

1 Planen der Elektroinstallation in einer Kfz-Werkstatt



LF	2	5	8	11
	3	6	9	12
	4	7	10	13

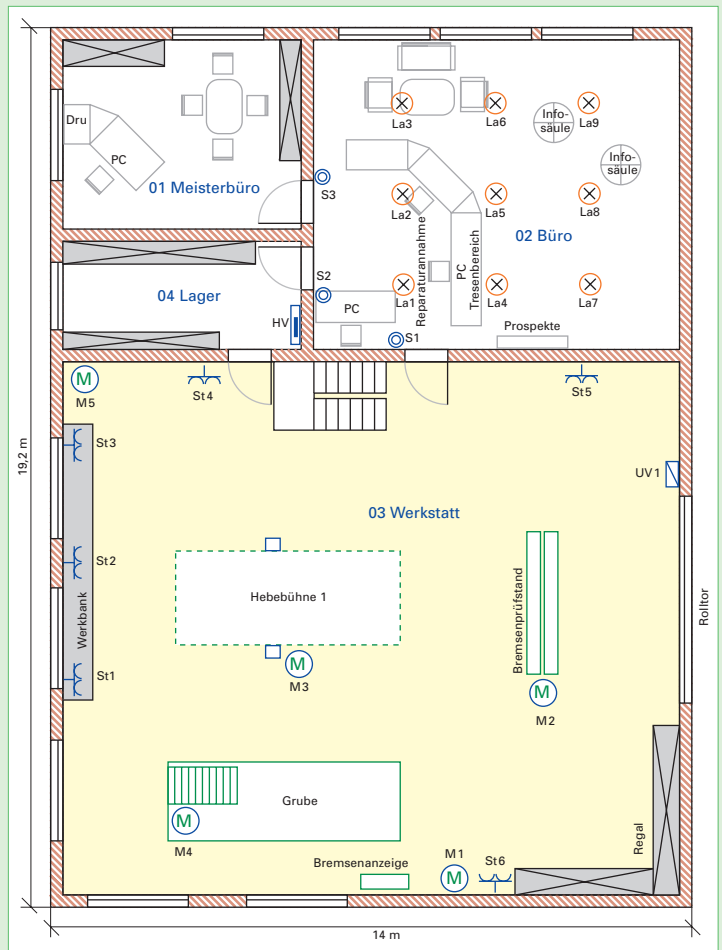
Diese Projektaufgabe ist für alle neu geordneten Elektroberufe geeignet.

Projektbeschreibung

Ein Architekturbüro beauftragt Ihre Firma mit der Planung der Elektroinstallationen für eine Kfz-Werkstatt. Die Kfz-Werkstatt wird neu errichtet und bietet Service- und Reparaturleistungen für Pkw und Motorräder an.

Sie werden mit der Planung der Elektroinstallationsarbeiten der Werkstatt (Raum 03) beauftragt. Ein Teil der Planung wurde bereits von dem Architekturbüro vorgenommen. Die geforderten Ausführungen werden in den nachfolgenden Aufgabenstellungen näher beschrieben. In [Abb. 1.1](#) sind die Räume der Kfz-Werkstatt bezeichnet.

Abb. 1.1 Grundriss der Kfz-Werkstatt:
Raum 01: Meisterbüro
Raum 02: Büro/Reparaturannahme
Raum 03: Werkstatt
Raum 04: Lager



1 Planen der Elektroinstallation einer Kfz-Werkstatt

Elektrotechnische Angaben:

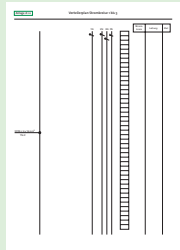
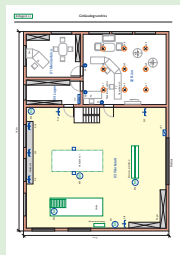
- Netzspannung: 400 V/230 V
- Schutzmaßnahme: TN-System mit Schutz durch RCD
- Die Einspeisung durch den VNB (Verteilungsnetzbetreiber) erfolgt über die Hauptverteilung (HV) 25 kW 400 V im Raum 04 (Lager).
- Die Unterverteilung (UV1) befindet sich in Raum 03 (Werkstatt).

Anschlussdaten ausgewählter Betriebsmittel in der Werkstatt

Stromkreis-Nr.	Bezeichnung	Leistung P/kW	Anschlussart	Leitung	Schutzorgan
1	M1 Hochdruckreiniger	4,50	CEE	NYM-J 5 x 2,5 mm ²	LS 20 A, Typ B, RCD
2	M2 Bremsanlage und Anzeige	5,44	direkt	NYM-J 5 x 2,5 mm ²	LS 20 A, Typ B
3	M3 Hydraulikpumpe (Hebebühne)	0,80	direkt	NYM-J 5 x 1,5 mm ²	LS 16 A, Typ B
4	M4 Hydraulikpumpe (Grube)	0,80	direkt	NYM-J 5 x 1,5 mm ²	LS 16 A, Typ B
5	M5 Reifenmontagegerät	1,00	CEE	NYM-J 5 x 1,5 mm ²	LS 16 A, Typ B, RCD



Anlagen A 1.1 und A 1.2 auf DVD



Aufgaben

1.1 Installation

- 1.1.1 Führen Sie die Installationsplanung im Raum 03 (Werkstatt) für die Stromkreise 1 bis 5 durch. Zeichnen Sie dabei auf dem beigegeführten Gebäudegrundriss (Anlage A 1.1) die benötigten Spannungsversorgungen für die Betriebsmittel M1 bis M5 ein. Es ist keine Leitungsführung einzuzeichnen.
- 1.1.2 Erstellen Sie einen Verteilerplan für die Stromkreise 1 bis 5 in einpoliger Darstellung in der Anlage A 1.2.
- 1.1.3 Eine Schutzkontaktsteckdose (230 V) wird im Raum 02 (Büro/Reparaturannahme) über eine 21 m lange NYM-Leitung angeschlossen. Über die Schutzkontaktsteckdose sollen „Verbraucher“ mit maximal 3,6 kW versorgt werden. Die Verlegung der Leitung erfolgt in einem Elektroinstallationskanal. Die Umgebungstemperatur ist mit 30 °C anzunehmen. Für diesen Leitungsabschnitt ist ein Spannungsfall von 2,5 % zu berücksichtigen.
- Ermitteln Sie den erforderlichen Querschnitt der Leitung unter Berücksichtigung der maximalen Strombelastbarkeit sowie den notwendigen Leitungsschutzschalter.
 - Überprüfen Sie den zulässigen Spannungsfall von 2,5 % auf der Leitung.
 - Laut Herstellerangaben beträgt der Abschaltstrom im Kurzschlussfall des Leitungsschutzschalters $I_a = 5 \cdot I_N$. Überprüfen Sie, ob der Leitungsschutzschalter im Kurzschlussfall auslöst, wenn der Schleifenwiderstand 200 mΩ (induktive und kapazitive Einflüsse vernachlässigt) beträgt.

1.2 Steuerungstechnik

Das in der Einfahrt der Werkstatt vorhandene Rolltor wird durch eine Relaissteuerung gesteuert. In Abb. 1.2 sind das Technologieschema und der Arbeitsstromkreis dargestellt.

- 1.2.1 Vervollständigen Sie den Steuerstromkreis in Anlage A 1.3. Ergänzen Sie auch die Bezeichnungen der vorhandenen Betriebsmittel.

Folgende Funktionen sollen durch die Relaissteuerung erfüllt sein:

Allgemein:

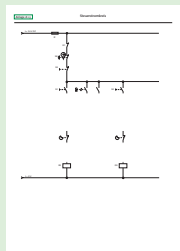
- Der Torantrieb schaltet bei Erreichen der Grenzpositionen automatisch ab.

Bedienung von außen:

- Beim Betätigen des Schlüsselschalters S4/S5 fährt das Tor entweder ganz nach oben oder ganz nach unten.
- S4/S5 müssen nur kurzzeitig betätigt werden.



Anlage A 1.3 auf DVD



Bedienung von innen:

- S1: Tor fährt aufwärts, nur kurzzeitige Betätigung notwendig
- S2: Tor fährt abwärts, nur kurzzeitige Betätigung notwendig
- S3: Torbewegung kann gestoppt werden, Tor verharrt in der augenblicklichen Position
- S0: Not-Aus

1.2.2 Die Rolltorsteuerung soll um zwei Funktionen erweitert werden und wird deshalb durch eine Kleinsteuerung (z. B. Siemens LOGO!) ersetzt.

Funktionserweiterung:

- Mit der Lichtschranke B3 soll das Einklemmen einer Person unter dem Rolltor verhindert werden. Befindet sich ein Objekt im Bereich der Lichtschranke, so liefert B3 ein log. „0“-Signal.
 - bei Störungen (hier: Betätigen des Not-Aus-Tasters) leuchtet die Meldelampe P1.
- Ergänzen Sie den Klemmenbelegungsplan in [Anlage A 1.4](#) der Kleinsteuerung (Spannungsversorgung, Eingänge, Ausgänge).
- Vervollständigen Sie den Funktionsplan der Kleinsteuerung in [Anlage A 1.5](#).



Anlagen A 1.4 und A 1.5 auf DVD

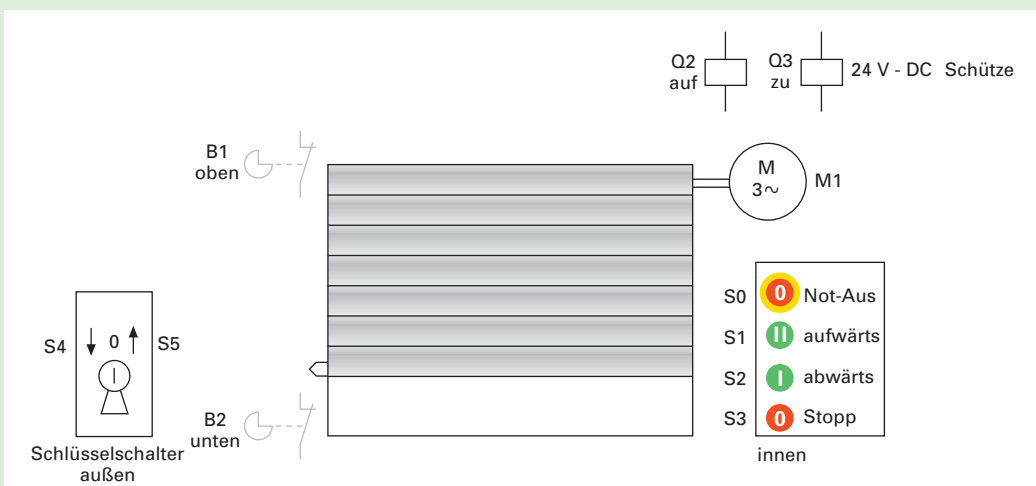
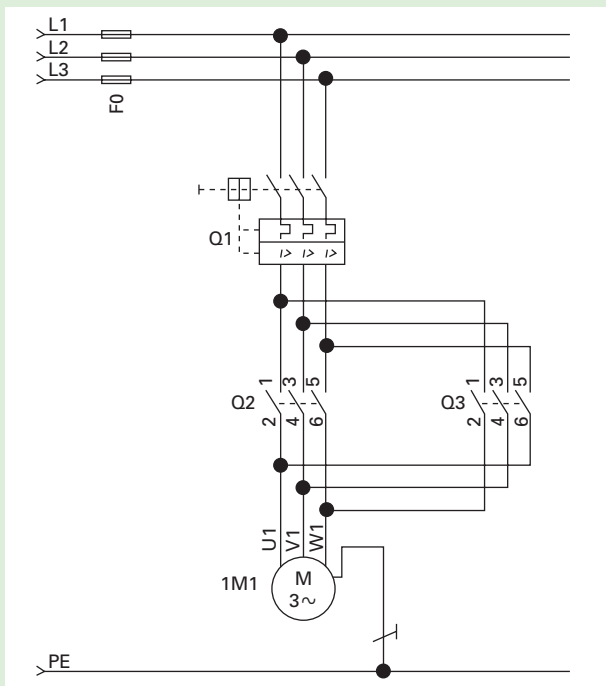
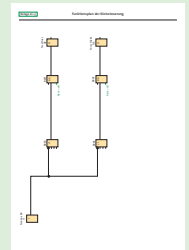
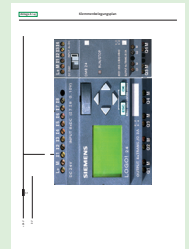
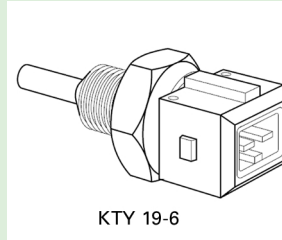


Abb. 1.2 Technologieschema und Arbeitsstromkreis

1.3 Sensorik der Belüftungsanlage

Die Werkstatt wird mit einer automatisierten Belüftungsklappe ausgestattet. Diese Klappe wird dann geöffnet, wenn die Temperatur im Inneren der Werkstatt (unter dem Dach) $\vartheta_i = 35^\circ\text{C}$ überschreitet. Zur Messung der Innenraumtemperatur wird ein Silizium-Tempersensor verwendet (Abb. 1.3).

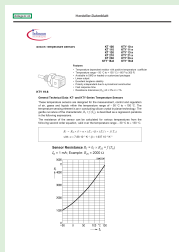


- Messbereich $-50^\circ\text{C} \dots +150^\circ\text{C}$
- lineares Ausgangssignal
- $R_{25} = 2000 \Omega \pm 1\%$
- kurze Ansprechzeit
- Edelstahlgehäuse mit Schraubgewinde

Abb. 1.3 Silizium-Tempersensor



Anlage A 1.6 auf DVD



- 1.3.1 Ermitteln Sie den Widerstandswert des Temperaturfühlers anhand der Abbildung $R = f(T_A)$ des Hersteller-Datenblatts in Anlage A 1.6, bei $\vartheta_i = 35^\circ\text{C}$.
- 1.3.2 Errechnen Sie den Widerstandswert des Temperarturfühlers anhand der gegebenen Formel des Hersteller-Datenblatts in Anlage A 1.6 für $\vartheta_i = 35^\circ\text{C}$. Vernachlässigen Sie in der gegebenen Form den Term $\beta \cdot \Delta T_A^2$.
- 1.3.3 Mit welcher Abkürzung wird das Temperaturverhalten des Sensors beschrieben?
- 1.3.4 Der Temperaturfühler soll an einen Analogeingang der Kleinsteuerung angeschlossen werden. Hierbei soll durch eine Widerstandsbeschaltung erreicht werden, dass bei $\vartheta_i = 50^\circ\text{C}$ eine Spannung von $U = 10\text{ V}$ am Analogeingang anliegt. Berechnen Sie den hierzu notwendigen Widerstandswert von R1.

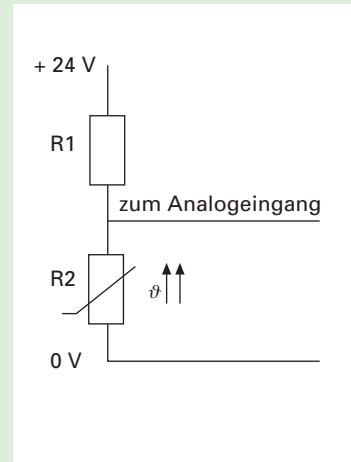


Abb. 1.4 Widerstandsbeschaltung

1.4 Überprüfen der Elektroinstallation und Anlagenübergabe an den Kunden

Nach Fertigstellung der Installationsarbeiten in der Kfz-Werkstatt muss die neu errichtete elektrische Anlage abgenommen und auf Sicherheit geprüft werden. Diese Prüfungen werden nach:

- UVV „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ und
- DIN VDE 0100 Teil 600 durchgeführt.

1.4.1 Die Prüfungen der DIN VDE-Bestimmungen werden in drei Schritten durchgeführt:

- Besichtigen
- Messen
- Erproben

Erklären Sie jeden dieser Schritte anhand von mindestens zwei Beispielen zu der durchgeführten Elektroinstallation.

1.4.2 Laut den nach DIN VDE 0100 Teil 600 vorgeschriebenen Messungen müssen unter anderem eine Isolationsmessung und die Messung der Schleifenimpedanz durchgeführt werden.

- Beschreiben Sie die Vorgehensweise zur Messung des Isolationswiderstandes.
- Bei der Isolationsmessung wurde zwischen dem Außenleiter L1 und N-Leiter ein Widerstand von $R_{iso} = 0,5\text{ k}\Omega$ gemessen. Beurteilen Sie den Messwert.

1.4.3 Bei der Messung der Schleifenimpedanz ergab sich ein unzulässig hoher Wert. Welche Gefahr stellt eine zu hohe Schleifenimpedanz dar?

1.4.4 Sie haben die Installationsarbeiten abgeschlossen und alle vorgeschriebenen Messungen und Überprüfungen durchgeführt. Zur Übergabe der Anlage an den Kunden müssen Sie das Kundengespräch vorbereiten. Beschreiben Sie stichwortartig, welche Aspekte bei der Anlagenübergabe im Kundengespräch von Bedeutung sind.

Lösungen

1.1 Installation

Lösung 1.1.1

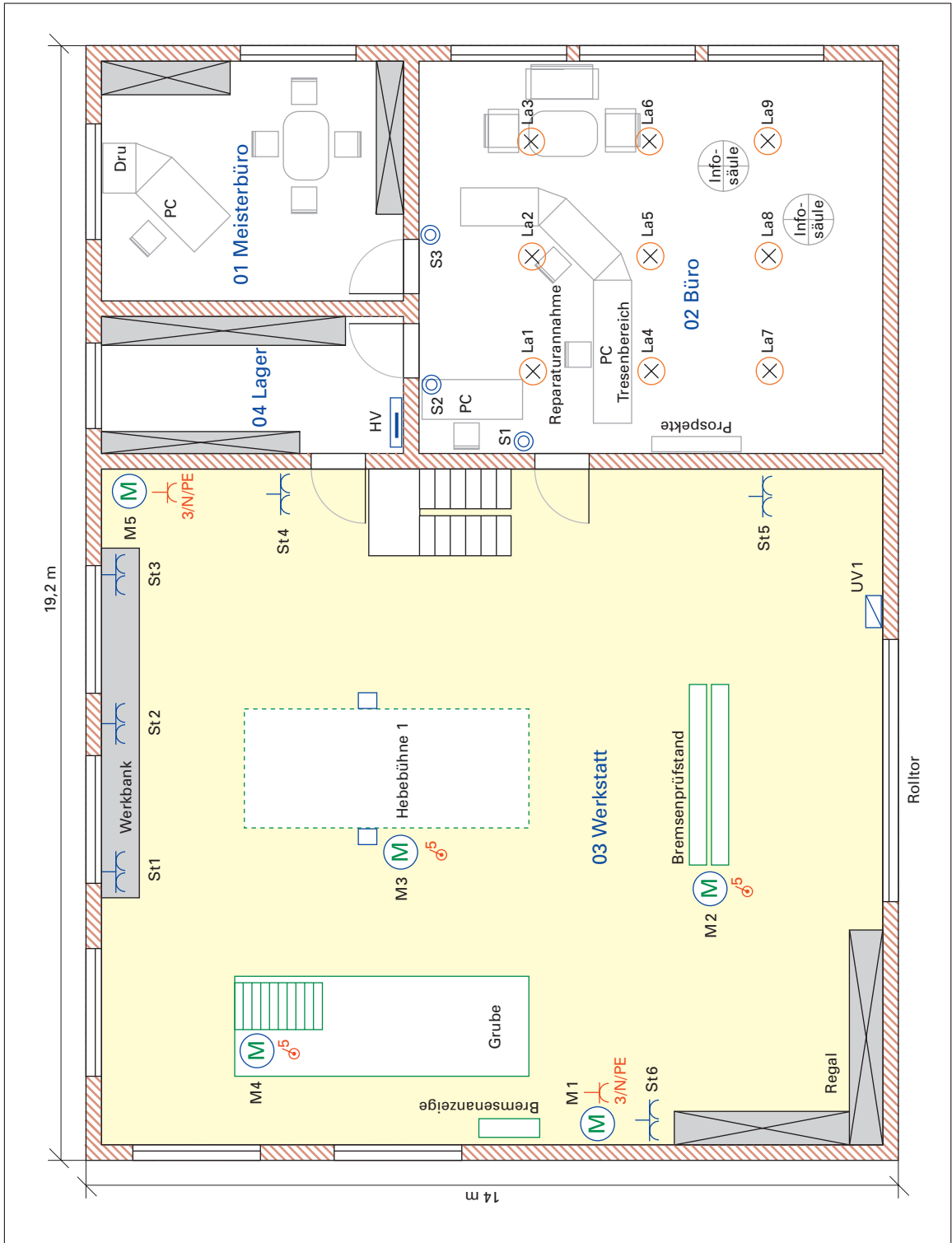


Abb. 1.5 Installationsplanung der Kfz-Werkstatt (Anlage A 1.1)

Lösung 1.1.2

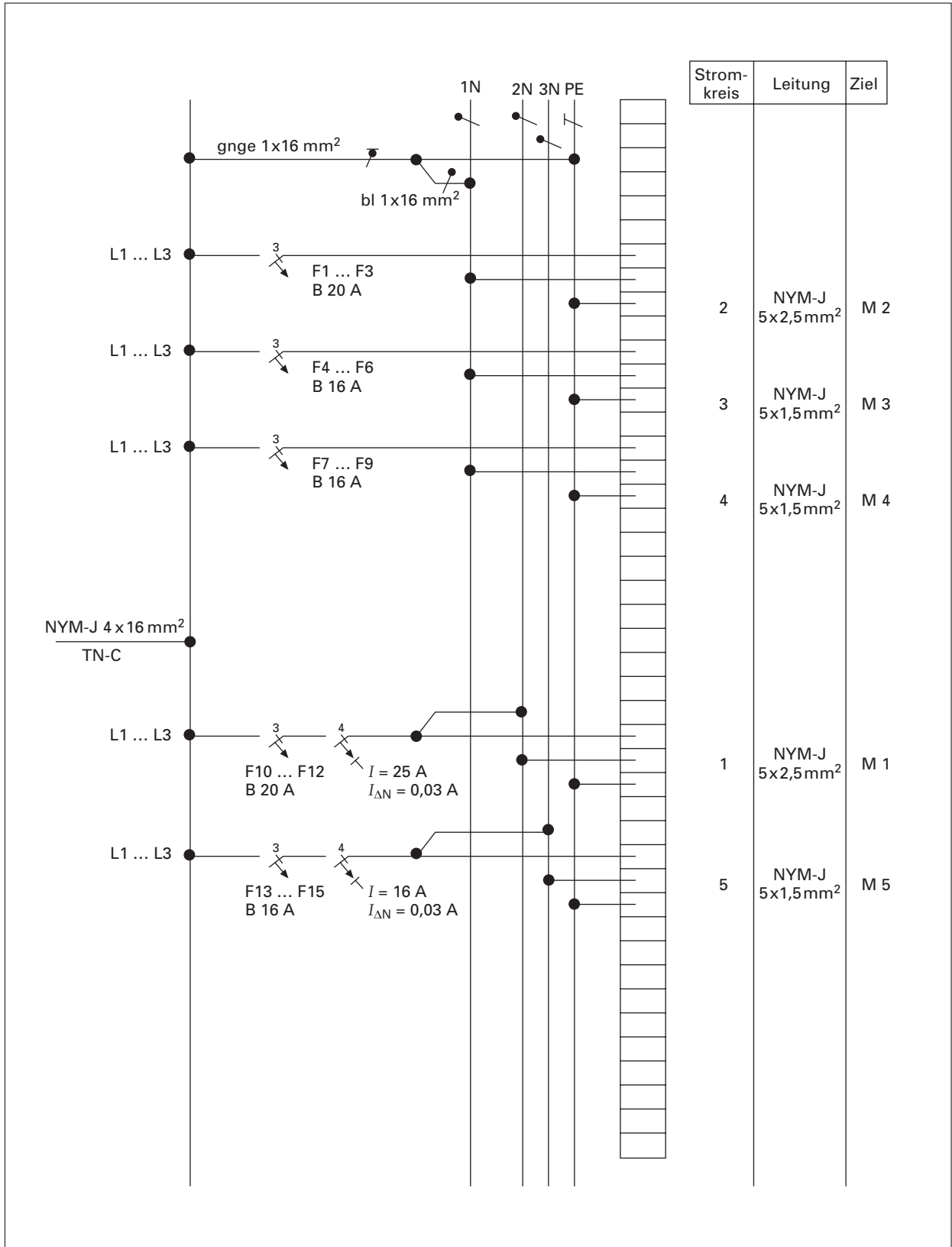


Abb. 1.6 Verteilerplan für die Stromkreise 1 bis 5 (Anlage A 1.2)

Lösung 1.1.3

Berechnung der Leiterquerschnittsfläche aufgrund der Strombelastbarkeit

Berechnung des Betriebsstrom I_B :

$$P = 3600 \text{ W}; \quad \cos \varphi = 1; \quad U_N = 230 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{P}{U_N \cdot \cos \varphi} = \frac{3600 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 1} = 15,65 \text{ A}$$

Nennstrom I_N der Überstromschutzeinrichtung nach DIN VDE 0636 Teil 10:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 15,65 \text{ A} \leq 16,00 \text{ A} \leq 16,5 \text{ A}$$

Verlegeart: B2 Anzahl der belasteten Adern: 2

Leitungsschutzschalter: $I_N = 16,00 \text{ A}$, B-CharakteristikLeiterquerschnittsfläche: $A = 1,5 \text{ mm}^2$

Berechnung des Spannungsfalls nach DIN VDE 18015 Teil 1

$$U_N = 230 \text{ V}; \quad l = 21 \text{ m}; \quad \Delta u_{\%} = 2,5 \% \Rightarrow \Delta U = 5,75 \text{ V};$$

$$\cos \varphi = 1; \quad I_B = 15,65 \text{ A}; \quad \kappa = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_B \cdot \cos \varphi}{\kappa \cdot A} = \frac{2 \cdot 21 \text{ m} \cdot 15,65 \text{ A} \cdot 1}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 1,5 \text{ mm}^2} = 7,82 \text{ V}$$

Der maximal zulässige Spannungsfall beträgt 5,75 V. Tatsächlich entsteht ein Spannungsfall von 7,82 V.

gewählte Leiterquerschnittsfläche: $A = 2,5 \text{ mm}^2$ Die erforderliche Leiterquerschnittsfläche der zu verlegenden Leitung nach der Überprüfung des Spannungsfalls beträgt $A = 2,5 \text{ mm}^2$.

Auslösung des LS-Schalters (Auslösecharakteristik B) im Kurzschlussfall

$$I_a = 5 \cdot I_N = 5 \cdot 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$$

$$\text{Widerstand der Leiterschleife:} \quad R_{\text{Ltg}} = \frac{2 \cdot l}{\kappa \cdot A} = \frac{2 \cdot 21 \text{ m}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 2,5 \text{ mm}^2} = 0,3 \Omega$$

$$\text{Gesamtwiderstand:} \quad (Z_{\text{schl}}) \quad R_{\text{ges}} = R_{\text{Ltg}} + R_{\text{Schl}} = 0,3 \Omega + 0,2 \Omega = 0,5 \Omega$$

$$\text{Kurzschlussstrom:} \quad I_K = \frac{U}{R_{\text{ges}}} = \frac{230 \text{ V}}{0,5 \Omega} = 460 \text{ A}$$

$$I_K > I_a \quad 460 \text{ A} > 80 \text{ A}$$

Der LS-Schalter löst unter Berücksichtigung des Leitungs- und Schleifenwiderstandes in der geforderten Zeit $t \geq 0,4 \text{ s}$ aus.

1.2 Steuerungstechnik

Lösung 1.2.1

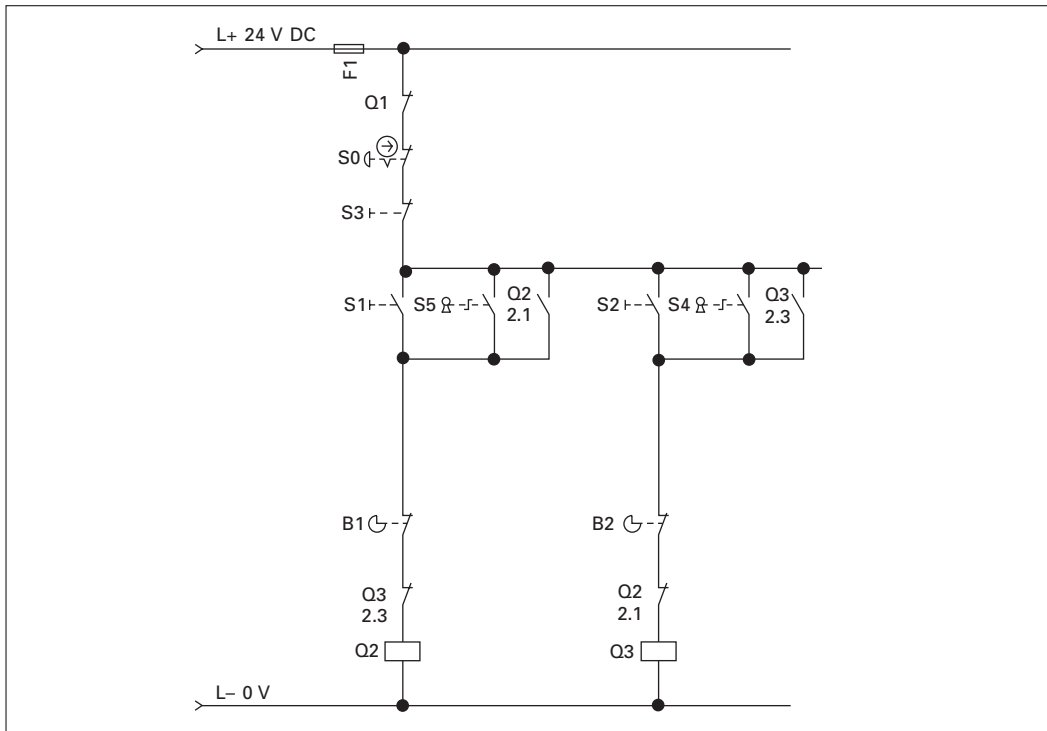


Abb. 1.7 Steuerstromkreis mit Bezeichnung der Betriebsmittel (Anlage A 1.3)

Lösung 1.2.2

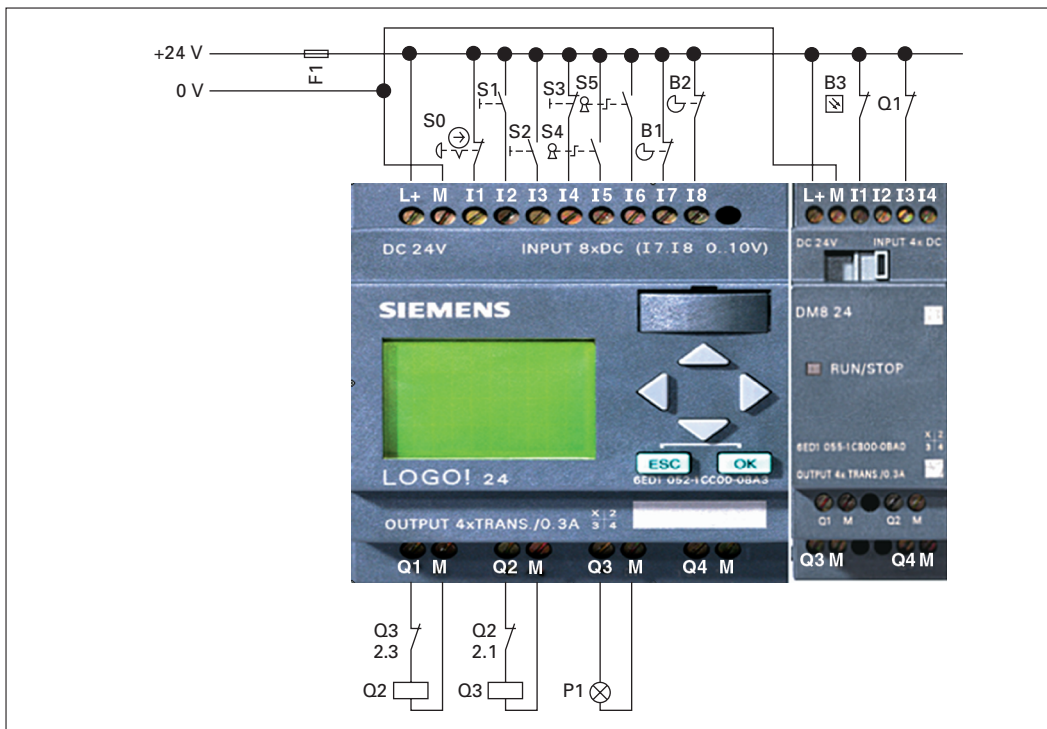
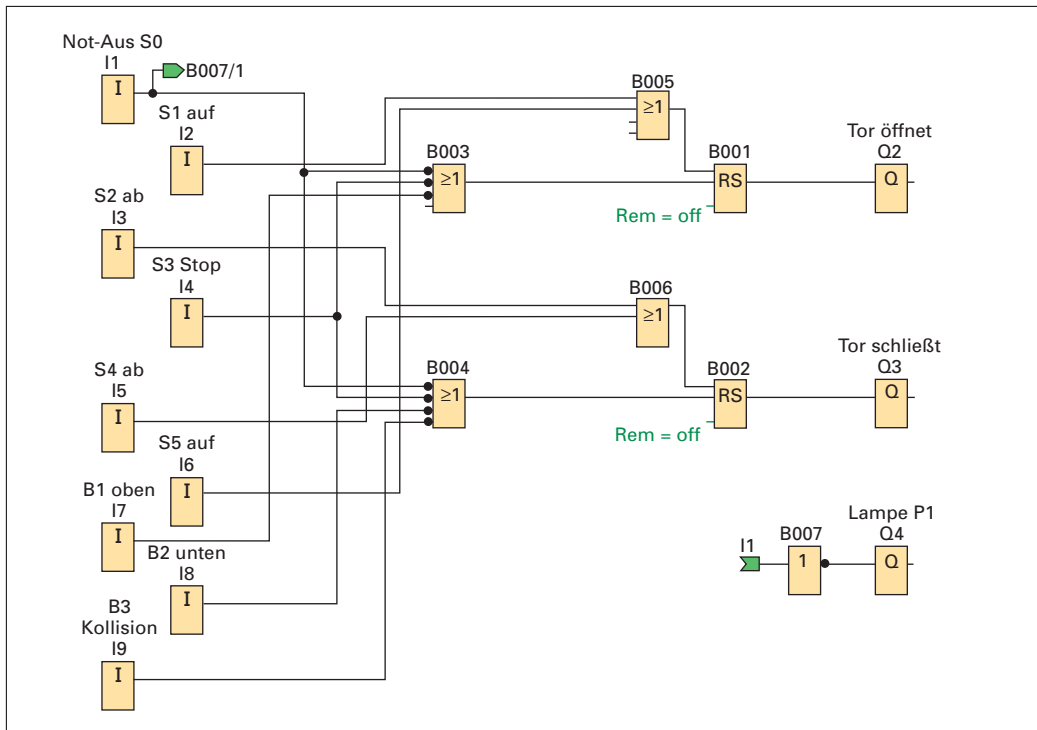


Abb. 1.8 Klemmenbelegungsplan der Kleinststeuerung (Anlage A 1.4)



Software
LOGO!
auf
DVD

Abb. 1.9 Funktionsplan der Kleinsteuerung (Anlage A 1.5)

1.3 Sensorik der Belüftungsanlage

Lösung 1.3.1

Der Widerstand des Temperaturfühlers beträgt nach Diagramm $R_{35} = 2200 \Omega$.

Lösung 1.3.2

Nach Formel:

$$R_T = R_{25} (1 + \alpha \Delta T)$$

ergibt sich mit

$$R_{25} = 2000 \Omega$$

$$\alpha = 7,88 \cdot 10^{-3} 1/K$$

$$\Delta T = 10 K$$

$$\begin{aligned} R_{35} &= 2000 \Omega \cdot (1 + 7,88 \cdot 10^{-3} 1/K \cdot 10 K) \\ &= 2157,6 \Omega \end{aligned}$$

Lösung 1.3.3

Es handelt sich um einen PTC-Widerstand.

Lösung 1.3.4

$$U_{\text{ges}} = 24 V \text{ mit } U_2 = 10 V \Rightarrow U_1 = 14 V$$

$$\frac{R_1}{14 V} = \frac{R_2}{10 V}$$

$$\Rightarrow R_1 = R_2 \cdot \frac{14 V}{10 V} = 2157,6 \Omega \cdot 1,4 = 3020,64 \Omega$$

1.4 Überprüfen der Elektroinstallation und Anlagenübergabe an den Kunden

Lösung 1.4.1

- Besichtigen:** Kontrolle der fachgerechten Installation, Leitungsverlegung, Leiterquerschnittsfläche, Sicherungsautomaten, Klemmstellen; Prüfung, ob alle Schutzleiter sowie Potenzialausgleichsleiter mit der PE-Schiene verbunden sind.
- Messen:** Messung des Schleifenwiderstandes und Messung des Isolationswiderstandes.
- Erproben:** Umfasst im Wesentlichen die Funktionsprüfung der Installationsschaltungen und die Prüfung des FI-Schutzschalters (RCD) durch die Prüftaste.

Lösung 1.4.2

- Ziel der Messung:** Aufspüren von schadhaften bzw. beschädigten Isolationen an Leitungen.
- Vorgehensweise:** Alle elektrischen Geräte müssen abgeschaltet sein. Die gesamte Anlage muss spannungsfrei sein (Sicherungen zu Unterverteilungen entfernen).
Mit einem Isolationsmessgerät muss der Isolationswiderstand gegen Erde gemessen werden, Phase L1 gegen PE, Phase L2 gegen PE und Phase L3 gegen PE. Hierbei muss der Isolationswiderstand (bei $U_N \geq 500 \text{ V}$) bei jeder Messung mindestens $R_{\text{iso}} \geq 0,5 \text{ M}\Omega$ betragen. Wegen Messtoleranzen müssen 30 % dazugerechnet werden. Bei SELV/PELV-Anlagen ist $R_{\text{iso}} \geq 0,25 \text{ M}\Omega$.
- Der gemessene Isolationswiderstand $R_{\text{iso}} = 0,5 \text{ k}\Omega$ weist auf eine schadhafte bzw. beschädigte Isolation im entsprechenden Stromkreis hin.

Lösung 1.4.3

Überschreitet der Schleifenwiderstand einen unzulässig hohen Wert, kann im Falle eines Körperschlusses der zum Abschalten der Überstromschutzeinrichtung notwendige Strom nicht fließen.

Lösung 1.4.4

- Aspekte, die bei der Anlagenübergabe an den Kunden zu berücksichtigen sind:
- Einweisung des Kunden in die Anlage (speziell in der Kfz-Werkstatt)
 - Übergabe von Mess- und Prüfprotokollen
 - Hinweise auf Garantie und Gewährleistungen
 - Hinweise auf mögliche Abweichungen und Änderungen gegenüber dem Pflichtenheft