheitsprüfung haben
Einschub						
1.	1			Frontplatte komplett bestückt nach Montagezeichnung		
2.	1			Doppelseitig gedruckte Leiterplatte 3290W261A *)		
3.	4		DIN 7985	Schraube (z. B. Innensechsrund); M2,5 × 10		
4.	4		ISO 4032	Sechskantmutter; M2,5–6		
5.	4		ISO 7092	Scheibe; M2,5; 200 HV		
6.	1	-X1	nach DIN 41612, 64-polig	Stiftleiste; abgewinkelt; Reihen a–c belegt	Bauform C, RM2,54	
7.	1	-X4	3-polig	Stiftleiste; einreihig; abgewinkelt	RM2,54	Z. B.: Bürklin; 59F680
8.	2	-X5, -X10	2-polig	Stiftleiste; einreihig; abgewinkelt	RM2,5	Z. B.: Phoenix Contact; MC0,5/2-G-2,5
9.	1	-X6	6-polig	Stiftleistenwanne; zweireihig; gerade	RM2,54	
10.	2	-X7, -X9	3-polig	Stiftleiste; einreihig; abgewinkelt	RM2,5	Z. B.: Phoenix Contact; MC0,5/3-G-2,5
11.	1	-X8	26-polig	Stiftleistenwanne; zweireihig; gerade	RM2,54	
12.	2	-X11 (zu -X5), -X12 (zu -X10)	2-polig	Steckverbinder; Federkraft	RM2,5	Z. B.: Phoenix Contact; FK-MC0,5/2-ST-2,5
13.	18	-MP1 bis -MP5, -MP7 bis -MP17, -XP1, -XP2		Lötstift (Stecklötöse) für Ø1,3 mm		
14.	1	-MP6	3-polig	Stiftleiste; einreihig; gerade	RM2,54	
15.	1	-MP18	5-polig	Stiftleiste; einreihig; gerade	RM2,54	
16.	1	-R41	10 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
17.	1	-R15	36,5 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
18.	1	-R12	90,9 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
19.	9	-R1, -R35, -R56, -R60 bis -R65	100 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
20.	1	-R16	102 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
21.	1	-R58	121 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
22.	1	-R18	365 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
23.	3	-R34, -R57, -R59	562 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
24.	1	-R73	681 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
25.	10	-R5, -R8, -R21, -R23, -R24, -R26, -R27, -R29, -R39, -R54	1 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
26.	1	-R19	1,02 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
27.	1	-R7	1,2 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
28.	1	-R14	909 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
29.	2	-R6, -R42	1,5 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
30.	1	-R10	1,82 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
31.	6	-R44 bis -R47, -R67, -R69	2,21 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	

32.	2	-R68, -R70	4,32 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
33.	1	-R36	4,75 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
34.	1	-R37	9,09 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
35.	4	-R22, -R25, -R40, -R55	10 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
36.	1	-R33	274 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
37.	1	-R32	475 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
38.	1	-R38	909 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 1 %	RM10	
39.	1	-R17	100 Ω	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 0,1 %	RM10	
40.	2	-R2, -R20	1 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 0,1 %	RM10	
41.	1	-R3	10 kΩ	Schichtwiderstand; ≥ 0,25 W; 0,1 %	RM10	
42.	1	-R11	20 Ω	Spindeltrimmer; Einstellung von oben; versetzte oder gerade Kontaktanordnung **)	RM2,54	
43.	1	-R13	500 Ω	Spindeltrimmer; Einstellung von oben; versetzte oder gerade Kontaktanordnung **)	RM2,54	
44.	1	-R9	200 Ω	Spindeltrimmer; Einstellung von oben; versetzte oder gerade Kontaktanordnung **)	RM2,54	
45.	1	-R28	1 kΩ	Spindeltrimmer; Einstellung von oben; versetzte oder gerade Kontaktanordnung **)	RM2,54	
46.	1	-R43	100 kΩ	Spindeltrimmer; Einstellung von oben; versetzte oder gerade Kontaktanordnung **)	RM2,54	
47.	6	-R50 bis -R53, -R75, -R76	100 Ω	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
48.	2	-R77, -R78	2,21 kΩ	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
49.	2	-R71, -R72	4,75 kΩ	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
50.	2	-R48, -R66	10 kΩ	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
51.	1	-R4	LT1009C	2,5-V-Reference	TO92	
52.	2	-R30, -R31	1N4148	Silicium-Diode	DO35	o. Vergleichstyp
53.	1	-R74	ZPD5,1	Z-Diode	DO35	o. Vergleichstyp
54.	1	-R49	10 µH	SMD-Spule	1210	o. Vergleichstyp
55.	2	-R79, -R80	LL1N4148	SMD-Diode	SOD80	o. Vergleichstyp
56.	5	-C1 bis -C4, -C7	100 nF	KF-Kondensator; ±10 %; ≥ 25 V	RM5; 7,5; 10	
57.	2	-C5, -C6	1 µF	KF-Kondensator; ±10 %; ≥ 25 V	RM5; 7,5; 10	
58.	1	-C15	2,2 µF	Tantal-Kondensator; ±10 %; ≥ 16 V	RM2,5; 5	
59.	1	-C9	10 µF	Elektrolytkondensator; radial; ≥ 25 V	RM5	
60.	3	-C12 bis -C14	100 µF	Elektrolytkondensator; radial; ≥ 25 V	RM5	
61.	14	-C8, -C16 bis -C28	100 nF	SMD-Kondensator	1206	
62.	2	-C10, -C11	1 µF	SMD-Kondensator	1206	
63.	1	-K1	TL072BCP	Dual Operational Amplifier	DIP8	
64.	1	-K2	TL074	Low-noise JFET-Input Operational Amplifier	DIP14	
65.	1	-K3	TC14433	3-1/2 Digit A/D-Converter ***)	DIP24W	o. MC14433
66.	1	-K4	TL071	Low-noise JFET-Input Operational Amplifier	DIP8	
67.	1	-K6	MAX485	EIA485 Interface Transceiver	DIP8	o. Vergleichstyp
68.	1	-K7	PCF8574T	8-Bit I/O-Expander for I ² C-Bus	SOT162-1	
69.	1	-K8	SN75451	Dual Peripheral Driver	DIP8	
70.	4	Zu -K1, -K4, -K6, -K8		IC-Fassung	DIP8	
71.	1	Zu -K2		IC-Fassung	DIP14	
72.	1	Zu -K5		IC-Fassung	DIP28/ RM7,62	
73.	1	Zu -K3		IC-Fassung	DIP24W	
74.	2	-T1, -T2	BSS84	P-Kanal FET	SOT23	o. Vergleichstyp
75.	1	-P1		LED; rot; low current	Ø3 mm	
76.	1	-P2		LED; gelb; low current	Ø3 mm	
77.	1	-P3		LED; grün; low current	Ø3 mm	
78.	7	-XJ1 bis -XJ6, -XJ9	2-polig	Stiftleiste; einreihig; gerade (Jumper)	RM2,54	
79.	2	-XJ7, -XJ8	3-polig	Stiftleiste; einreihig; gerade (Jumper)	RM2,54	
80.	10	Zu -XJ1 bis -XJ9, -X4	CAB4	Verbindungsbrücke; rot (für Jumper)	RM2,54	
81.		-XK1 bis -XK4		Löt-/Kratzbrücke (Trennstelle auf der Leiterplatte)		
82.	1			Pt1000B ****)	Z. B. TO92	

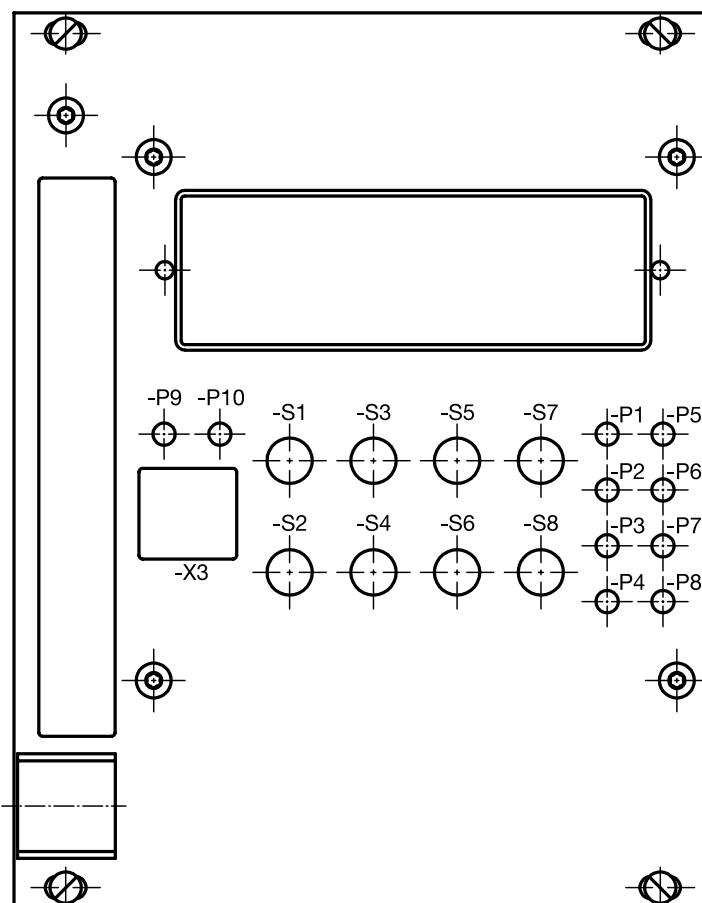
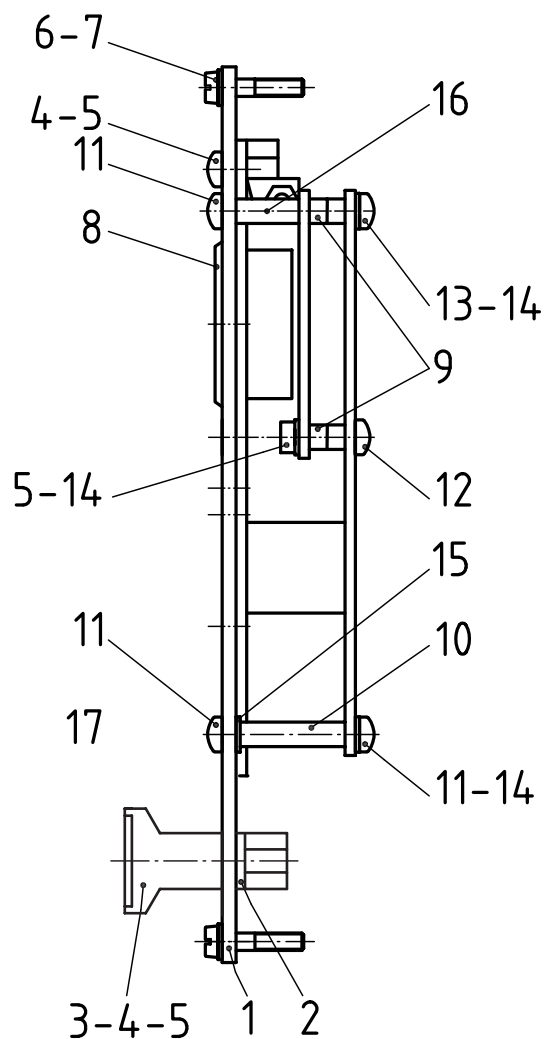
Baustein ATmega328P-PU *****)						
1.	1	-K5	ATmega 328P-PU	8-Bit-Microcontroller with 32 KBytes In-System programmable Flash	DIP28/RM7,62	
Frontplatine *****)						
1.	1			Doppelseitig gedruckte Leiterplatte 3260F192A		
2.	1	-X1	26-polig	Stiftleistenwanne; zweireihig; gerade	RM2,54	
3.	1	-X2	16-polig	Stiftleiste; einreihig; gerade	RM2,54	
4.	1	-X3		USB-Buchse; 2.0; Typ B		Z. B.: Lumberg 2411 01
5.	0	-X4	4-polig	Stiftleiste; einreihig; gerade	RM2,54	Nicht bestückt
6.	3	-R7, -R21, -R22	100 Ω	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
7.	1	-R4	475 Ω	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
8.	3	-R18, -R19, -R24	1 k Ω	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
9.	7	-R12 bis -R17, -R23	1,21 k Ω	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
10.	3	-R1, -R2, -R11	4,75 k Ω	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
11.	8	-R3, -R6, -R9, -R20, -R25 bis -R28	10 k Ω	SMD-Metallschichtwiderstand	1206	
12.	1	-R5	10 k Ω	Spindeltrimmer; liegend	RM2,54	Z. B.: Bürklin 76E2218
13.	2	-R8, -R10	BAV103	SMD-Diode	SOD80C	O. Vergleichstyp
14.	2	-C4, -C5	47 pF	SMD-Kondensator	1206	
15.	1	-C2	10 nF	SMD-Kondensator	1206	
16.	4	-C6 bis -C9	100 nF	SMD-Kondensator	1206	
17.	2	-C1, -C3	10 μ F	SMD-Kondensator	1210	
18.	1	-Z1	4,7 nF	T-Filter	EIA2706	Z.B.: Murata NFE61PT472C1H9
19.	1	-K4	BC817	SMD-NPN-Transistor	SOT23	O. Vergleichstyp
20.	2	-K1, -K2	PCF8574T	8-Bit I/O-Expander for I ² C-Bus	SOT162-1	
21.	1	-K3	FT232RL	USB-UART-IC	SSOP28	
22.	7	-P1 bis -P6, -P9		LED; rot; low current	$\varnothing$ 3 mm	
23.	2	-P8, -P10		LED; grün; low current	$\varnothing$ 3 mm	
24.	1	-P7		LED; gelb; low current	$\varnothing$ 3 mm	
25.	10	zu -P1 bis -P10		LED-Abstandshalter; 14 mm $\times$ 5 mm		Z. B.: Bürklin 32G2782
26.	1	-P11		Punktmatrix-Display; 2 Zeilen; 16 Zeichen	RM2,54	Z. B.: GE-C1602B-TMI-JT/R oder TC1602A-09
27.	8	-S1 bis -S8		Taster	RM10,16/ RM7,62	Z. B.: Multimec 5ETH935
28.	8	zu -S1 bis -S8		Tasterkappe (alternativ auch andere Farbe oder L = 22,5 mm möglich)	$\varnothing$ 6,5 mm/ L = 19 mm	Z. B.: Multimec 1SS09-19.0
29.	5	-XK1 bis -XK5		Löt-/Kratzbrücke (Trennstelle auf der Leiterplatte)		
Verbindungsleitung Einschub mit Frontplatine *****)						
1.	1		26-polig	Flachbandleitung	ca. 110 mm	
2.	2		26-polig	Federleiste; Buchse; zweireihig; Schneidklemmtechnik (passend zu -X8 des Einschubs und -X1 der Frontplatine)		

- *) Die Leiterplatte 3290W261A ist im Rahmen der Bereitstellung, wenn nicht vorhanden, zu bestücken. Leiterplatte erhältlich bei den bekannten Lieferanten von Prüfungsmaterial.
- **) Spindeltrimmer in Mittelstellung
- ***)) Bei Lieferschwierigkeit kann alternativ das Bauteil in der Bauform SO24 (z. B. Mouser Electronics, Bestell-Nr. 579-TC14433COG) auf einer Adapterplatine SO24 (z. B. Segor, Best.-Nr. SO24/SSOP24-RM2,54/-2x) mit Steckverbinder zum Einlöten auf die Leiterplatte (z. B. Mouser Elektronik, Best.-Nr. 855-D01-9922046) eingesetzt werden. Dieses ist dann fertig vorbereitet zur Prüfung mitzubringen und in der Prüfung auf die Leiterplatte zu bestücken.
- ****)) Der Pt1000-Sensor wird in dieser Prüfung nicht benötigt.
- *****)) Programmierte Bausteine ATmega328P-PU erhältlich bei den bekannten Lieferanten von Prüfungsmaterial. Alternativ ist die Möglichkeit gegeben, auf der Homepage der PAL an bekannter Stelle das notwendige File herunterzuladen und zu nutzen.
- *****)) Die Leiterplatte 3260F192A wurde in vergangenen Prüfungen eingesetzt und kann, wenn vorhanden, verwendet werden. Ansonsten ist die Leiterplatte 3260F192A im Rahmen der Bereitstellung zu bestücken. Leiterplatte erhältlich bei den bekannten Lieferanten von Prüfungsmaterial.
- *****)) Die Verbindungsleitung ist im Rahmen der Bereitstellung zu konfektionieren.



Maß X richtet sich nach den verwendeten Bauteilen

1	1		Al	Frontplatte		Bl. 2 × 100 × 128,4 DIN 1783
Pos.	Menge	Kennz.	Typ/Wert/Norm	Bezeichnung	Bauform/Rastermaß	Bemerkung
IHK Abschlussprüfung Teil 2 – Winter 2026/27						
Arbeitsauftrag Frontplatte PWM-Regler				Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik		



16	2			Sechskantabstandsbolzen PA SW5; M2,5x10		
15	2		ISO 7092	Scheibe M2,5		
14	6		DIN 128	Federring A2,5 A2		
13	2		EN ISO 14583	Schraube (z.B. Innensechsrund); M2,5x12		
12	2		EN ISO 14583	Schraube (z.B. Innensechsrund); M2,5x10		
11	6		EN ISO 14583	Schraube (z.B. Innensechsrund); M2,5x6		
10	2			Sechskantabstandsbolzen PA SW5; M2,5x15		
9	8			Distanzhülse M2,5 L2		
8	1			Displayrahmen EA027-2UKE		
7	4			Nippel für Halsschraube		
6	4			Halsschraube M2,5x12,3		
5	4		ISO 4032 6	Sechskantmutter M2,5		
4	2		EN ISO 14583	Schraube (z.B. Innensechsrund); M2,5x10		
3	1			Griff für Frontplatte komplett		
2	1			Leiterplattenhalter		
1	1		Al	Frontplatte		n. Zeichnung Frontplatte Pos.1
Pos.	Menge	Kennz.	Typ/Wert/Norm	Bezeichnung	Bauform/Rastermaß	Bemerkung

IHK

Abschlussprüfung Teil 2 – Winter 2026/27

Arbeitsauftrag
Montagezeichnung
PWM-Regler

Elektroniker/-in für
Informations- und Systemtechnik

Allgemein

Auf den folgenden Seiten ist das Mikrocontrollersystem **ATmega32-Board**, das auf einem ATmega32-16 basiert, beschrieben.

Der Arbeitsauftrag ist anhand dieses Mikrocontrollersystems entwickelt und gelöst worden.

Der Fachausschuss empfiehlt, dieses Mikrocontrollersystem zusammen mit dem jeweils beschriebenen C-Compiler bei dem Arbeitsauftrag einzusetzen. Das Mikrocontrollersystem wird dabei vom Fachausschuss für Ausbildungszwecke als ausreichend angesehen.

Natürlich kann auch jedes andere Mikrocontrollersystem, das den Anforderungen der beschriebenen Komponenten entspricht und mit dem der Arbeitsauftrag lösbar ist, eingesetzt werden. Dasselbe gilt für den C-Compiler.

Arbeitsauftrag Beschreibung ATmega32-Board

Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik

1 Der Mikrocontroller

Auf der Mikrocontroller-Leiterplatte wird ein AVR-Mikrocontroller eingesetzt. AVR-Mikrocontroller basieren auf einer RISC-Architektur (Reduced Instruction Set Computer).

Der Prozessortakt wird intern nicht geteilt, was bei einem 16-MHz-Quarz einen Befehlsdurchsatz von bis zu 16 Millionen Befehlen pro Sekunde ermöglicht.

Das AVR-Board ist mit einer ISP-Schnittstelle (In-System Programming) ausgestattet. Die Programmierung des AVR in der Zielhardware ist über die parallele Schnittstelle eines PCs möglich.

Leistungsdaten des Mikrocontrollers ATmega32-16 (gekürzt):

- 131 Instruktionen
- Bauform PDIP40
- 4,5 V bis 5,5 V
- 0–16 MHz Taktfrequenz (bis zu 16 MIPS bei 16 MHz)
- 32-kByte-ISP-Flash-Programmspeicher, 10 000 Schreibzyklen
- 1024 Byte internes EEPROM, 100 000 Schreibzyklen
- 2 kByte internes SRAM
- 32 programmierbare digitale Ein-/Ausgänge (alle auf der Busplatine durch Jumperung verfügbar)
- 2 8-Bit-Timer/Counter
- 1 16-Bit-Timer/Counter
- 4 PWM(Puls-Weiten-Modulation)-Ausgänge
- 8 10-Bit-AD-Wandler-Kanäle
- 8 Single-ended-Kanäle
- 2 differenzielle Kanäle mit programmierbarer Verstärkung 1 ×, 10 × oder 200 ×
- 1 TWI-Schnittstelle, z. B. für I²C-Bus (Inter-IC-Bus)
- JTAG-Schnittstelle (IEE Std 1149.1 kompatibel)
- 1 USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver Transmitter)
- 1 Master/Slave-SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface)
- 1 Watchdog-Timer

Der ATmega32 wird in verschiedenen Gehäuseformen geliefert. Auf der Mikrocontroller-Leiterplatte wurde die Bauform PDIP40 gewählt, da diese Bauform im Handling günstiger ist als andere Bauformen. Der Mikrocontroller kann leichter getauscht werden. Außerdem lassen sich Messungen an den Bauteilpins ohne größere Probleme durchführen.

2 Die Mikrocontroller-Leiterplatte

Der Aufbau der Mikrocontroller-Leiterplatte ist in Bild 1 auf der nächsten Seite dargestellt.

Die Leiterplatte wird durch eine Stromversorgung im 19"-Rahmen mit der erforderlichen Betriebsspannung von 5 V versorgt. Das Herz der Platine bildet ein ATmega32, der folgende wesentliche Merkmale hat:

- 16 MHz max. Taktfrequenz
- 32-kByte-ISP-Flash-Programmspeicher
- 1024-Byte-EEPROM
- 2-kByte-SRAM

Statt des ATmega32 können auch andere pinkompatible Typen eingesetzt werden, wie ATmega16, ATmega163, ATmega323, AT90S8535, ATmega8535.

Das LC-Display dient zur Ausgabe von Informationen (gemessene/berechnete Werte, Zustand etc.). Durch die ISP-Schnittstelle ist die Programmierung des Mikrocontrollers auf der Mikrocontroller-Leiterplatte möglich, ohne Veränderungen an der Hardware vornehmen zu müssen.

Die analoge Referenz ist eine Referenzspannungsquelle, die zwischen 2,5 V und 5 V gesteckt werden kann. An den Ports A bis D können sowohl digitale Signale erzeugt bzw. ermittelt als auch analoge Spannungen gemessen werden. Alle Ports stehen auf dem Bus des 19"-Rahmens zur Verfügung. Das ATmega32-Board eignet sich daher für eine große Anzahl einfacher oder auch komplexer Sensorschaltungen.

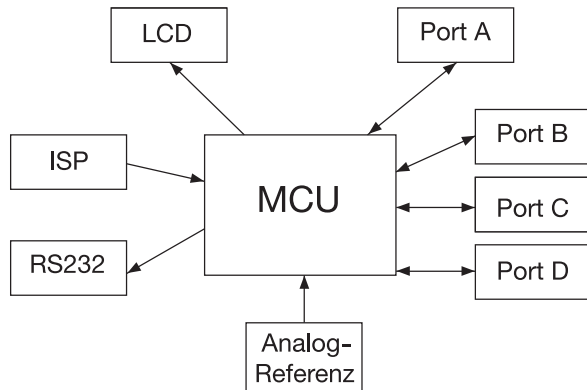


Bild 1: Blockschaltbild Mikrocontroller-Leiterplatte

2.1 LC-Display

- LCD-Punktmatrix-Modul, 16 × 2 Zeichen
- Betriebsmodus 4 Bit
- Controllertyp HD44780
- Das Display wird über Port B angesteuert.

2.2 ISP

Nach einem Reset beginnt der Mikrocontroller mit der Abarbeitung der Befehle im Programmspeicher. In der Entwicklungsphase einer Applikation muss deshalb die Möglichkeit bestehen, den Programmspeicher wiederholt neu zu laden. Der AVR-Mikrocontroller ist mit einem ISP-Flash-Programmspeicher ausgestattet. Das Laden des Flash-Programmspeichers kann über einen PC erfolgen. Dazu wird der auf der Leiterplatte integrierte Programmieradapter (In-System Programmer) mit der parallelen Schnittstelle eines Rechners verbunden. Das Laden erfolgt dann durch eine auf dem PC installierte Software (z. B. CodeVision), die die erzeugte Datei im Intel-Hex-Format über die parallele Schnittstelle in den Programmspeicher des Mikrocontrollers schreibt.

2.3 RS232

Über die in die Frontplatte eingebaute 9-polige SUB-D-Buchse kann die Kommunikation zwischen dem AVR und der seriellen Schnittstelle eines PCs mit Hyper-Terminal hergestellt und dann weiterverarbeitet werden.

2.4 Analog-Referenz

Die für den AD-Wandler erforderliche Referenzspannung ist wahlweise zwischen 2,5 V und 5 V steckbar.

2.5 Port A bis Port D

Alle Ports stehen auf der im 19"-Rahmen eingebauten Busplatine für eine Vielzahl von Anwendungen bereit. Durch Steckbrücken ist eine Trennung möglich!

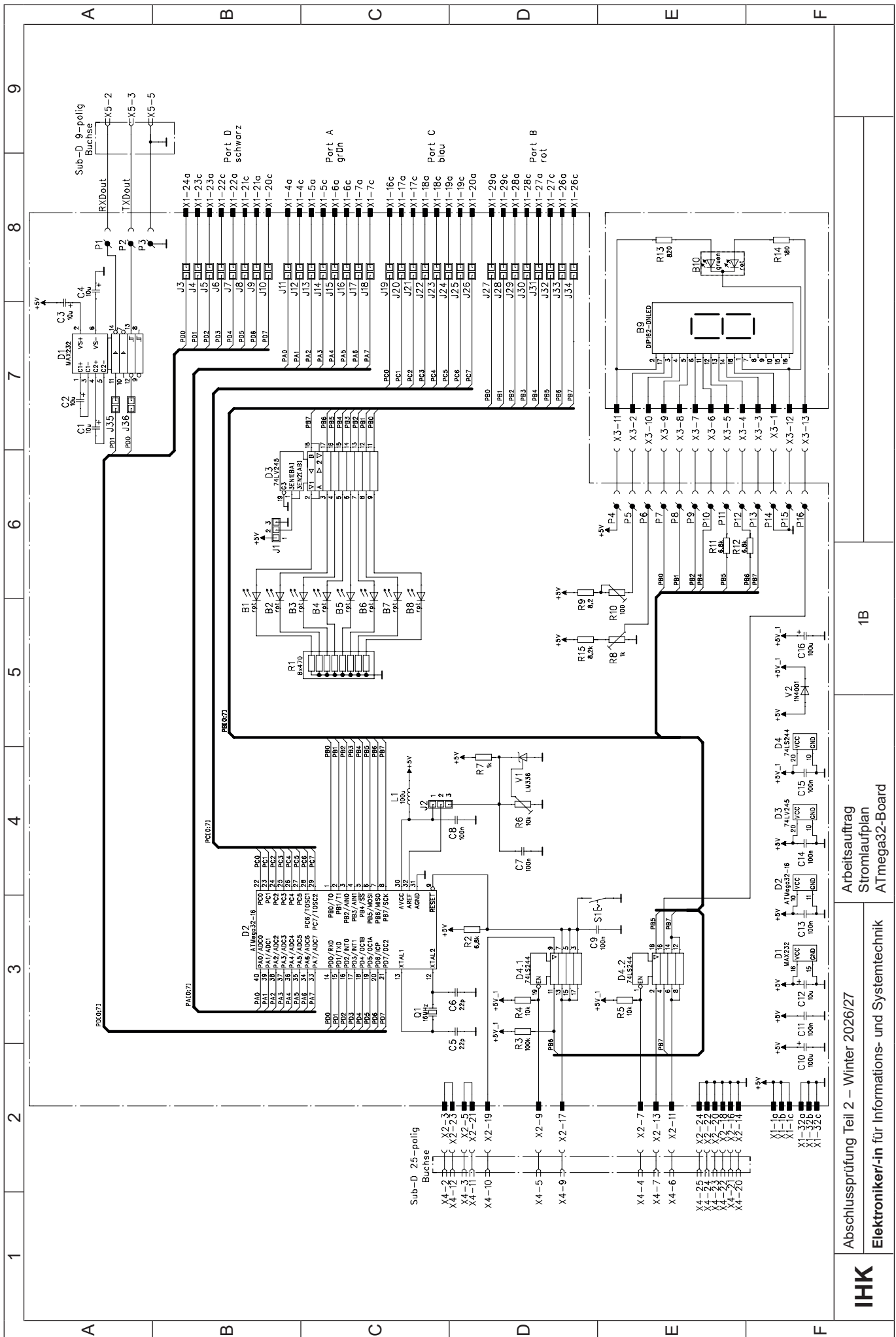
3 Frei verfügbarer C-Compiler

Als bedienerfreundlicher Compiler wird die Software „CodeVision AVR“ empfohlen.

Diese Software kann als durchaus für Ausbildungszwecke ausreichende Freeware oder auch als Vollversion mit uneingeschränkten Möglichkeiten bezogen werden.

Oszillator-Grundeinstellung bei neueren AVR/ATmega

Bei neuen AVR/ATmega ist im Auslieferungszustand der interne 1-MHz-RC-Oszillator aktiviert. Auch wenn ein externer Quarzoszillator angeschlossen ist, läuft der Prozessor nur mit dem internen RC-Oszillator. Um den externen Quarzoszillator zu aktivieren, müssen die CLOCK SOURCES beachtet werden (siehe Datenblatt). CodeVision übernimmt diesen Part für den Anwender, da CodeVision speziell für ATmel-Controller entwickelt worden ist.



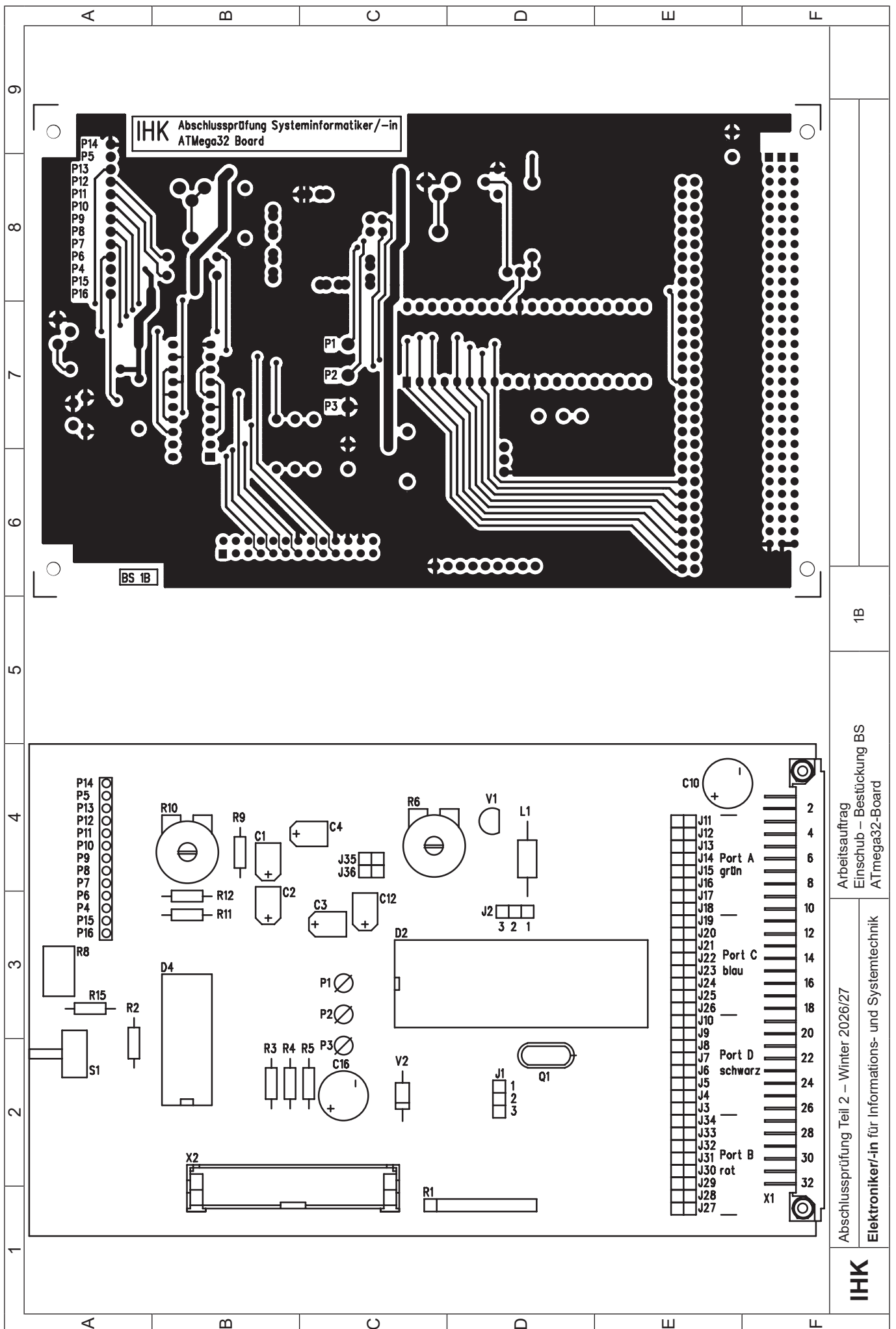
Abschlussprüfung Teil 2 – Winter 2026/27

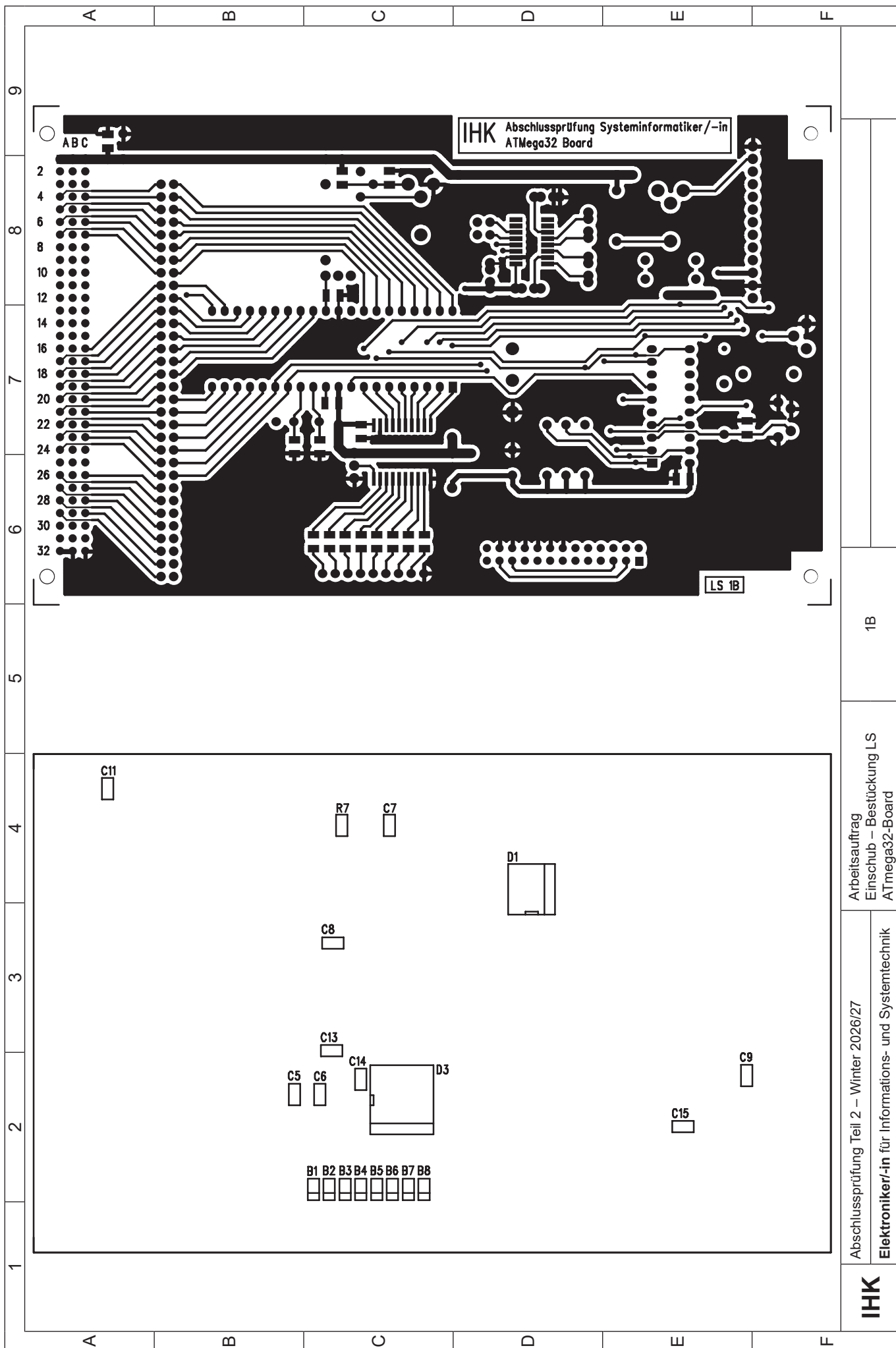
Arbeitsauftrag
Stromlaufplan
ATmega32-Board

1B

Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik

IHK





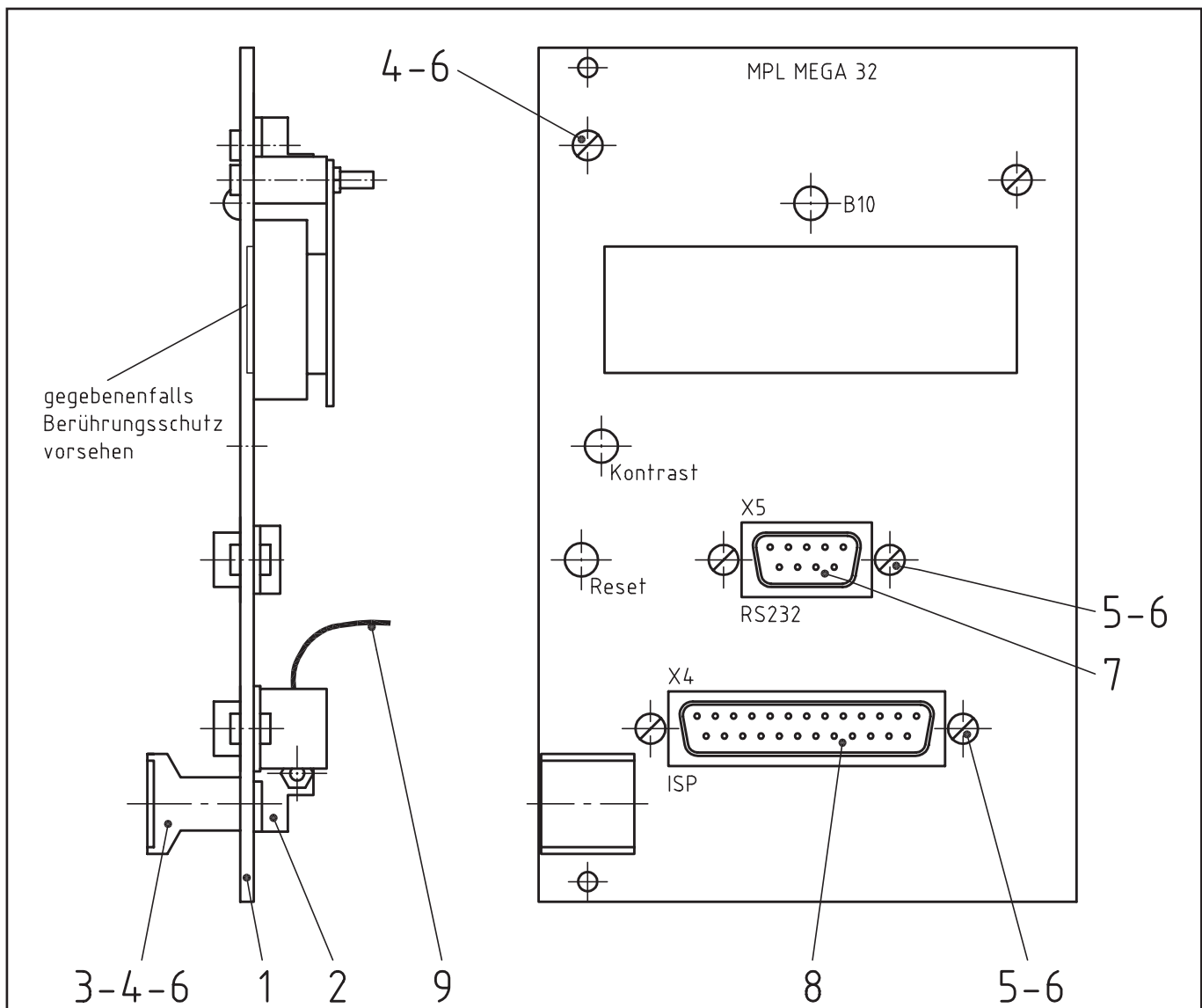
IHK	Abschlussprüfung Teil 2 – Winter 2026/27		Arbeitsauftrag Einschub – Bestückung LS ATmega32-Board	1B
	Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik			

Arbeitsauftrag Stückliste ATmega32-Board

Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik

Pos.-Nr.	Men.	Kennzeichnung	Typ/Wert/Norm	Bezeichnung	Bauform/Rastermaß	Bemerkung
1.	1			Frontplatte komplett bestückt nach Montagezeichnung		
2.	1			Leiterplatte, ATmega 1B *)		
3.	1			Leiterplatte, ATmega 2B *)		
4.	4		ISO1207	Zylinderschraube; ISO 1207 – M2,5 × 12 – 5.8		
5.	4		ISO 4032	Sechskantmutter; ISO 4032 – M2,5 – 6		
6.	4		ISO 7089	Scheibe; ISO 7089 – 2,5 – 200 HV		
7.	1	X1	Nach DIN 41612; 64-polig	Stiftleiste; abgewinkelt; Reihen a–c belegt	Bauform C; RM2,54	
8.	1	X2	26-polig	Stiftleiste; gerade	RM2,54	
9.	1	X3	13-polig	Stiftleiste; abgewinkelt	RM2,54	
10.	3	J1 bis J36		Stiftleiste; z. B. einreihig, 36-polig	RM2,54	
11.	12	Zu J1 bis J10, J35, J36	CAB 4	Verbindungsbrücke; schwarz	RM2,54	
12.	8	Zu J11 bis J18	CAB 4	Verbindungsbrücke; grün	RM2,54	
13.	8	Zu J19 bis J26	CAB 4	Verbindungsbrücke; blau	RM2,54	
14.	8	Zu J27 bis J34	CAB 4	Verbindungsbrücke; rot	RM2,54	
15.	3	P1 bis P3		Lötstift (Stecklötöse) für Bohrung Ø1,3 mm		
16.	1	R9	8,2 Ω	Schichtwiderstand; 0,25 W; 5 %	RM10	
17.	1	R14	180 Ω	Schichtwiderstand; 0,25 W; 5 %	RM10	
18.	1	R13	820 Ω	Schichtwiderstand; 0,25 W; 5 %	RM10	
19.	3	R2, R11, R12	6,8 kΩ	Schichtwiderstand; 0,25 W; 5 %	RM10	
20.	1	R15	8,2 kΩ	Schichtwiderstand; 0,25 W; 5 %	RM10	
21.	2	R4, R5	10 kΩ	Schichtwiderstand; 0,25 W; 5 %	RM10	
22.	1	R3	100 kΩ	Schichtwiderstand; 0,25 W; 5 %	RM10	
23.	1	R7	1 kΩ	SMD-Widerstand	1206	
24.	1	R10	100 Ω	Einstellbarer Widerstand; stehend	RM2,5 × 5	
25.	1	R6	10 kΩ	Einstellbarer Widerstand; stehend	RM2,5 × 5	
26.	1	R8	1 kΩ	Einstellbarer Widerstand; stehend	RM2,5 × 5	
27.	1	R1	470 Ω	Widerstandsnetzwerk	SIL9	
28.	2	C5, C6	22 pF	SMD-Kondensator	1206	
29.	7	C7 bis C9, C11, C13 bis C15	100 nF	SMD-Kondensator	1206	
30.	5	C1 bis C4, C12	10 µF	Tantal-Kondensator; ≥ 16 V	RM2,5; 5; 7,5	
31.	2	C10, C16	100 µF	Elektrolytkondensator; rund; ≥ 25 V	RM5	
32.	1	V1	LM336Z-2,5	Programmable Shunt Regulator	TO92	
33.	1	V2	BAT48	Schottky-Diode	DO35	o. Vergleichstyp
34.	1	L1	100 µH	Drossel	RM15	
35.	1	S1	PHAP3305D	Drucktaster	RM2,5 × 7	
36.	1	Q1	16 MHz	Quarz; HC49	RM5	
37.	8	B1 bis B8		SMD-Leuchtdiode; rot	1206	
38.	1	B9	DIP162- DN-LED	LCD-Modul mit LED-Beleuchtung	RM2 × 63,5	
39.	1	B10	CQX95	Doppel-LED; rot/grün	RM2,54	
40.	1	D1	MAX232	+5 V powered, multichannel RS232 Driver/ Receiver	SO16	
41.	1	D2	ATmega32	8-bit Microcontroller with 32K Bytes In-system Programmable Flash (0–16 MHz)	DIP40	
42.	1	D3	74LV245	Octal Bus Transceiver (3-state)	SO20	
43.	1	D4	74LS244	Octal Buffer/Line Driver with 3-state Outputs	DIP20	

*) Die erforderlichen Leiterplatten sind bei den bekannten Lieferanten von Prüfungsmaterialien erhältlich.



9	1			Flachbandkabel mit Schneidklemmbuchse z. Anschluss an X2		
8	1	X4		Sub-D-Steckverbinder Buchse 25-polig mit Schneidklemmanschluss für Flachbandkabel		z. B. Reichelt D-SUB BU25FB
7	1	X5		SUB-D-Steckverbinder Buchse 9-polig		z. B. Reichelt D-SUB BU09
6	6		ISO 4032 6	Sechskantmutter M2,5		
5	4		ISO 1207 5.8	Zylinderschraube M2,5 x 6		
4	2		ISO 1207 5.8	Zylinderschraube M2,5 x 10		
3	1			Griff für Frontplatte komplett		
2	1			Leiterplattenhalter		
1	1		Al	Frontplatte		n. Zeichnung Frontplatte
Pos.	Menge	Kennz.	Typ/Wert/Norm	Bezeichnung	Bauform/Rastermaß	Bemerkung

IHK

Abschlussprüfung Teil 2 – Winter 2026/27

Arbeitsauftrag
Montagezeichnung
ATmega32-Board

Elektroniker/-in für
Informations- und Systemtechnik

Arbeitsauftrag
Vorbereitung der praktischen Aufgabe
Allgemeine Information

Elektroniker/-in für
Informations- und Systemtechnik

1 Allgemein

Die „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ ist in eine Informations-, eine Planungs-, eine Durchführungs- und eine Kontrollphase gegliedert, in denen Sie eine „Heizanlagensteuerung“ nach Arbeitsauftrag herstellen. Hierfür ist das Material aus der Bereitstellungsliste zu verwenden.

Die vorgegebenen Arbeitsblätter sind zu verwenden und können, falls erforderlich, mit eindeutiger Kennzeichnung der Zugehörigkeit erweitert werden.

Kennzeichnen Sie vor Abschluss der „Vorbereitung der praktischen Aufgabe“ alle Unterlagen, auch Ihre innerbetrieblichen sowie selbst erstellten aufgabenspezifischen Unterlagen, mit Ihrem Vor- und Familiennamen und Ihrer Prüfungsnummer und legen Sie diese sortiert ab.

Das funktionierende System und Ihre aufgabenspezifischen Unterlagen müssen am Prüfungstag (6 h) vorliegen.

Eine Kopie Ihrer aufgabenspezifischen Unterlagen muss dem Prüfungsausschuss 14 Tage vor dem Prüfungstag (6 h) übergeben werden.

2 Vorgabezeit: 8 h

3 Prüfungsunterlagen, die jeder Prüfling zusätzlich zum vorliegenden Blatt für den Arbeitsauftrag benötigt:

- Seiten 31, 32 Beschreibung des Arbeitsauftrags
- Seite 33 Deckblatt „Aufgabenspezifische Unterlagen“

4 Informationsphase

Sie sollen in der Informationsphase zeigen, dass Sie

- sich in die Unterlagen einarbeiten,
- den Arbeitsauftrag analysieren (Istanalyse, Kundenwunsch, Arbeitsauftrag)
- und sich Informationen beschaffen können.

5 Planungsphase

Sie sollen in der Planungsphase zeigen, dass Sie

- einen zeitlich geordneten Arbeitsplan der Teilaufgaben und alle für die Auftragsbearbeitung erforderlichen Informationen und Dokumente erstellen,
- Inbetriebnahme- und Übergabe-/Einweisungsprotokoll planen und erstellen,
- das benötigte Material planen und dokumentieren können.

6 Durchführungsphase

Sie sollen in der Durchführungsphase zeigen, dass Sie

- ein Programm entwickeln,
- ein System aus Teilsystemen zusammensetzen und in Betrieb nehmen können.

7 Kontrollphase

Sie sollen in der Kontrollphase zeigen, dass Sie

- Kontrollen nach den von Ihnen erstellten Protokollen durchführen und die Ergebnisse dokumentieren können.

8 Abgabe

Kennzeichnen Sie alle Unterlagen mit Ihrem Vor- und Familiennamen sowie Ihrer Prüflingsnummer.

Tragen Sie danach die wichtigen Prüfungsunterlagen (z.B. Analysen, Dokumentationen, Protokolle usw.) zusammen und legen Sie diese sortiert ab.

Ihre in der Vorbereitung der Arbeitsaufgabe erstellten aufgabenspezifischen Unterlagen müssen Ihnen am Prüfungstag (6 h) vorliegen. Außerdem muss dem Prüfungsausschuss 14 Tage vor dem Prüfungstag (6 h) eine Kopie Ihrer aufgabenspezifischen Unterlagen übergeben werden.

Inbetriebnahmeprotokoll und Übergabe-/Einweisungsprotokoll:

Der PAL-Fachausschuss empfiehlt, folgende Hinweise zu Inhalten des Inbetriebnahmeprotokolls und des Übergabe-/Einweisungsprotokolls zu beachten. Ergänzungen und Änderungen sind möglich. Es können abweichende firmeninterne Protokolle mit ähnlichem Inhalt oder anderslautendem Namen verwendet werden.

Inbetriebnahmeprotokoll: Es dokumentiert die Prüfschritte und Prüfergebnisse zur Inbetriebnahme einer Anlage, eines Geräts oder einer Baugruppe zur Feststellung der Betriebssicherheit und der Funktionsfähigkeit.

Pos.-Nr.	Überschrift	Inhaltsangabe
1.	Allgemeines	Auftraggeber; Projektnummer; Bezeichnung: Anlage/Gerät/Baugruppe; Name: Prüfer
2.	Beschriftung	Kontrolle der fachgerechten Beschriftung der verwendeten Betriebsmittel
3.	Sichtprüfung	Alle Betriebsmittel auf einen technisch einwandfreien Zustand überprüfen
4.	Verbindungsprüfung	Überprüft werden sollte jede Verbindung. Vorsicht bei einer ohmschen Messung (eventuell muss die Elektronik spannungsfrei geschaltet werden – nicht jedes Gerät lässt diese Messung zu).
5.	VDE-Prüfprotokoll	Wenn erforderlich, sollte hier ein Protokoll in Anlehnung an ein Protokoll der DGUV-Vorschriften verwendet werden.
6.	Signalprüfung	Diese Messung erfolgt im eingeschalteten Zustand. Es sollten alle relevanten Signale überprüft werden.
7.	Funktionsprüfung	Hier sollten die Teil- und Gesamtfunktion laut Aufgabenstellung geprüft werden. Trennung nach Hardware- und Softwarefunktion. Zuerst sollte die Stopp- oder Sicherheitsstellung geprüft und festgehalten werden. Erst danach darf eingeschaltet und die Funktionen überprüft werden. Fehlfunktionen sind zu dokumentieren.

Übergabe-/Einweisungsprotokoll: Es wird erstellt, wenn ein betriebsbereites Produkt übergeben wird. Es soll den Bediener in die sichere Handhabung des Produkts einweisen und ihn dabei auf mögliche Gefahrenquellen aufmerksam machen.

Pos.-Nr.	Überschrift	Inhaltsangabe
1.	Allgemeiner Teil	Ausführliche Angabe des Auftraggebers (Kunde)
2.	Teilnehmer	Alle teilnehmenden Personen aufführen
3.	Funktion	Auflistung der Punkte der Aufgabenstellung, die als „in Ordnung“ oder als „nicht in Ordnung“ befunden wurden. Bei Fehlfunktion einen Nachbesserungstermin festhalten.
4.	Dokumentation	Auflistung der Unterlagen, die übergeben werden
5.	Unterschriften	Auftraggeber und Auftragnehmer; Einweisender und Eingewiesener

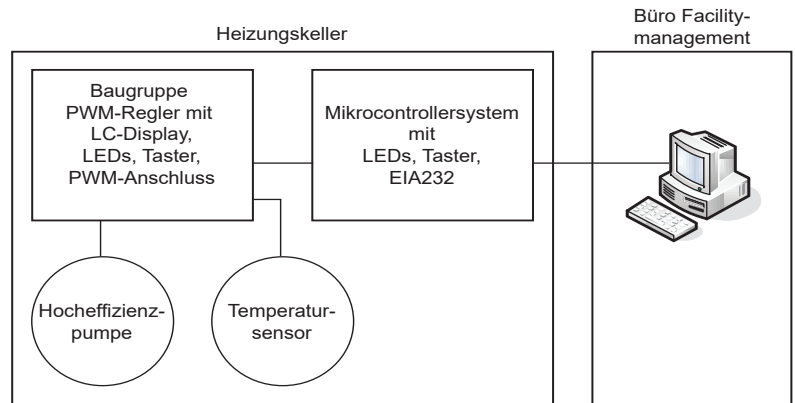
Anmerkung: Mit der erfolgreichen Übergabe, bestätigt durch die Unterschriften, beginnt die Gewährleistung. Ein Protokoll mit diesen Inhalten hätte im industriellen Alltag im Streitfall eine hohe rechtliche Bedeutung.

Arbeitsauftrag Vorbereitung der praktischen Aufgabe Beschreibung des Arbeitsauftrags

Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik

Sie sind in der Abteilung Softwareentwicklung Ihres Unternehmens beschäftigt.

Im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung hat Ihr Unternehmen den Zuschlag erhalten, eine bereits vorhandene Heizungsanlage bei einem Kunden zu modernisieren. Als messtechnische Komponente soll hier die bewährte Baugruppe PWM-Regler zum Einsatz kommen. Um den Kundenwunsch zeitnah erfüllen zu können, hat der Vertrieb entschieden, dass an der Baugruppe nichts verändert und ein externes Mikrocontrollersystem verwendet werden soll.



Die Baugruppe PWM-Regler wird mit den Einstellungen $T_{\text{Soll}} = 60,0\text{ °C}$; $T_{\text{Min}} = 56\text{ °C}$; $T_{\text{Max}} = 64\text{ °C}$; $T_{\text{DIFF}} = 10\%$; $T_{\text{HYS}} = 2\text{ K}$ im PWM-Mode 2 betrieben (simuliert werden kann die Temperatur über -R13, -R14).

Auf einem Monitor im Büro des Facilitymanagements sollen die ordnungsgemäße Funktion der Anlage (Zustand IN) sowie die Zustände OVER, UNDER angezeigt werden. Außerdem soll die Temperatur im Heizkreis erfasst (-X1:5a) und angezeigt werden.

Ebenfalls soll die ordnungsgemäße Funktion der Hocheffizienzpumpe der Heizungsanlage durch eine leuchtende grüne LED an einem geeigneten Portpin signalisiert werden, solange sich das Gleichspannungssignal PWM0_DC an -X1:4a im Bereich von 0,5 V bis 4,5 V befindet.

Beispielmeldungen auf dem Monitor im Büro des Facilitymanagements:

Zustand IN:

Heizungsanlage
Temp: 60,5 Grad
OK

Zustand OVER:

Heizungsanlage
Temp: 64,0 Grad
zu hoch

Zustand UNDER:

Heizungsanlage
Temp: 56,0 Grad
zu niedrig

Hinweis: Bitte beachten Sie, dass Sie in der Durchführung einen einstellbaren Widerstand mit einem Wert von 1 k Ω benötigen.

Aufgaben:

- **Analysieren und dokumentieren Sie den Arbeitsauftrag des Kunden** (Ist-, Sollanalyse des Kundenwunschs usw.).
- **Erstellen und dokumentieren Sie einen Arbeitsplan** mit der zeitlichen Reihenfolge der durchzuführenden Arbeiten, der geplanten Arbeitszeit, dem erforderlichen Material und dem Hilfsmiteileinsatz.
- **Erstellen und dokumentieren Sie ein Technologieschema** (z. B. Blockschaltbild, Prinzipskizze ...).
- **Ermitteln Sie die Pegel** und erstellen Sie für die einzelnen Zustände eine Zuordnungstabelle.
- **Entwickeln und dokumentieren Sie eine Programmlösung** für den gewünschten Leistungsumfang. Strukturieren Sie Ihren Entwurf mithilfe eines Programmablaufplans oder eines Struktogramms.
- **Schreiben Sie** anhand Ihres erstellten Programmablaufplans oder Struktogramms **ein Programm** für das von Ihnen verwendete Mikrocontrollersystem.
- **Testen und korrigieren Sie Ihre Programmlösung bis zur Fehlerfreiheit** in Ihrem Mikrocontrollersystem.
- **Erstellen Sie eine Kurzbedienungsanleitung** Ihres Systems.
- **Legen Sie** Ihre aufgabenspezifischen Unterlagen unter dem dargestellten Inhaltsverzeichnis **sortiert ab**. **Ergänzungen des Inhaltsverzeichnisses sind möglich.**

Beachten Sie bitte, dass Ihre aufgabenspezifischen Unterlagen zur Gesamtbewertung des Auftrags herangezogen und dem Kunden nach Fertigstellung des Auftrags übergeben werden!

Arbeitsauftrag
Vorbereitung der praktischen Aufgabe
Deckblatt „Aufgabenspezifische Unterlagen“

Elektroniker/-in für
Informations- und Systemtechnik

Tragen Sie in den Kopf des Arbeitsblatts Ihren Vor- und Familiennamen und Ihre Prüfungsnummer ein.
Legen Sie Ihre aufgabenspezifischen Unterlagen unter folgendem Inhaltsverzeichnis sortiert ab.

Deckblatt

1. Auftragsanalyse

2. Arbeitsplan

3. Technologieschema (z. B. Blockschaltbild, Prinzipskizze ...), Zuordnungstabelle

4. Programmlösung (Programmbeschreibung, Struktogramm/PAP, dokumentierter Quellcode)

5. Kurzbedienungsanleitung für den Kunden

6. Inbetriebnahmeprotokoll

7. Übergabe-/Einweisungsprotokoll

8. Geeigneter Datenträger mit allen erforderlichen Programmbestandteilen