Drehstrom Informationen

IE

LF - 5

Drehstrom ist ein System von 3 Wechselspannungen. Er wird erzeugt durch Rotation: Entweder drehen sich 3 Spulen auf einer Welle in einem Magnetfeld, oder es rotiert ein Magnetfeld über 3 feststehenden Spulen.

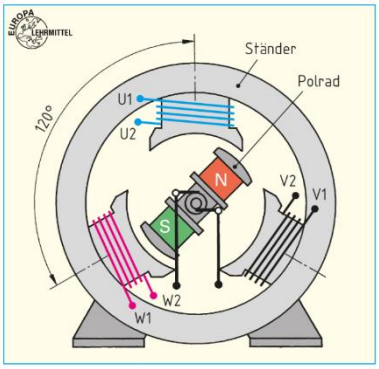


Abb. 1: Erzeugung von Drehstrom durch Drehung der Spulen

Bei normalen Drehstromsystemen sind die 3 Spulen vollkommen gleich aufgebaut, jedoch sind sie auf der Welle bzw. auf dem Ständerumfang um 120° gegeneinander versetzt. Dadurch ergeben sich 3 Spannungen mit gleicher Amplitude und gleicher Frequenz, die aber um 120° gegeneinander phasenverschoben sind.

Die Spulen, die eine der 3 Spannungen erzeugen, nennt man ***Stränge***. Die Anfänge der Stränge werden mit U1, V1, W1 bezeichnet, die Enden der Stränge mit U2, V2, W2. Die im Strang erzeugte Spannung wird daher auch ***Strangspannung*** und der Strom durch den Strang Strangstrom genannt.

Um nicht für jede erzeugte Spannung je 2 Leiter zum Verbraucher zu führen, werden die Stränge des Generators miteinander "verkettet".

Verbindet man bei einem Erzeuger oder Verbraucher die drei Strangenden U2, V2 und W2, so entsteht die ***Sternschaltung***. Verbindet man das Ende eines Stranges mit dem Anfang des nächsten, z.B. U2 mit V1, V2 mit W1 und W2 mit U1, entsteht die ***Dreieckschaltung***.

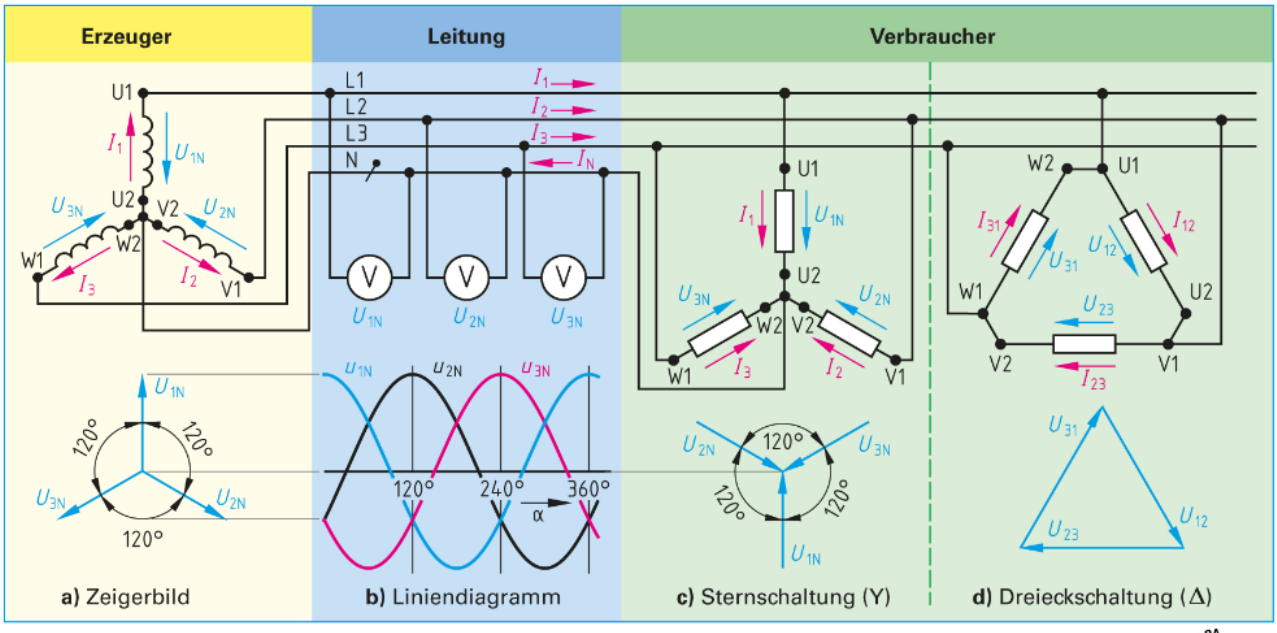


Abb. 2: Drehstromsystem mit Liniendiagrammen und Zeigerbildern

Setzt man die Spannungen zwischen zwei Außenleitern, z.B. U_{31} = 400 V, zur Spannung zwischen Außenleiter und Neutralleiter N, z.B. U_{1N} = 230 V, ins Verhältnis, so erhält man den

Verkettungsfaktor: $\frac{400\,V}{230\,V} = \sqrt{3} \Longrightarrow \frac{U_{31}}{U_{1N}} = \sqrt{3}$

Die Spannung zwischen zwei Außenleitern, z.B. L1 und L2, bezeichnet man als ***Außenleiterspannung*** oder ***Leiterspannung***.

Sternschaltung

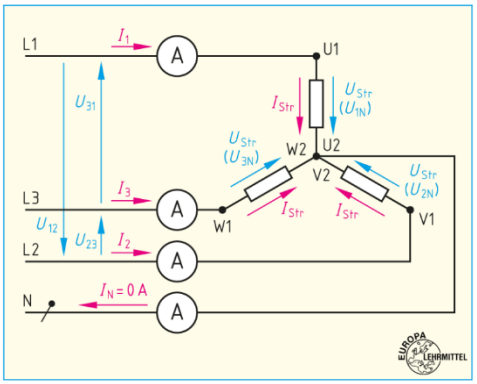


Abb. 3: Spannungen und Ströme bei Sternschaltung

Ist das Drehstromnetz mit drei gleichgroßen Wirkwiderständen sternförmig belastet, spricht man von ***symmetrischer Belastung***. Die Leiterströme I_1, I_2 und I_3 sind gleich den Strangströmen I_{Str}.

Die drei Ströme fließen im Sternpunkt zusammen und bilden den Summenstrom. Da er in jedem Zeitpunkt Null ist, fließt im Neutralleiter kein Strom. Man kann in diesem Fall auf den Leiter verzichten.

Aus der Grundschaltung von Abbildung 3 ergeben sich die folgenden Beziehungen zwischen Spannungen und Stromstärken:

Leiterstromstärken: $I_1 = I_2 = I_3 = I_{Str}$

Leiterspannungen: $U_{12} = U_{23} = U_{31} = \sqrt{3} \cdot U_{Str}$

Die Belastung in Abbildung 1 erfolgt durch drei wirkwiderstände. Deshalb ist die Gesamtleistung dreimal so groß wie jede Einzelleistung.

Einzelscheinleistung: $S = U_{Str} \cdot I_{Str}$

Gesamtscheinleistung: $S = 3 \cdot U_{Str} \cdot I_{Str}$

Setzt man für die Strangwerte die Leiterwerte ein, ergeben sich folgende Leistungsformeln:

Gesamtscheinleistung: $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

Gesamtwirkleistung: $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$

Gesamtblindleistung: $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$

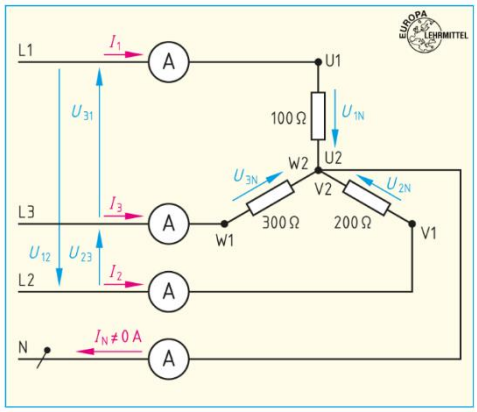


Abb. 4: Sternschaltung bei unsymmetrischer Belastung

Bisher wurde in der Betrachtung das Drehstromnetz immer mit drei gleich großen Verbrauchern belastet. Die Belastungen waren also symmetrisch. Nun soll untersucht werden, wie sich die Stromstärken und Spannungen verhalten, wenn die Widerstände der Verbraucher nicht gleich groß sind. In diesem Fall wird von **unsymmetrischer Belastung** gesprochen. Wie in Abbildung 4 zu sehen muss der Neutralleiter in diesem Fall angeschlossen sein.

Die Strangspannungen werden vom Leiternetz vorgegeben und sind konstant bei 230 V. Aufgrund dieser Spannung und des jeweiligen Widerstandes ergeben sich unterschiedliche Stromstärken (Abb. 5). Da die Phasenverschiebung von 120° weiterhin besteht, ist die Summe der Stromstärken nicht mehr Null. Es fließt im N-Leiter ein Strom I_N. Er kann durch geometrische Addition der Stromzeiger ermittelt werden.

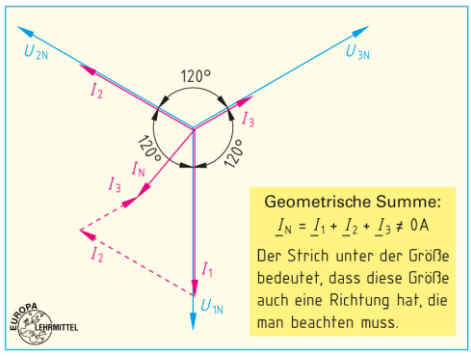


Abb. 5:Zeigerbild der Ströme bei unsymmetrischer Belastung

Vom Netzbetreiber werden die Spannungen U_{12}, U_{23} und U_{31} konstant gehalten. Misst man jedoch die Spannungen an den einzelnen Verbrauchern (Strangspannungen), dann sind unterschiedliche feststellbar. Fügt man die Spannungen mit Hilfe einer geometrischen Addition zusammen (Abb. 6), dann

befindet sich der Sternpunkt nicht mehr wie bei der symmetrischen Belastung im Mittelpunkt des gebildeten Dreiecks. Es kommt zu einer **Sternpunktverschiebung**, mit veränderten Strangspannungen.

Durch die veränderten Strangspannungen ändern sich auch die Leiterstromstärken und die Strangstromstärken. Der Verkettungsfaktor $\sqrt{3}$ gilt nicht mehr.

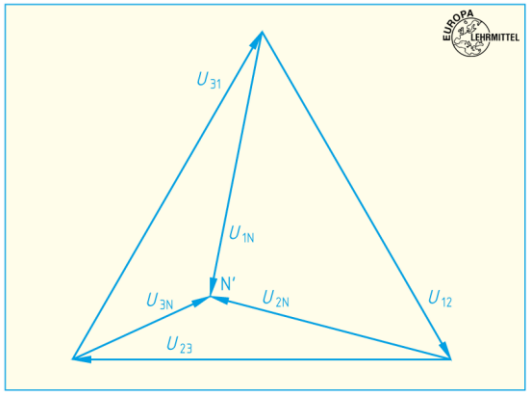


Abb. 6: Zeigerbild der Leiter- und Strangspannungen bei einer unsymmetrischen Belastung ohne N-Leiter

Dreieckschaltung

In Abb. 7 sind drei Verbraucher mit gleichgroßen Widerständen in Form eines Dreiecks verbunden und an die drei Außenleiter des Drehstromnetzes angeschlossen. Die Leiterspannungen sind gleich den Strangspannungen. Die Leiterstromstärken teilen sich in den Anschlusspunkten auf, sodass sie größer als die Strangstromstärken sind.

Zwischen den Stromstärken und Spannungen gelten für die Dreieckschaltung folgende Beziehungen:

Leiterstromstärken: $I_1 = I_2 = I_3 = \sqrt{3} \cdot I_{Str}$

Leiterspannungen: $U_{12} = U_{23} = U_{31} = U_{Str}$

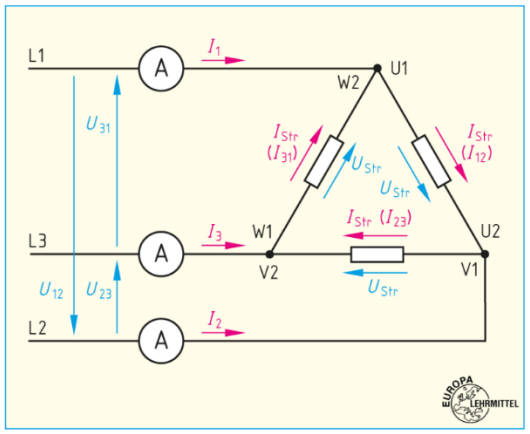


Abb. 7: Spannungen und Ströme bei Dreieckschaltung

Wie bei der Sternschaltung ergeben sich die folgenden Leistungen:

Gesamtscheinleistung: $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

Gesamtwirkleistung: $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$

Gesamtblindleistung: $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$

Vergleich zwischen Stern und Dreieckschaltung

Bestimmte Verbraucher können vom Stern in das Dreieck und umgekehrt geschaltet werden. Da sich dabei die Stromstärken und Spannungen ändern, werden auch die Leistungen unterschiedlich sein. In der nachfolgenden Übersicht sind die Größen gegenübergestellt.

Sternschaltung	Dreieckschaltung
$U_{Str} = \frac{U}{\sqrt{3}}$	$U_{Str} = U$
$P_{Str} = \frac{U_{Str}^2}{R}$	$P_{Str} = \frac{U_{Str}^2}{R}$
$P_{Str} = \frac{U^2}{3 \cdot R}$	$P_{Str} = \frac{U^2}{R}$

Wenn die Widerstände gleichbleiben, ist die Leistung der Dreieckschaltung dreimal größer als die Leistung der Sternschaltung.

$$P_{\triangle} = 3 \cdot P_{Y}$$

Ströme bei unsymmetrischer Belastung

Die Strangspannungen bewirken, dass in den unterschiedlichen Widerständen verschieden große Ströme fließen. Sie die Widerstände Wirkwiderstände, haben die Strangströme die gleiche Phasenlage wie die Strangspannungen. Zur Ermittlung der Leiterströme werden die Zeiger der Strangströme parallel verschoben. Es ergibt sich für die Strangströme ein unsymmetrisches Zeigerbild. Die Verbindungslinien zwischen den Zeigern für die Strangströme entsprechen den Leiterströmen.

Bei einer unsymmetrisch belasteten Dreieckschaltung ist die Phasenverschiebung zwischen den Leiterströmen ungleich 120°.

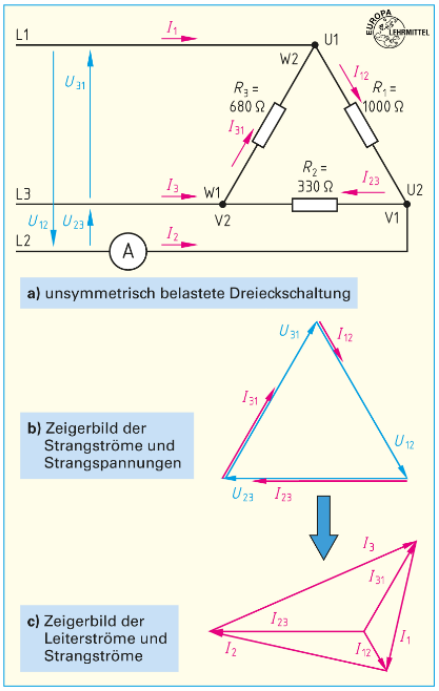


Abb. 8: Schaltung und Zeigerbilder bei unsymmetrisch belasteter Dreieckschaltung

Informationsvideos zum Thema Drehstrom:

Link: https://www.youtube.com/watch?v=Gwwmgh_6XnY

Link: https://www.youtube.com/watch?v=7ZA1F2LxMRs

Quellen:

- https://www.studocu.com/de/document/hochschule-bochum/elektrotechnik/ee2-drehstrom-v1/7417929
- Elektrotechnik Gesamtband, 4. Auflage, Westermann
- Fachkunde Elektrotechnik, 26. Auflage, Europa Lehrmittel

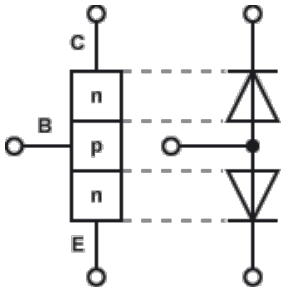
Transistor Allgemein

Ein Transistor ist ein elektronisches Halbleiterbauteil, das als Schalter oder Verstärker von elektrischen Signalen verwendet wird. Es wurde in den späten 1940er Jahren erfunden und ist seitdem ein grundlegendes Element in elektronischen Geräten.

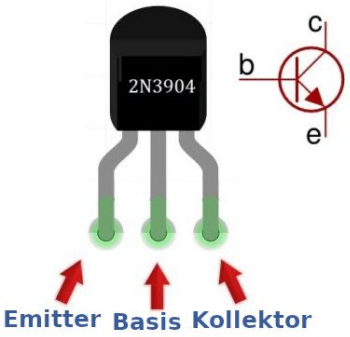
Grundsätzlich besteht ein Transistor aus drei Schichten Halbleitermaterial, die mit unterschiedlichen Dotierungen hergestellt werden. Es gibt zwei grundlegende Arten von Transistoren: bipolare Transistoren und Feldeffekttransistoren (FETs). Bipolare Transistoren haben einen Emitter, eine Basis und einen Kollektor und arbeiten durch die Steuerung des Stromflusses durch die Basis. FETs hingegen haben eine Gate-, eine Source- und eine Drain-Elektrode und arbeiten durch die Steuerung des Stromflusses zwischen Source und Drain durch das Gate.

Der wichtigste Anwendungsbereich von Transistoren ist die Elektronik, einschließlich der Verwendung in Computern, Handys, Fernsehgeräten, Radios, Verstärkern und vielen anderen Geräten. Transistoren sind klein, schnell, zuverlässig und relativ kostengünstig herzustellen, was sie zu einem wichtigen Bauelement in der Elektronik macht.

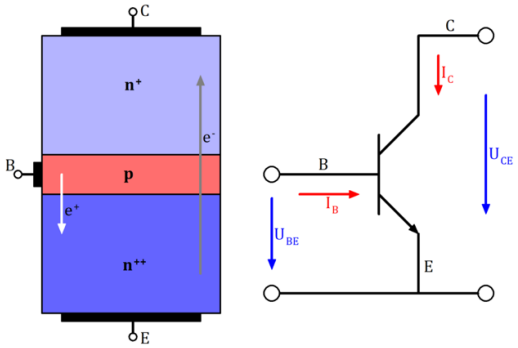
Aufbau NPN-Transistor



Ein NPN-Transistor ist ein bipolares Halbleiterbauteil, das aus drei Schichten Halbleitermaterial besteht. Die Buchstaben N, P und N beziehen sich auf die Dotierung der jeweiligen Schicht.



Der Aufbau eines NPN-Transistors besteht aus einer dünnen Basis-Schicht aus schwach dotiertem Material zwischen zwei stark dotierten Schichten. Die mittlere Schicht wird als Basis bezeichnet, während die äußeren Schichten Emitter und Kollektor genannt werden.
Der Emitter ist die Schicht mit der höchsten Dotierung und liefert die Ladungsträger (Elektronen) für den Transistor. Der Kollektor ist die Schicht mit der geringsten Dotierung und sammelt die Ladungsträger auf. Die Basis ist die dünne Schicht zwischen Emitter und Kollektor, die durch eine kleine Strommenge gesteuert werden kann, um den Stromfluss zwischen Emitter und Kollektor zu regeln.



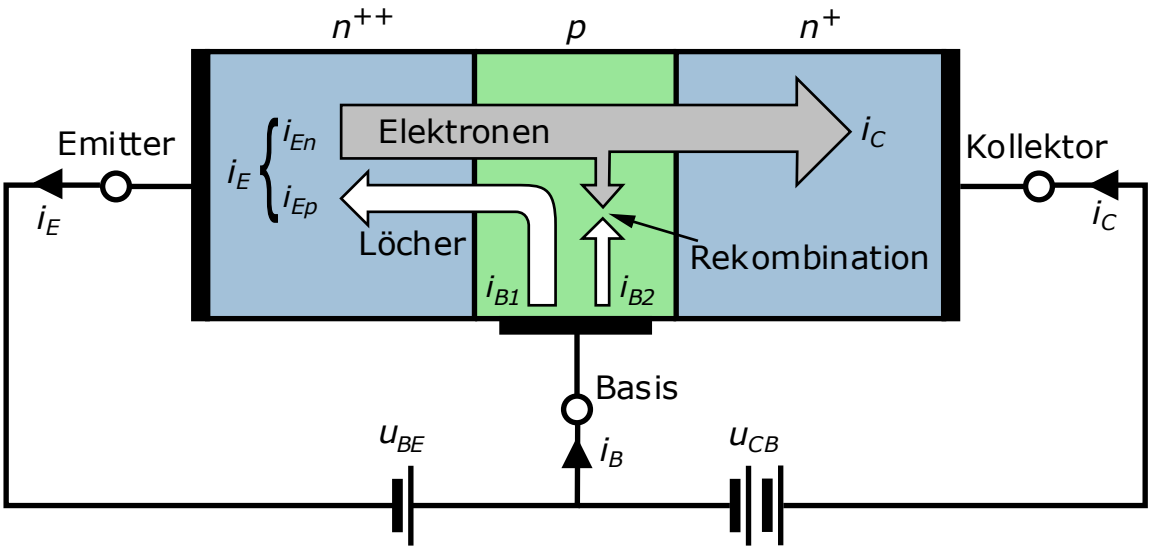
Funktionsweise NPN-Transistor

Ein NPN-Transistor ist ein dreischichtiges Halbleiterbauelement, dass aus einer Basis- (B), einer Emitter- (E) und einer Kollektor- (C) Schicht besteht. Der Transistor besteht aus zwei pn-Übergängen, dem Basis-Kollektor-Übergang (BC) und dem Basis-Emitter-Übergang (BE).

Die Grundfunktion des NPN-Transistors beruht auf der Steuerung des Stromflusses zwischen Kollektor und Emitter durch eine kleine Basisstromänderung. Wenn ein positiver Strom in die Basis des Transistors fließt, wird der pn-Übergang zwischen Basis und Emitter in Durchlassrichtung betrieben, während der pn-Übergang zwischen Basis und Kollektor in Sperrrichtung betrieben wird. Damit der Transistor leitend wird muss die Sperrschicht zwischen Basis und Emitter überwunden werden. Dafür wird in der Regel wie bei der Si-Diode eine Spannung (U_{BE}) von ca. 0,7 V benötigt.

Dies hat zur Folge, dass der Stromfluss zwischen Kollektor und Emitter aufgrund der Verstärkung der Basisstromänderung stark ansteigt. Der NPN-Transistor wird daher oft als Stromverstärker eingesetzt, da kleine Eingangsströme in eine viel größere Ausgangsstromverstärkung umgewandelt werden können.

Der NPN-Transistor wird typischerweise in Schaltungen verwendet, um eine Art Schalterfunktion auszuführen. Durch eine ausreichend hohe Basisstromversorgung kann der Transistor in einen vollständig leitfähigen Zustand (Sättigung) gebracht werden, wodurch der Stromfluss zwischen Kollektor und Emitter maximiert wird. Auf der anderen Seite kann der Transistor durch eine Basisstromabsenkung in den vollständig gesperrten Zustand gebracht werden, wodurch der Stromfluss zwischen Kollektor und Emitter minimiert wird.

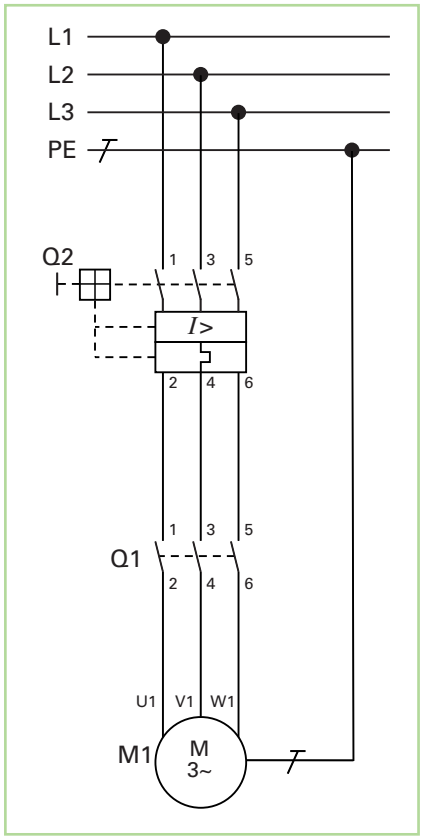


2 Schützschaltungen

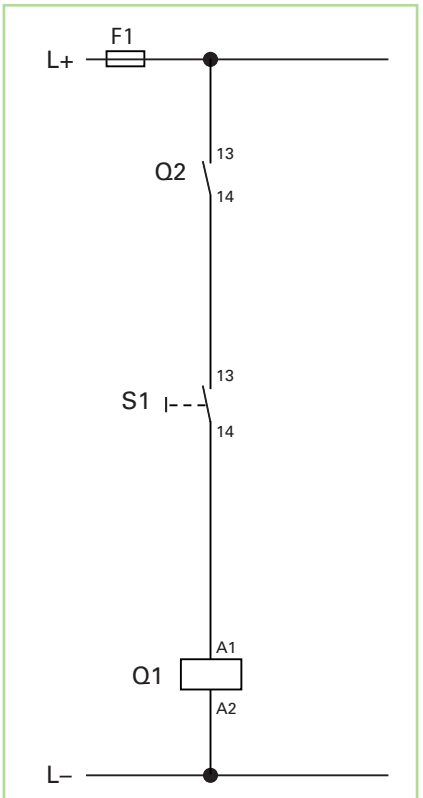
2.1 Übersicht Schützschaltungen

Motor direkt einschalten

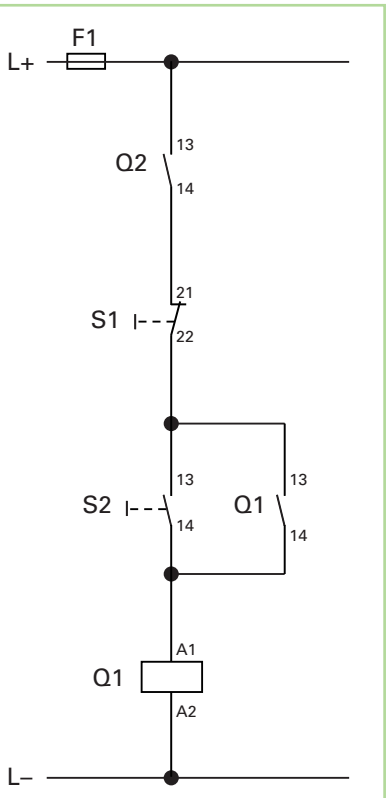
Laststromkreis



Tippbetrieb

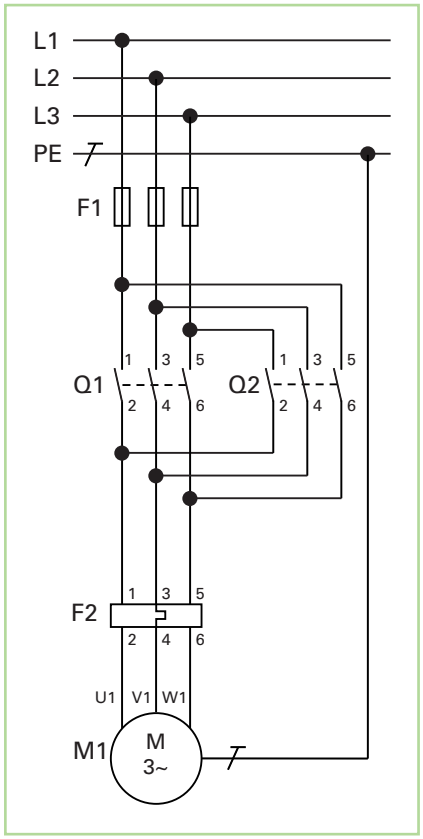


mit Selbsthaltung

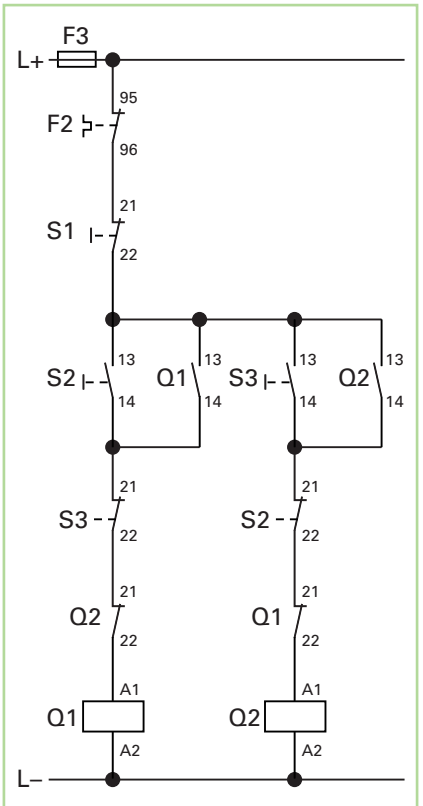


Motor mit Drehrichtungsumkehr (Wendeschütz-Schaltung)

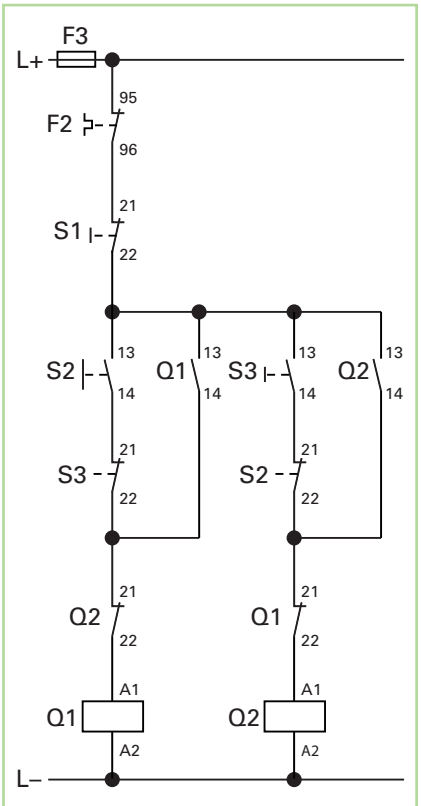
Laststromkreis



Direktes Umschalten



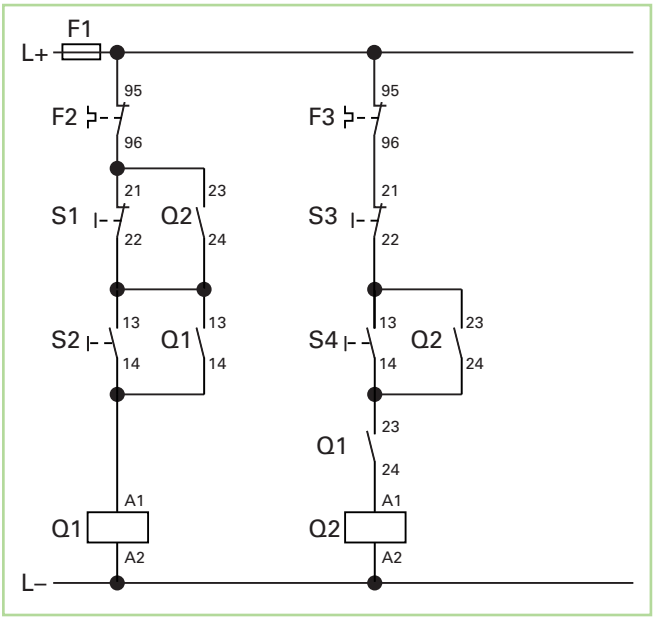
Umschalten über Aus



Folge- und Verriegelungsschaltungen

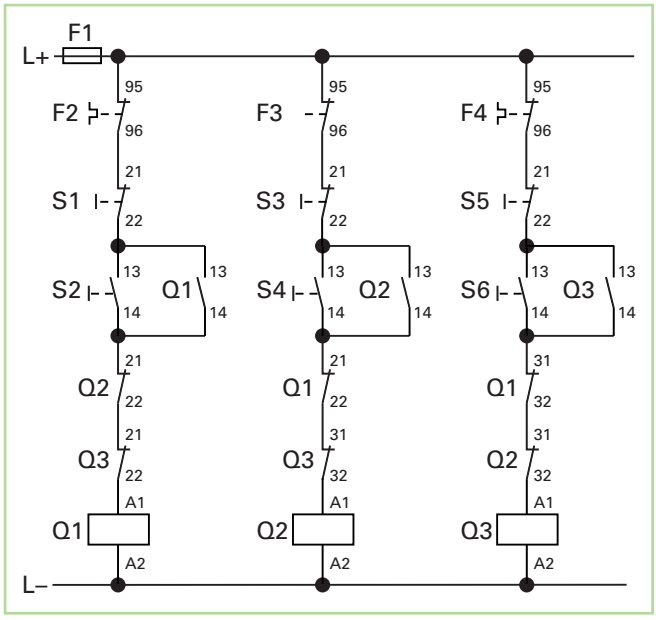
Folgeschaltung

Einschaltfolge: Zuerst Q1, dann Q2.
Ausschaltfolge: Zuerst Q2, dann Q1.



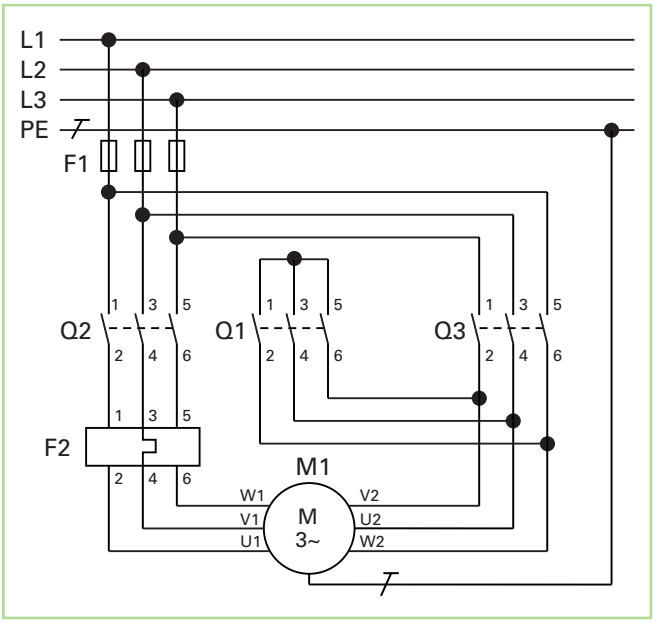
Verriegelungsschaltung

Nur eins von drei Schützen kann angezogen sein.

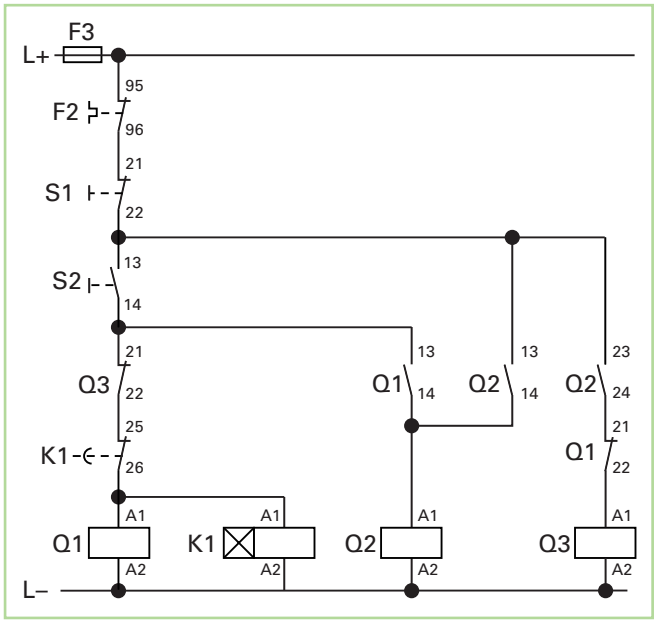


Stern-/Dreieck-Schaltung (Begrenzung des Anlaufstromes)

Laststromkreis



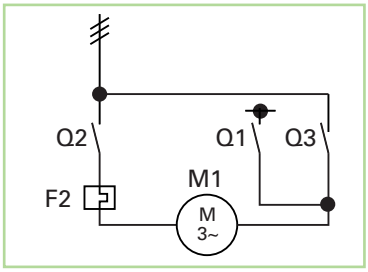
Direktes Umschalten

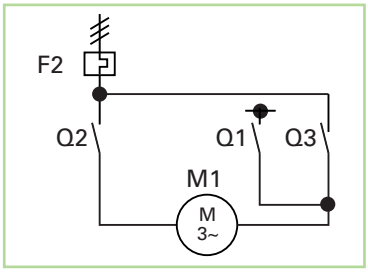


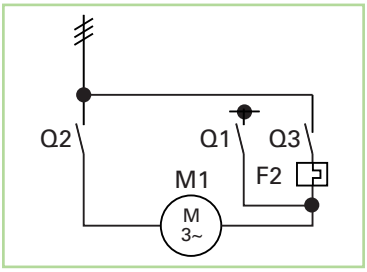
Motorschutz bei der Stern-Dreieckschaltung

Anordnung

Q1: Sternschütz
Q2: Netzschütz
Q3: Dreieckschütz







Einstellung	0,58 · I_{Nenn}	1 · I_{Nenn}	0,58 · I_{Nenn}
Vorteil	Motorschutz in der Sternschaltung	längere Anlaufzeit	Sehr lange Anlaufzeiten
Nachteil	Kleine Anlaufzeit	Geringer Schutz beim Anlauf	Kein Motorschutz in Sternschaltung
Anwendung	Normalanlauf	Schweranlauf	Schwerstanlauf

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **E-Technik** **LF 2**	**Installationsschaltungen** **Planung der** **Elektroinstallation einer Wohnung**	Datum: Name: Note: / Klasse:

Handlungssituation: Planung der Elektroinstallation einer Wohnung

Planung der Elektroinstallation für eine Wohnung

Sie sind als Geselle bei der Firma Elektro-Blitz angestellt. Dort sind Sie verantwortlich für die Planung von Elektroinstallationen. Ihnen liegt der Grundriss einer Wohnung vor.
Der Bauherr hat Ihnen seine Wünsche in der Sprache eines technischen Laien geschildert.

a) **Erstellen Sie** für den Bauherrn einen Vorschlag zur Realisierung der Elektroinstallation der Wohnung. **Stellen Sie** diesen Vorschlag in geeigneter Weise grafisch **dar**, damit Sie ihn dem Bauherren erläutern zu können (Lage der Betriebsmittel).

b) **Erarbeiten Sie** für Ihre anzuleitenden Gesellen einen Plan, mit dem diese die Verkabelung ausführen können (Lage der Betriebsmittel und die Aderanzahl der Kabel).

Bearbeiten Sie dazu in Gruppenarbeit folgende Aufträge.



30 min

Arbeitsauftrag 1: Schaltplanarten ermitteln

Ermitteln Sie die Schaltplanarten, die zur Darstellung der geforderten Elektroinstallationen in den Aufträgen **a)** und **b)** Anwendung finden.

Auftrag	Schaltplanart
a	
b	

Arbeitsauftrag 2: Schaltungsart ermitteln

Ermitteln Sie basierend auf den Wünschen des Bauherrn die Installationsschaltung, die in dem jeweiligen Zimmer installiert werden muss.

Zimmer	Installationsschaltung
Küche	
Korridor	
Bad	
Wohnzimmer	
Schlafzimmer	

Arbeitsauftrag 3: Schaltplan für Bauherren erstellen

Erstellen Sie den Schaltplan für den Bauherrn.

Im Schaltplan müssen klar erkennbar sein:

- die Lage und die Art der Betriebsmittel (Schalter, Lampen, Lampenauslässe und Steckdosen)

Nutzen Sie dazu die erste Grundrisszeichnung der Wohnung.

Arbeitsauftrag 4: Schaltplan für Gesellen erstellen

Erstellen Sie den Schaltplan für die Gesellen.

Im Schaltplan müssen klar erkennbar sein:

- die Lage und die Art der Betriebsmittel (Schalter, Lampen, Lampenauslässe und Steckdosen)
- die Lage der Kabel und der Verteilerdosen
- die Aderanzahl in den einzelnen Kabelabschnitten
- die Art der Verlegung (auf, im oder unter Putz)

Nutzen Sie dazu die zweite Grundrisszeichnung der Wohnung.

Arbeitsauftrag 5: Schaltung und Schaltpläne begründen

Begründen Sie Ihre Entscheidungen gegenüber Ihren Gruppenmitgliedern.

Sie begründen:

- die Wahl der Schaltung,
- die Wahl der Schaltplanart für die Durchsprache mit dem Bauherrn,
- die Wahl der Schaltplanart für die Anleitung der Gesellen.

Der Bauherr äußert seine Wünsche in Bezug auf die Elektroinstallation wie folgt:

Küche: In der Küche sollen zwei Lampen an der Decke angebracht werden, die den Raum gleichmäßig ausleuchten.
Die Lampen möchte ich aber einzeln ein- und ausschalten können.
Ich habe da mal einen Schalter gesehen, da sind zwei in einem Gehäuse. So einen Schalter möchte ich haben.

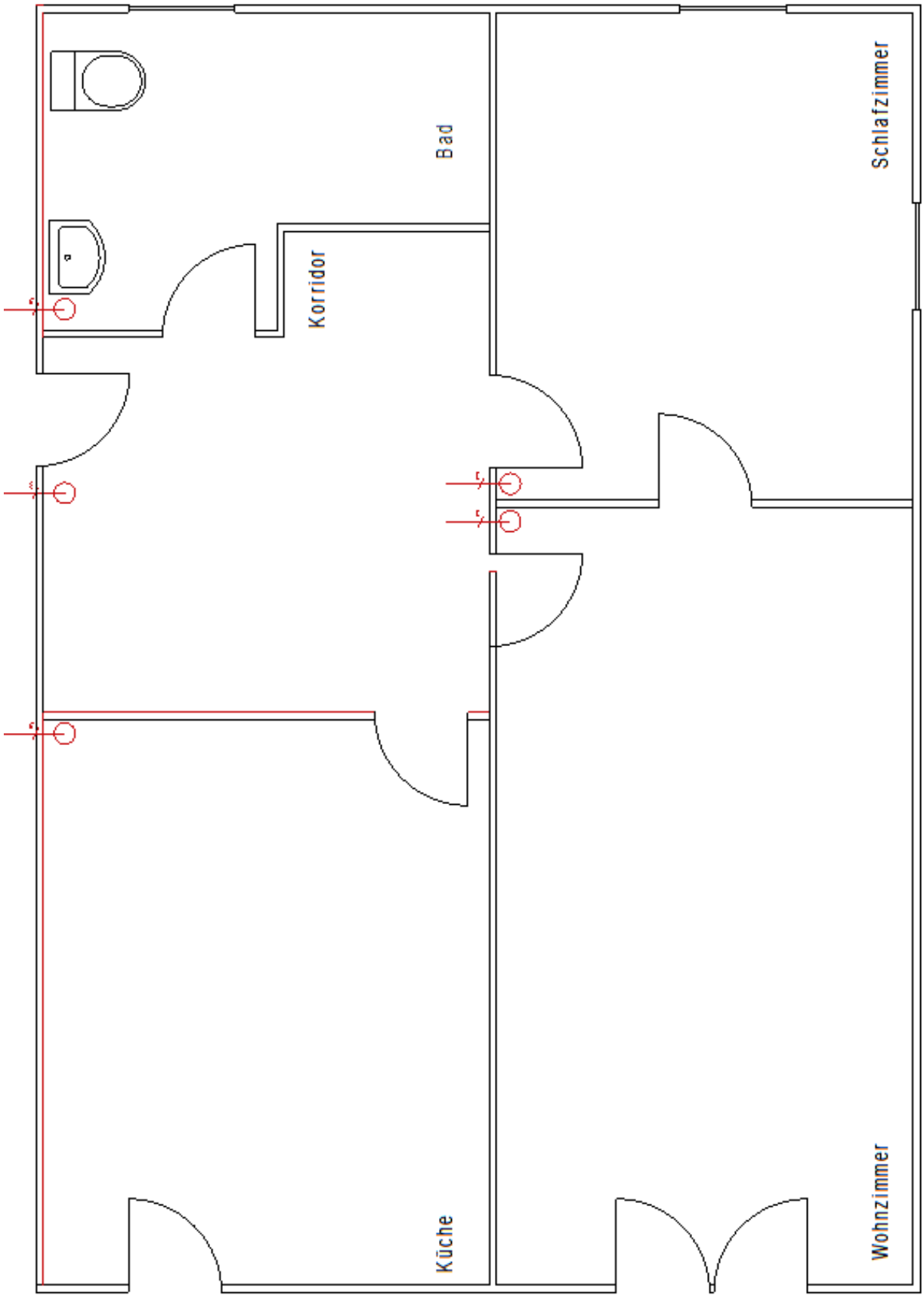
Wohnzimmer: Im Wohnzimmer sollen zwei Lampen an der Decke angebaut werden, die den Raum gleichmäßig ausleuchten.
Das Wohnzimmer hat zwei Türen. An jeder Tür soll ein Schalter angebracht werden, mit denen ich die Lampen gleichzeitig an- und ausschalten kann.
Unter jedem Lichtschalter soll auch eine Steckdose angebracht werden.

Schlafzimmer: Im Schlafzimmer soll eine Lampe an die Decke geschraubt werden, die den Raum gleichmäßig ausleuchtet.
Das Schlafzimmer hat zwei Türen. An beiden Türen soll je ein Schalter angebracht werden, mit denen ich die Lampe ein- und ausschalten kann.

Korridor: Im Korridor soll in der Mitte eine Lampe an der Decke installiert werden.
Der Korridor hat insgesamt vier Türen. Ich möchte aber nur an der Küchen-, der Schlafzimmer- und der Wohnungseingangstür einen Schalter, mit denen ich die Lampe an- und ausschalten kann.

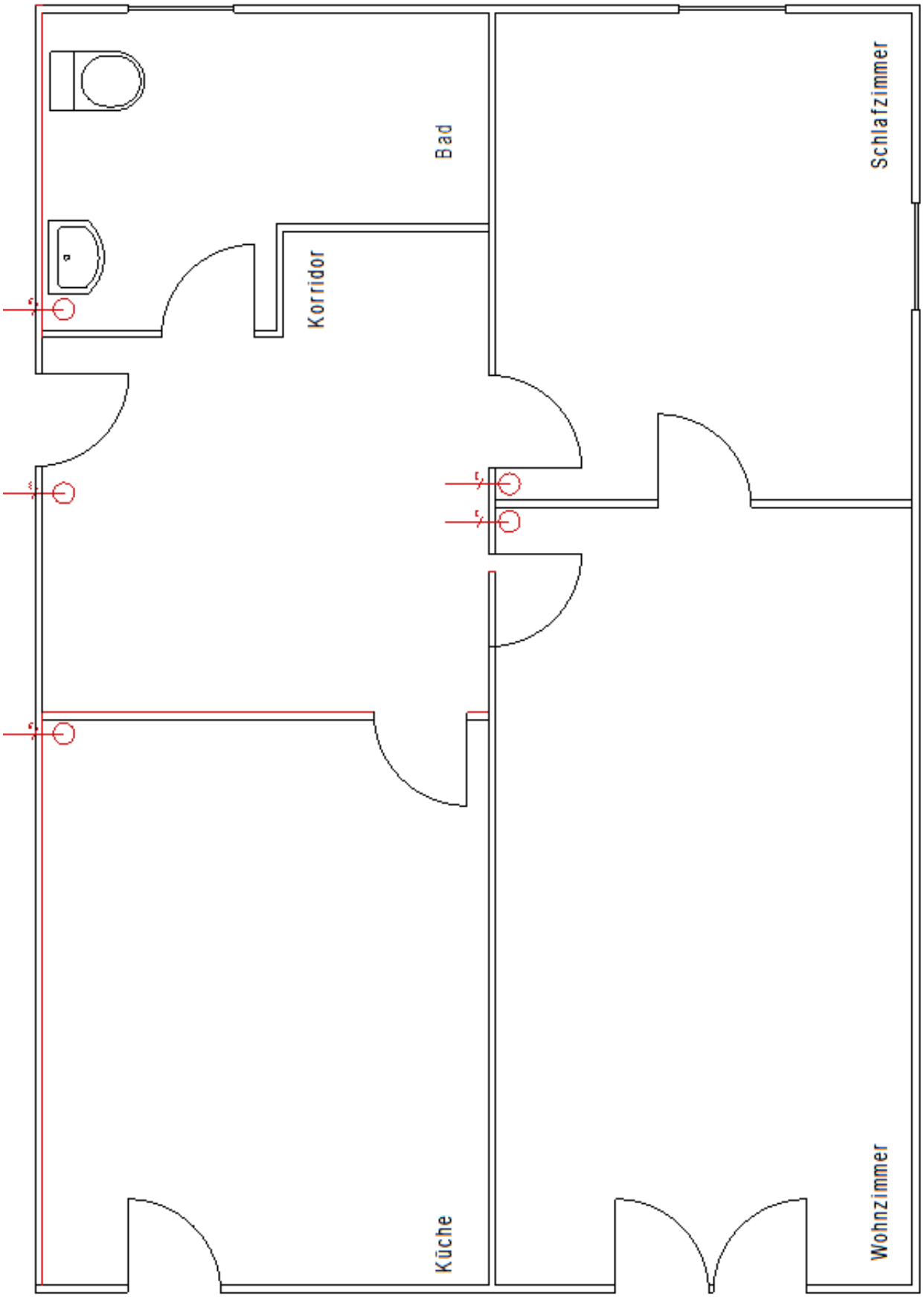
Bad: Im Bad soll eine Lampe an der Decke angebracht werden, die ich von außen, also vom Korridor aus, schalten möchte.
Der Lichtschalter soll beleuchtet sein. Ich möchte nämlich schon von außen sehen, ob im Bad das Licht an- oder ausgeschaltet ist.
Rechts neben dem Waschbecken soll ein Kabel aus der Wand gucken. Da soll später einmal der Spiegelschrank angeschlossen werden.

Erstellen Sie für den Bauherrn einen Vorschlag zur Realisierung der Elektroinstallation der Wohnung.



20.12.2017; C. Treschau

Erarbeiten Sie für Ihre anzuleitenden Gesellen einen Plan, mit dem diese die Verkabelung ausführen können.



20.12.2017; C. Treschau

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE

Übungsaufgaben zur Diode / Gleichrichter

ET

LF - 6

Quelle: Rechenbuch Elektrotechnik Ein Lehr- und Übungsbuch zur Grund- und Fachstufe 22. Auflage 2020; Europa-Nr.: 30766; ISBN: 978-3-8085-3826-5

Quelle: Methodische Lösungswege zu 30766 22. Auflage 2022 Europa-Nr.: 30960 ISBN: 978-3-8085-3939-2

9.3.1 Gleichrichterschaltungen

Ein Gleichrichter besteht aus Transformator und Gleichrichterschaltung. Das Verhältnis der Gleichstromgrößen zu den Wechselstromgrößen hängt von der verwendeten Gleichrichterschaltung ab **(Tabelle)**. Bei Belastung sinkt die Gleichspannung am Verbraucher um den Spannungsfall an den Dioden.

Beispiel

Eine Zweipuls-Brückenschaltung B2U aus Siliciumdioden soll eine ideelle Leerlaufgleichspannung U_{di} = 130 V haben und bei Belastung einen Gleichstrom I_d = 10 A abgeben. Berechnen Sie

a) die wechselstromseitige Anschlussspannung U_1,
b) die Bauleistung P_T des Trafos,
c) die Gleichspannung U_d bei Belastung,
d) den Zweigstrom I_Z durch die Dioden.

Lösung:

a) $\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}9 \Rightarrow \boldsymbol{U_1} = \frac{U_{di}}{0{,}9} = \frac{130\ \text{V}}{0{,}9} = \mathbf{144\ V}$

b) $\frac{P_T}{P_d} = 1{,}23 \Rightarrow \boldsymbol{P_T} = 1{,}23 \cdot P_d = 1{,}23 \cdot U_{di} \cdot I_d$
$= 1{,}23 \cdot 130\ \text{V} \cdot 10\ \text{A} = \mathbf{1600\ VA}$

c) In der B2U-Schaltung leiten 2 Dioden $\Rightarrow$ der Spannungsfall an den Dioden beträgt $2 \cdot 0{,}7\ \text{V} = \mathbf{1{,}4\ V}$
$\Rightarrow \boldsymbol{U_d} = 130\ \text{V} - 1{,}4\ \text{V} = \mathbf{128{,}6\ V}$.

d) $\frac{I_Z}{I_d} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boldsymbol{I_Z} = I_d \cdot 0{,}5 = 10\ \text{A} \cdot 0{,}5 = \mathbf{5\ A}$

Aufgaben zu 9.3.1

Bezeichnungsschema für Gleichrichterschaltungen:

Schaltungsart:	← B 2 U →	**Steuerbarkeit**
M: Mittelpunktsch.	↓	**U:** ungesteuert
B: Brückensch.	**Pulszahl**	**C:** gesteuert
E: Einwegschaltung		**H:** halbgesteuert

Gleichrichterschaltungen für Wechselstrom

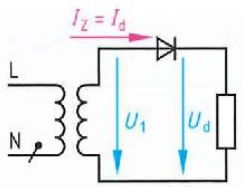
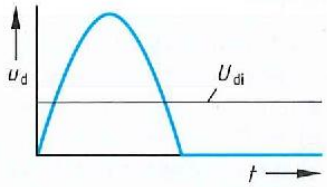
1 Bestimmen Sie für eine B2U-Schaltung **(Tabelle)** mit U_{di} = 70 V die erforderliche wechselstromseitige Anschlussspannung U_1.

2 Eine B2U-Schaltung **(Tabelle)** wird an U_1 = 230 V betrieben. Berechnen Sie die Gleichspannung **a)** im Leerlauf, **b)** bei Belastung.

3 Zwei Siliciumdioden werden in M2U-Schaltung **(Tabelle)** betrieben. Ihr maximaler Durchlassstrom beträgt 2 A. Welcher Gleichstrom I_d kann der Schaltung entnommen werden?

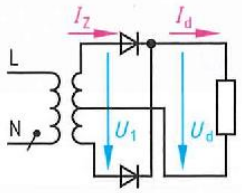
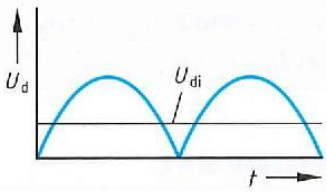
Tabelle: Gleichrichterschaltungen für Wechselstrom

Einpuls-Einwegschaltung E1U

Schaltbild	Ausgangsspannungsverlauf
	

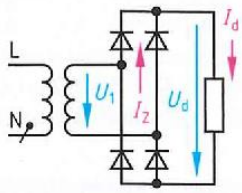
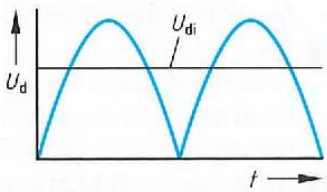
$\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}45$ $\quad \frac{P_T}{P_d} = 3{,}1$ $\quad \frac{I_Z}{I_d} = 1$

Zweipuls-Mittelpunktschaltung M2U

Schaltbild	Ausgangsspannungsverlauf
	

$\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}45$ $\quad \frac{P_T}{P_d} = 1{,}5$ $\quad \frac{I_Z}{I_d} = 0{,}5$

Zweipuls-Brückenschaltung B2U

Schaltbild	Ausgangsspannungsverlauf
	

$\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}9$ $\quad \frac{P_T}{P_d} = 1{,}23$ $\quad \frac{I_Z}{I_d} = 0{,}5$

Für alle Gleichrichterschaltungen gilt:

$U_{R\,max} = \sqrt{2} \cdot U_{1\,max\sim}$ $\qquad P_d = U_d \cdot I_d$

U_{di}	ideelle Leerlaufgleichspannung (arith. Mittelwert)
U_d	Gleichspannung bei Belastung
U_1	wechselstromseitige Anschlussspannung (Effektivwert)
$U_{R\,max}$	maximale Sperrspannung der Diode
I_Z	Strom im Gleichrichterzweig (Zweigstrom)
I_d	Gleichstrom
P_T	Transformatorbauleistung
P_d	Gleichstromleistung

Aufgaben zu 9.3.1

4 Berechnen Sie für eine B2U-Schaltung **(Tabelle, Seite 148)** mit den Dioden 1 N 4003 **(Tabelle 1)** **a)** die maximale Anschlussspannung, **b)** die maximale Gleichstromleistung, **c)** die erforderliche Transformatorbauleistung.

5 Eine Siliciumdiode in E1U-Schaltung **(Tabelle, Seite 148)** mit Glättungskondensator liegt an U_1 = 230 V. **a)** Auf welche Spannung lädt sich der Kondensator auf? **b)** Welche Diode aus der **Tabelle 1** kann verwendet werden?

Bei einer E1U-Schaltung mit Glättungskondensator gilt: $U_{Rmax} \geq 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{1max}$.

6 Ein Gleichstrommotor mit den Bemessungsdaten 220 V, 180 W, η = 0,78 wird über einen Gleichrichter mit B2U-Schaltung an 230 V, 50 Hz angeschlossen. Ermitteln Sie **a)** die Transformatorbauleistung, **b)** sein Übersetzungsverhältnis. **c)** Wählen Sie einen geeigneten Diodentyp aus **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Kennwerte von Siliciumdioden

Typ	U_{Rmax} in V	I_{Fmax} in A	Typ	U_{Rmax} in V	I_{Fmax} in A
1 N 4002	200	1	1 N 4005	800	1
1 N 4003	400	1	1 N 4006	1000	1
1 N 4004	600	1	1 N 4007	1300	1

U_{Rmax} maximale Sperrspannung der Diode
I_{Fmax} maximaler Durchlassstrom der Diode

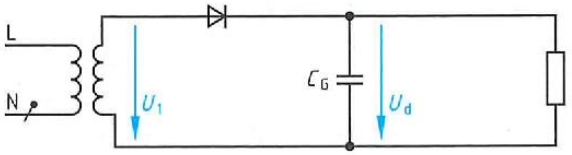


Bild: E1U-Schaltung mit Glättungskondensator

Tabelle 2: Gleichrichterschaltungen für Drehstrom

Dreipuls-Mittelpunktschaltung M3U	
Schaltbild	Ausgangsspannungs-

9.3.1 Gleichrichterschaltungen

148/1. $\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}9 \Rightarrow \boldsymbol{U_1} = \frac{U_{di}}{0{,}9} = \frac{70\,V}{0{,}9} = \mathbf{77{,}8\,V}$

148/2. **a)** $\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}9 \Rightarrow \boldsymbol{U_{di}} = U_1 \cdot 0{,}9 = 230\,V \cdot 0{,}9 = \mathbf{207\,V}$

b) Bei Siliciumdioden ergibt sich ein Spannungsfall U_F = 0,7 V pro Diode. Bei der B2-Schaltung sind zwei Dioden am Stromfluss beteiligt ⇒

$\boldsymbol{U_d} = U_{di} - 2 \cdot U_F = 207\,V - 2 \cdot 0{,}7\,V = \mathbf{205{,}6\,V}$

148/3. $\frac{I_Z}{I_d} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boldsymbol{I_d} = 2 \cdot I_Z = 2 \cdot 2\,A = \mathbf{4\,A}$

149/4. Aus **Rechenbuch Elektrotechnik, Tabelle 1, Seite 149:** $U_{Rmax} = 400\,V$; $I_{Fmax} = 1\,A$

a) $\boldsymbol{U_{1max-}} = \frac{U_{Rmax}}{\sqrt{2}} = \frac{400\,V}{\sqrt{2}} = \mathbf{283\,V}$

b) $\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}9 \Rightarrow U_{di} = 0{,}9 \cdot U_1 = 0{,}9 \cdot 283\,V = 255\,V$

$\frac{I_z}{I_d} = \frac{1}{2} \Rightarrow I_d = \frac{I_z}{0{,}5} = \frac{1\,A}{0{,}5} = 2\,A$; $U_d = U_{di} - 2 \cdot 0{,}7\,V = 255\,V - 1{,}4\,V = 253{,}6\,V$

$\boldsymbol{P_d} = U_d \cdot I_d = 253{,}6\,V \cdot 2\,A = \mathbf{507\,W}$

c) $\boldsymbol{P_T} = 1{,}23 \cdot P_d = 1{,}23 \cdot 507\,W = \mathbf{624\,W}$

149/5. **a)** $\hat{\boldsymbol{u}} = \sqrt{2} \cdot U_1 = \sqrt{2} \cdot 230\,V = \mathbf{325\,V}$

b) Da E1-Schaltung: $U_{Rmax} = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{1max} = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 230\,V = 650\,V$

gewählt wird Diode **1 N 4005 (Rechenbuch Elektrotechnik, Tabelle 1, Seite 149)**

149/6. **a)** $P_d = \frac{P_2}{\eta} = \frac{180\,W}{0{,}78} = 231\,W$

$\frac{P_T}{P_d} = 1{,}23 \Rightarrow \boldsymbol{P_T} = 1{,}23 \cdot P_d = 1{,}23 \cdot 231\,W = \mathbf{284\,W}$

b) $\boldsymbol{\ddot{u}} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{230\,V}{244\,V} = \mathbf{0{,}94}$

c) Zur Auswahl des Diodentyps muss der Zweigstrom I_Z und die maximale Sperrspannung U_{Rmax} bekannt sein.

$I_d = \frac{P_2}{\eta \cdot U_d} = \frac{180\,W}{0{,}78 \cdot 220\,V} = 1{,}05\,A$; $\boldsymbol{I_Z} = \frac{I_d}{2} = \frac{1{,}05\,A}{2} = \mathbf{0{,}52\,A}$

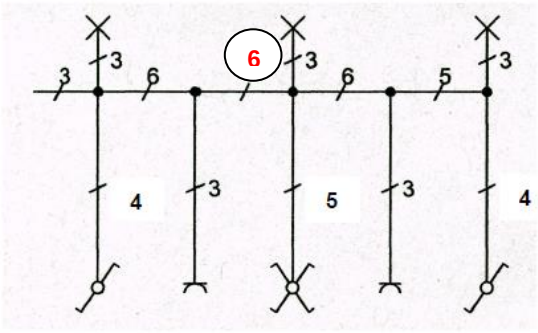
$U_{di} = U_d + 2 \cdot 0{,}7\,V = 220\,V + 1{,}4\,V = 223{,}4\,V$; $\frac{U_{di}}{U_1} = 0{,}9 \Rightarrow U_1 = \frac{U_{di}}{0{,}9} = \frac{223{,}4\,V}{0{,}9} = 248\,V$

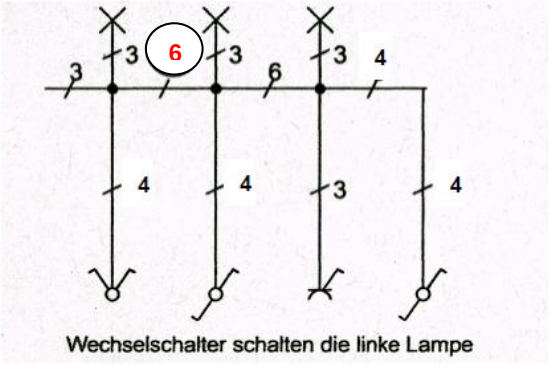
$\boldsymbol{U_{Rmax}} = \sqrt{2} \cdot U_1 = \sqrt{2} \cdot 248\,V = \mathbf{351\,V}$

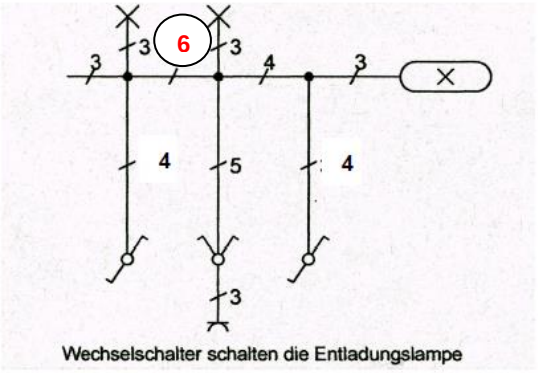
gewählt wird Diode **1 N 4003**

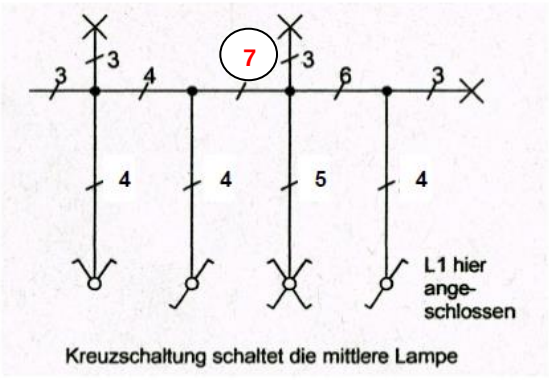
Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	**Kenntnisse festigen** **Aderzahlen bestimmen**	Name: ***Lösung*** Note: Klasse: Datum:

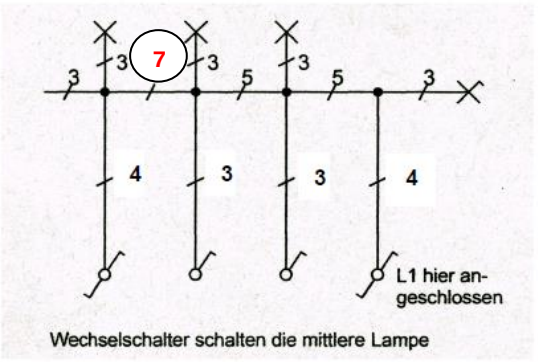
Ermitteln Sie in den jeweiligen Übersichtsschaltplänen die Aderzahl an der mit ◯ gekennzeichneten Stelle und tragen Sie die Aderzahl dort ein.

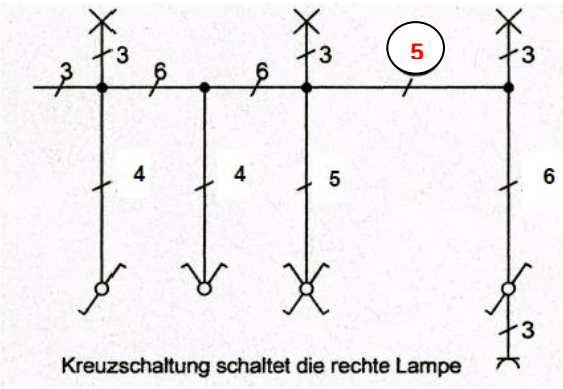


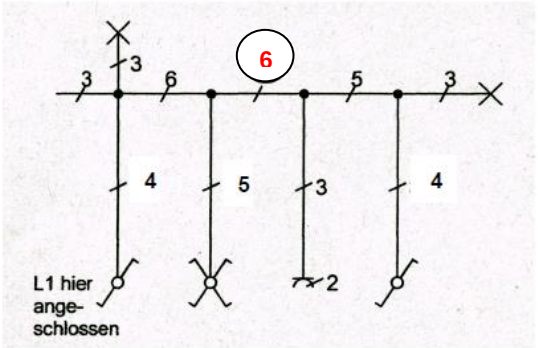


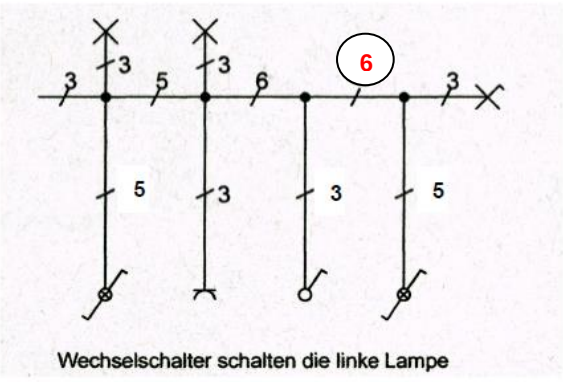






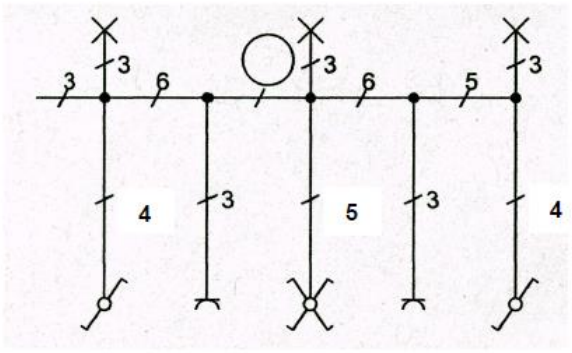


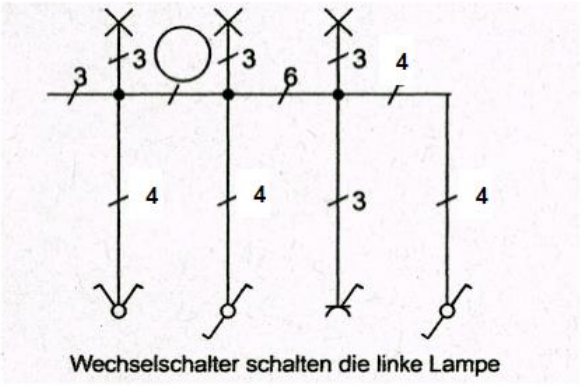


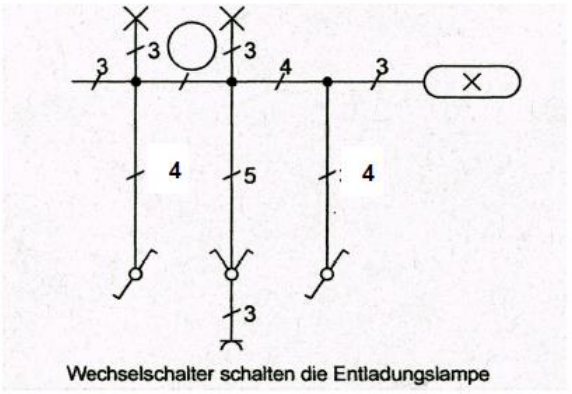


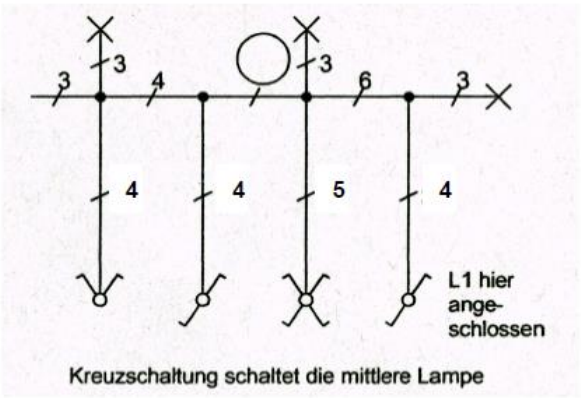
Hein - Moeller - Schule OSZ **Energietechnik II** Lernfeld 2	**Kenntnisse festigen** **Aderzahlen bestimmen**	Name: Note: Klasse: Datum:

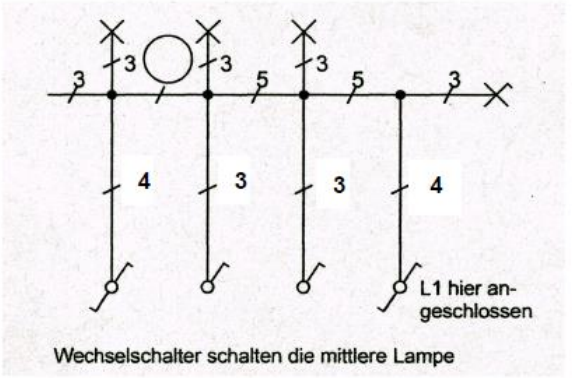
Ermitteln Sie in den jeweiligen Übersichtsschaltplänen die Aderzahl an der mit ◯ gekennzeichneten Stelle und **tragen Sie** die Aderzahl dort **ein**.

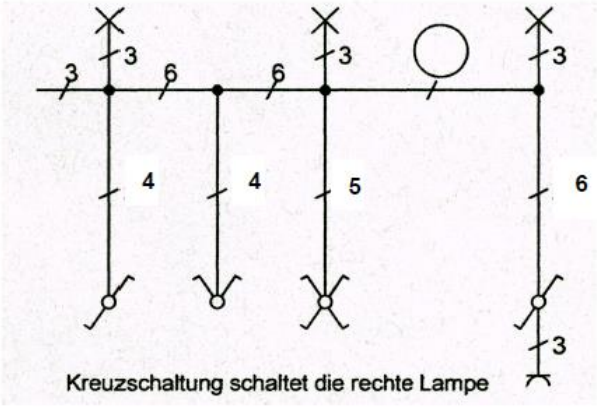


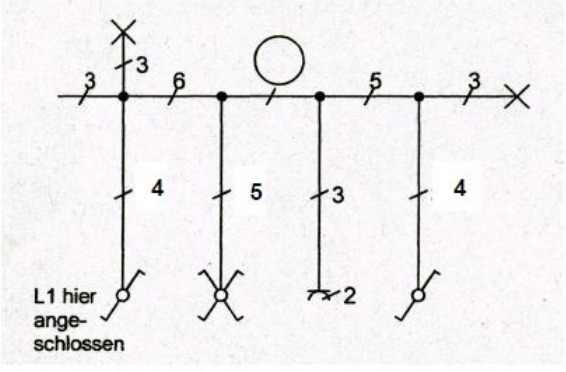


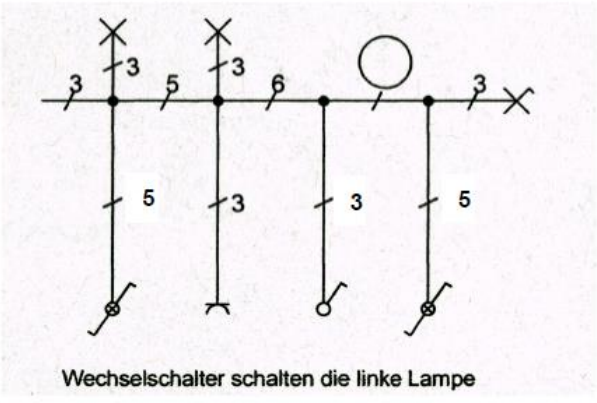












A1: Eine Wechselspannung hat den Effektivwert 230 V und eine Frequenz von 50 Hz.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Periodendauer.

Geg.: $f = 50\ \text{Hz}$ Ges.: T

Lösung: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\ \text{Hz}} = \frac{1\ \text{s}}{50} = 0{,}02\ \text{s}$

A2: Für die Auswahl von Bauelementen oder Leitungen, die mit Wechselspannung betrieben werden, ist der Scheitelwert û der Wechselspannung zu berücksichtigen. **Begründen Sie**, warum dieser Wert beachtet werden muss.

Für die Isolierung von Bauelementen oder Leitungen ist der Scheitelwert û einer Wechselspannung U bestimmend, da dieser Wert der höchste auftretende Spannungswert ist. Wird dieser Wert nicht berücksichtigt, könnte das Bauelement oder die Leitung infolge eines Spannungsdurchschlages zerstört werden.

A3: **Berechnen Sie** die Kreisfrequenz und Periodendauer für eine 50-Hz-Wechselspannung.

Geg.: $f = 50\ \text{Hz}$

Ges.: ω

Lösung: $\omega = 2\,\pi \cdot f$

$= 2\,\pi \cdot 50\ \text{s}^{-1} = 314\ \text{s}^{-1}$

$= \mathbf{314\ Hz}$

A4: **Berechnen Sie** den Strom den ein Dreheisenmessgerät anzeigt, wenn der Scheitelwert des zu messenden Stromes 12 A beträgt.
Hinweis: Dreheisenmessgeräte zeigen den Effektivwert an.

$$I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} = \frac{12\ \text{A}}{\sqrt{2}} = 8{,}5\ \text{A}$$

A5: Ein Kondensator hat eine Bemessungsspannung von 500 V Gleichspannung. **Überprüfen Sie**, ob der Kondensator an eine sinusförmige Wechselspannung von U = 400 V angeschlossen werden darf.

$$\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 400 = 566\ \text{V};\quad \hat{u} > 500\ \text{V} \Rightarrow \text{Anschluss nicht zulässig}$$

A6: Für Elektromotoren mit der Bemessungsspannung von 2 kV bis 6 kV gilt für die Prüfspannung ein Effektivwert von 2 * U_n + 1000 V. **Berechnen Sie** für einen Motor mit U_n = 3 kV **a)** den Effektivwert und **b)** den Scheitelwert der Prüfspannung.

$$U_p = 2 \cdot U_n + 1000\ \text{V} = 2 \cdot 3\ \text{kV} + 1\ \text{kV} = \mathbf{7\ kV};\quad \text{b)}\ \hat{u}_p = \sqrt{2} \cdot 7\ \text{kV} = \mathbf{9{,}9\ kV}$$

A7: Eine Wechselspannung mit einer Frequenz von f = 50 Hz hat einen Effektivwert U = 24 V. **Berechnen Sie**:

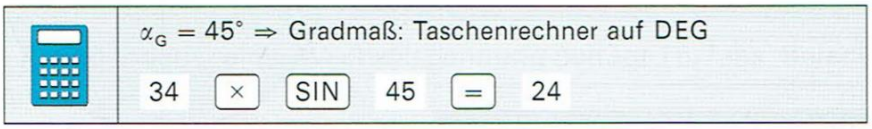
a) den Scheitelwert û,

b) die Augenblickswerte der Spannung u1 beim Winkel α_{DEG} = 45° und u2 beim Winkel α_{RAD} = 3,67 sowie

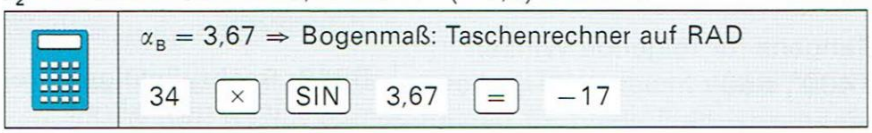
c) den Zeitpunkt t bei α_{DEG} = 36°.

a) $\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 24\,\text{V} = \mathbf{34\,V}$

b) $u_1 = \hat{u} \cdot \sin\alpha = 34\,\text{V} \cdot \sin 45° = 34\,\text{V} \cdot 0{,}707 = \mathbf{24\,V}$



$u_2 = \hat{u} \cdot \sin\alpha = 34\,\text{V} \cdot \sin 3{,}67 = 34\,\text{V} \cdot (-0{,}5) = \mathbf{-17\,V}$



c) $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\,\frac{1}{\text{s}}} = 20\,\text{ms}; \quad t = \frac{\alpha_G \cdot T}{360°} = \frac{36° \cdot 20\,\text{ms}}{360°} = \mathbf{2\,ms}$

A8: **Ermitteln Sie** den Scheitelwert einer sinusförmigen Wechselspannung, wenn bei einem Winkel von α_{DEG} = 60° einen Momentanwert von 20,8 V auftritt.

$$\hat{u} = \frac{u}{\sin\alpha_G} = \frac{20{,}8\,\text{V}}{\sin 60°} = \mathbf{24\,V}$$

Bonus: Eine Wechselspannung mit û = 707 V hat 4,5 ms nach Nulldurchgang den Augenblickswert u = 321 V. **Berechnen Sie** die Frequenz.

Lösungsweg 1:

$$u = \hat{u} \cdot \sin\omega t \Rightarrow \sin\omega t = \frac{u}{\hat{u}} = \frac{321\,\text{V}}{707\,\text{V}} = 0{,}454 \Rightarrow \omega t = 0{,}4713$$

$$\omega t = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot t \Rightarrow \mathbf{f} = \frac{\omega \cdot t}{2\pi \cdot t} = \frac{0{,}4713}{2\pi \cdot 0{,}0045\,\text{s}} = \mathbf{16{,}7\,Hz}$$

Lösungsweg 2:

$$u = \hat{u} \cdot \sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{u}{\hat{u}} = 0{,}454 \Rightarrow \alpha = 27°$$

$$\frac{\alpha}{t} = \frac{360°}{T} \Rightarrow T = \frac{360° \cdot t}{\alpha} = \frac{360° \cdot 4{,}5\,\text{ms}}{27°} = 60\,\text{ms} \Rightarrow \mathbf{f} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}060\,\text{s}} = \mathbf{16{,}7\,Hz}$$

Wechselspannung Grundgrößen Rechenübung

A1: Eine Wechselspannung hat den Effektivwert 230 V und eine Frequenz von 50 Hz.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Periodendauer.

A2: Für die Auswahl von Bauelementen oder Leitungen, die mit Wechselspannung betrieben werden, ist der Scheitelwert û der Wechselspannung zu berücksichtigen. **Begründen Sie**, warum dieser Wert beachtet werden muss.

A3: **Berechnen Sie** die Kreisfrequenz und Periodendauer für eine 50-Hz-Wechselspannung.

A4: **Berechnen Sie** den Strom den ein Dreheisenmessgerät anzeigt, wenn der Scheitelwert des zu messenden Stromes 12 A beträgt.
Hinweis: Dreheisenmessgeräte zeigen den Effektivwert an.

A5: Ein Kondensator hat eine Bemessungsspannung von 500 V Gleichspannung. **Überprüfen Sie**, ob der Kondensator an eine sinusförmige Wechselspannung von U = 400 V angeschlossen werden darf.

A6: Für Elektromotoren mit der Bemessungsspannung von 2 kV bis 6 kV gilt für die Prüfspannung ein Effektivwert von $2 * U_n + 1000$ V. **Berechnen Sie** für einen Motor mit $U_n = 3$ kV **a)** den Effektivwert und **b)** den Scheitelwert der Prüfspannung.

A7: Eine Wechselspannung mit einer Frequenz von f = 50 Hz hat einen Effektivwert U = 24 V. **Berechnen Sie**:

a) den Scheitelwert û,
b) die Augenblickswerte der Spannung u1 beim Winkel $\alpha_{DEG} = 45°$ und u2 beim Winkel $\alpha_{RAD} = 3{,}67$ sowie
c) den Zeitpunkt t bei $\alpha_{DEG} = 36°$.

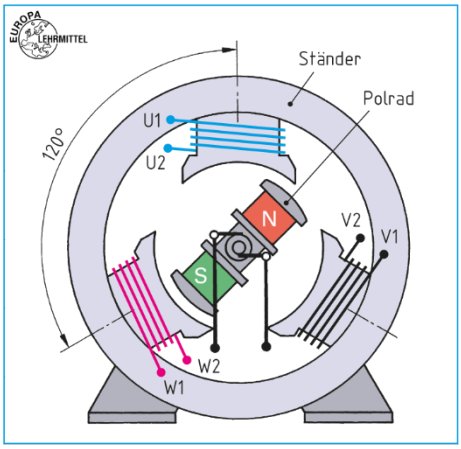
A8: **Ermitteln Sie** den Scheitelwert einer sinusförmigen Wechselspannung, wenn bei einem Winkel von $\alpha_{DEG} = 60°$ einen Momentanwert von 20,8 V auftritt.

Bonus: Eine Wechselspannung mit û = 707 V hat 4,5 ms nach Nulldurchgang den Augenblickswert u = 321 V. **Berechnen Sie** die Frequenz.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** LF - 5	**Grundlagen Dreiphasenwechselspannung Lösung**

Die Elektroenergieversorgung erfolgt weltweit meistens mithilfe von Drehstromsystemen. In Drehstromsystemen werden drei Wechselspannungen gemeinsam übertragen.

A1: **Beschreiben Sie** mithilfe von Abbildung 1 die Entstehung einer Dreiphasenwechselspannung.



Im Drehstromgenerator befinden sich drei um 120° räumlich versetzte Spulen. Durch Einwirkung eines magnetischen Drehfeldes werden in diesen Spulen Spannungen induziert, die gegeneinander um 120° phasenverschoben sind.

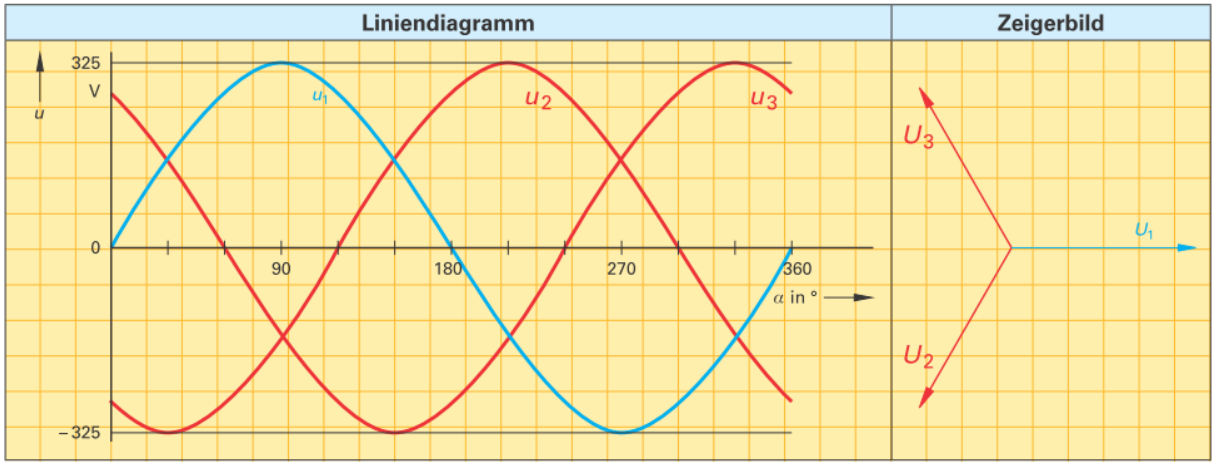
A2: Welche Eigenschaften haben die drei Spannungen u_1, u_2 und u_3 eines Drehstromsystems?

- Sie sind sinusförmig,
- sind jeweils um 120° zueinander phasenverschoben,
- haben den gleichen Maximalwert und die gleiche Frequenz.

A3: **Geben Sie** die Spannungsgleichung für u_3 an.

$u_1 = \hat{u}_1 \cdot sin\ \alpha$	$u_2 = \hat{u}_2 \cdot sin(\alpha - 120°)$	$u_3 = \hat{u}_3 \cdot sin(\alpha - 240°)$

A4: **Ergänzen Sie** die Spannungen u_2 und u_3 einer Dreiphasenwechselspannung als a) Liniendiagramm und b) Zeigerbild. Der Maximalwert û beträgt jeweils 325 V.



A5: **Berechnen Sie** für den Zeitpunkt α = 150° die Momentanwerte für u_1, u_2 und u_3 anschließend die Summe der drei Momentanwerte.

$$u_1 = \hat{u}_1 \cdot 150° = 325\,V \cdot 0{,}5 = 162{,}5\,V$$

$u_2 = \hat{u}_2 \cdot \sin(150° - 120°) = 325\ \text{V} \cdot 0{,}5 = 162{,}5\ \text{V}$

$u_3 = \hat{u}_3 \cdot \sin(150° - 240°) = 325\ \text{V} \cdot (-1) = -325\ \text{V}$

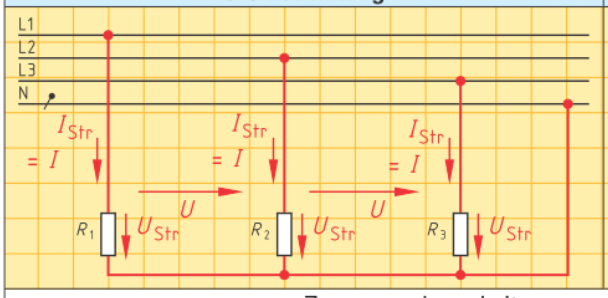
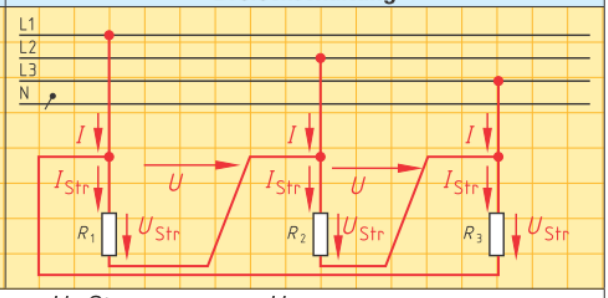
$u_{ges} = u_1 + u_2 + u_3 = 162{,}5\ \text{V} + 162{,}5\ \text{V} + (-325\ \text{V}) = 0\ \text{V}$

A6: Die Summe der Momentanwerte der drei Wechselspannungen ist immer gleich 0 V. Die drei Wechselspannungen werden meist zusammengeschaltet (verkettet). **Nennen Sie** die beiden in der Drehstromtechnik verwendeten Verkettungsarten.

1. Sternschaltung
2. Dreieckschaltung

A7: **Zeichnen Sie** in Tabelle 1
a) die entsprechenden Leitungsverbindungen für die geforderten Schaltungen ein
b) **Tragen Sie** in beiden Schaltungen die Strang- und Leitergrößen von Spannung und Strom **ein** und
c) **geben Sie** die Formeln für die Zusammenhänge zwischen Strang- und Leitergrößen für beide Schaltungen **an**.

Tabelle 1: Verkettungsarten

Sternschaltung	Dreieckschaltung
	
Zusammenhang Leiterspannung U – Strangspannung U_{Str}	
$U = \sqrt{3} \cdot U_{Str}$	$U = U_{Str}$
Zusammenhang Leiterstrom I – Strangstrom I_{Str}	
$I = I_{Str}$	$I = \sqrt{3}\, I_{Str}$

A8: **Geben Sie an** wie der Faktor $\sqrt{3}$ in den Formeln für Drehstromberechnungen genannt wird.

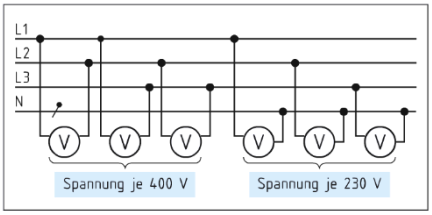
Verkettungsfaktor

A9: **Ermitteln Sie** in jeder Zeile die fehlenden Größen bei Stern- und Dreieckschaltung und **tragen Sie** die Werte in die folgende Tabelle 2 **ein**.

Tabelle 2: Leiter- und Stranggrößen

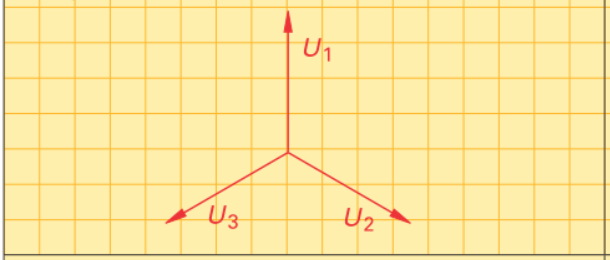
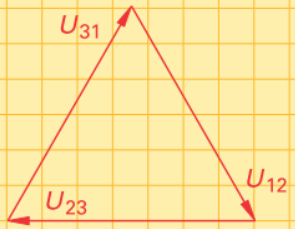
	Sternschaltung				Dreieckschaltung			
Gegeben:	U	U_{Str}	I	I_{Str}	U	U_{Str}	I	I_{Str}
$U_{Str} = 230$ V	400 V	230 V	–	–	230 V	230 V	–	–
$I = 12$ A	–	–	12 A	12 A	–	–	12 A	6,93 A
$I_{Str} = 9{,}3$ A	–	–	9,3 A	9,3 A	–	–	16,1 A	9,3 A
$U = 690$ V	690 V	400 V	–	–	690 V	690 V	–	–

A10: Im 400 V Netz beträgt die Leiterspannung U = 400 V, die Spannung zwischen den Außenleitern und Neutralleiter UN = 230 V. **Geben Sie an** welcher Vorteil sich das Nutzen eines solchen Netzes für die Nutzer ergibt.



Es können sowohl Verbraucher mit einer Bemessungsspannung von 400 V als auch mit einer Bemessungsspannung von 230 V angeschlossen werden.

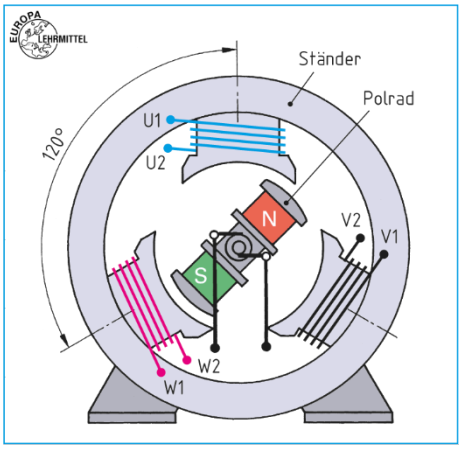
A11: **Tragen Sie** die Zeigerbilder der Spannungen jeweils für Stern- und Dreieckschaltung **ein** und **geben Sie** das Zeichen der betreffenden Schaltung **ein**.

Sternschaltung	Dreieckschaltung
a) Zeigerbild 	**a)** Zeigerbild 
b) Zeichen Y	**b)** Zeichen Δ

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** LF - 5	**Grundlagen Dreiphasenwechselspannung**

Die Elektroenergieversorgung erfolgt weltweit meistens mithilfe von Drehstromsystemen. In Drehstromsystemen werden drei Wechselspannungen gemeinsam übertragen.

A1: **Beschreiben Sie** mithilfe von Abbildung 1 die Entstehung einer Dreiphasenwechselspannung.

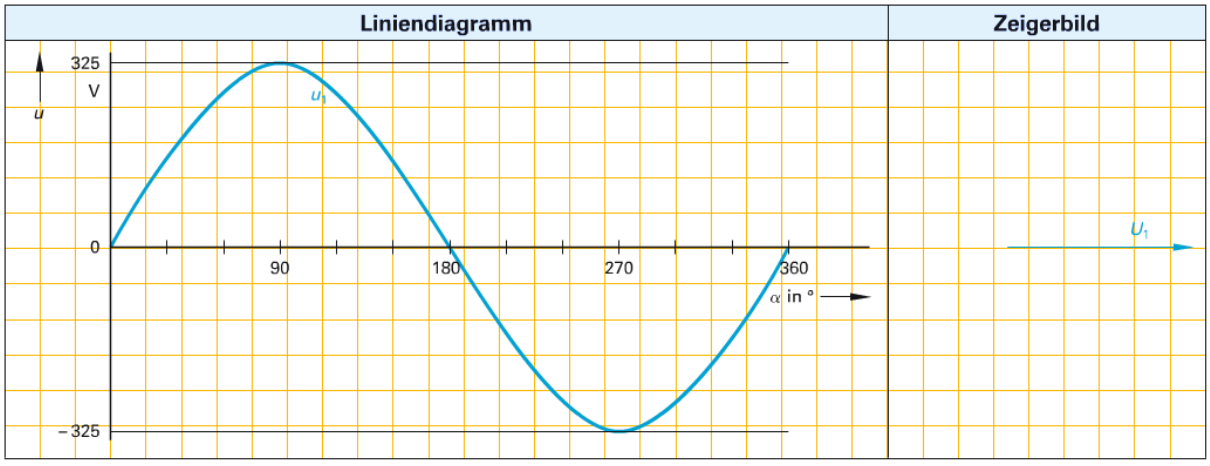


A2: Welche Eigenschaften haben die drei Spannungen u_1, u_2 und u_3 eines Drehstromsystems?

A3: **Geben Sie** die Spannungsgleichung für u_3 an.

$u_1 = \hat{u}_1 \cdot sin\ \alpha$	$u_2 = \hat{u}_2 \cdot sin(\alpha - 120°)$	

A4: **Ergänzen Sie** die Spannungen u_2 und u_3 einer Dreiphasenwechselspannung als a) Liniendiagramm und b) Zeigerbild. Der Maximalwert û beträgt jeweils 325 V.



A5: **Berechnen Sie** für den Zeitpunkt α = 150° die Momentanwerte für u_1, u_2 und u_3 anschließend die Summe der drei Momentanwerte.

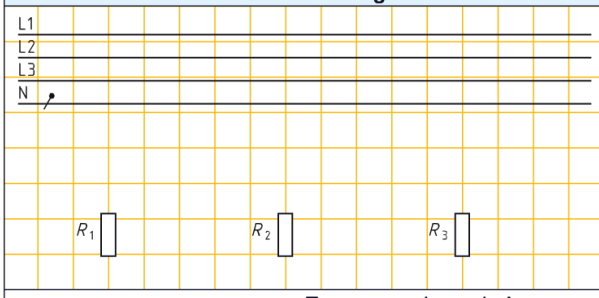
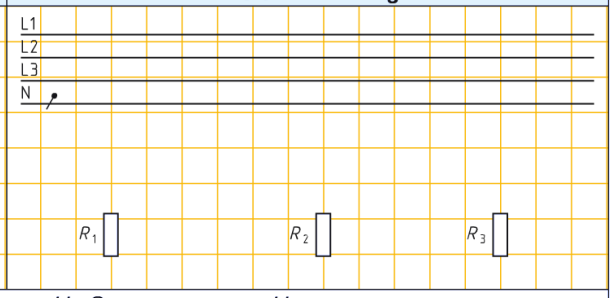
$u_1 = \hat{u}_1 \cdot 150° = 325\,V \cdot 0{,}5 = 162{,}5\,V$

A6: Die Summe der Momentanwerte der drei Wechselspannungen ist immer gleich 0 V. Die drei Wechselspannungen werden meist zusammengeschaltet (verkettet). **Nennen Sie** die beiden in der Drehstromtechnik verwendeten Verkettungsarten.

1. 2.

A7: **Zeichnen Sie** in Tabelle 1
a) die entsprechenden Leitungsverbindungen für die geforderten Schaltungen ein
b) **Tragen Sie** in beiden Schaltungen die Strang- und Leitergrößen von Spannung und Strom **ein** und
c) **geben Sie** die Formeln für die Zusammenhänge zwischen Strang- und Leitergrößen für beide Schaltungen **an**.

Tabelle 1: Verkettungsarten

Sternschaltung	Dreieckschaltung
	
Zusammenhang Leiterspannung U – Strangspannung U_{Str}	
Zusammenhang Leiterstrom I – Strangstrom I_{Str}	

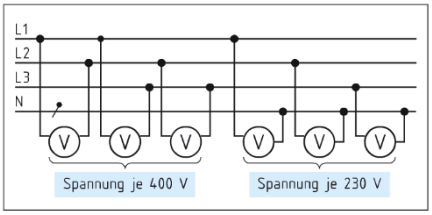
A8: **Geben Sie an** wie der Faktor $\sqrt{3}$ in den Formeln für Drehstromberechnungen genannt wird.

A9: **Ermitteln Sie** in jeder Zeile die fehlenden Größen bei Stern- und Dreieckschaltung und **tragen Sie** die Werte in die folgende Tabelle 2 **ein**.

Tabelle 2: Leiter- und Stranggrößen

	Sternschaltung				Dreieckschaltung			
Gegeben:	U	U_{Str}	I	I_{Str}	U	U_{Str}	I	I_{Str}
$U_{Str} = 230$ V			–	–			–	–
$I = 12$ A	–	–			–	–		
$I_{Str} = 9{,}3$ A	–	–			–	–		
$U = 690$ V			–	–			–	–

A10: Im 400 V Netz beträgt die Leiterspannung U = 400 V, die Spannung zwischen den Außenleitern und Neutralleiter UN = 230 V. **Geben Sie an** welcher Vorteil sich das Nutzen eines solchen Netzes für die Nutzer ergibt.



A11: **Tragen Sie** die Zeigerbilder der Spannungen jeweils für Stern- und Dreieckschaltung **ein** und **geben Sie** das Zeichen der betreffenden Schaltung **ein**.

Sternschaltung	Dreieckschaltung
a) Zeigerbild	**a)** Zeigerbild
b) Zeichen	**b)** Zeichen

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 3	**Schaltungstechnik** *Grundschaltungen mit Schützen*

In der Steuerungstechnik gibt es grundlegende Schützschaltungen, die in Steuerungen (Bild 1) verwendet werden. Bei der Planung einer Steuerung muss je nach Anforderung die richtige Steuerschaltung ausgewählt und der dazugehörige Stromlaufplan erstellt werden können.

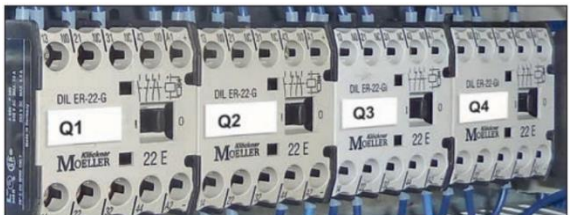


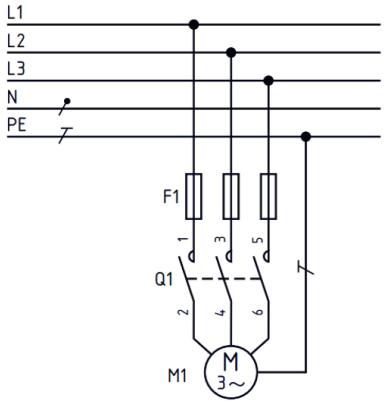
Bild 1: Steuerung mit Schützschaltung

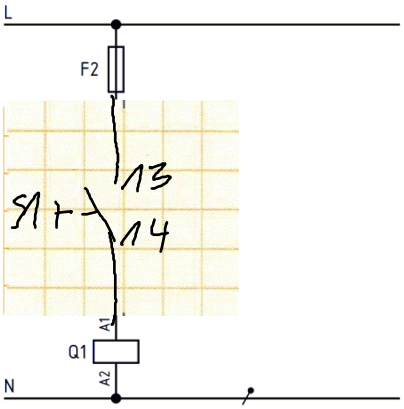
Aufgabe 1: Ein Motor soll solange in Betrieb sein, wie der Taster S1 betätigt wird.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **bezeichnen Sie** die beiden Stromkreise.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)





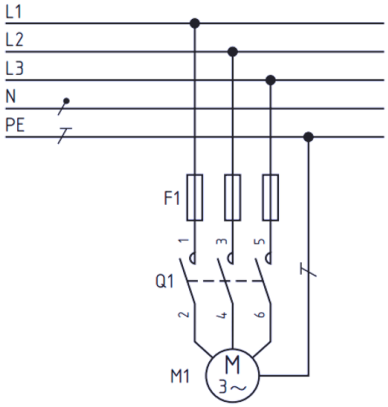
d) _____ _____

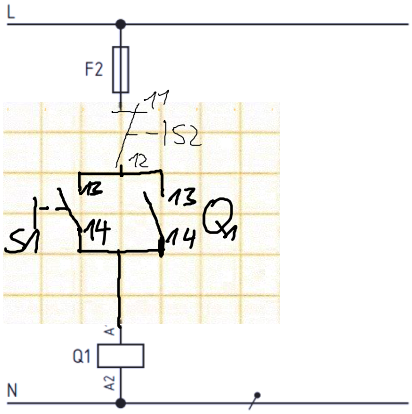
Aufgabe 2: Ein Motor soll durch kurzzeitige Betätigung des Taster S1 eingeschaltet werden und eingeschaltet bleiben. Durch kurzzeitigen Druck auf den Taster S2 soll der Motor wieder ausgeschaltet werden.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **begründen Sie**, warum die Schaltung einen Schutz vor selbständigen Wiederanlauf nach einem Stromausfall gewährt.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)



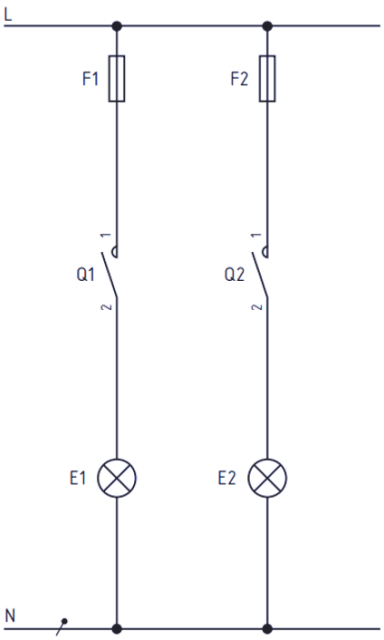


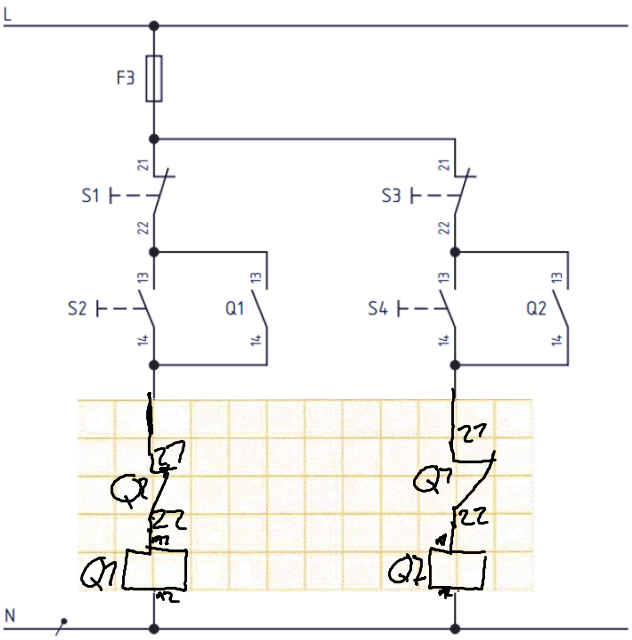
d) _____ _____

Aufgabe 3:
Zwei Beleuchtungen sollen jeweils einzeln, aber nie gleichzeitig in Betrieb gehen können
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)

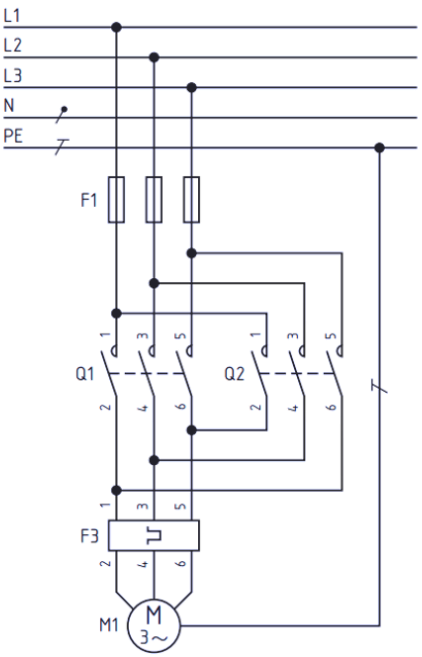


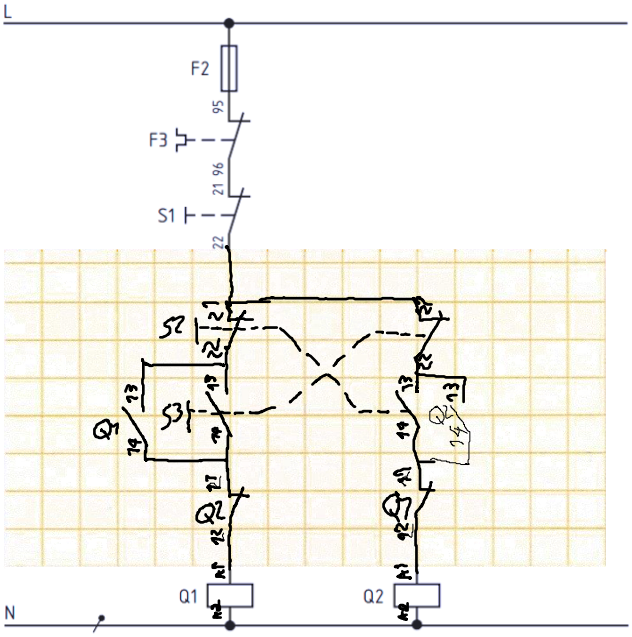


Aufgabe 4: Die Drehrichtung eines Drehstrommotors soll mit S1, S2 und S3 geschaltet werden können, ohne dass die Stopp-Taste gedrückt werden muss. Dabei muss sichergestellt sein, dass niemals beide Schütze gleichzeitig anziehen.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)





Aufgabe 5: **Welche Bezeichnung** und **welche Aufgabe** hat das Betriebsmittel a) F1 und b) F3?

a) _____

b) _____

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 3	**Schaltungstechnik** *Grundschaltungen mit Schützen*

In der Steuerungstechnik gibt es grundlegende Schützschaltungen, die in Steuerungen (Bild 1) verwendet werden. Bei der Planung einer Steuerung muss je nach Anforderung die richtige Steuerschaltung ausgewählt und der dazugehörige Stromlaufplan erstellt werden können.

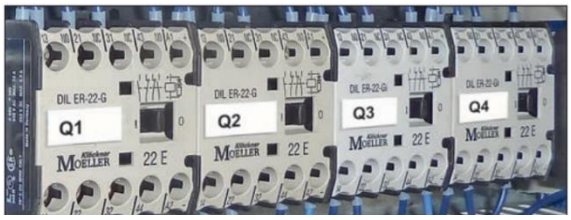


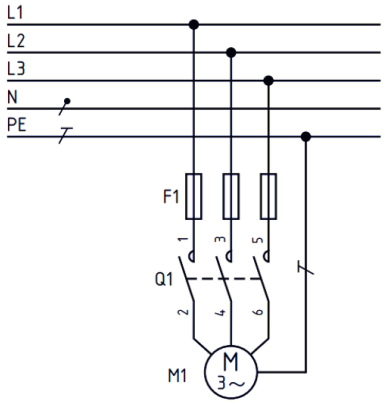
Bild 1: Steuerung mit Schützschaltung

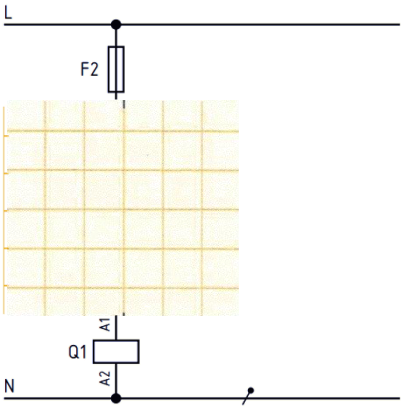
Aufgabe 1: Ein Motor soll solange in Betrieb sein, wie der Taster S1 betätigt wird.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **bezeichnen Sie** die beiden Stromkreise.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)





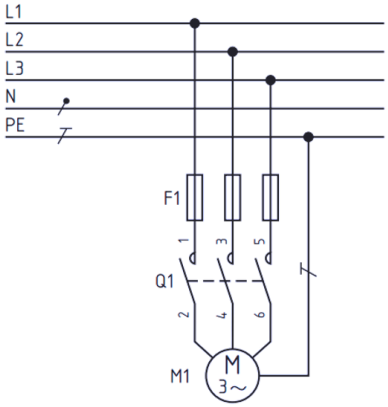
d) _____ _____

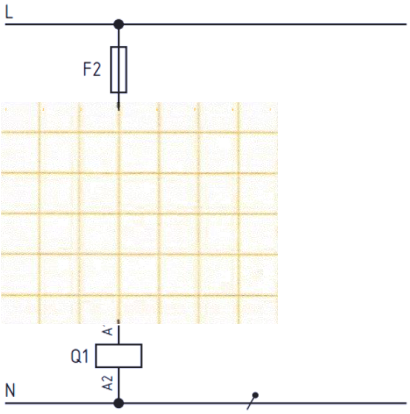
Aufgabe 2: Ein Motor soll durch kurzzeitige Betätigung des Taster S1 eingeschaltet werden und eingeschaltet bleiben. Durch kurzzeitigen Druck auf den Taster S2 soll der Motor wieder ausgeschaltet werden.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **begründen Sie**, warum die Schaltung einen Schutz vor selbständigen Wiederanlauf nach einem Stromausfall gewährt.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)



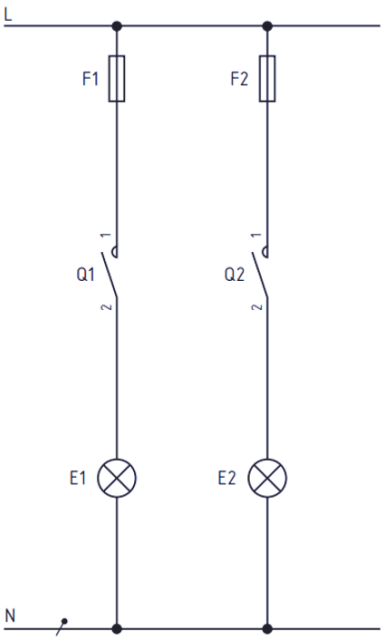


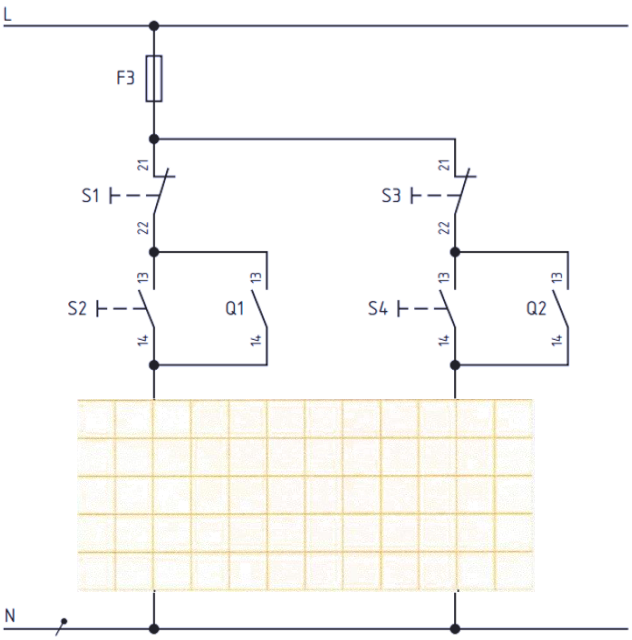
d) _____

Aufgabe 3:
Zwei Beleuchtungen sollen jeweils einzeln, aber nie gleichzeitig in Betrieb gehen können
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)

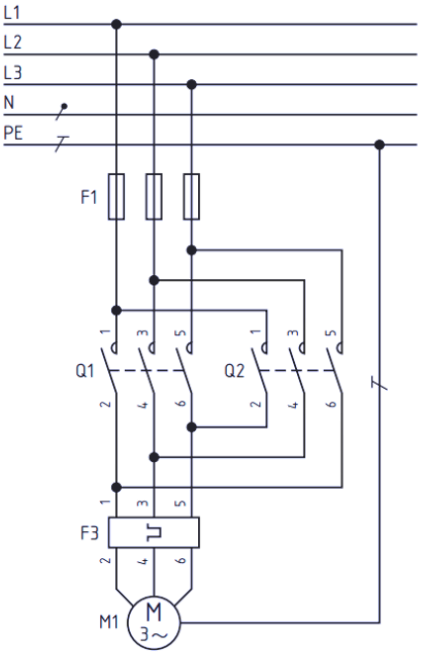


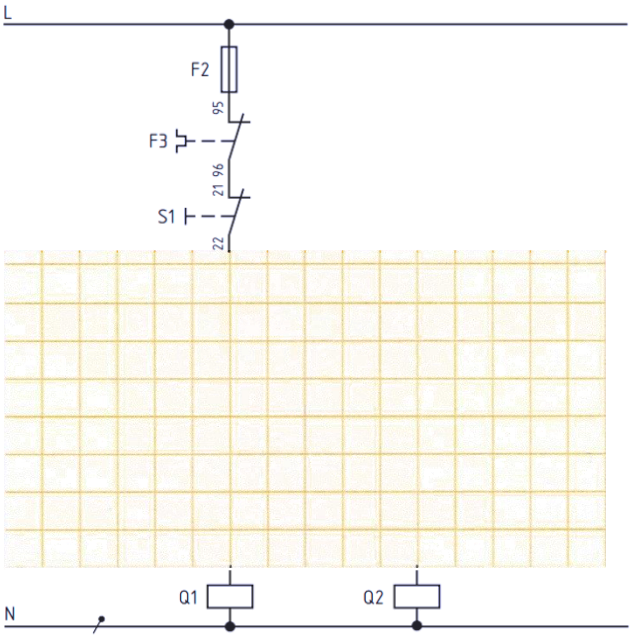


Aufgabe 4: Die Drehrichtung eines Drehstrommotors soll mit S1, S2 und S3 geschaltet werden können, ohne dass die Stopp-Taste gedrückt werden muss. Dabei muss sichergestellt sein, dass niemals beide Schütze gleichzeitig anziehen.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)





Aufgabe 5: **Welche Bezeichnung** und **welche Aufgabe** hat das Betriebsmittel a) F1 und b) F3?

a) _____

b) _____

Videos zur Information

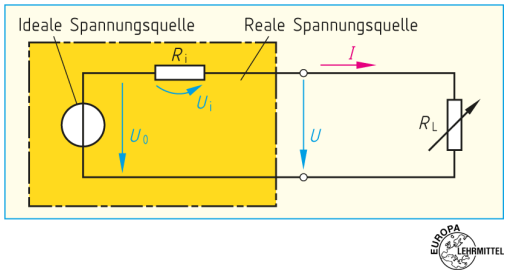
ideale und reale Spannungsquelle: https://www.youtube.com/watch?v=IkJloV_E-KA

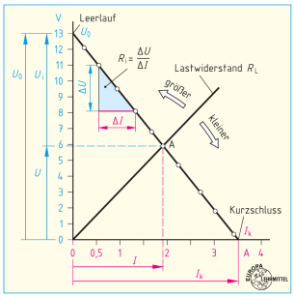
Innenwiderstand berechnen: https://www.youtube.com/watch?v=84HL979b-jA

Innenwiderstand

Ein Spannungserzeuger besteht immer aus einer Spannungsquelle und einen in Reihe geschalteten Widerstand. Die Spannungsquelle wird als Quellenspannung U_0 bezeichnet. Der Widerstand wird als Innenwiderstand R_i bezeichnet. Die Schaltung aus Spannungsquelle und Innenwiderstand ist die Ersatzschaltung eines Spannungserzeugers.

Quelle: https://www.elektronik-kompendium.de/sites/grd/0708161.htm





Berechnung des Innenwiderstandes

Der Innenwiderstand ist die Differenz zweier Messpunkte. Es wird also jeweils die Spannung und der Strom bei zwei verschiedenen Belastungsfällen gemessen und die jeweilige Differenz als Betrag berechnet. Daraus lässt sich dann der Innenwiderstand der Quelle mit folgender Formel berechnen:

$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{|U_2 - U_1|}{|I_2 - I_1|}$$

Vereinfachen lässt sich die Formel, wenn einer der beiden Messpunkte die Leerlaufspannung ist. Bei Leerlaufspannung ist der Strom gleich Null. Dadurch ergibt sich folgende vereinfachte Formel:

$$R_i = \frac{U_0 - U}{I}$$

Sollte nun auch der Kurzschlussstrom bekannt sein lässt sich die Berechnung nochmals vereinfachen.

$$R_i = \frac{U_0}{I_K}$$

Beispielaufgabe

Die Klemmenspannung einer NiMH-Zelle in einem Walkman geht bei Belastung mit 50 mA auf 1,3 V zurück. Die Leerlaufspannung der Zelle beträgt 1,32 V.

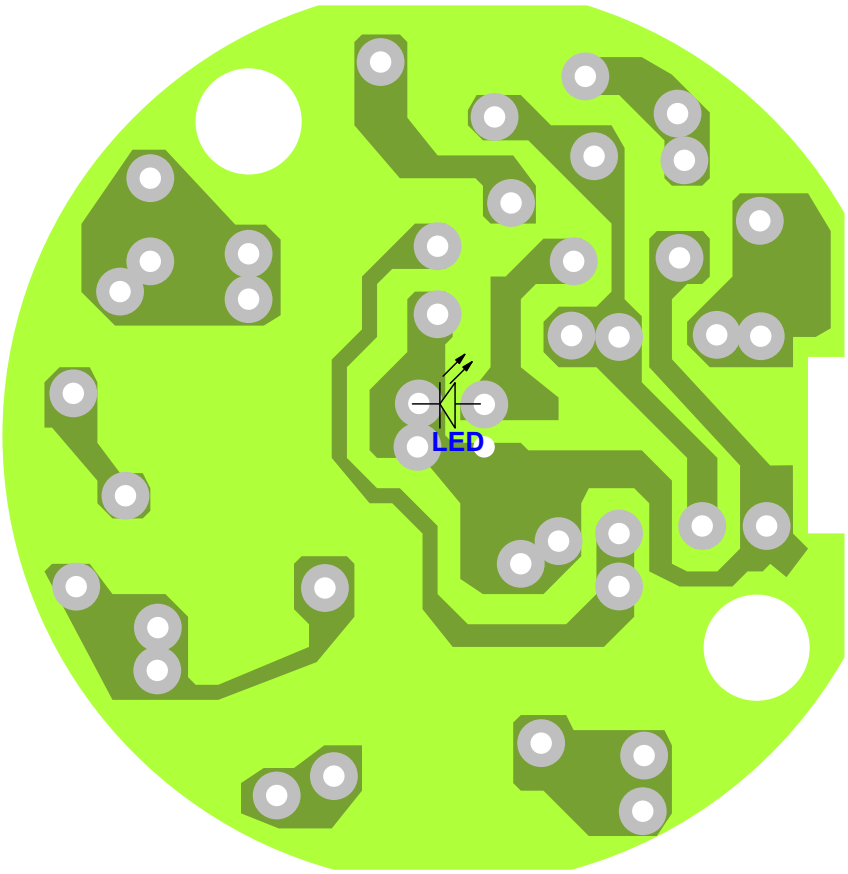
Berechnen Sie a) den Innenwiderstand, **b)** den Lastwiderstand.

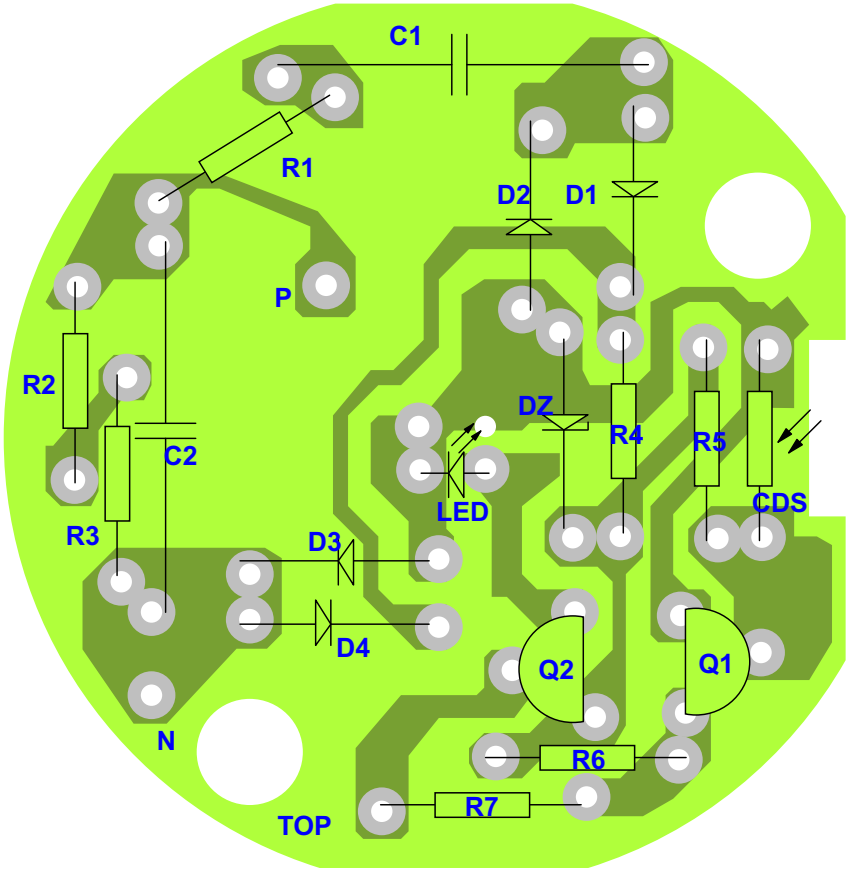
a) $U = U_0 - I \cdot R_i \quad \Rightarrow \quad R_i = \frac{U_0 - U}{I} = \frac{1{,}32V - 1{,}3V}{0{,}05A} = 0{,}4\ \Omega$

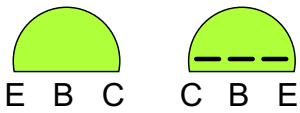
b) $I = \frac{U_0}{R_i + R_L} \quad \Rightarrow \quad R_L = \frac{U_0}{I} - R_i = \frac{1{,}32V}{0{,}05A} - 0{,}4\ \Omega = 26\ \Omega$

Aufgabe:

Erstellen Sie aus dem Platinenlayout und dem Bestückungsplan den Stromlaufplan.
Erläutern Sie die Funktion der Schaltung.

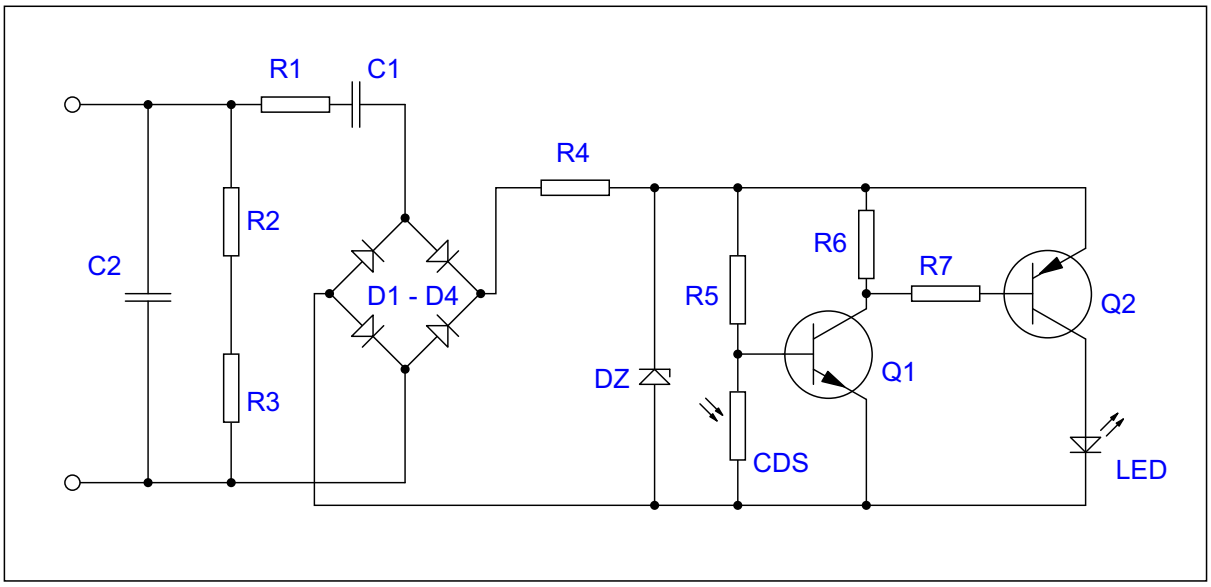






C1 0,47 µF
C2 0,1 µF 275 V AC
Q1 S8050 (NPN)
Q2 S8550 (PNP)
LDR - Light Dependent Resistor
CdS- Cadmiumsulfid

Nachtlicht - Stromlaufplan



Funktionsweise:

Das hier vorliegende Nachtlicht ist ein helligkeitsgesteuertes Licht.
Das Nachtlicht schaltet die LED aus, wenn Licht auf den Fotowiderstand fällt, da dieser dann niederohmig ist.
Die LED wird mit Gleichspannung gespeist. Dafür verantwortlich sind D1 - D4, die als Brückengleichrichterschaltung arbeiten. Zur Gesamtstrombegrenzung dient hauptsächlich der Kondensator C1 mit seinem kapazitiven Blindwiderstand. Der Widerstand R1 wird neben seiner Strombegrenzungsfunktion als Sicherung eingesetzt. Er brennt ab, falls C1 durchschlagen sollte. Die Widerstände R2 und R3 entladen C1 (und C2), so das keine Restspannung an den Anschlüssen auftritt, wenn das Licht vom Netz genommen wird. C2 dient dem Abblocken (kurzschließen) von hochfrequenten Störungen, die auf der Versorgungsleitung auftreten können, bzw. unterdrückt Spannungsspitzen, die die LED gefährden könnten.

Nach Gleichrichtung der Versorgungsspannung wird diese durch die Zenerdiode DZ in Verbindung mit R4 (Vorwiderstand für DZ) stabilisiert (Zenerdiodenstabilisierung).
Die Transistoren steuern die LED entsprechend dem Widerstandswert des Fotowiderstandes CDS an.

Ist CDS hochohmig (Dunkelheit), so kann ein Basisstrom von R4, über R5, Basis-Emitter-Pfad Q1 fließen. Damit steuert Q1 durch und an R6 fällt die volle Betriebsspannung ab. Dabei ist der Verbindungspunkt R6-R7 auf Massepotential. Somit kann ein Basisstrom von Q2 fließen, nämlich von R6 über Emitter-Basis-Pfad Q2, R7 und Kollektor-Emitter-Strecke Q1. Deshalb öffnet auch Q2 und die LED leuchtet. R7 dient der Basisstrombegrenzung von Q2.

Fällt Umgebungslicht auf CDS, so wird dieser niedrohmig. Es fließt ein relativ großer Querstrom über R5 und CDS. Damit ist die Basis-Emitter-Strecke von Q1 kurzgeschlossen, und dieser sperrt. Dadurch wird der Kollektor von Q1 auf hohes Betriebsspannungspotential gehoben. Somit liegt die Basis von Q2 auf etwa dem gleichen Spannungsniveau wie deren Emitter. Als Folge kann kein Basisstrom mehr fließen, und der Transistor Q2 sperrt, so dass die LED nicht mehr leuchten kann.

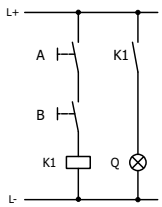
Klasse Datum

Name

Logische Grundfunktionen

Ergänzen Sie mit Hilfe des Stromlaufplanes die Wertetabelle. Benennen Sie die Grundfunktion, geben Sie für diese das Schaltzeichen und die Funktionsgleichung an.

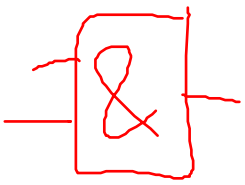
Stromlaufplan	Wertetabelle	Funktionsname Funktionsgleichung	Schaltzeichen

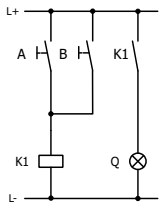


B	A	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

UND

a ∧ b

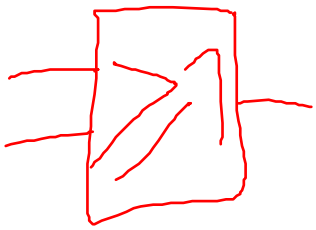


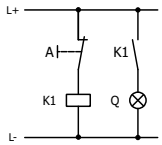


B	A	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ODER

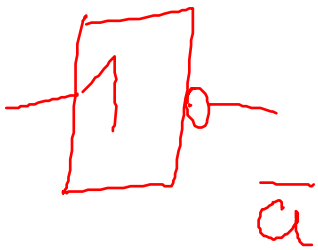
a ∨ b

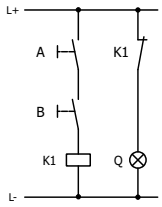




A	Q
0	1
1	0

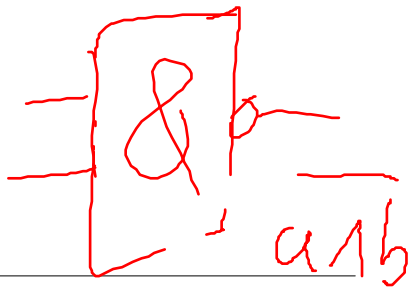
NICHT

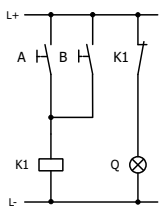




B	A	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NAND





B	A	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOR



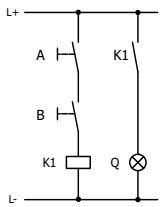
Klasse Datum

Name

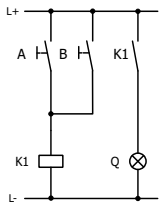
Logische Grundfunktionen

Ergänzen Sie mit Hilfe des Stromlaufplanes die Wertetabelle. Benennen Sie die Grundfunktion, geben Sie für diese das Schaltzeichen und die Funktionsgleichung an.

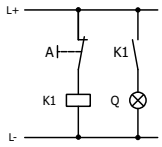
Stromlaufplan	Wertetabelle	Funktionsname Funktionsgleichung	Schaltzeichen



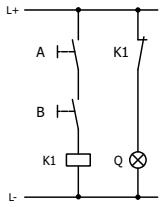
B	A	Q
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



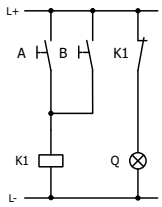
B	A	Q
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



A	Q
0	
1	



B	A	Q
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



B	A	Q
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

AB logische Grundschaltungen analysieren Lösung

A1:

B)

a	b	x
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$x = a \wedge b = \overline{\bar{a} \vee \bar{b}}$

D)

a	b	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$x = \overline{a \vee b} = \bar{a} \wedge \bar{b}$

F)

a	b	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$x = a \vee b = \overline{\bar{a} \wedge \bar{b}}$

H)

a	b	x
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$x = \overline{a \wedge b} = \bar{a} \vee \bar{b}$

A2:

A = H

C = F

E = B

G = D

A3)

A:

a	b	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$x = (\bar{a} \wedge b) \vee a = a \vee b$

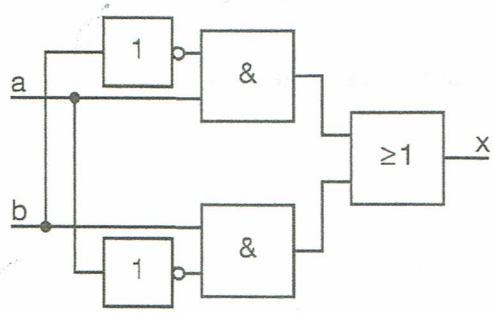
B)

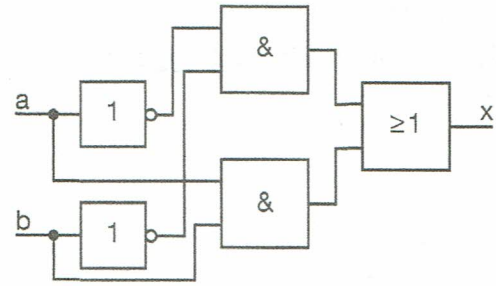
a	b	x
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$x = (\bar{a} \vee b) \wedge a = a \wedge b$

A 4: Stellen Sie für die Analyse der beiden Schaltungen

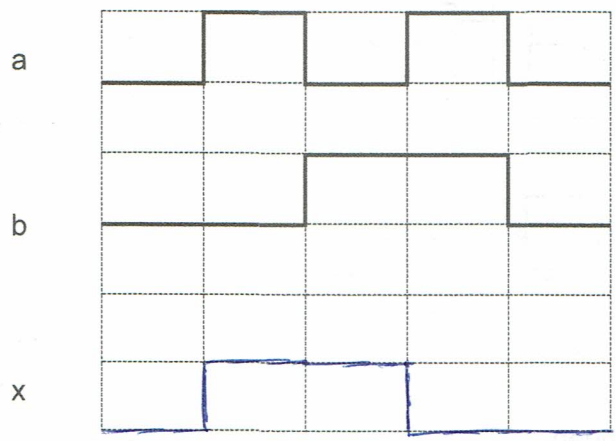
- die Wertetabellen auf,
- zeichnen Sie die Signal-Zeit-Verläufe für die Ausgangsignale,
- stellen Sie die Funktionsgleichungen auf,
- beschreiben Sie die Besonderheiten der Schaltungen und
- geben Sie die jeweiligen Logiksymbole an,

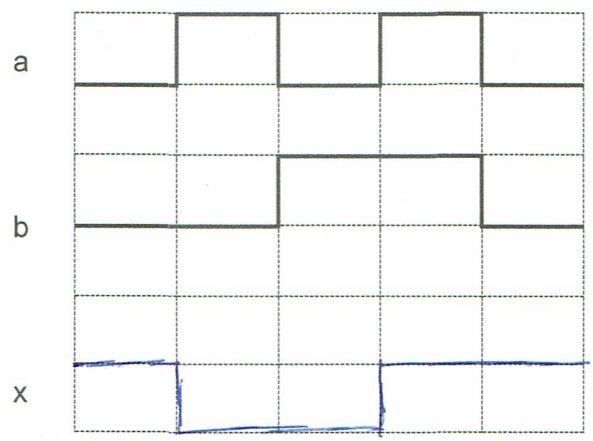




a	b	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

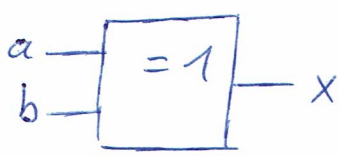
a	b	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1





$x = (a \wedge \bar{b}) \vee (\bar{a} \wedge b)$

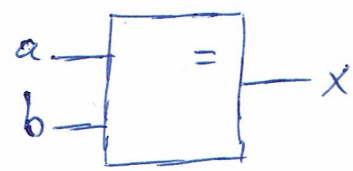
Antivalenz



Exklusiv-ODER
(XOR)

$x = (\bar{a} \wedge \bar{b}) \vee (a \wedge b)$

Äquivalenz



Exklusiv-Nicht-ODER
(XNOR)

Name: *Klasse:*

Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** Lernfeld 2	**Schaltplanarten unterscheiden**

Schaltpläne sind zeichnerische Darstellungen, welche den Zusammenhang und die Art von elektrischen Betriebsmitteln durch Schaltzeichen beschreiben. Man unterscheidet hauptsächlich Pläne, die Wirkungsweise, Anordnung und Verdrahtung der jeweiligen Schaltung wiedergeben.

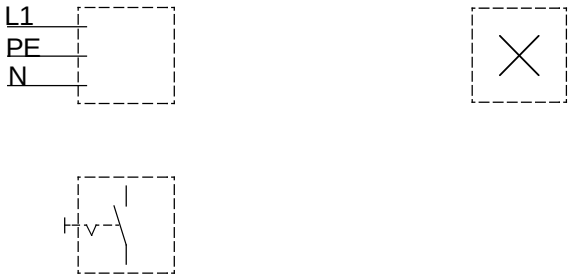
A 1: Bearbeiten Sie zur Unterscheidung der Schaltplanarten die folgenden Aufgaben.

- Charakterisieren Sie die Besonderheiten der jeweiligen Schaltplanart.
- Stellen Sie einen einfachen Stromkreis mit Ausschalter in den unten benannten Schaltplänen dar.
- Kennzeichnen Sie die eingezeichneten Betriebsmittel normgerecht.
- Nennen Sie Ausführungsrichtlinien, die für alle Schaltpläne gelten.

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung:



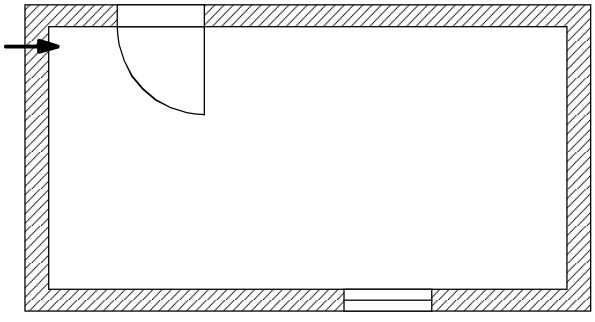
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung:



Übersichtsschaltplan:



Installationsplan:



Ausführungsrichtlinien:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**Schutz durch automatische Abschaltung**	**IE**
		LF - 5

Onlinevariante und weitere Aufgaben:
Link: https://app.Lumi.education/run/0_IcU7

Allgemeines

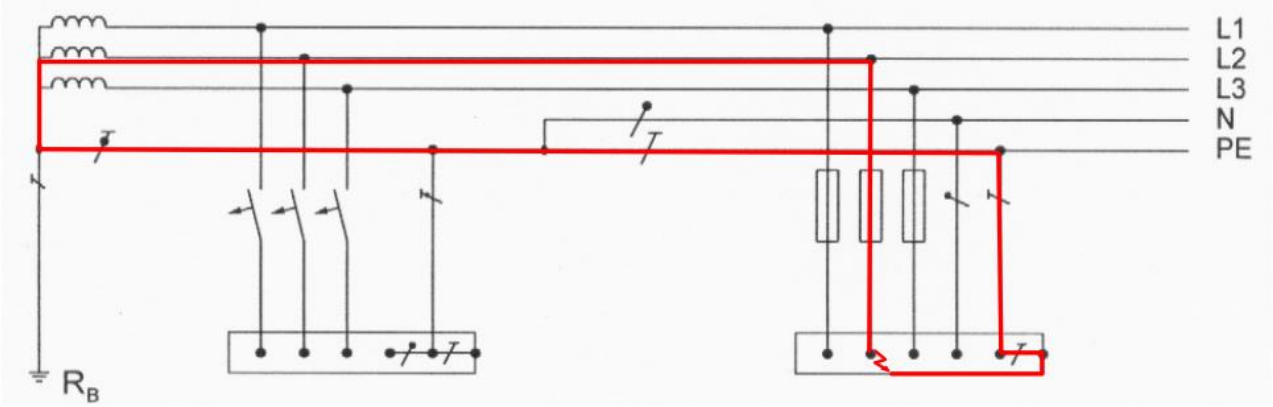
Viele elektrische Betriebsmittel lassen sich nicht der Schutzklasse II oder gar der Schutzklasse III zuordnen. Deshalb kommt trotz einer Vielzahl elektrischer Schutzmaßnahmen dem „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" eine enorme Bedeutung zu. Ziel dieser Schutzmaßnahme ist es, im Fehlerfall (z.B. Körperschluss an einem Betriebsmittel der Schutzklasse I) eine gefährliche Berührungsspannung innerhalb kurzer Zeit zu beseitigen. Abhängig von der Art der Erdverbindungen unterscheidet man die ***Schutzmaßnahmen***

„Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im Fehlerfall"

im TN-, TT- oder IT-System.

Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System

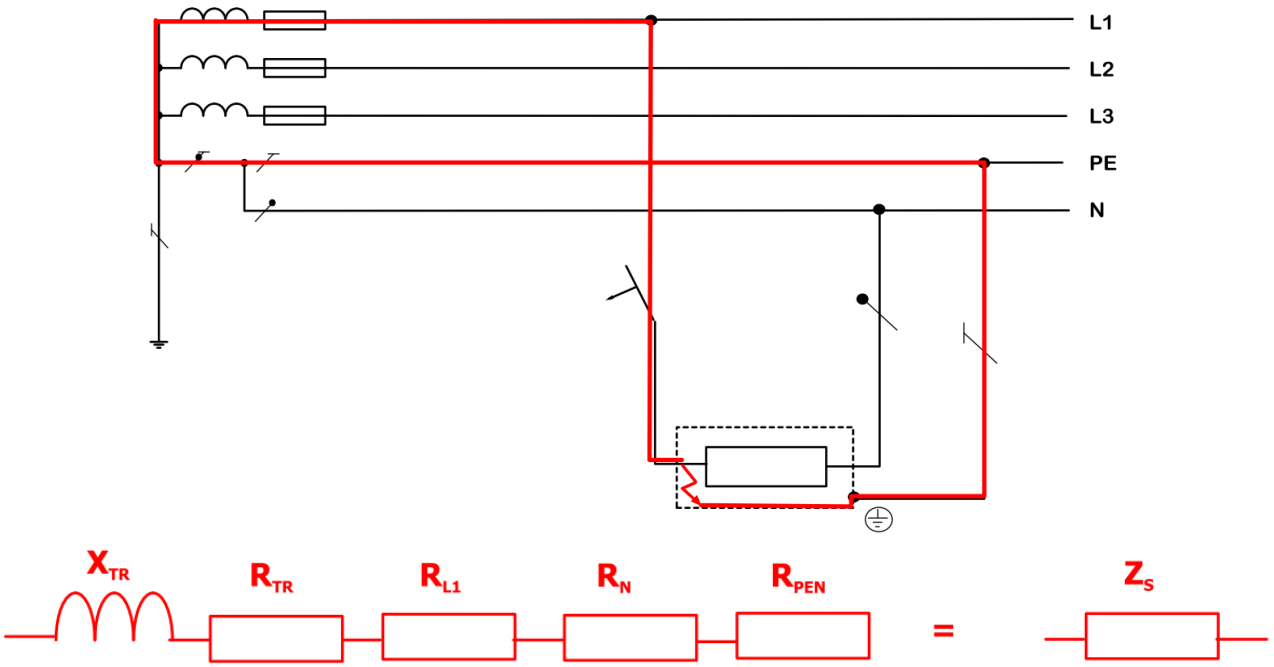
Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist an bestimmte Voraussetzungen gebunden. So müssen z.B. die Körper der Betriebsmittel mit der Schutzklasse I an einen Schutzleiter angeschlossen werden. Dabei sind Normvorgaben entsprechend seiner Bemessung, Kennzeichnung und Verlegung zu beachten (DIN VDE 0100 Teil 540).



Beschreiben Sie das Funktionsprinzip im Fehlerfall:

Was ist die Schleifenimpedanz?

Die Schleifen- oder Netzschleifenimpedanz Z_S ist die Summe der Impedanzen (Scheinwiderstände) durch die im Fehlerfall der Kurzschlussstrom fließt. Dazu zählen die Impedanzen der Stromquelle (z.B. Scheinwiderstand der sekundärseitigen Transformatorspule), des Außenleiters bis zur Messstelle und die Impedanzen der Rückleitung (z.B. Impedanzen von PE und PEN) einschließlich aller Übergangswiderstände an Klemmstellen. Im untenstehenden Bild ist der Stromweg für den Fehlerfall farbig gezeichnet. Alle Widerstände, die in diesem „Stromweg liegen" bilden die Schleifenimpedanz. Da bei gängigen Messverfahren zur Bestimmung der Netzschleifenimpedanz nur der ohmsche Anteil der Impedanz gemessen wird, spricht man mit hinreichender Genauigkeit manchmal auch nur vom Schleifenwiderstand R_S (Gilt allerdings nicht für Anlagen in unmittelbarer Umgebung von Transformatoren!).



Abschaltbedingung:

Die Schleifenimpedanz muss so klein sein, dass im Fehlerfall der Kurzschlussstrom I_K am entferntesten Punkt des Netzes mindestens den erforderlichen Abschaltstrom I_a der vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung erreicht. Dieser Abschaltstrom bewirkt ein Abschalten innerhalb der vorgeschriebenen Abschaltzeiten. Da der Kurzschlussstrom, die Netzspannung und die Schleifenimpedanz nach dem ohmschen Gesetz miteinander verknüpft sind, ergibt sich der untenstehende Zusammenhang.
Wird bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im Fehlerfall" eine RCD eingesetzt, erfolgt das Abschalten bei wesentlich kleineren Strömen, da der Bemessungsdifferenzstrom der RCD gleich dem Abschaltstrom ist. Dadurch kann auch der Schleifenwiderstand wesentlich höhere Werte aufweisen.

Wichtiger Hinweis:
Bei der Erstprüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-610 muss die Schleifenimpedanz gemessen werden. Da die Erstprüfung vor Inbetriebnahme der Anlage erfolgt, sind die Widerstände der Leiter "kalt". Die Abschaltbedingung muss aber auch für den Betriebsfall gelten ("warme Leiter"). Aus diesem Grund ist in dieser Norm DIN VDE 0100-610 ein Korrekturfaktor von 2/3 zu berücksichtigen, der den Anstieg des Widerstandes bei steigender Temperatur beschreibt (Kaltleiterprinzip).

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Abschaltung nach DIN VDE 0100-410

$$Z_S \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a}$$

Abschaltung nach DIN VDE 0100-600

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**Schutz durch automatische Abschaltung**	**IE**
		LF - 5

Onlinevariante und weitere Aufgaben:
Link: https://app.Lumi.education/run/0_IcU7

Allgemeines

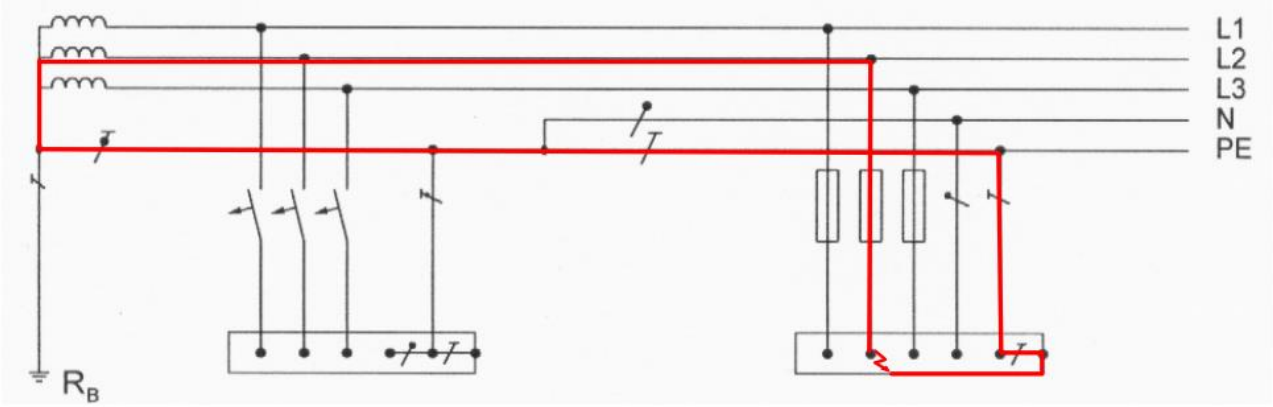
Viele elektrische Betriebsmittel lassen sich nicht der Schutzklasse II oder gar der Schutzklasse III zuordnen. Deshalb kommt trotz einer Vielzahl elektrischer Schutzmaßnahmen dem „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" eine enorme Bedeutung zu. Ziel dieser Schutzmaßnahme ist es, im Fehlerfall (z.B. Körperschluss an einem Betriebsmittel der Schutzklasse I) eine gefährliche Berührungsspannung innerhalb kurzer Zeit zu beseitigen. Abhängig von der Art der Erdverbindungen unterscheidet man die ***Schutzmaßnahmen***

„Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im Fehlerfall"

im TN-, TT- oder IT-System.

Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System

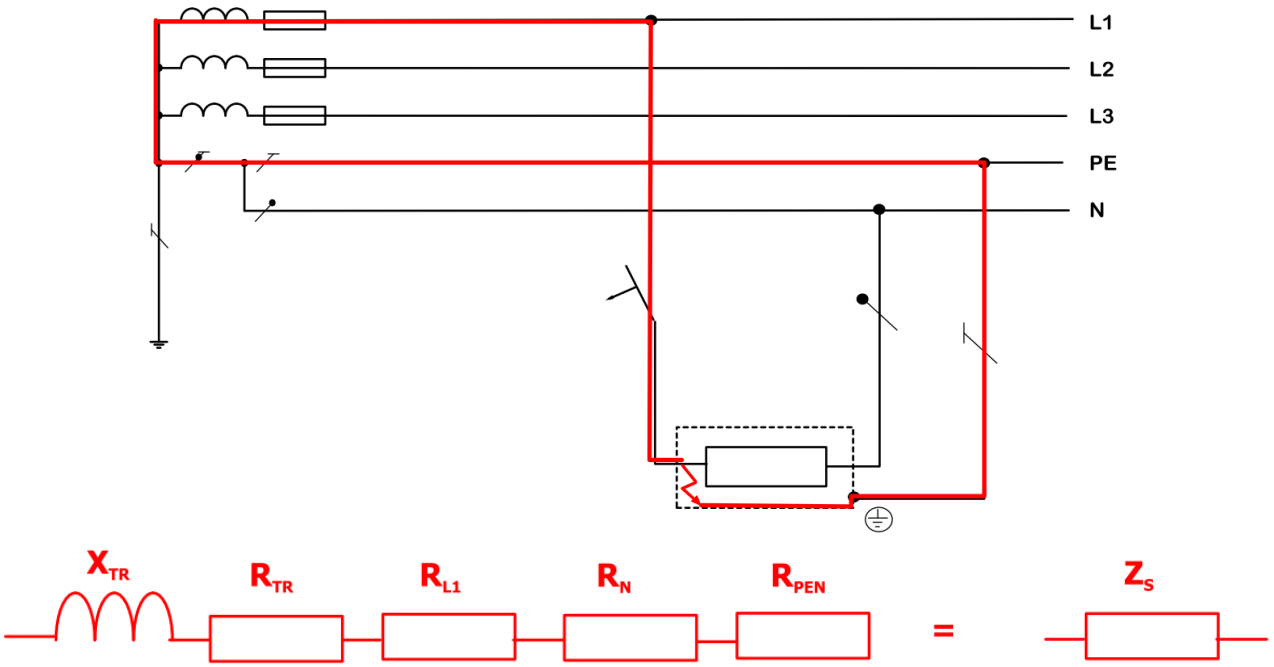
Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist an bestimmte Voraussetzungen gebunden. So müssen z.B. die Körper der Betriebsmittel mit der Schutzklasse I an einen Schutzleiter angeschlossen werden. Dabei sind Normvorgaben entsprechend seiner Bemessung, Kennzeichnung und Verlegung zu beachten (DIN VDE 0100 Teil 540).



Beschreiben Sie das Funktionsprinzip im Fehlerfall:

Was ist die Schleifenimpedanz?

Die Schleifen- oder Netzschleifenimpedanz Z_S ist die Summe der Impedanzen (Scheinwiderstände) durch die im Fehlerfall der Kurzschlussstrom fließt. Dazu zählen die Impedanzen der Stromquelle (z.B. Scheinwiderstand der sekundärseitigen Transformatorspule), des Außenleiters bis zur Messstelle und die Impedanzen der Rückleitung (z.B. Impedanzen von PE und PEN) einschließlich aller Übergangswiderstände an Klemmstellen. Im untenstehenden Bild ist der Stromweg für den Fehlerfall farbig gezeichnet. Alle Widerstände, die in diesem „Stromweg liegen" bilden die Schleifenimpedanz. Da bei gängigen Messverfahren zur Bestimmung der Netzschleifenimpedanz nur der ohmsche Anteil der Impedanz gemessen wird, spricht man mit hinreichender Genauigkeit manchmal auch nur vom Schleifenwiderstand R_S (Gilt allerdings nicht für Anlagen in unmittelbarer Umgebung von Transformatoren!).



Abschaltbedingung:

Die Schleifenimpedanz muss so klein sein, dass im Fehlerfall der Kurzschlussstrom I_K am entferntesten Punkt des Netzes mindestens den erforderlichen Abschaltstrom I_a der vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung erreicht. Dieser Abschaltstrom bewirkt ein Abschalten innerhalb der vorgeschriebenen Abschaltzeiten. Da der Kurzschlussstrom, die Netzspannung und die Schleifenimpedanz nach dem ohmschen Gesetz miteinander verknüpft sind, ergibt sich der untenstehende Zusammenhang.
Wird bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im Fehlerfall" eine RCD eingesetzt, erfolgt das Abschalten bei wesentlich kleineren Strömen, da der Bemessungsdifferenzstrom der RCD gleich dem Abschaltstrom ist. Dadurch kann auch der Schleifenwiderstand wesentlich höhere Werte aufweisen.

Wichtiger Hinweis:
Bei der Erstprüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-610 muss die Schleifenimpedanz gemessen werden. Da die Erstprüfung vor Inbetriebnahme der Anlage erfolgt, sind die Widerstände der Leiter "kalt". Die Abschaltbedingung muss aber auch für den Betriebsfall gelten ("warme Leiter"). Aus diesem Grund ist in dieser Norm DIN VDE 0100-610 ein Korrekturfaktor von 2/3 zu berücksichtigen, der den Anstieg des Widerstandes bei steigender Temperatur beschreibt (Kaltleiterprinzip).

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Abschaltung nach DIN VDE 0100-410

$$Z_S \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a}$$

Abschaltung nach DIN VDE 0100-600

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 1	**Belastete Spannungsquellen berechnen**	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

1. Eine Batterie hat eine Quellenspannung von 1,5 V. Der Innenwiderstand beträgt 0,25 Ω. Durch den Lastwiderstand fließt ein Strom von 750 mA. Berechnen Sie die Klemmenspannung.

2. Die Leerlaufspannung einer Batterie beträgt 9 V. Die Batterie hat einen Innenwiderstand von 200 mΩ. An die Spannungsquelle wird ein Verbraucher mit einem Widerstandswert von 200 Ω angeschlossen. Welcher Strom fließt in diesem Stromkreis?

3. Der Innenwiderstand und der äußere Widerstand eines Grundstromkreises betragen jeweils 600 mΩ. Die Belastung des Stromkreises beträgt 10 A.
   Welche Leerlaufspannung hat die Spannungsquelle?

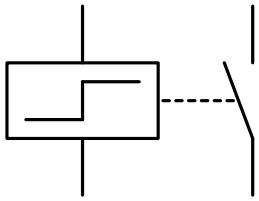
4. Die Spannungsquelle liefert eine Leerlaufspannung 230 V. Bei Belastung des Stromkreises mit 5 A sinkt die Spannung am Verbraucher auf 228 V.
   Wie groß ist der Innenwiderstand des Stromkreises?

5. Dem Leistungsschild eines Verbrauchers sind die Bemessungsgrößen 230 V /2 kW zu entnehmen. Die Spannungsquelle liefert eine Spannung von 230 V. Der innere Widerstand der Quelle beträgt 1 Ω. Welcher Strom fließt im Stromkreis?
   Welche elektrische Leistung (in Watt) nimmt der Verbraucher auf?

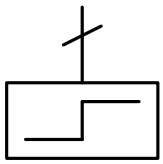
Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	**Stromstoßschaltung zeichnen**	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

Schaltbilddarstellung

Mehrpolig:

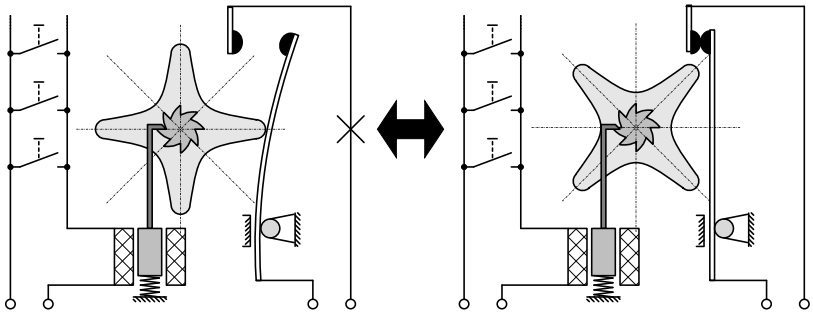


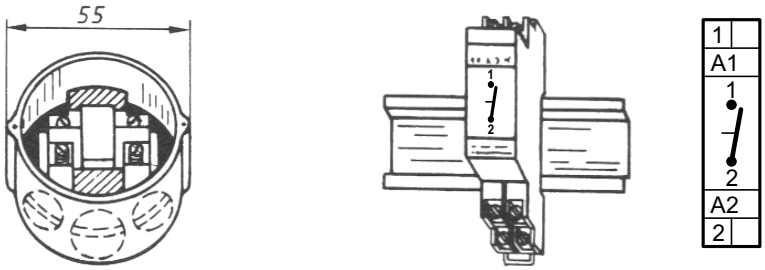
Einpolig:



Wirkungsweise und Einbau

Schaltzustand: ..... Schaltzustand: .....



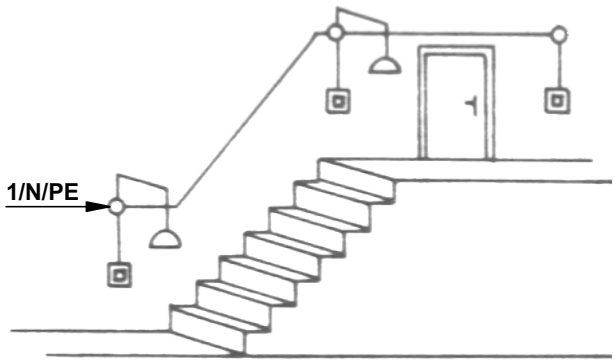


Schalterdosen- und Tragschienenmontage (mit Anschlussbeispiel)

Arbeitsauftrag

Beispielhaft soll eine **Stromstoßschaltung** für den nebenstehend abgebildeten Treppenaufgang in vier unterschiedlichen Schaltplandarstellungen gezeichnet werden.

1. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung
2. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung
3. Übersichtsschaltplan

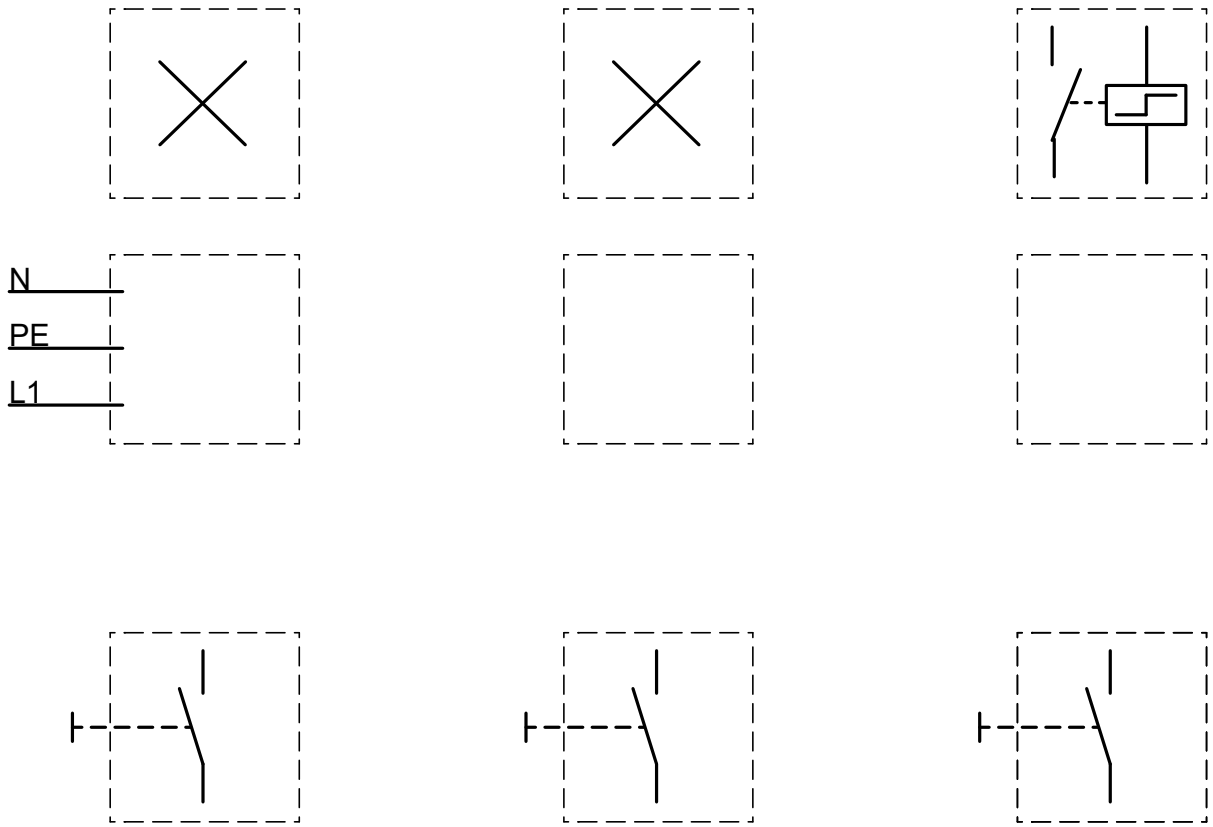


1. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

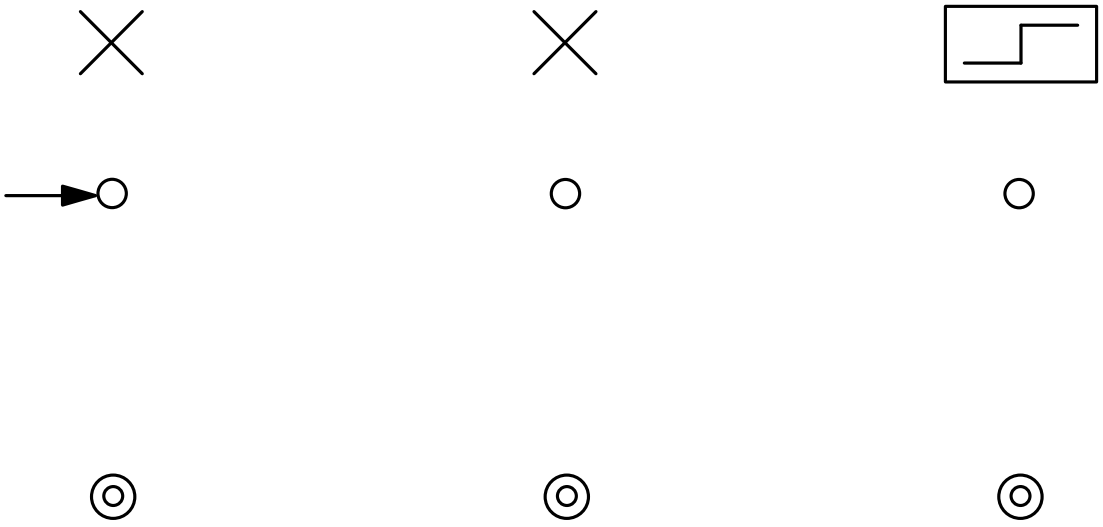
Hinweis: Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird der PE zu den Tastern **nicht** gezeichnet.

L1 | N | PE

2. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



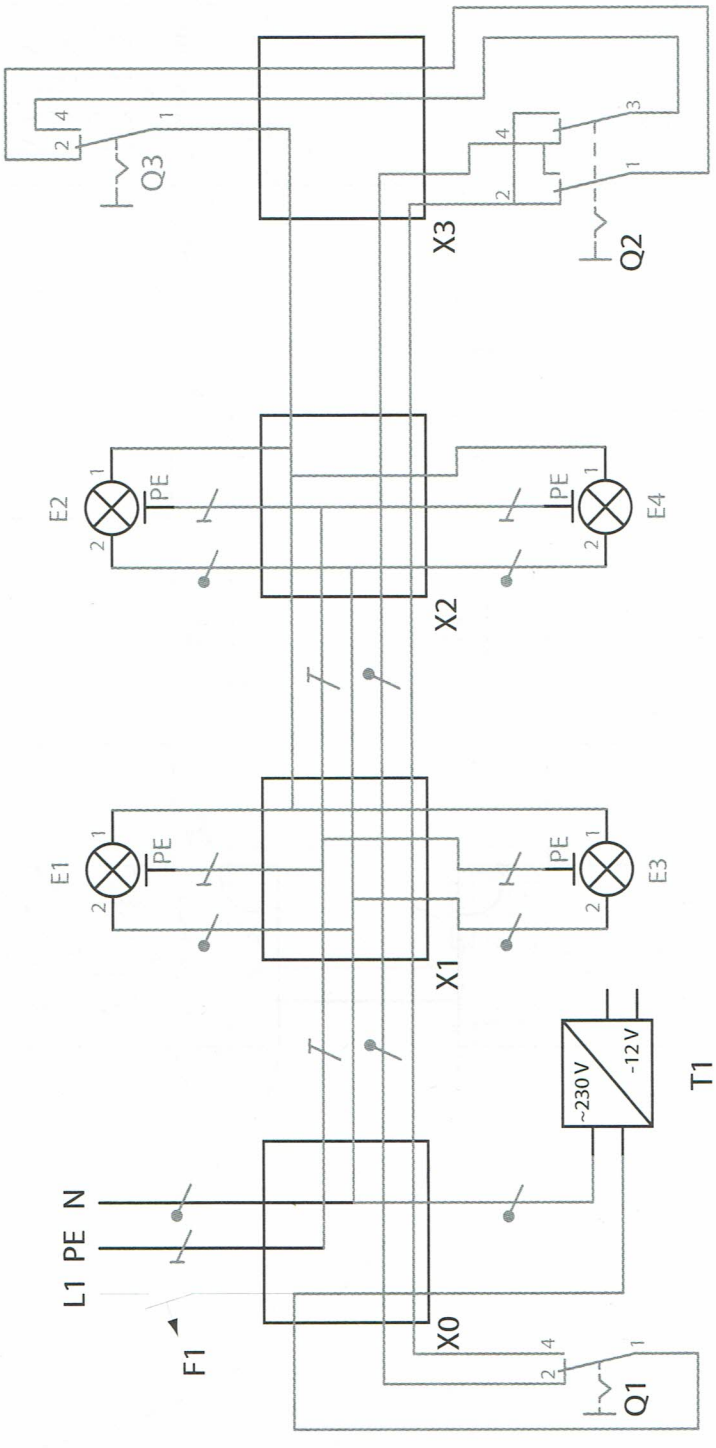
3. Übersichtsschaltplan



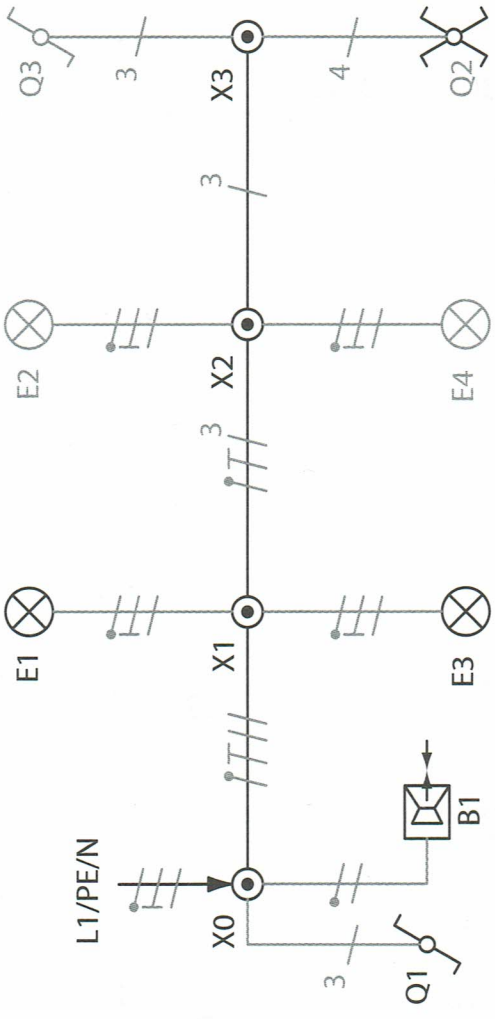
Aufgabe 1

E5
Fahrrad-
keller
E5
Treppenhaus
B
Q3
Q2
E2
E4
E1
E3
Q1
B1
Versorgungs-
raum
3/N/PE
X1
S1 S2 S3
Treppenhaus
A

Aufgabe 2



Aufgabe 3



Aufgabe 8

a)

$$P_{zu} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$I_b = \frac{P_{ab}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

$$= \frac{19\ \text{kW}}{\sqrt{3} \cdot 400\ \text{V} \cdot 1}$$

$$= 27{,}42\ \text{A}$$

b)

$$\Delta U = U \cdot 0{,}03$$

$$= 400\ \text{V} \cdot 0{,}03$$

$$= 12\ \text{V}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A}$$

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\Delta U \cdot \gamma}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot 36\ \text{m} \cdot 27{,}42\ \text{A} \cdot 1}{12\ \text{V} \cdot 56\ \text{m}/\Omega\ \text{mm}^2}$$

$$= 2{,}54\ \text{mm}^2$$

c) Verlegeart: B2

$A = 6\ \text{mm}^2$ für $I_N = 35\ \text{A}$

$I_b < I_N$ erfüllt!

ELEKTRO Blindleistung – Ihr Partner für innovative Gebäudetechnik

Kundenauftrag

Kunde: Fa. I. S. A. vom: 22.08.20..
Anschrift: Alleestr. 10a
43180 Prüfungsdorf

Sie werden vom Kunden beauftragt, in dem Bürogebäude unter Beachtung der Normen und Richtlinien Installationsarbeiten durchzuführen.

Objekt: Tiefgarage und Treppenhaus A im Kellergeschoss

Installationsarbeiten in der Tiefgarage
- Installation einer Beleuchtungsanlage (4 Leuchten) mit 3 Schaltstellen, als Kreuzschaltung auszuführen
- Installation eines Spannungsversorgungsgerätes für Gleichspannung neben der Tür zu Treppenhaus A zum Betrieb einer Gegensprechanlage

Installationsarbeiten im Treppenhaus A im Kellergeschoss
- Installation von 3 Tastern zur Bedienung des Rolltores

Installationsarbeiten im Versorgungsraum
- Installation einer Rolltorsteuerung; die Steuerung soll als Schützsteuerung realisiert werden. Torantrieb und Endschalter sind bereits installiert. Die Bewegung des Rolltores muss durch Betätigen eines Tasters jederzeit gestoppt werden können. An der untersten Lamelle des Rolltores ist eine Sicherheitsleiste angebracht. Erfasst diese beim Schließen des Tores Gegenstände oder Personen, wird ein Endschalter betätigt. Die Torbewegung muss dann sofort gestoppt werden.
- Installation einer CEE-Steckdose direkt neben der Unterverteilung

Installationsarbeiten im Fahrradkeller
- Installation eines Durchlauferhitzers

Hinweise zur Ausführung
- Raumart: Feuchtraum
- Installationsform: Installation mit Verbindungsdosen
- Leitungsart: NYM
- Leitungsverlegung: auf Putz im Installationsrohr/Kabelkanal

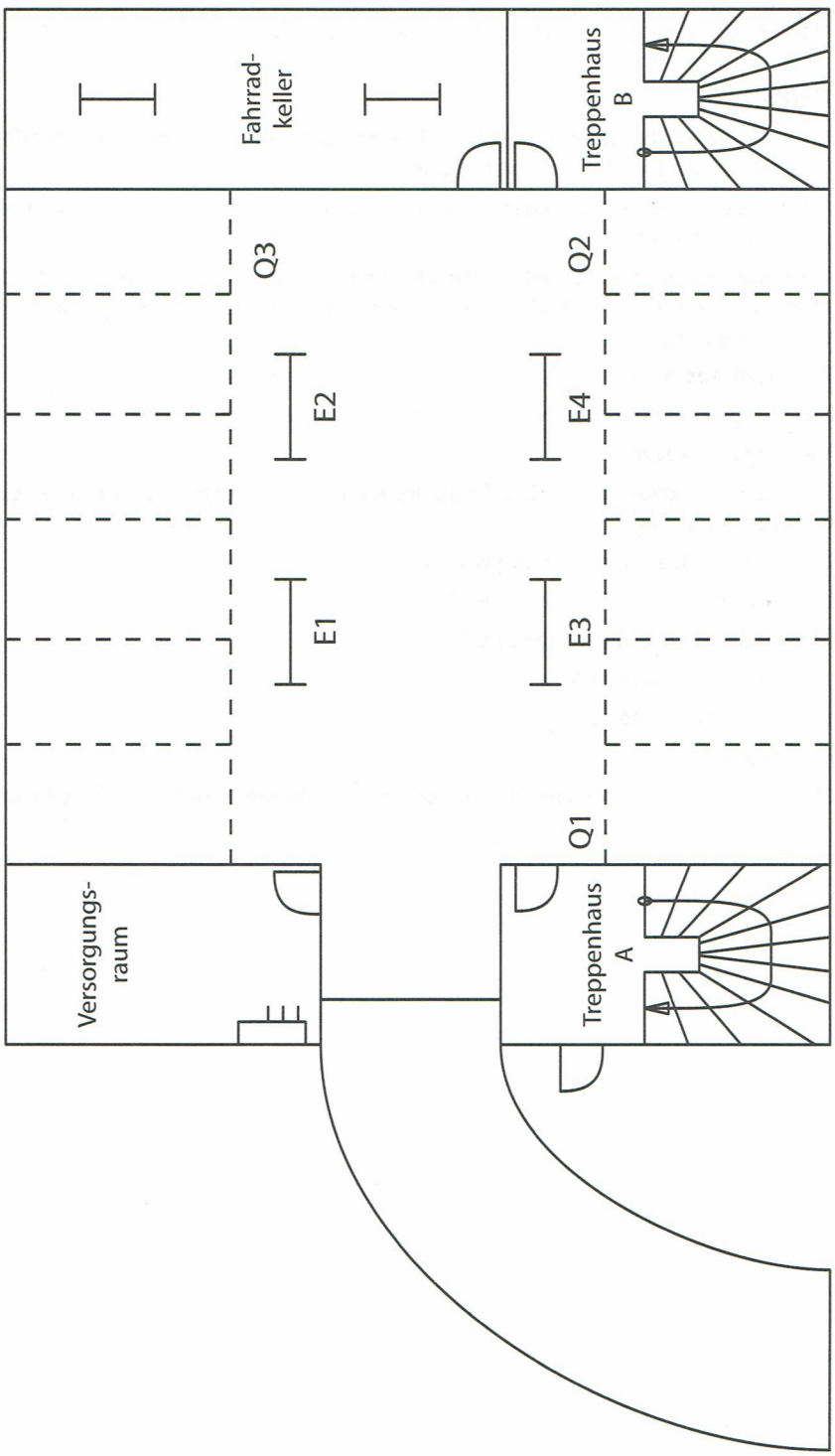
Kunde: Fa. I. S. A.
Projekt: Installation Kellergeschoss
Bearbeiter:
Datum: 22.08.20..

Leistungsverzeichnis

Pos.	Menge	Titel
01		**Tiefgarage**
	1	Kreuzschaltung bestehend aus 3 Schaltern und 4 Leuchten liefern und betriebsbereit montieren einschließlich Leitungsverlegung
	1	Anschluss des Motors und der Endschalter des Torantriebs einschließlich Leitungsverlegung zur Unterverteilung
		Lieferung und betriebsbereite Installation eines Spannungsversorgungsgerätes für Gleichspannung (230 V AC/12 V DC) zum Betrieb einer Gegensprechanlage einschließlich Leitungsverlegung
02		**Treppenhaus A**
		Lieferung und Installation von 3 Tastern zur Torsteuerung einschließlich Leitungsverlegung
03		**Versorgungsraum**
	1	16 A CEE-Steckdose 3/N/PE auf Putz liefern und betriebsbereit montieren einschließlich Leitungsverlegung
	1 Stck.	Leitungsschutzschalter 3-polig B 16 A
	1 Stck.	Leitungsschutzschalter 3-polig B 35 A
	2 Stck.	Leitungsschutzschalter 1-polig B 16 A
	1 Stck.	Motorschutzschalter 4 A
	2 Stck.	Schütz für Motorsteuerung
04		**Fahrradkeller**
	1	Durchlauferhitzer liefern und betriebsbereit montieren einschließlich Leitungsverlegung

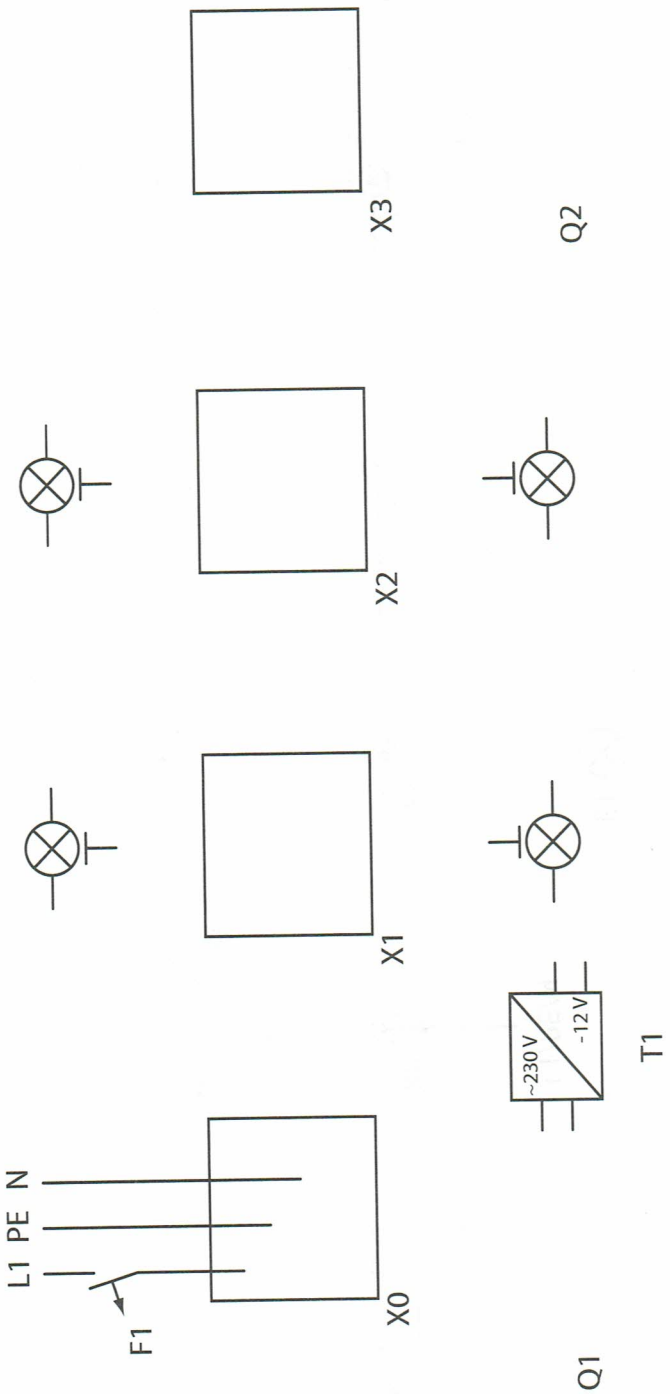
Aufgabe 1

Vervollständigen Sie den Installationsplan gemäß Grundrissplan.



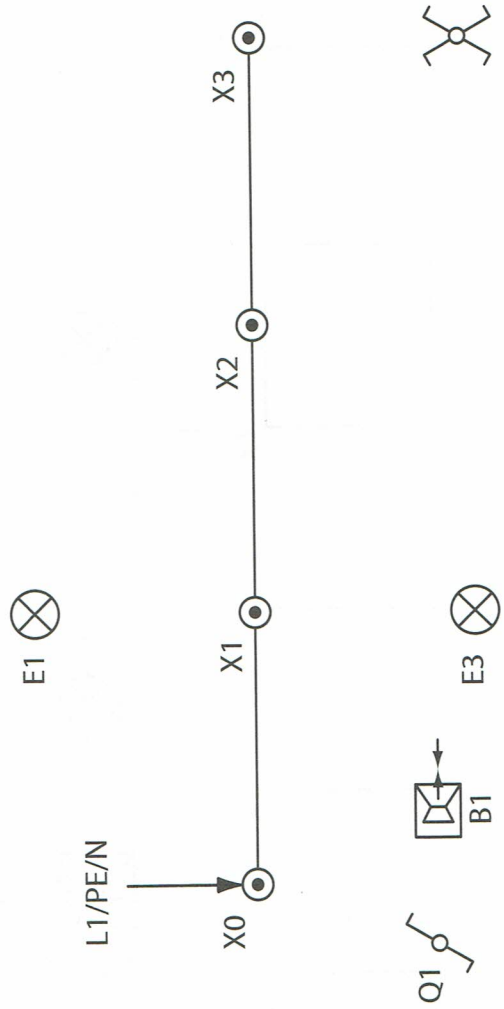
Aufgabe 2

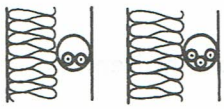
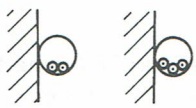
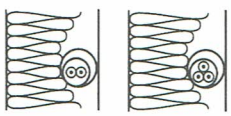
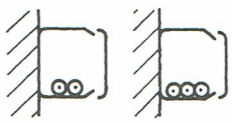
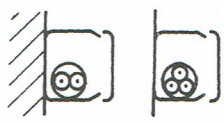
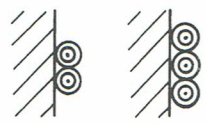
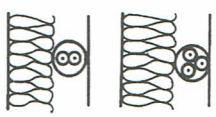
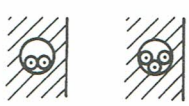
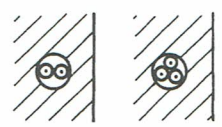
Vervollständigen Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung für die Beleuchtungsanlage und das Spannungsversorgungsgerät.



Aufgabe 3

Vervollständigen Sie den Übersichtsplan für die Beleuchtungsanlage und das Spannungsversorgungsgerät in der Tiefgarage gemäß Vorgaben.
Installationsform: Verbindungsdosen



Isolierwerkstoff	PVC							
Anzahl der belasteten Adern	2	3	2	3	2	3	2	3
Verlegeart	A in wärmedämmenden Wänden		B1 auf oder in Wänden oder unter Putz		B2		C direkt verlegt	
	 Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr		 Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf der Wand		 mehradrige Leitung im Elektroinstallationsrohr auf der Wand oder auf dem Fußboden		 mehradrige Leitung auf der Wand oder auf dem Fußboden	
	 mehradrige Leitung im Elektroinstallationsrohr		 Aderleitungen im Elektroinstallationskanal auf der Wand		 mehradrige Leitung im Elektroinstallationskanal auf der Wand oder auf dem Fußboden		 einadrige Mantelleitungen auf der Wand oder auf dem Fußboden	
	 mehradrige Leitung in der Wand		 Aderleitungen, einadrige Mantelleitung, mehradrige Leitungen im Elektroinstallationsrohr im Mauerwerk				 mehradrige Leitung, Stegleitung in der Wand oder unter Putz	
Nennquerschnitt des Kupferleiters in mm²	Strombelastbarkeit I_z des Kupferleiters in A und Nennstromstärke I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung in A							
	I_z	I_N	I_z	I_N	I_z	I_N	I_z	I_N	I_z	I_N	I_z	I_N	I_z	I_N	I_z	I_N
1,5	16,5	16	14	13	18,5	16	16,5	16	16,5	16	15	13	21	20	18,5	16
2,5	21	20	19	16	25	25	22	20	22	20	20	20	28	25	25	25
4	28	25	25	25	34	32	30	25	30	25	28	25	37	35	35	35
6	36	35	33	32	43	40	38	35	39	35	35	35	49	40	43	40
10	49	40	45	40	60	50	53	50	53	50	50	50	67	63	63	63
16	65	63	59	50	81	80	72	63	72	63	65	63	90	80	81	80
25	85	80	77	63	107	100	94	80	95	80	82	80	119	100	102	100

Umgebungstemperatur 25 °C

Aufgabe 8

Die Leitungslänge zum Durchlauferhitzer, der im Fahrradkeller installiert werden soll, beträgt 36 m. Die Leistungsaufnahme des Gerätes beträgt 19 kW (Δ).

a) Berechnen Sie die Bemessungsstromstärke.
b) Wie groß muss der Leiterquerschnitt mindestens sein, wenn der maximal zulässige Spannungsfall nicht überschritten werden darf?
c) Welcher Normquerschnitt muss bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C gewählt werden? (Hinweis: Beachten Sie auch den Kundenauftrag und die Verlegeart B2.)

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE

Übersicht Grundgrößen

IE

LF - 1

Vervollständigen Sie die Tabelle.

Füllen Sie so viele Lücken wie möglich aus dem Kopf aus und nutzen Sie erst danach das Tabellenbuch um den Rest zu vervollständigen.

Größe	Formelzeichen/ Einheit	Formel	Definition
el. Ladung			
Stromstärke			
Stromdichte			
Spannung			
Leitungs-widerstand			
Leitwert			
Ohmsches Gesetz			
Leistung			
Arbeit			
Wirkungsgrad			

EEG LF06	Name:	Klasse:	Datum:
	Abschaltbedingungen nach VDE-0100-600 überprüfen		

Messungen an einer unbelasteten Steckdose eines **TN-Systems** haben zwischen der L- und PE-Klemme eine Spannung von 230V ergeben. Als an diese Klemmen ein Widerstand angeschlossen wurde, sank die Spannung auf 210V. Dabei floss ein Strom von 5A.

A1: Berechnen Sie folgende Größen:

a) den Schleifenwiderstand (die Schleifenimpedanz) dieses Stromkreises.

b) den Kurzschlussstrom I_K in der Zuleitung, wenn am angeschlossenen Verbraucher dieser Steckdose ein vollkommener Körperschluss auftritt.

Um die Schutzmaßnahme "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" durchführen zu können, stehen die folgend genannten Schaltgeräte zur Auswahl:

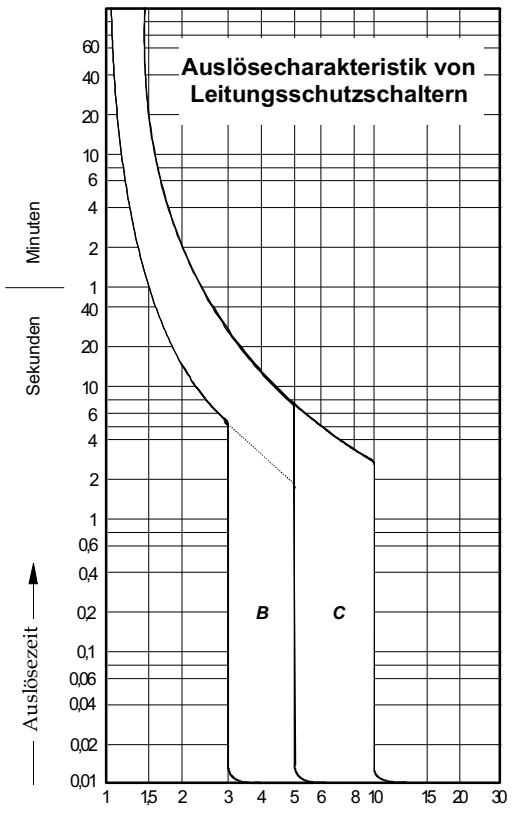
- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n=16A
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n=16A
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n=16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a \leq 0{,}4s$)
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n=25A, $I_{\Delta n}$=0,03A

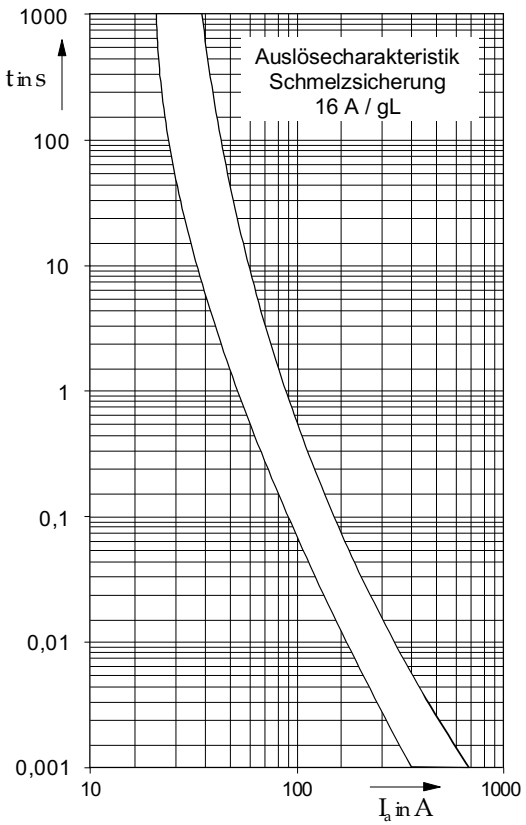
Prüfen Sie bei den gegebenen Schaltgeräten die Einhaltung der Abschaltbedingung nach VDE 0100 Teil 600.

A2: Berechnen Sie dazu für jedes Schaltgerät den maximalen Schleifenwiderstand Z_s und den notwendigen Kurzschlussstrom I_K, der mindestens fließen muss.

A3: Beurteilen Sie, ob die Schaltgeräte die Abschaltbedingung erfüllen.

A4: Ermitteln Sie die Zeit, nach der bei dem in **A1** beschriebenen Fehler jedes einzeln installierte Schaltgerät spätestens abschalten wird. Wählen Sie das Schaltgerät zum Einbau aus, dass die Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100 Teil 600 sicher erfüllt.





EEG LF06	Name:	Klasse:	Datum:
	Abschaltbedingungen nach VDE-0100-600 überprüfen		

Messungen an einer unbelasteten Steckdose eines **TN-Systems** haben zwischen der L- und PE-Klemme eine Spannung von 230V ergeben. Als an diese Klemmen ein Widerstand angeschlossen wurde, sank die Spannung auf 210V. Dabei floss ein Strom von 5A.

A1: Berechnen Sie folgende Größen:

a) den Schleifenwiderstand (die Schleifenimpedanz) dieses Stromkreises.

b) den Kurzschlussstrom I_K in der Zuleitung, wenn am angeschlossenen Verbraucher dieser Steckdose ein vollkommener Körperschluss auftritt.

Um die Schutzmaßnahme "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" durchführen zu können, stehen die folgend genannten Schaltgeräte zur Auswahl:

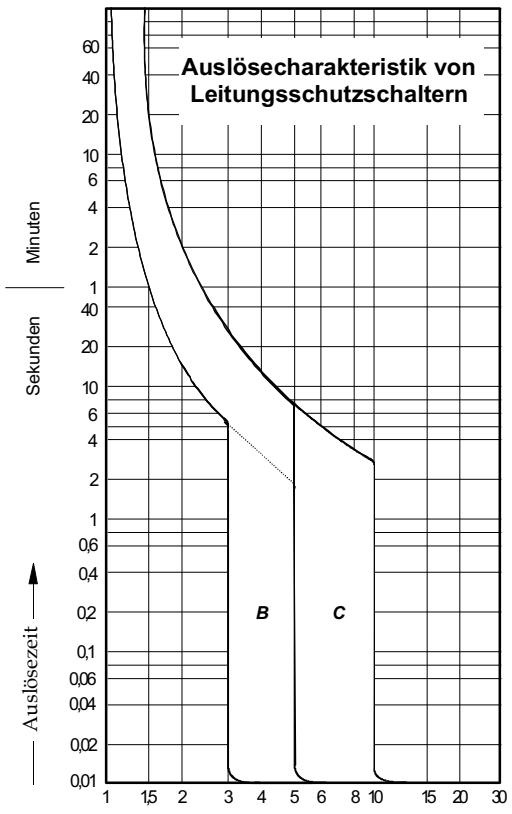
- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n=16A
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n=16A
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n=16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a \leq 0{,}4s$)
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n=25A, $I_{\Delta n}$=0,03A

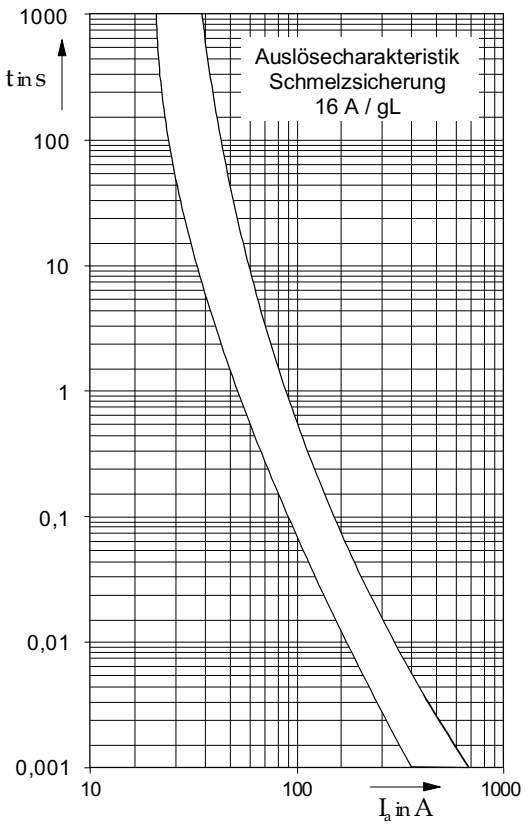
Prüfen Sie bei den gegebenen Schaltgeräten die Einhaltung der Abschaltbedingung nach VDE 0100 Teil 600.

A2: Berechnen Sie dazu für jedes Schaltgerät den maximalen Schleifenwiderstand Z_s und den notwendigen Kurzschlussstrom I_K, der mindestens fließen muss.

A3: Beurteilen Sie, ob die Schaltgeräte die Abschaltbedingung erfüllen.

A4: Ermitteln Sie die Zeit, nach der bei dem in **A1** beschriebenen Fehler jedes einzeln installierte Schaltgerät spätestens abschalten wird. Wählen Sie das Schaltgerät zum Einbau aus, dass die Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100 Teil 600 sicher erfüllt.





EEG LF06	Name: *Kuminowski*	Klasse:	Datum:
	Abschaltbedingungen nach VDE-0100-600 überprüfen [Lösung]		

Messungen an einer unbelasteten Steckdose eines **TN-Systems** haben zwischen der L- und PE-Klemme eine Spannung von 230V ergeben. Als an diese Klemmen ein Widerstand angeschlossen wurde, sank die Spannung auf 210V. Dabei floss ein Strom von 5A.

A1: Berechnen Sie folgende Größen:

a) den Schleifenwiderstand (die Schleifenimpedanz) dieses Stromkreises.

$$Z_S = \frac{U_0 - U_{mess}}{I_{mess}} = \frac{230V - 210V}{5A} = 4\Omega$$

b) den Fehlerstrom I_F in der Zuleitung, wenn am angeschlossenen Verbraucher dieser Steckdose ein vollkommener Körperschluss auftritt.

$$I_F = \frac{U_0}{Z_S} = \frac{230V}{4\Omega} = 57{,}5A$$

Um die Schutzmaßnahme "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" durchführen zu können, stehen die folgend genannten Schaltgeräte zur Auswahl:

- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n = 16A
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n = 16A
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n = 16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a \leqq 0{,}4s$)
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n = 25A, $I_{\Delta n}$ = 0,03A

Prüfen Sie bei den gegebenen Schaltgeräten die Einhaltung der Abschaltbedingung nach VDE 0100 Teil 600.

A2: Berechnen Sie dazu für jedes Schaltgerät den maximalen Schleifenwiderstand Z_s und den notwendigen Fehlerstrom I_F, der mindestens fließen muss.

- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n = 16A: $Z_{Smax} = 1{,}917\Omega$ $I_{Fmin} = 120A$
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n = 16A: $Z_{Smax} = 0{,}958\Omega$ $I_{Fmin} = 240A$
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n = 16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a \leqq 0{,}4s$): $Z_{Smax} = 1{,}198\Omega$ $I_{Fmin} = 192A$
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n = 25A, $I_{\Delta n}$ = 0,03A: $Z_{Smax} = 5{,}111k\Omega$ $I_{Fmin} = 30mA$

A3: Beurteilen Sie, ob die Schaltgeräte die Abschaltbedingung erfüllen.

Nur der RCD erfüllt die Abschaltbedingungen gemäß DIN VDE 0100-600.

A4: Ermitteln Sie die Zeit, nach der bei dem in **A1** beschriebenen Fehler jedes einzeln installierte Schaltgerät spätestens abschalten wird. Wählen Sie das Schaltgerät zum Einbau aus, dass die Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100-600 sicher erfüllt.

- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n = 16A: $t_a \approx 18s$
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n= 16A: $t_a \approx 18s$
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n = 16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a < 0{,}4s$): $t_a \approx 25s$
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n = 25A, $I_{\Delta n}$ = 0,03A: $t_a \approx 20\ldots40ms$

EEG LF06	Name: *Kuminowski*	Klasse:	Datum:
	Abschaltbedingungen nach VDE-0100-600 überprüfen [Lösung]		

Messungen an einer unbelasteten Steckdose eines **TN-Systems** haben zwischen der L- und PE-Klemme eine Spannung von 230V ergeben. Als an diese Klemmen ein Widerstand angeschlossen wurde, sank die Spannung auf 210V. Dabei floss ein Strom von 5A.

A1: Berechnen Sie folgende Größen:

a) den Schleifenwiderstand (die Schleifenimpedanz) dieses Stromkreises.

$$Z_S = \frac{U_0 - U_{mess}}{I_{mess}} = \frac{230V - 210V}{5A} = 4\Omega$$

b) den Fehlerstrom I_F in der Zuleitung, wenn am angeschlossenen Verbraucher dieser Steckdose ein vollkommener Körperschluss auftritt.

$$I_F = \frac{U_0}{Z_S} = \frac{230V}{4\Omega} = 57{,}5A$$

Um die Schutzmaßnahme "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" durchführen zu können, stehen die folgend genannten Schaltgeräte zur Auswahl:

- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n = 16A
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n = 16A
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n = 16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a \leqq 0{,}4s$)
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n = 25A, $I_{\Delta n}$ = 0,03A

Prüfen Sie bei den gegebenen Schaltgeräten die Einhaltung der Abschaltbedingung nach VDE 0100 Teil 600.

A2: Berechnen Sie dazu für jedes Schaltgerät den maximalen Schleifenwiderstand Z_s und den notwendigen Fehlerstrom I_F, der mindestens fließen muss.

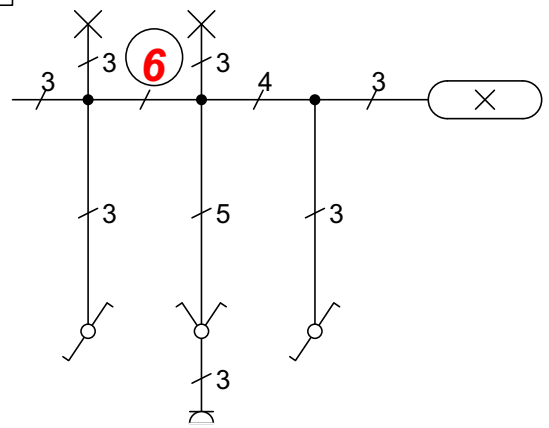
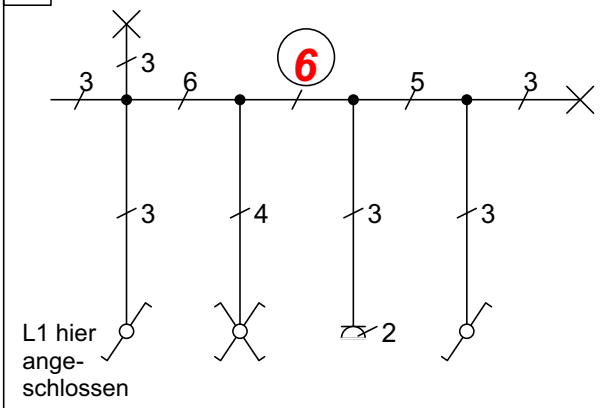
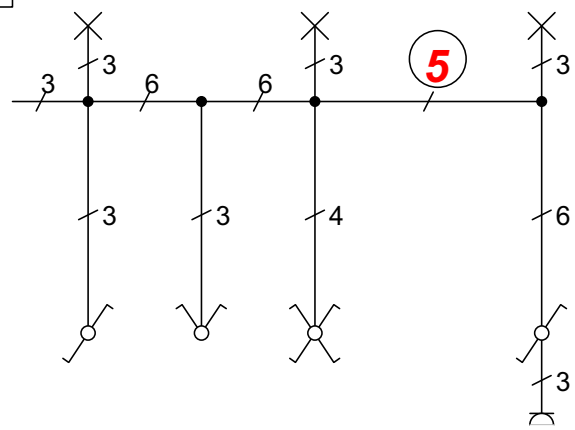
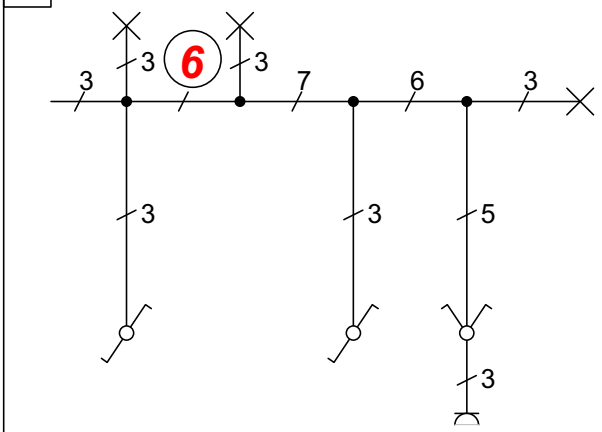
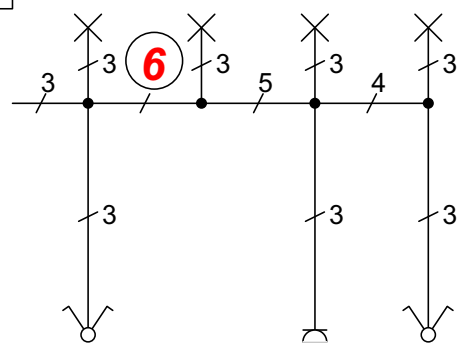
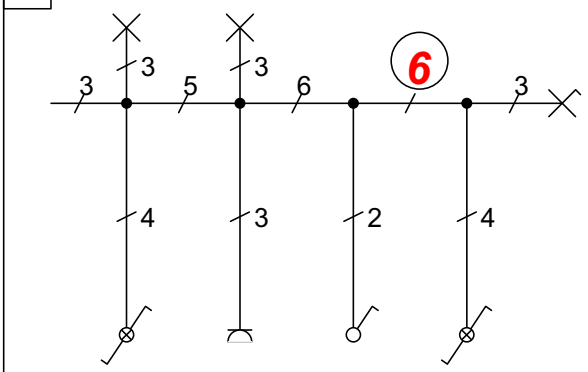
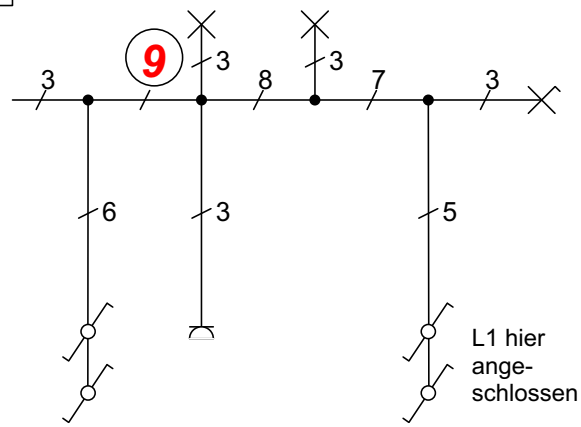
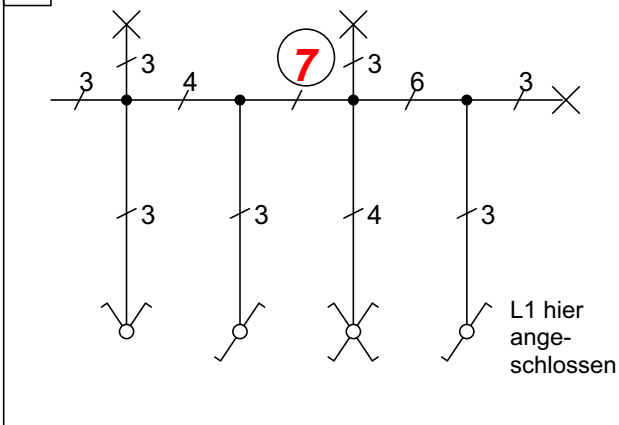
- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n = 16A: $Z_{Smax} = 1{,}917\Omega$ $I_{Fmin} = 120A$
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n = 16A: $Z_{Smax} = 0{,}958\Omega$ $I_{Fmin} = 240A$
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n = 16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a \leqq 0{,}4s$): $Z_{Smax} = 1{,}198\Omega$ $I_{Fmin} = 192A$
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n = 25A, $I_{\Delta n}$ = 0,03A: $Z_{Smax} = 5{,}111k\Omega$ $I_{Fmin} = 30mA$

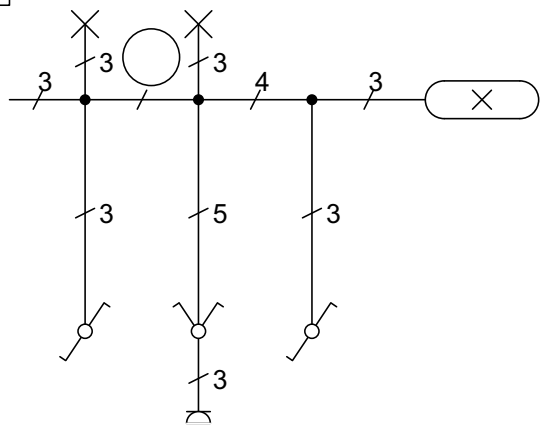
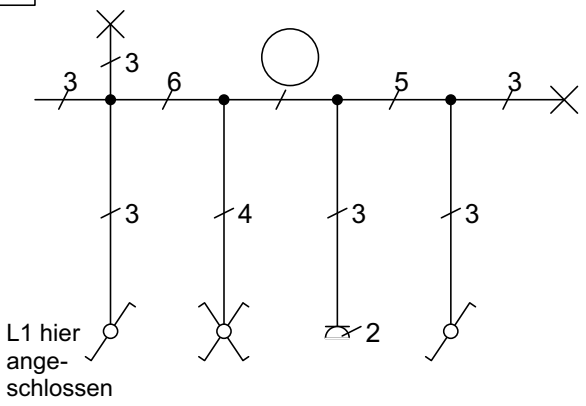
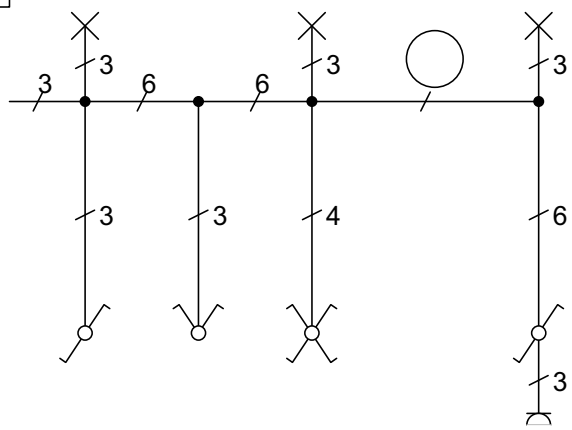
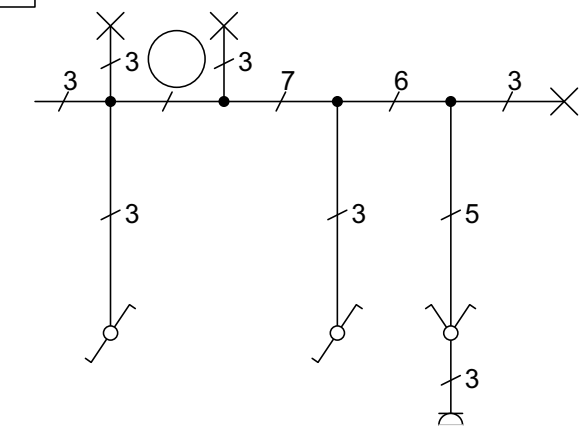
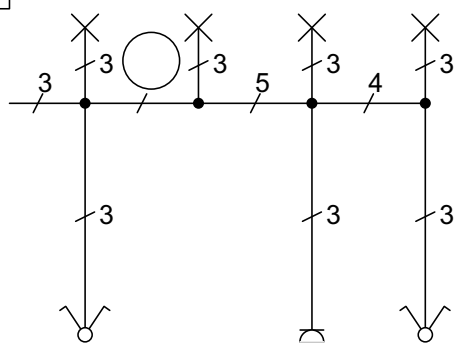
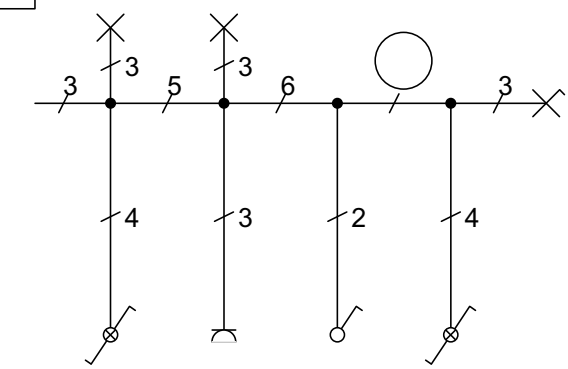
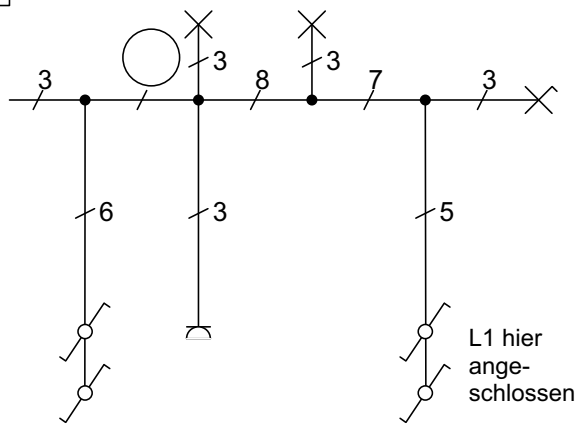
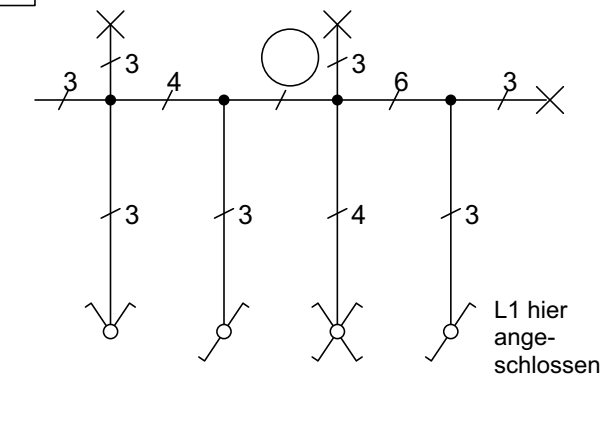
A3: Beurteilen Sie, ob die Schaltgeräte die Abschaltbedingung erfüllen.

Nur der RCD erfüllt die Abschaltbedingungen gemäß DIN VDE 0100-600.

A4: Ermitteln Sie die Zeit, nach der bei dem in **A1** beschriebenen Fehler jedes einzeln installierte Schaltgerät spätestens abschalten wird. Wählen Sie das Schaltgerät zum Einbau aus, dass die Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100-600 sicher erfüllt.

- LS-Schalter, Charakteristik B, I_n = 16A: $t_a \approx 18s$
- LS-Schalter, Charakteristik C, I_n= 16A: $t_a \approx 18s$
- Schmelzsicherung, D0, gL, I_n = 16A ($I_a > 8 \cdot I_n$, wenn $t_a < 0{,}4s$): $t_a \approx 25s$
- Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD), I_n = 25A, $I_{\Delta n}$ = 0,03A: $t_a \approx 20\ldots40ms$

7.  Wechselschalter schalten die Entladungslampe	**8.**  	**Punkte Soll/Ist** 2/2
9.  Kreuzschaltung schaltet die rechte Lampe	**10.**  Wechselschalter schalten die rechte Lampe	2/2
11.  Linker Serienschalter schaltet die beiden mittleren Lampen	**12.**  Wechselschalter schalten die linke Lampe	2/2
13.  Obere Wechselschaltung schaltet die linke Lampe	**14.**  Kreuzschaltung schaltet die mittlere Lampe	2/2

7.  Wechselschalter schalten die Entladungslampe	**8.**  	**Punkte Soll/Ist** 2/2
9.  Kreuzschaltung schaltet die rechte Lampe	**10.**  Wechselschalter schalten die rechte Lampe	2/2
11.  Linker Serienschalter schaltet die beiden mittleren Lampen	**12.**  Wechselschalter schalten die linke Lampe	2/2
13.  Obere Wechselschaltung schaltet die linke Lampe	**14.**  Kreuzschaltung schaltet die mittlere Lampe	2/2

Projektbeschreibung

Eine Werkstätte für Elektromaschinen wird renoviert und vergrößert **(Bild 1)**. Der Betriebsinhaber hat über der Werkstatt eine 4-Zimmer-Wohnung gebaut. Damit kommen verschiedene Elektroinstallationsschaltungen zum Einsatz **(Bild 2)**. Außerdem werden bei dem Projekt Türöffner-, Ruf- und Klingelanlagen installiert.

Für alle installierten Teilprojekte ist eine Stückliste anzufertigen **(Bild 3)**. Nach Beendigung der Installationen sind die ausgeführten Arbeiten nach VDE zu prüfen und zu protokollieren.

Bei der Vergabe nach einer Ausschreibung erhält ein Haustechnik- und Elektroservice-Betrieb die folgenden Gewerke am Neubau:

Elektroinstallation von

1. Abstellraum im Kellergeschoss, Ausschaltung mit beleuchtetem Schalter,
2. Waschraum im Kellergeschoss, Serienschaltung mit Ausschaltung,
3. Lagerraum in der Werkstatt, Wechselschaltung mit Steckdosen,
4. Umkleideraum im Erdgeschoss, Sparwechselschaltung mit beleuchteten Wechselschaltern,
5. Treppenhaus vom Erdgeschoss zum 1. Obergeschoss, Kreuzschaltung,
6. Zentrallager, Kreuzschaltung mit Steckdosen,
7. Werkstatt, Stromstoßschaltung,
8. Außenbeleuchtung im Wohnbereich, Stromstoßschaltung mit Rückmeldung,
9. Treppenbeleuchtung vom Erdgeschoss ins Kellergeschoss,



Bild 1: Elektromaschinenwerkstätte mit Wohnung

10. Rufschaltungen,
11. Ruf- und Türöffneranlage mit Stromstoßschaltung,
12. Ruf- und Türöffneranlage für drei Wohnungen,
13. Ruf- und Klingelanlage für das Nebengebäude,
14. 4-Zimmer-Wohnung mit Unterverteiler,
15. Werkstatt,
16. Beleuchtungs-Steuerung für ein Büro mit KNX.

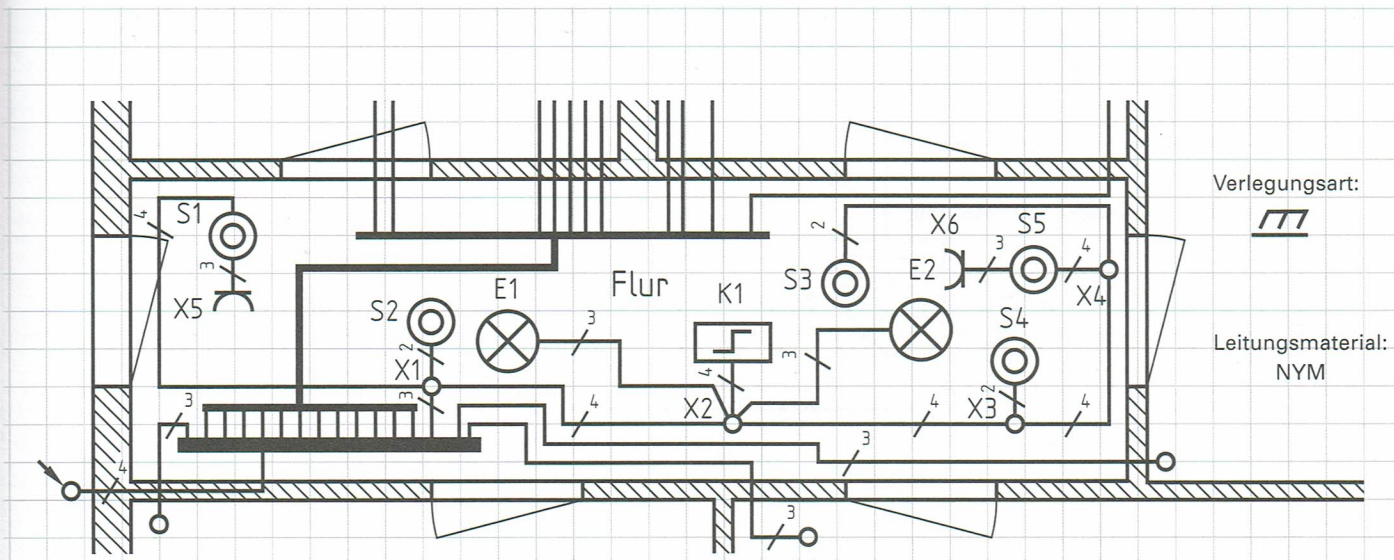


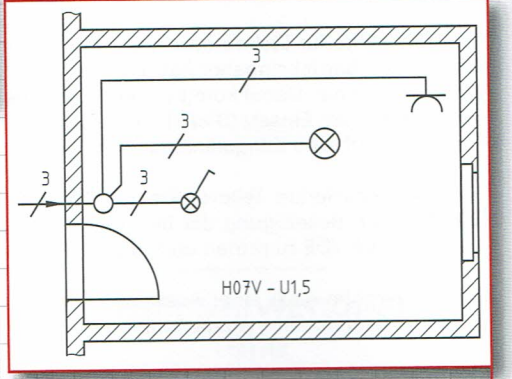
Bild 2: Ausschnitt aus dem Installationsschaltplan der 4-Zimmer-Wohnung, Anlagenteil Flur

Kennzeichnung	Anzahl	Betriebsmittel	Katalog-Nr. bzw. Typenbezeichnung	Einzelpreis	Gesamtpreis
F1	1	Leitungsschutzschalter	Hager MB 116	7,02 €	7,02 €
X1 bis X4	4	Verbindungsdose	Kaiser 1174-25	0,28 €	1,12 €
ohne Kennz.	7	Schalterdose (Geräte-Verbindungsdose)	Kaiser 1056-02	0,43 €	3,01 €
K1	1	Stromstoßschalter	Eltako ES120X-UL	33,70 €	33,70 €
ohne Kennz.	1	Gerätedose für K1	Kaiser 1174-26	0,36 €	0,36 €
S1 bis S5	5	Lichttaster UP	Jung 531 U	6,12 €	30,60 €
X5, X6	2	Schutzkontaktsteckdose UP	Jung 520 Z	3,79 €	7,58 €

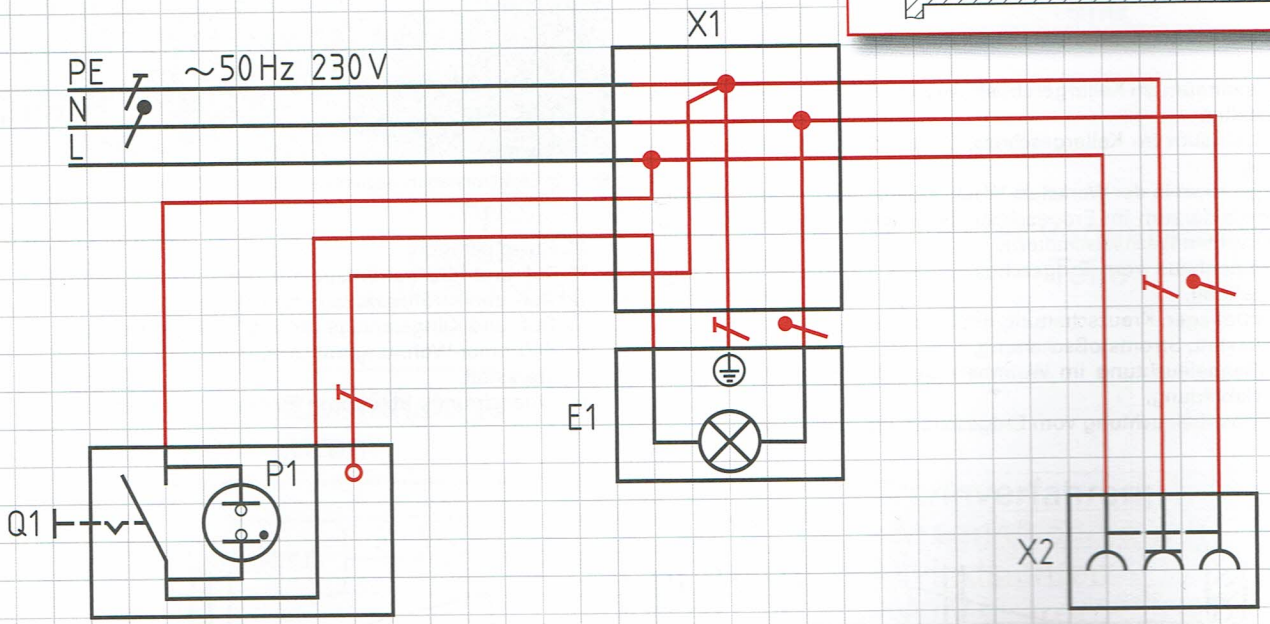
Bild 3: Auszug aus der Materialstückliste des Anlagenteils Flur

2.1 Ausschaltung mit beleuchtetem Schalter
(disconnecting circuit with illuminated switch)

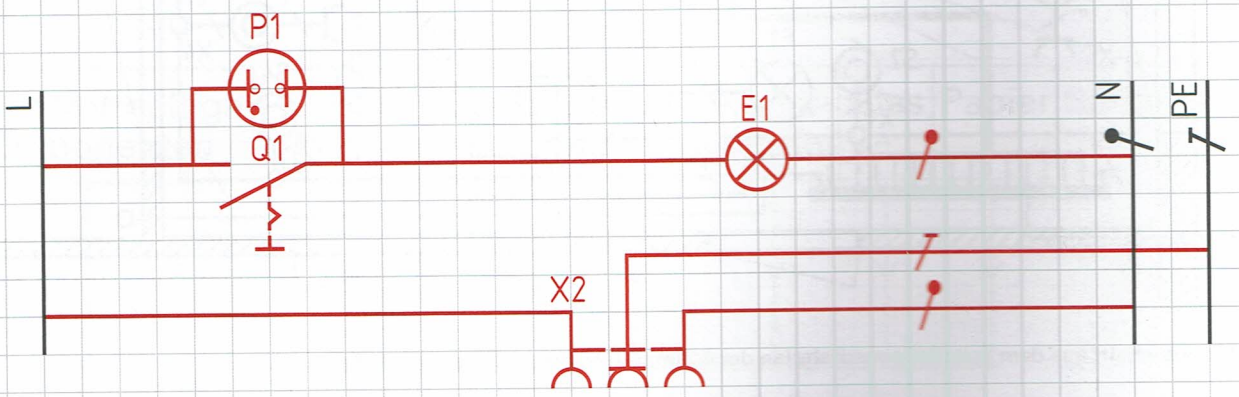
In dem Abstellraum im Kellergeschoss des zu renovierenden Elektrobetriebs ist nach nebenstehendem Installationsschaltplan zu installieren. Der Kontrollschalter ist mit einer Glimmlampe ausgestattet.
a) Ergänzen Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung.
b) Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung.
c) Ergänzen Sie das Zeitablaufdiagramm.



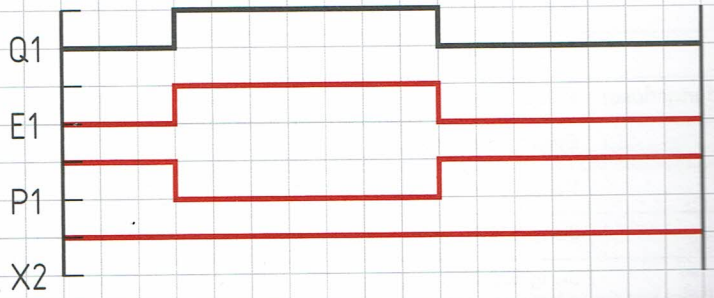
a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



c) Zeitablaufdiagramm



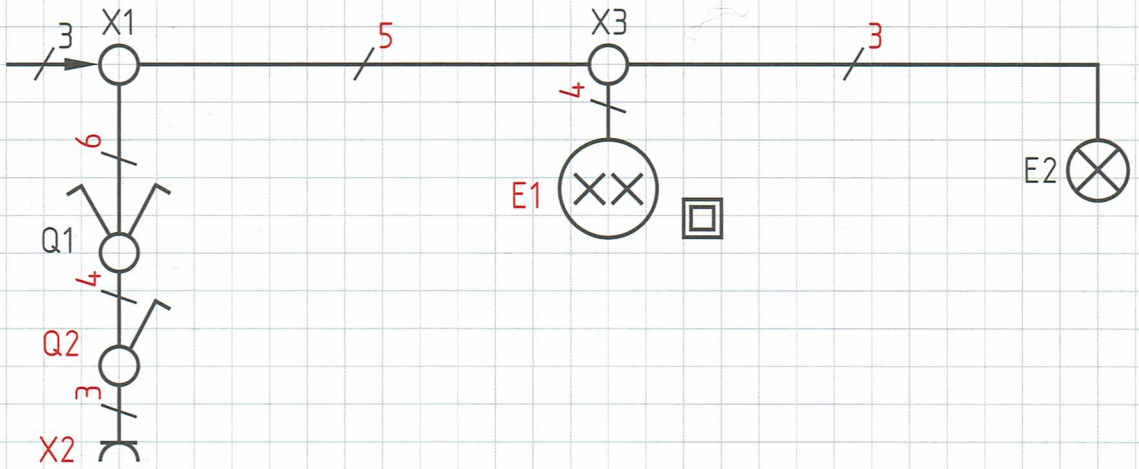
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

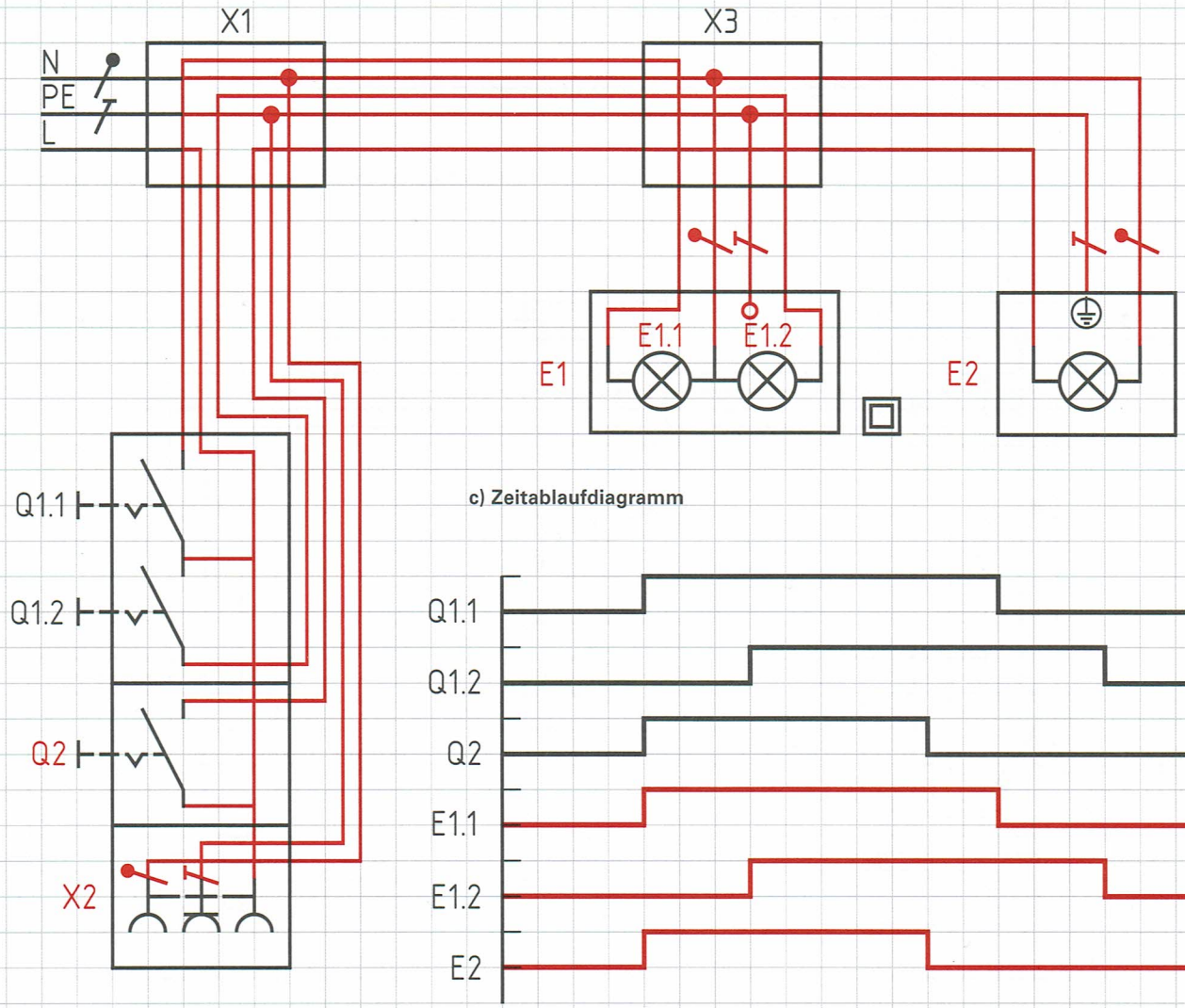
2.2 Serienschaltung mit Ausschaltung
(series circuit with disconnection)

Von einer Serienschaltung in Verbindung mit einer Ausschaltung im Waschraum im Kellergeschoss sollen **a)** der Übersichtsschaltplan und **b)** der Stromlaufplan vervollständigt werden. Tragen Sie außerdem sämtliche Betriebsmittelkennzeichnungen ein. **c)** Vervollständigen Sie das Zeitablaufdiagramm.

a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



c) Zeitablaufdiagramm

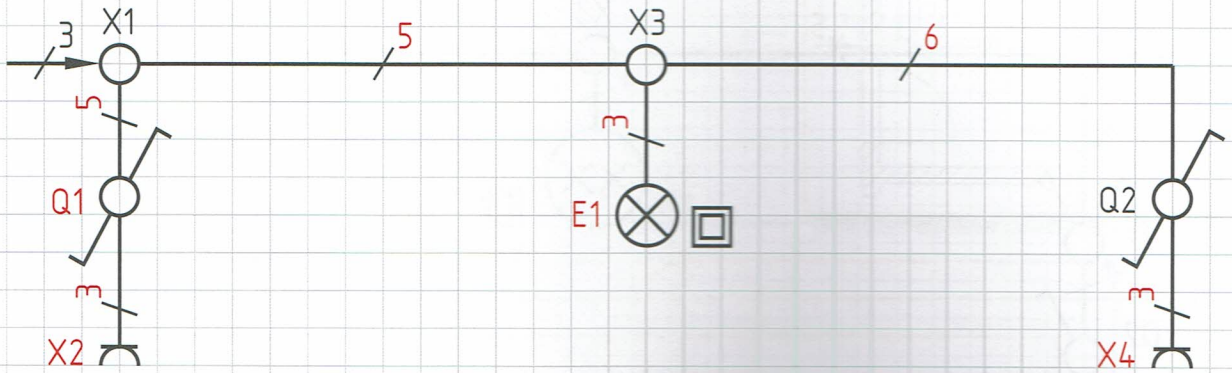
Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

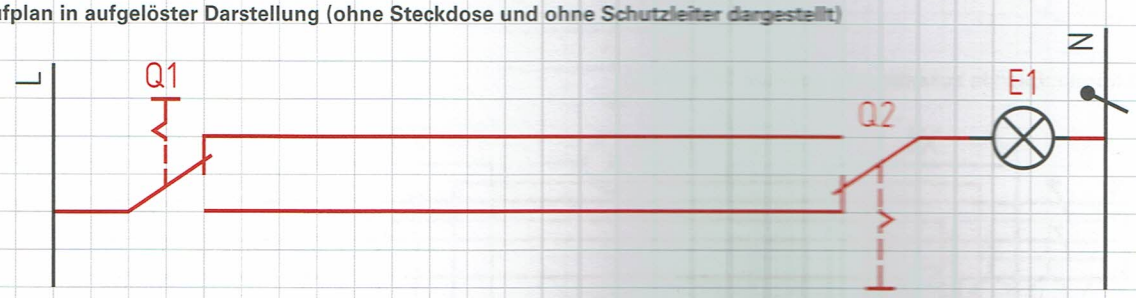
2.3 Wechselschaltung mit Steckdosen
(two-way with sockets)

Im Lagerraum der Werkstatt soll die Beleuchtung von zwei Stellen aus eingeschaltet und ausgeschaltet werden können. Vervollständigen Sie die Schaltpläne und tragen Sie die Betriebsmittelkennzeichnungen ein. Schließen Sie den Lampendraht an Schalter Q2 an.

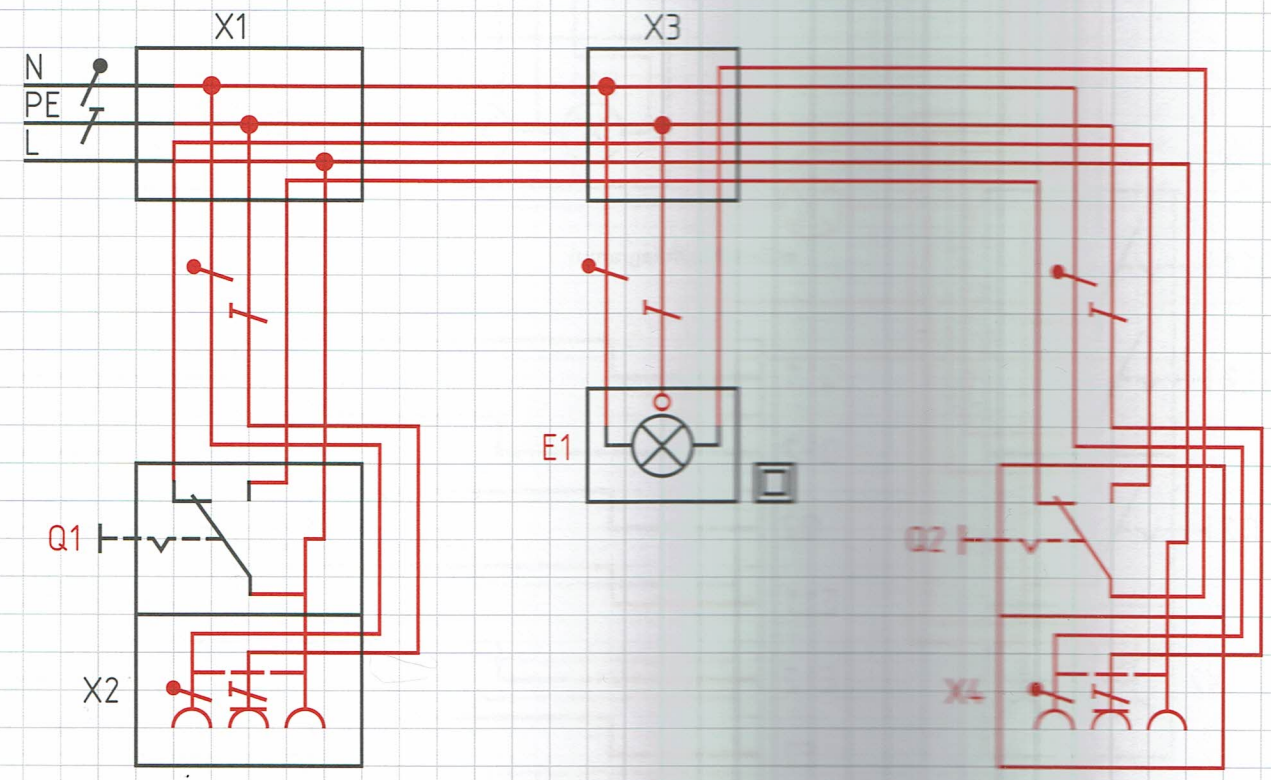
a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung (ohne Steckdose und ohne Schutzleiter dargestellt)



c) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



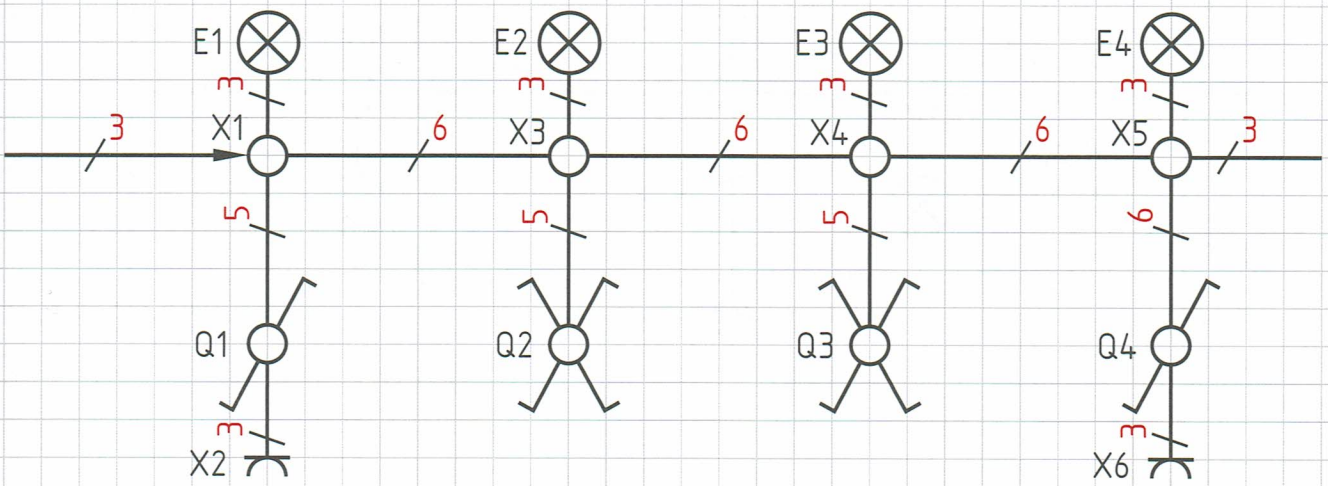
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

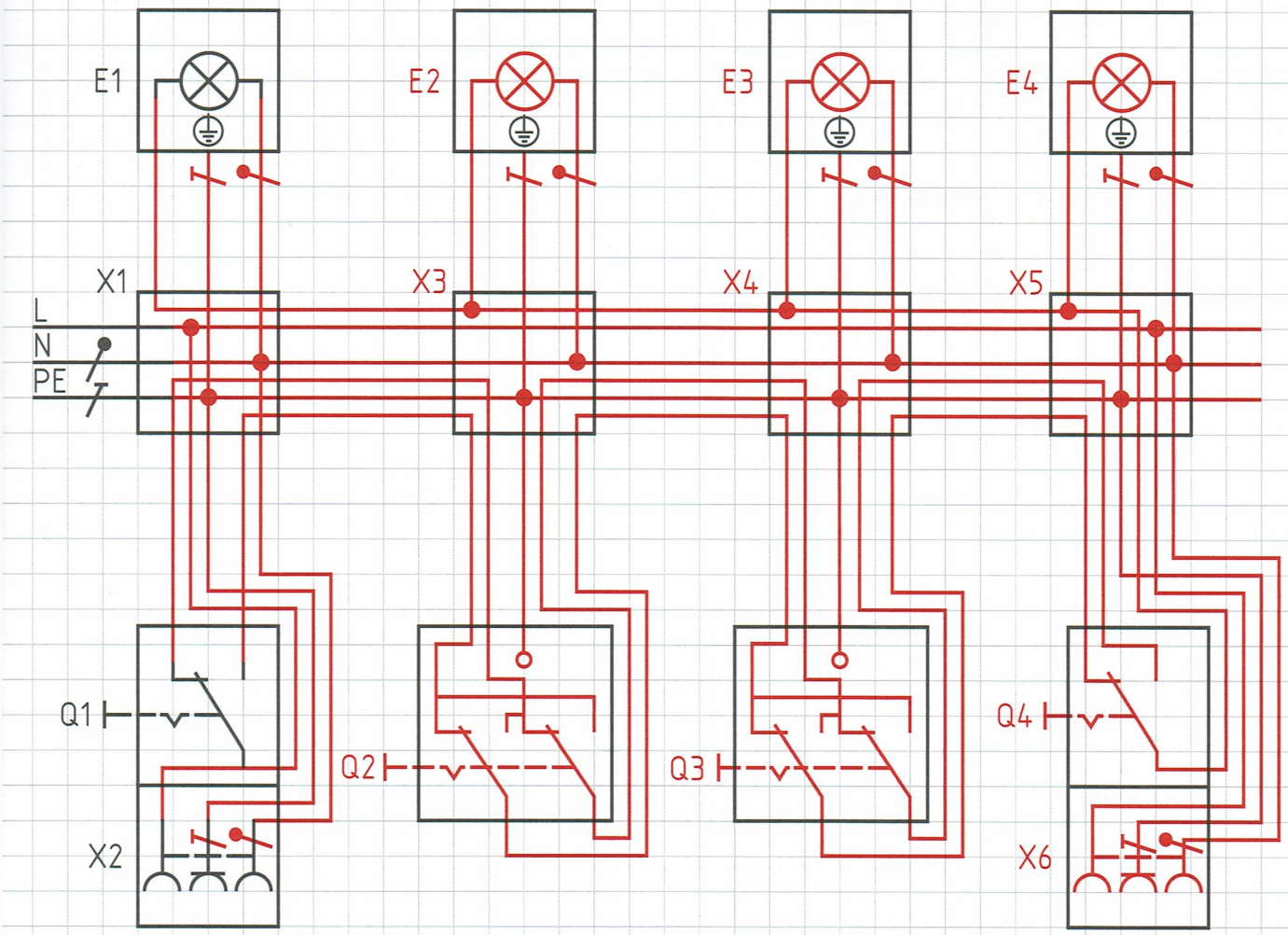
2.6 Kreuzschaltung mit Steckdosen
(intermediate-switch circuit with sockets)

Die Beleuchtung im Zentrallager soll von vier Betätigungsstellen mit zwei Wechselschaltern und zwei Kreuzschaltern eingeschaltet und ausgeschaltet werden können. Unter den beiden Wechselschaltern ist je eine Schutzkontaktsteckdose anzubringen. Zeichnen Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung und ergänzen Sie im Übersichtsschaltplan die erforderliche Leiterzahl.

a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



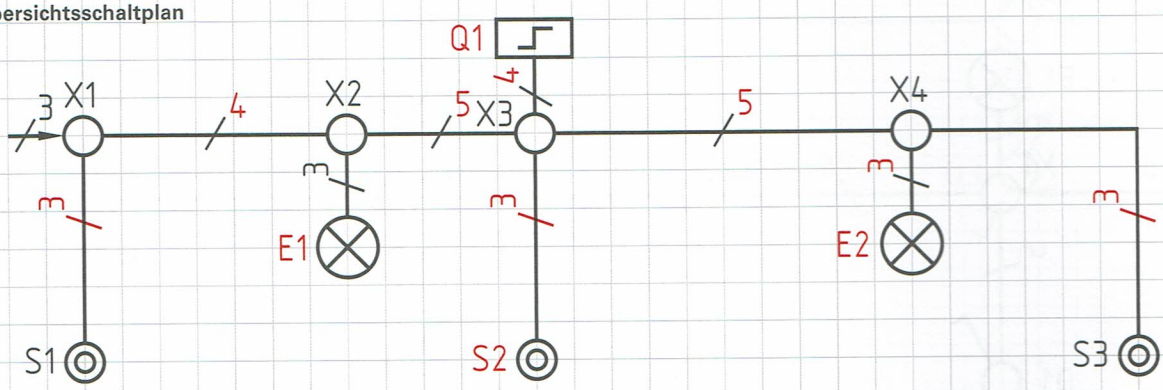
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

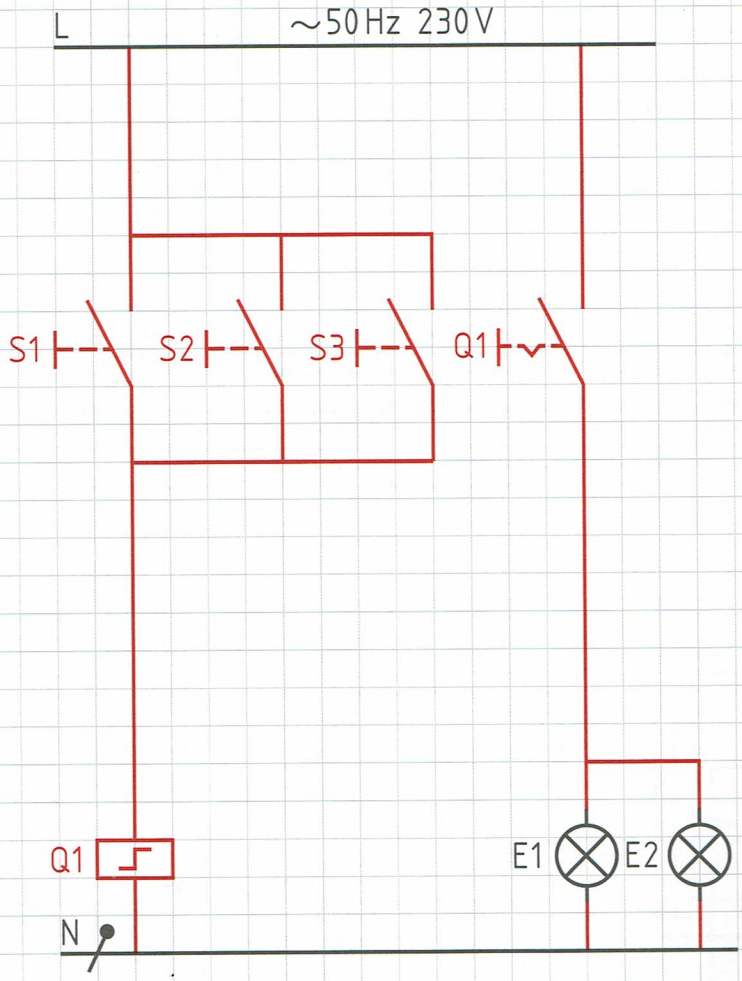
2.7 Stromstoßschaltung
(current impulse relay circuit)

Die Beleuchtung der Werkstatt soll von drei verschiedenen Stellen aus mit einem Stromstoßschalter eingeschaltet und ausgeschaltet werden können. Ergänzen Sie **a)** den Übersichtsschaltplan, **b)** den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **c)** das Zeitablaufdiagramm.

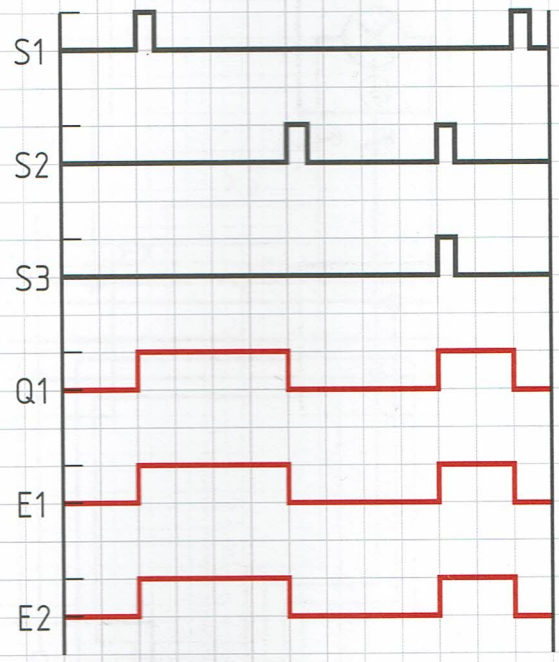
a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung (ohne Schutzleiter dargestellt)



c) Zeitablaufdiagramm



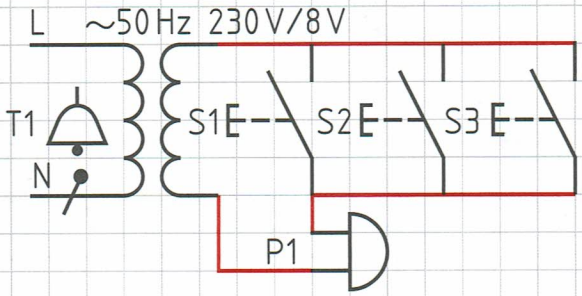
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

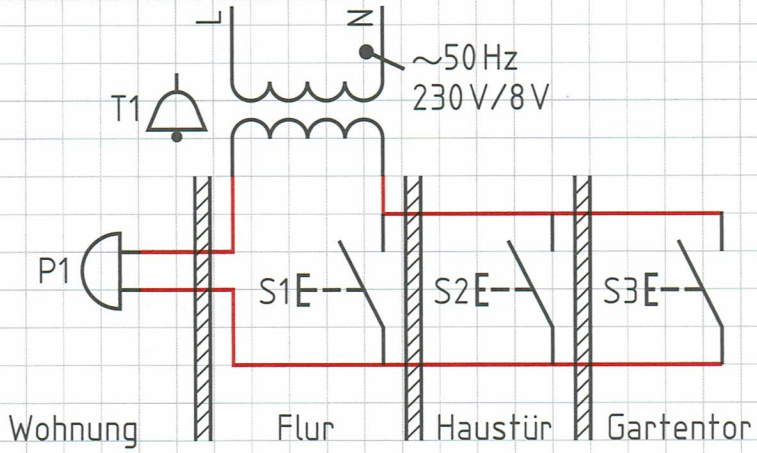
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

2.10 Rufschaltungen
(call circuits)

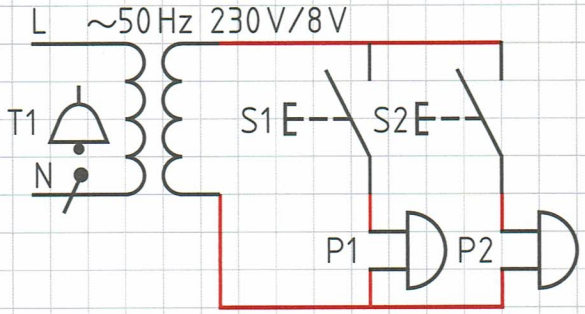
Für den Wohn- und Werkstättenbereich sind verschiedene Rufschaltungen möglich.
Ergänzen Sie die Stromlaufpläne in aufgelöster und zusammenhängender Darstellung.

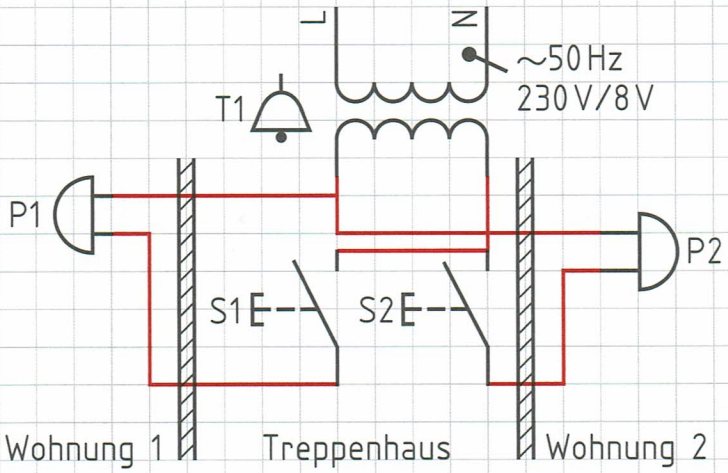
a) Klingelanlage mit drei Betätigungsstellen.





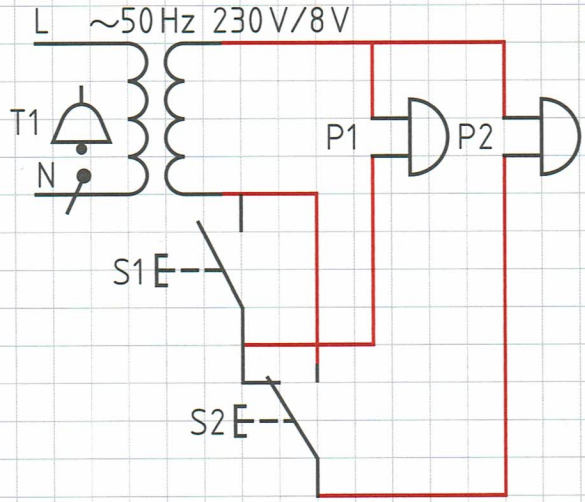
b) Klingelanlage für zwei Wohnungen.

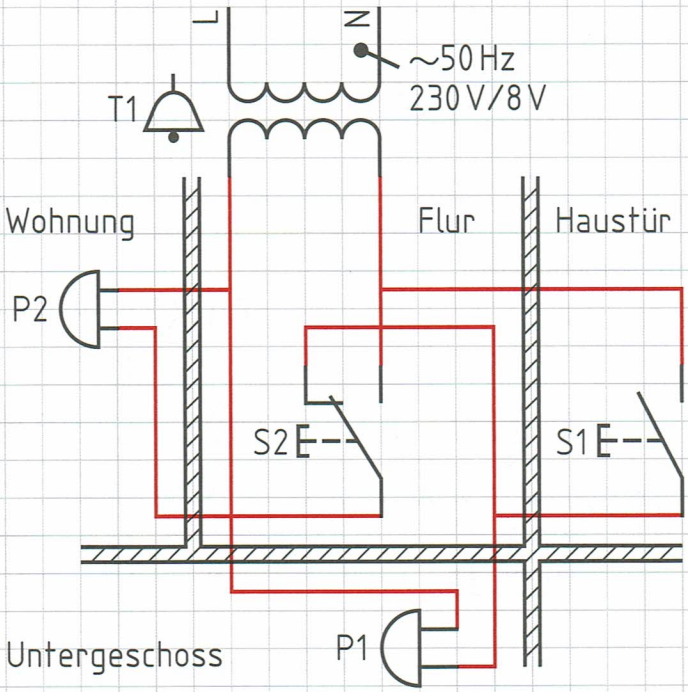




c) Klingelanlage für zwei Meldestellen.

Die Meldung von der Haustür erfolgt im Untergeschoss und in der Wohnung, die Meldung vom Flur nur in der Wohnung.



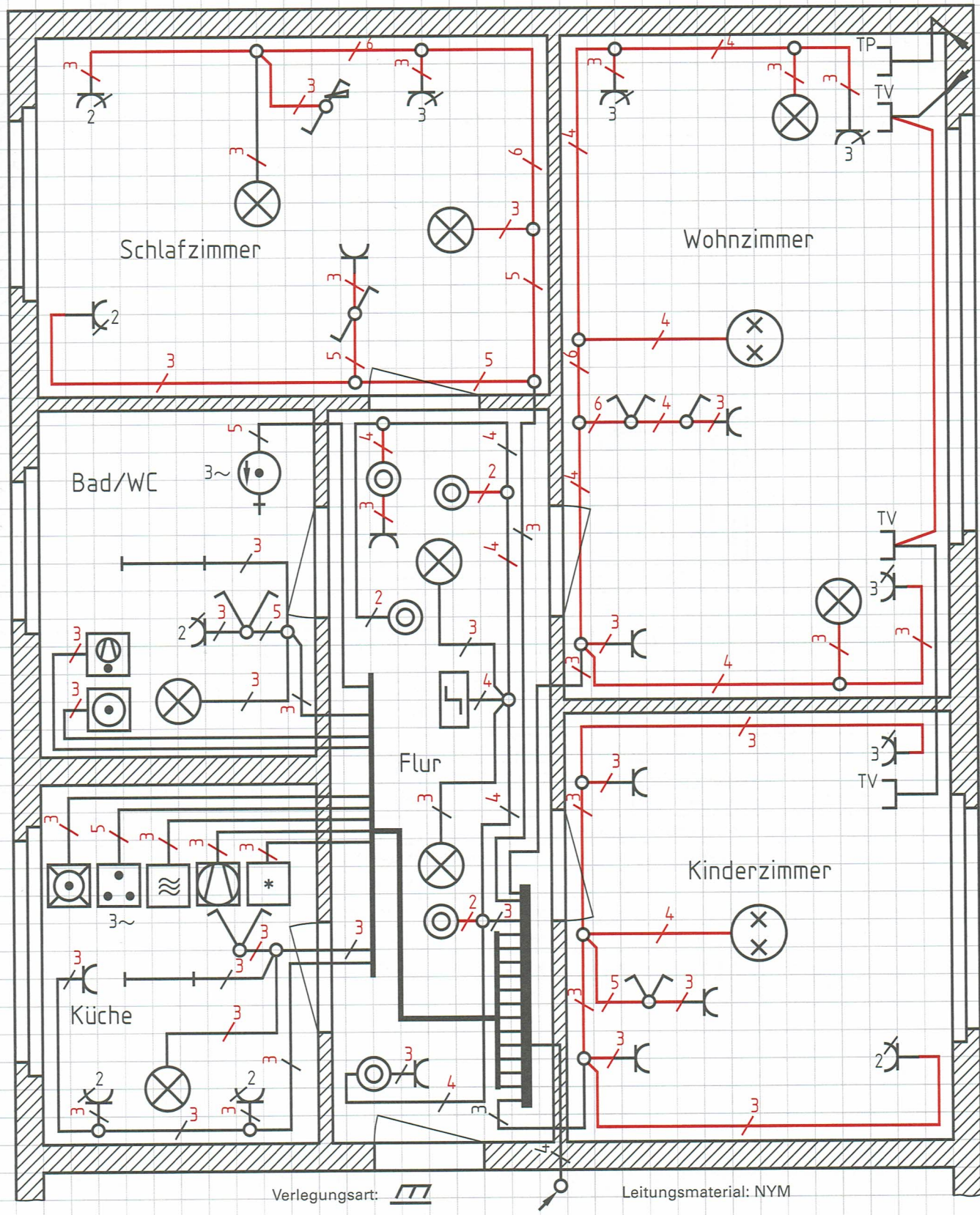


EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

2.14 Installationsschaltplan einer 4-Zimmer-Wohnung
(installation diagram of a four-room apartment)

In den Bauplan für die 4-Zimmer-Wohnung oberhalb der Elektromaschinenwerkstätte sind die elektrischen Betriebsmittel vollständig eingezeichnet. Drehstromverbraucher sind gekennzeichnet. Als Telefonanlage ist eine ISDN-Anlage vorgesehen, die mit drahtlosen Einzeltelefonapparaten arbeitet. Die Fernmeldesteckdose ist im Wohnzimmer vorgesehen. Für die Antennenanlage ist eine Stammleitung mit drei Antennensteckdosen zu installieren.
Vervollständigen Sie den Installationsschaltplan durch Einzeichnen aller Leitungen sowie der Angabe der Aderzahlen.

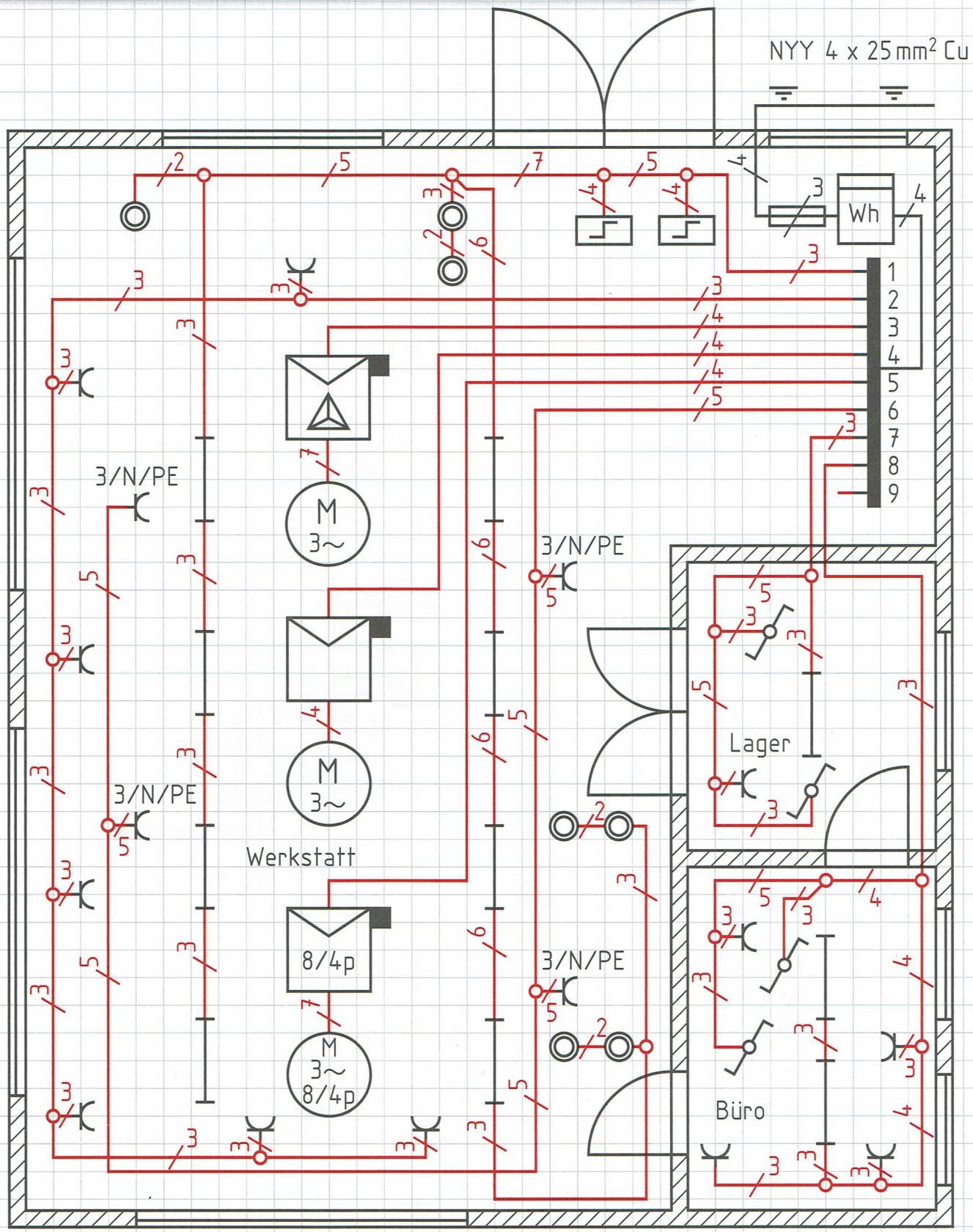


Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

2.17 Installationsschaltplan einer Werkstatt
(installation diagram of a workshop)

Für die Werkstattinstallation sind folgende Stromkreise vorgesehen:
1. Werkstattbeleuchtung über Stromstoßschalter. 2. Steckdosen Werkstatt. 3. Presse, Drehstrommotor 4 kW Stern/Dreieck mit Motorschutz. 4. Drehmaschine, Drehstrommotor 2,5 kW mit Motorschutz. 5. Bohrmaschine, Drehstrommotor 1 kW polumschaltbar mit Motorschutz. 6. Drehstrom-Steckdosen 5 kW. 7. Beleuchtung und Steckdosen Lager. 8. Beleuchtung und Steckdosen Büro. 9. Reserve.
Zeichnen Sie den Installationsschaltplan und geben Sie die Leiterzahlen an.



Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

Projektbeschreibung

Eine Werkstätte für Elektromaschinen wird renoviert und vergrößert **(Bild 1)**. Der Betriebsinhaber hat über der Werkstatt eine 4-Zimmer-Wohnung gebaut. Damit kommen verschiedene Elektroinstallationsschaltungen zum Einsatz **(Bild 2)**. Außerdem werden bei dem Projekt Türöffner-, Ruf- und Klingelanlagen installiert.

Für alle installierten Teilprojekte ist eine Stückliste anzufertigen **(Bild 3)**. Nach Beendigung der Installationen sind die ausgeführten Arbeiten nach VDE zu prüfen und zu protokollieren.

Bei der Vergabe nach einer Ausschreibung erhält ein Haustechnik- und Elektroservice-Betrieb die folgenden Gewerke am Neubau:

Elektroinstallation von

1. Abstellraum im Kellergeschoss, Ausschaltung mit beleuchtetem Schalter,
2. Waschraum im Kellergeschoss, Serienschaltung mit Ausschaltung,
3. Lagerraum in der Werkstatt, Wechselschaltung mit Steckdosen,
4. Umkleideraum im Erdgeschoss, Sparwechselschaltung mit beleuchteten Wechselschaltern,
5. Treppenhaus vom Erdgeschoss zum 1. Obergeschoss, Kreuzschaltung,
6. Zentrallager, Kreuzschaltung mit Steckdosen,
7. Werkstatt, Stromstoßschaltung,
8. Außenbeleuchtung im Wohnbereich, Stromstoßschaltung mit Rückmeldung,
9. Treppenbeleuchtung vom Erdgeschoss ins Kellergeschoss,
10. Rufschaltungen,
11. Ruf- und Türöffneranlage mit Stromstoßschaltung,
12. Ruf- und Türöffneranlage für drei Wohnungen,
13. Ruf- und Klingelanlage für das Nebengebäude,
14. 4-Zimmer-Wohnung mit Unterverteiler,
15. Werkstatt,
16. Beleuchtungs-Steuerung für ein Büro mit KNX.



Bild 1: Elektromaschinenwerkstätte mit Wohnung

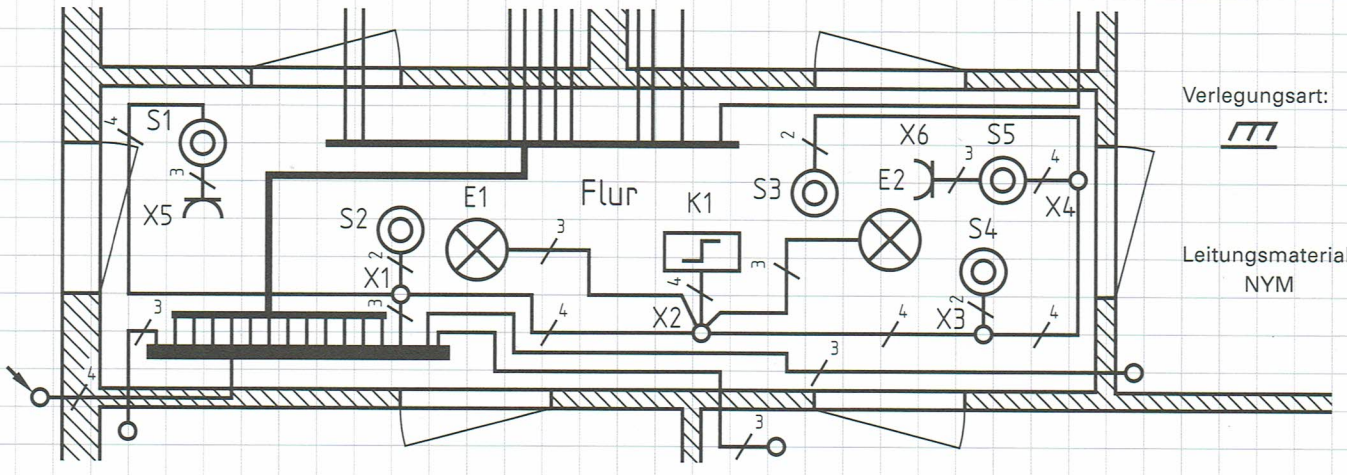


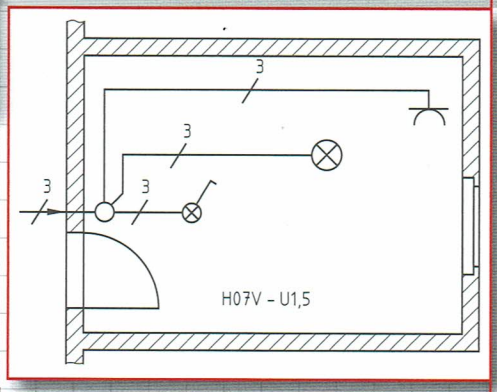
Bild 2: Ausschnitt aus dem Installationsschaltplan der 4-Zimmer-Wohnung, Anlagenteil Flur

Kennzeichnung	Anzahl	Betriebsmittel	Katalog-Nr. bzw. Typenbezeichnung	Einzelpreis	Gesamtpreis
F1	1	Leitungsschutzschalter	Hager MB 116	7,02 €	7,02 €
X1 bis X4	4	Verbindungsdose	Kaiser 1174-25	0,28 €	1,12 €
ohne Kennz.	7	Schalterdose (Geräte-Verbindungsdose)	Kaiser 1056-02	0,43 €	3,01 €
K1	1	Stromstoßschalter	Eltako ES120X-UL	33,70 €	33,70 €
ohne Kennz.	1	Gerätedose für K1	Kaiser 1174-26	0,36 €	0,36 €
S1 bis S5	5	Lichttaster UP	Jung 531 U	6,12 €	30,60 €
X5, X6	2	Schutzkontaktsteckdose UP	Jung 520 Z	3,79 €	7,58 €

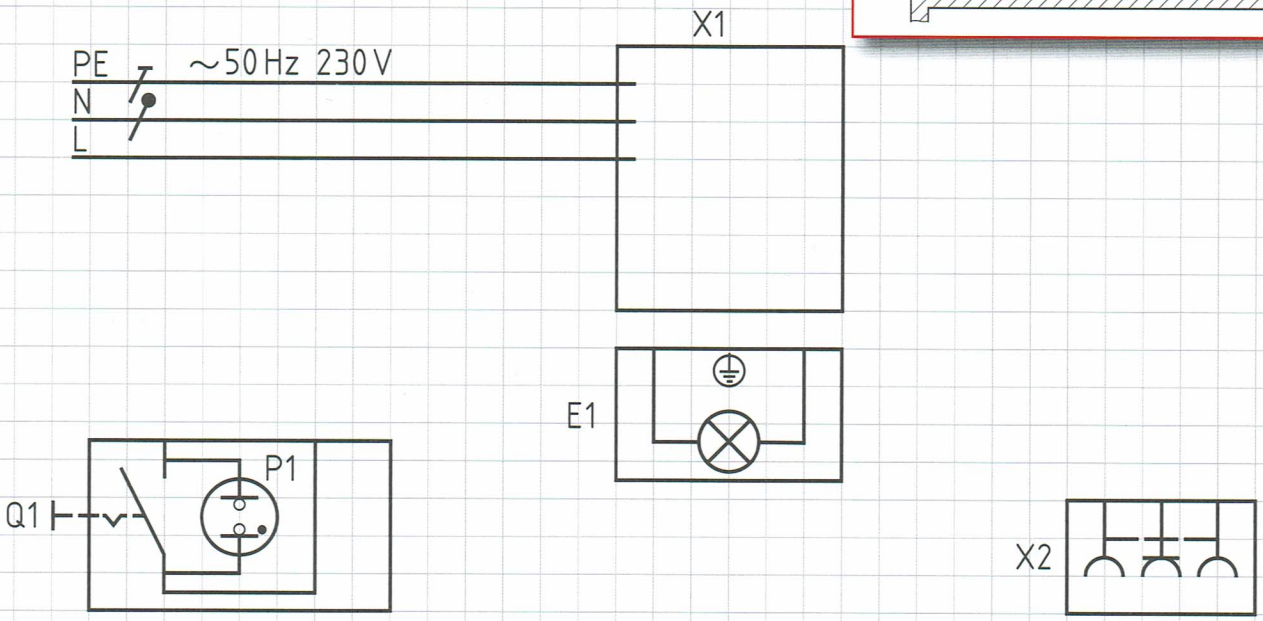
Bild 3: Auszug aus der Materialstückliste des Anlagenteils Flur

2.1 Ausschaltung mit beleuchtetem Schalter
(disconnecting circuit with illuminated switch)

In dem Abstellraum im Kellergeschoss des zu renovierenden Elektrobetriebs ist nach nebenstehendem Installationsschaltplan zu installieren. Der Kontrollschalter ist mit einer Glimmlampe ausgestattet.
a) Ergänzen Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung.
b) Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung.
c) Ergänzen Sie das Zeitablaufdiagramm.



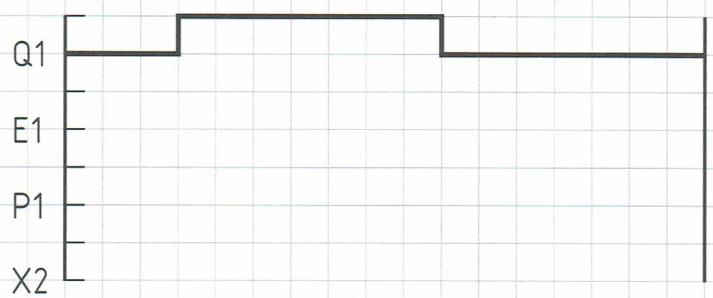
a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



c) Zeitablaufdiagramm



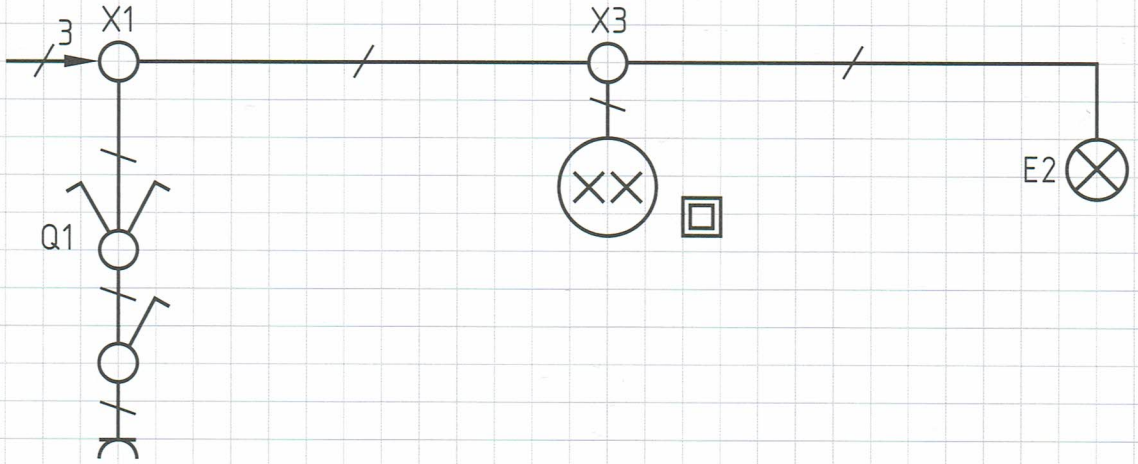
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

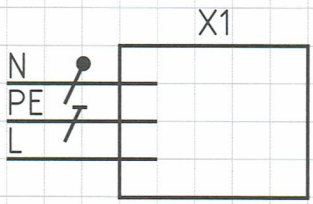
2.2 Serienschaltung mit Ausschaltung
(series circuit with disconnection)

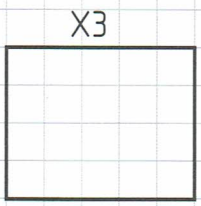
Von einer Serienschaltung in Verbindung mit einer Ausschaltung im Waschraum im Kellergeschoss sollen **a)** der Übersichtsschaltplan und **b)** der Stromlaufplan vervollständigt werden. Tragen Sie außerdem sämtliche Betriebsmittelkennzeichnungen ein. **c)** Vervollständigen Sie das Zeitablaufdiagramm.

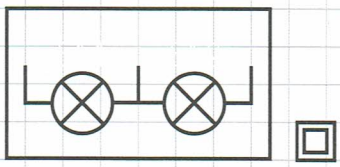
a) Übersichtsschaltplan

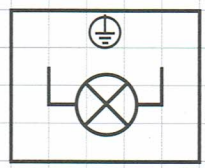


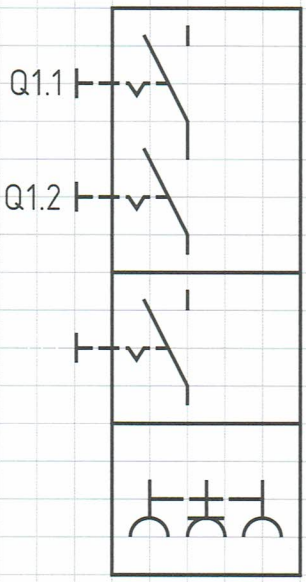
b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



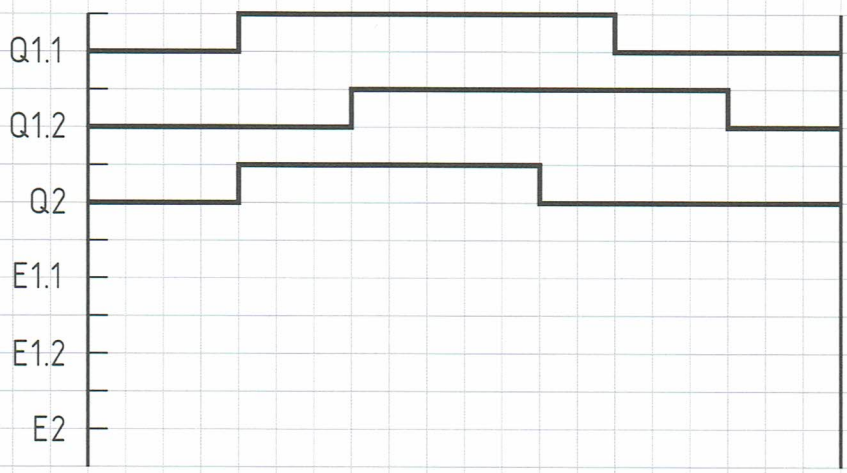








c) Zeitablaufdiagramm



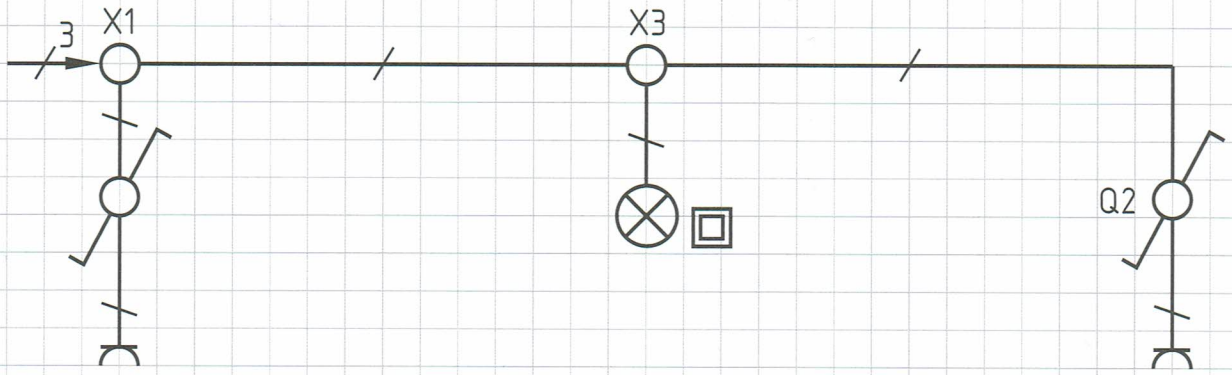
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

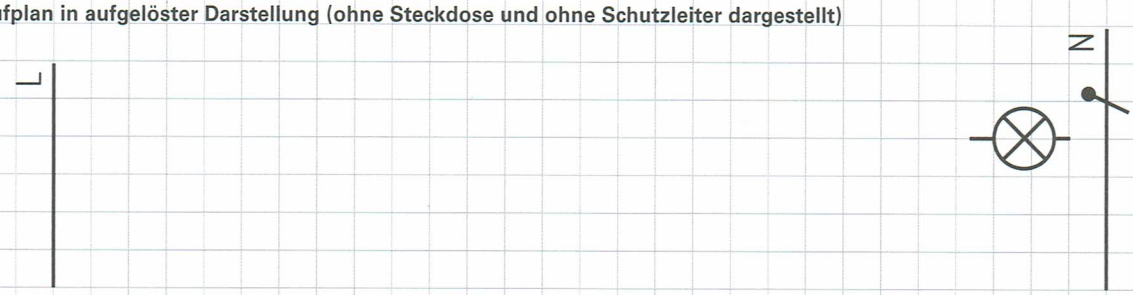
2.3 Wechselschaltung mit Steckdosen
(two-way with sockets)

Im Lagerraum der Werkstatt soll die Beleuchtung von zwei Stellen aus eingeschaltet und ausgeschaltet werden können. Vervollständigen Sie die Schaltpläne und tragen Sie die Betriebsmittelkennzeichnungen ein. Schließen Sie den Lampendraht an Schalter Q2 an.

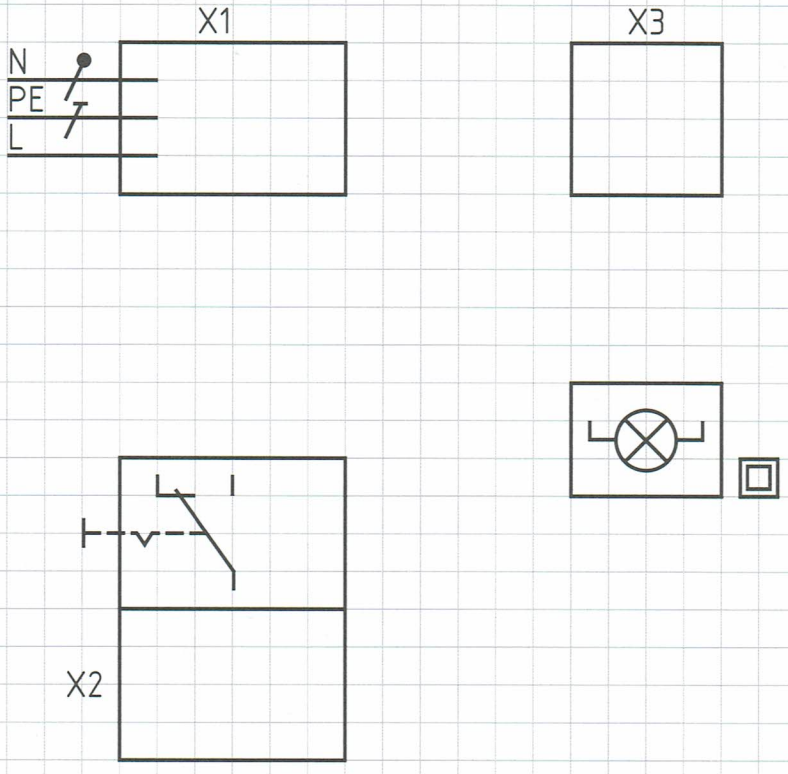
a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung (ohne Steckdose und ohne Schutzleiter dargestellt)



c) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



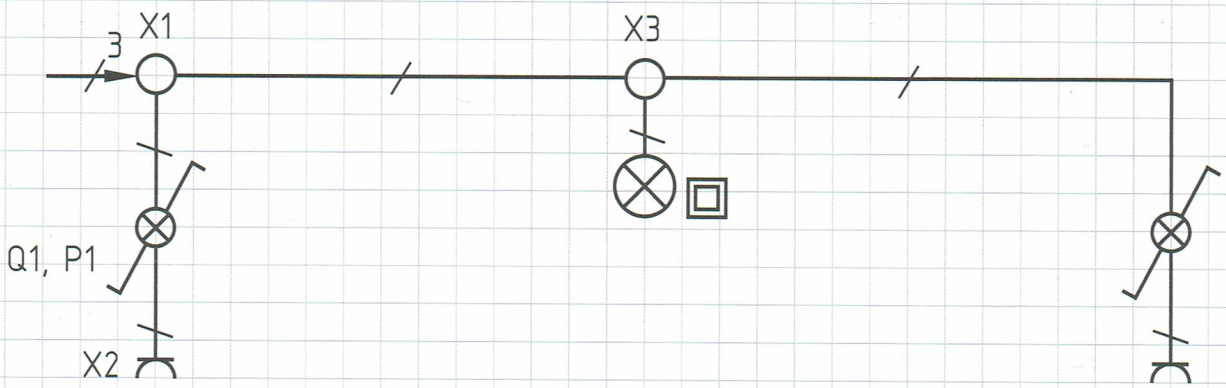
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

2.4 Sparwechselschaltung mit beleuchteten Schaltern
(economizing two-way wiring with illuminated switches)

Vervollständigen Sie für den Umkleideraum im Erdgeschoss die Schaltpläne. Bei den Wechselschaltern handelt es sich um beleuchtete Schalter, die mit Glimmlampen ausgestattet sind. Beleuchtbare Schalter können auch mit LED-Leuchten bestückt werden.

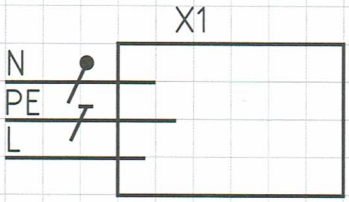
a) Übersichtsschaltplan



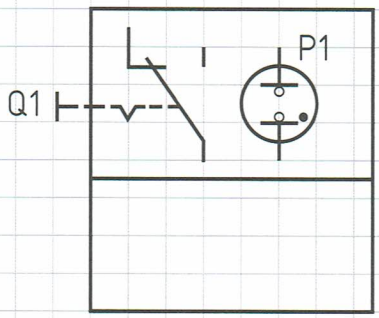
b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung (ohne Steckdosen und ohne Schutzleiter dargestellt)

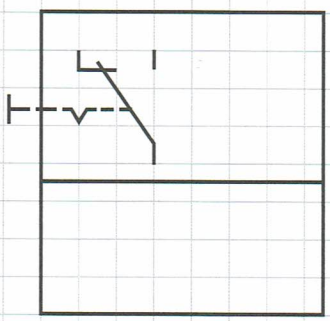


c) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung









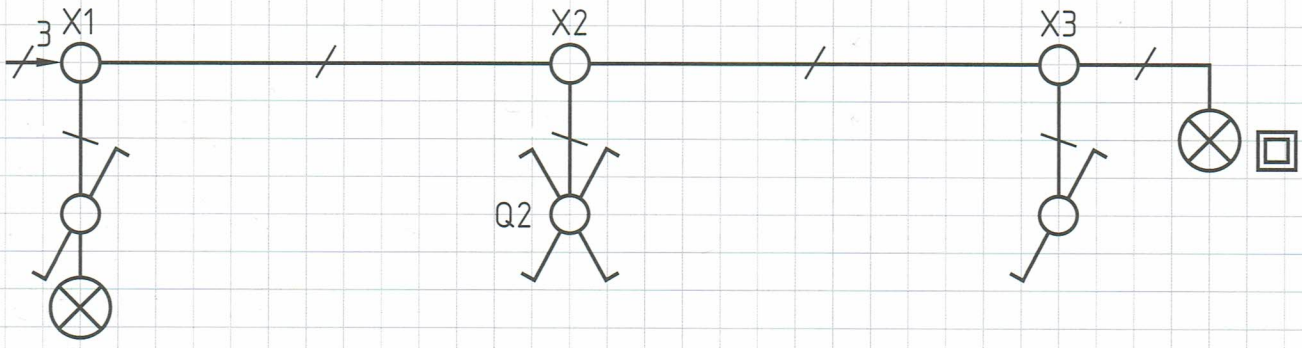
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

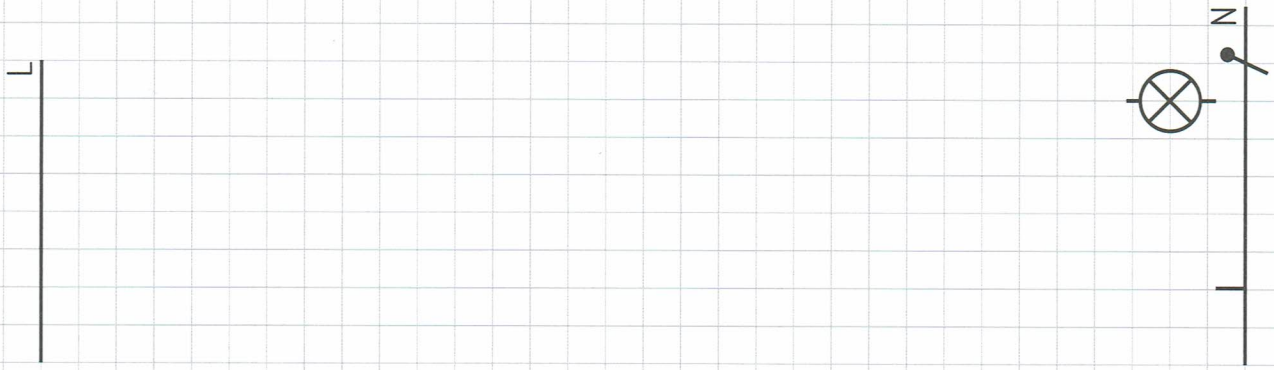
2.5 Kreuzschaltung mit Rückmeldung
(intermediate-switch circuit with indicating lamp)

Ergänzen Sie für das Treppenhaus die Schaltpläne und tragen Sie sämtliche Betriebsmittelkennzeichen ein. Unter dem Wechselschalter Q1 soll eine Rückmeldeleuchte P1 installiert werden.

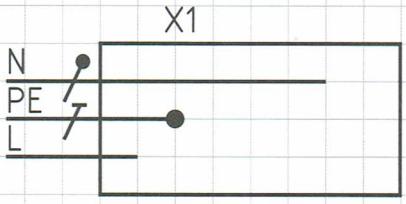
a) Übersichtsschaltplan

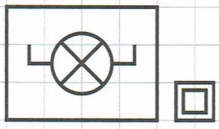


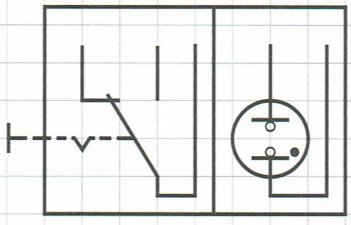
b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung (ohne Schutzleiter dargestellt)

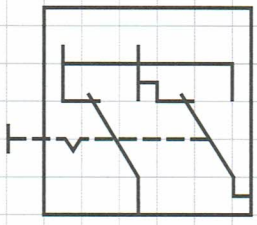


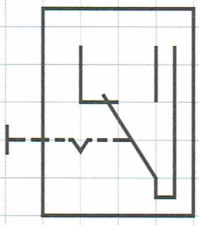
c) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung











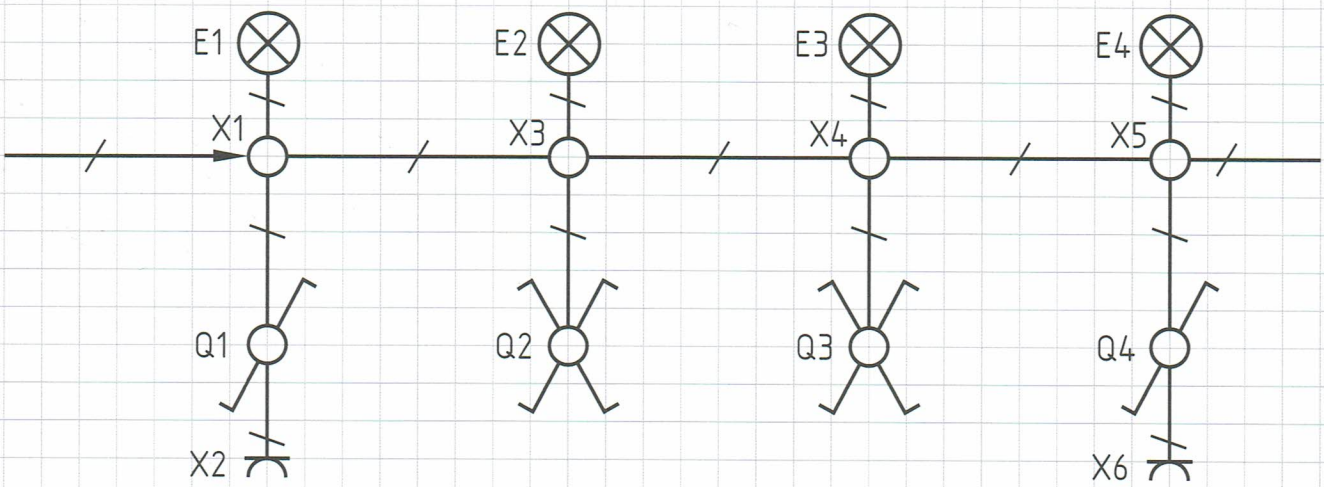
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

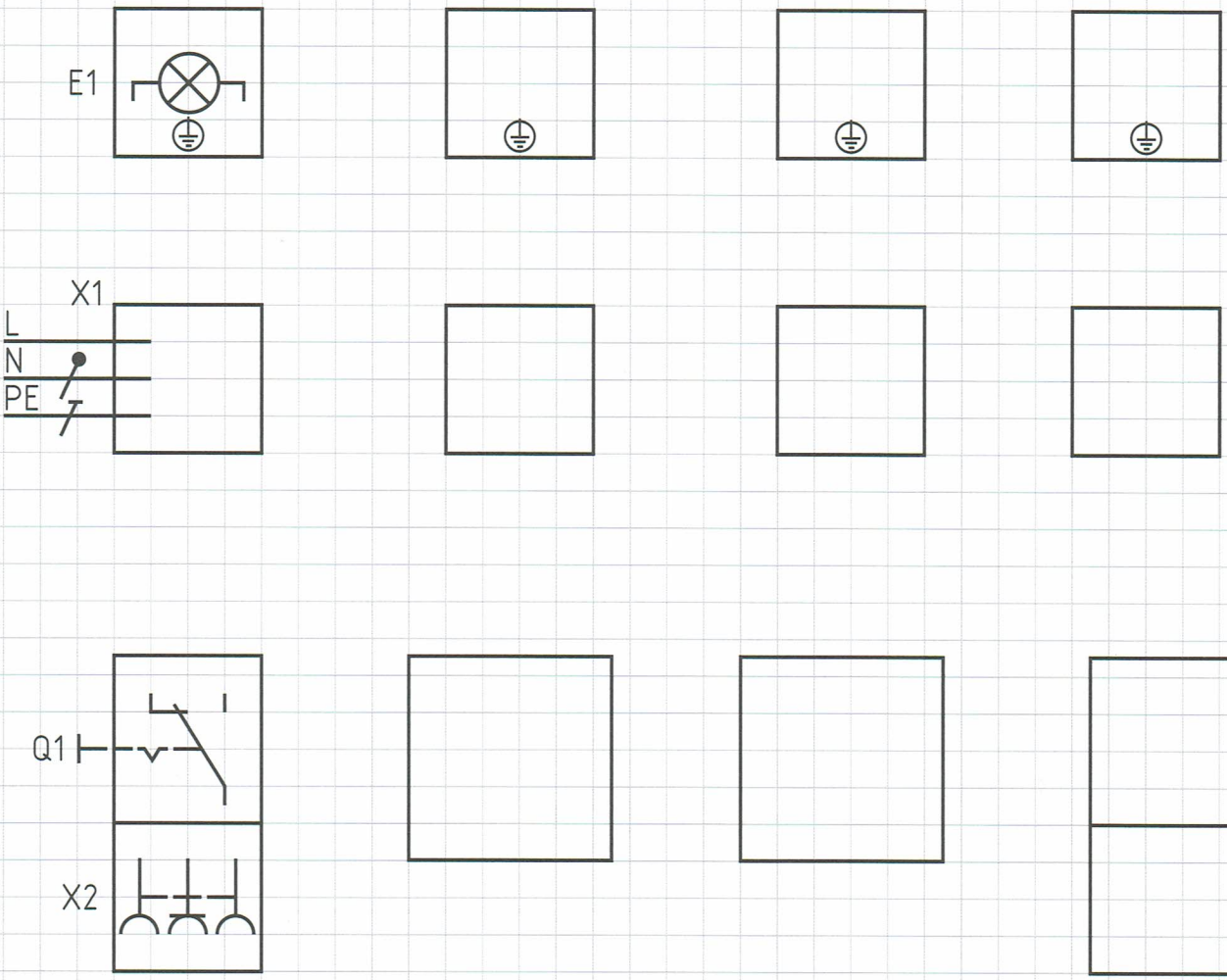
2.6 Kreuzschaltung mit Steckdosen
(intermediate-switch circuit with sockets)

Die Beleuchtung im Zentrallager soll von vier Betätigungsstellen mit zwei Wechselschaltern und zwei Kreuzschaltern eingeschaltet und ausgeschaltet werden können. Unter den beiden Wechselschaltern ist je eine Schutzkontaktsteckdose anzubringen. Zeichnen Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung und ergänzen Sie im Übersichtsschaltplan die erforderliche Leiterzahl.

a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



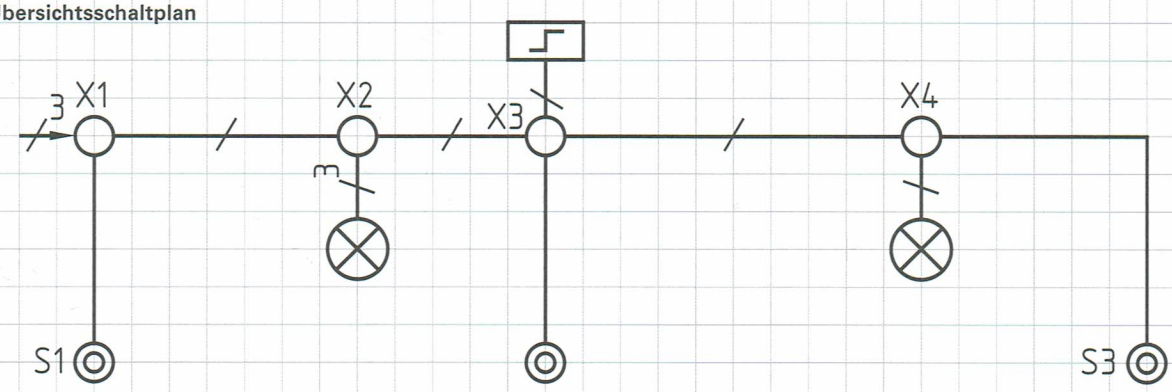
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

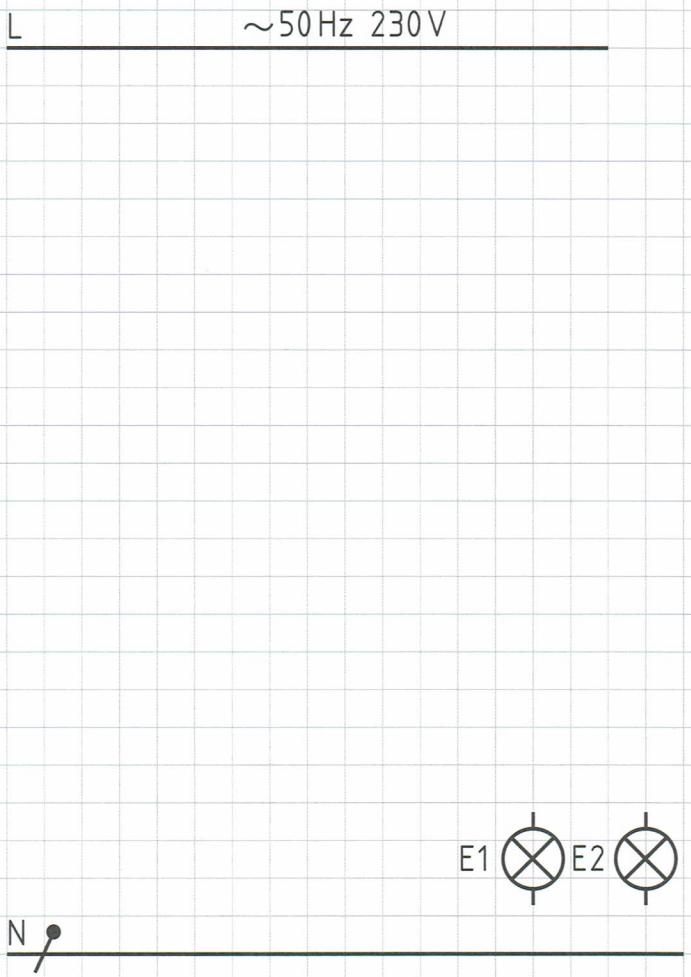
2.7 Stromstoßschaltung
(current impulse relay circuit)

Die Beleuchtung der Werkstatt soll von drei verschiedenen Stellen aus mit einem Stromstoßschalter eingeschaltet und ausgeschaltet werden können. Ergänzen Sie **a)** den Übersichtsschaltplan, **b)** den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **c)** das Zeitablaufdiagramm.

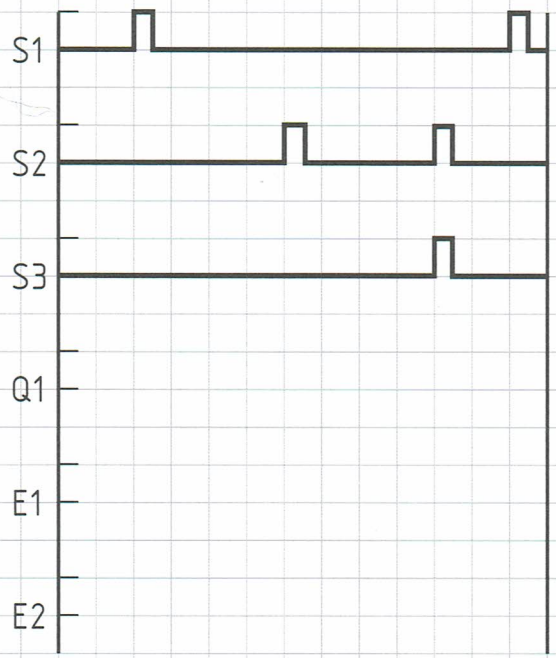
a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung (ohne Schutzleiter dargestellt)



c) Zeitablaufdiagramm



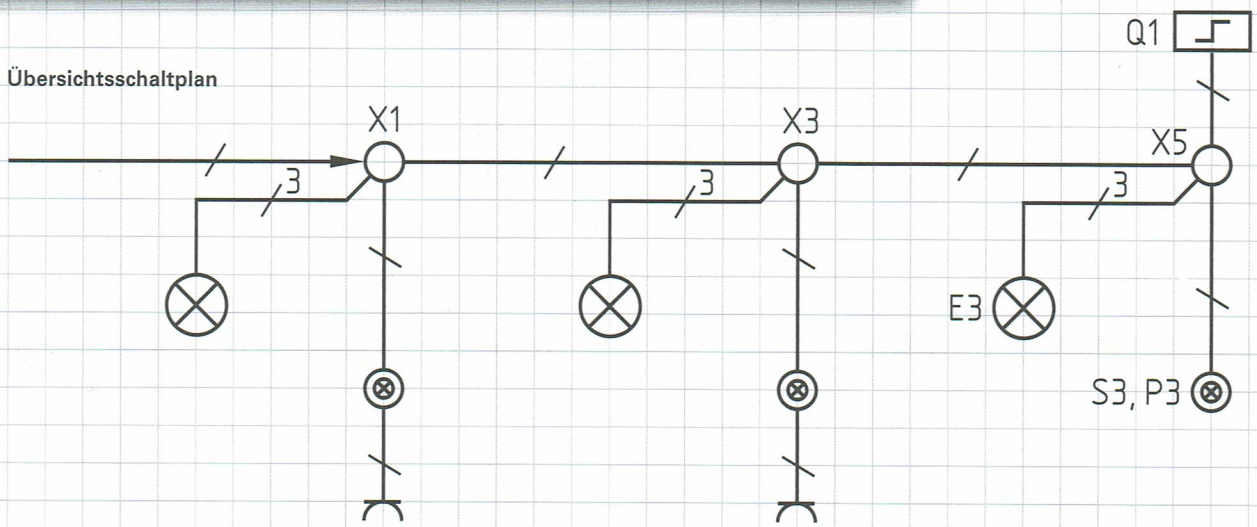
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

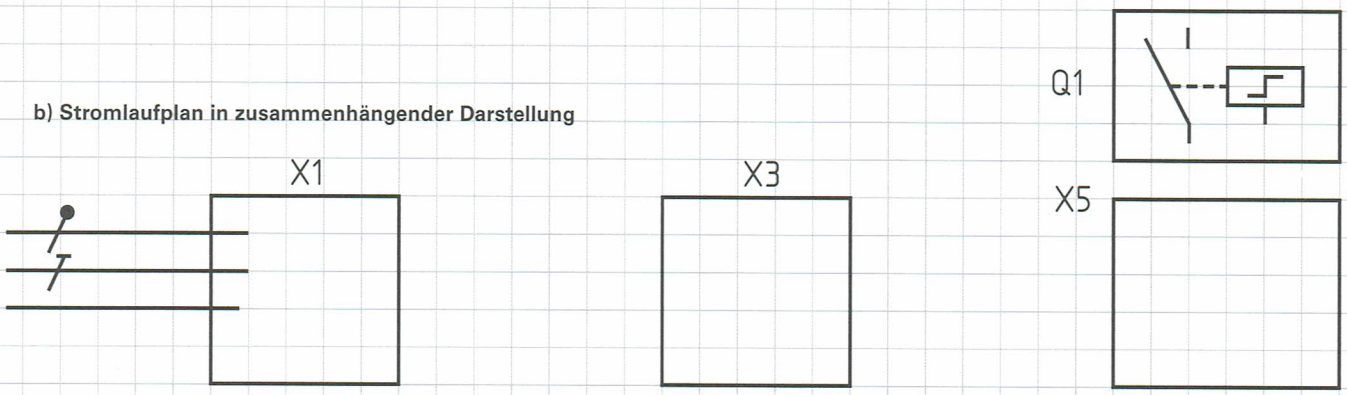
2.8 Stromstoßschaltung mit Rückmeldung
(current impulse relay with feedback signal)

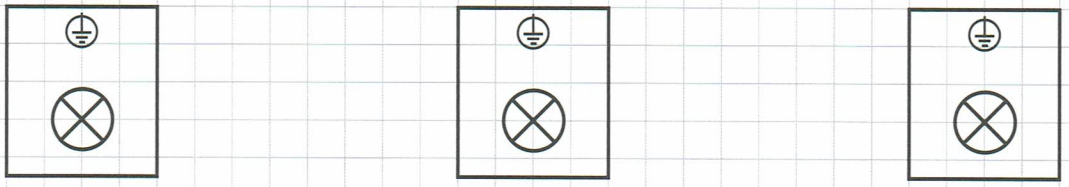
Die Außenbeleuchtung im Wohnbereich besteht aus drei Leuchten, welche von drei Stellen durch eine Stromstoßschaltung geschaltet werden. Damit man den Schaltzustand des Stromstoßrelais erkennen kann, besitzen alle Taster eine Glimmlampe als Kontrollleuchte. Ergänzen Sie die Schaltpläne.

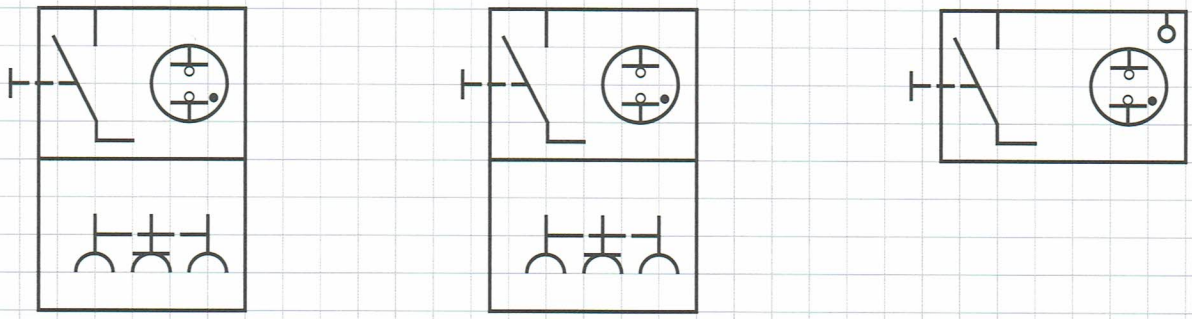
a) Übersichtsschaltplan



b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung





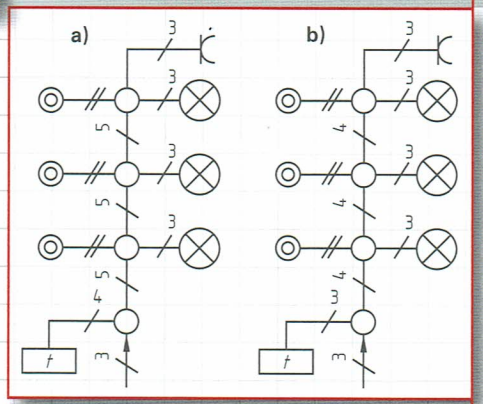


EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

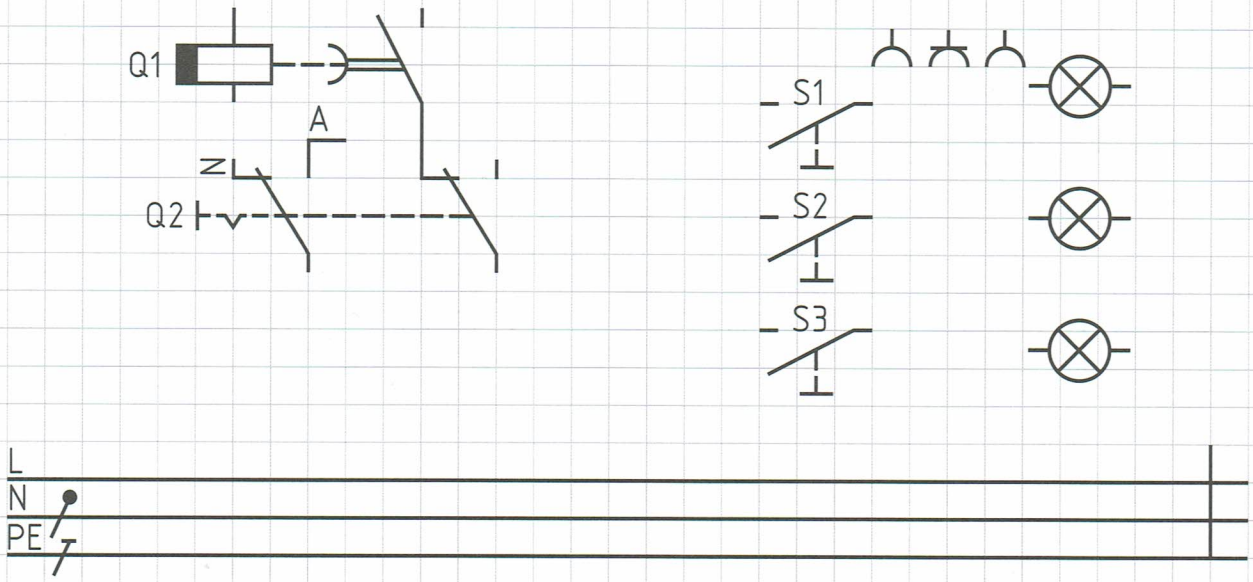
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

2.9 Treppenhausschaltungen
(staircase circuits)

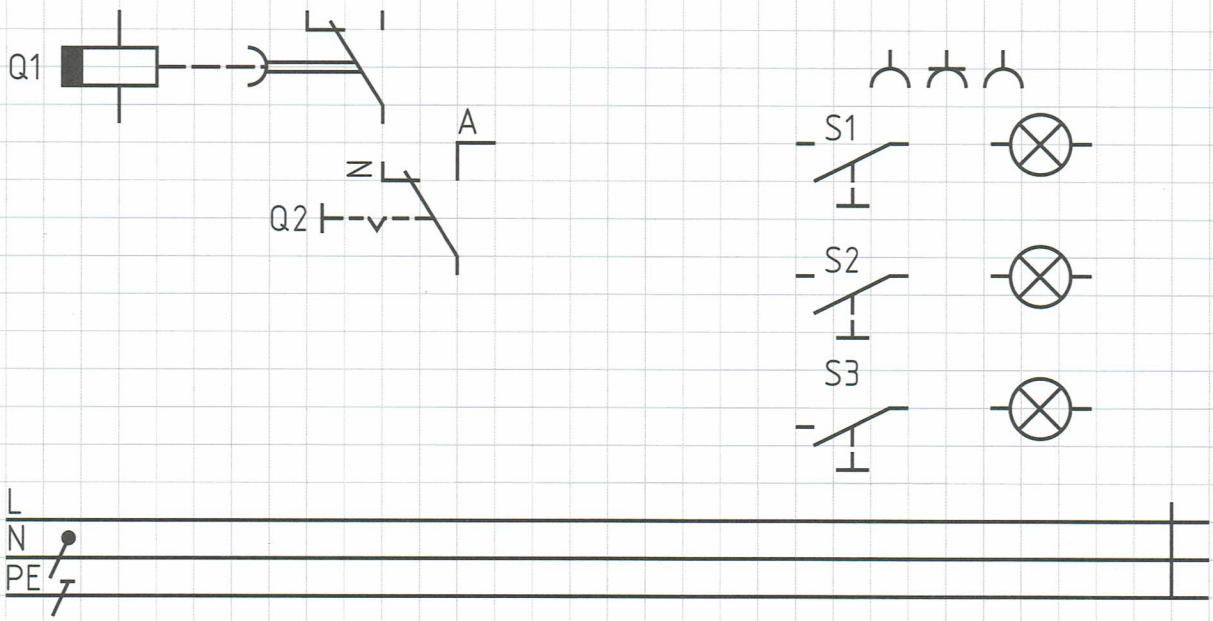
Vervollständigen Sie den Stromlaufplan der Treppenhausschaltungen mit Treppenlicht-Zeitschalter im Gebäude der Werkstätte für Elektromaschinen.



a) Vierleiteranschluss (Q1 Leistungsrelais mit Zeitverzögerung)



b) Dreileiteranschluss (Q1 Leistungsrelais mit Zeitverzögerung)



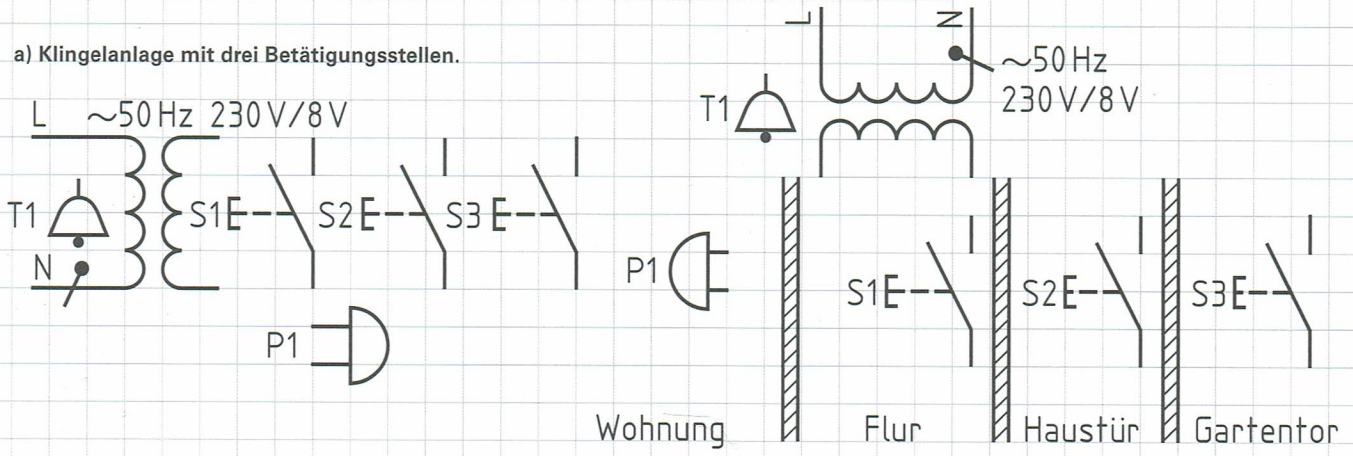
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

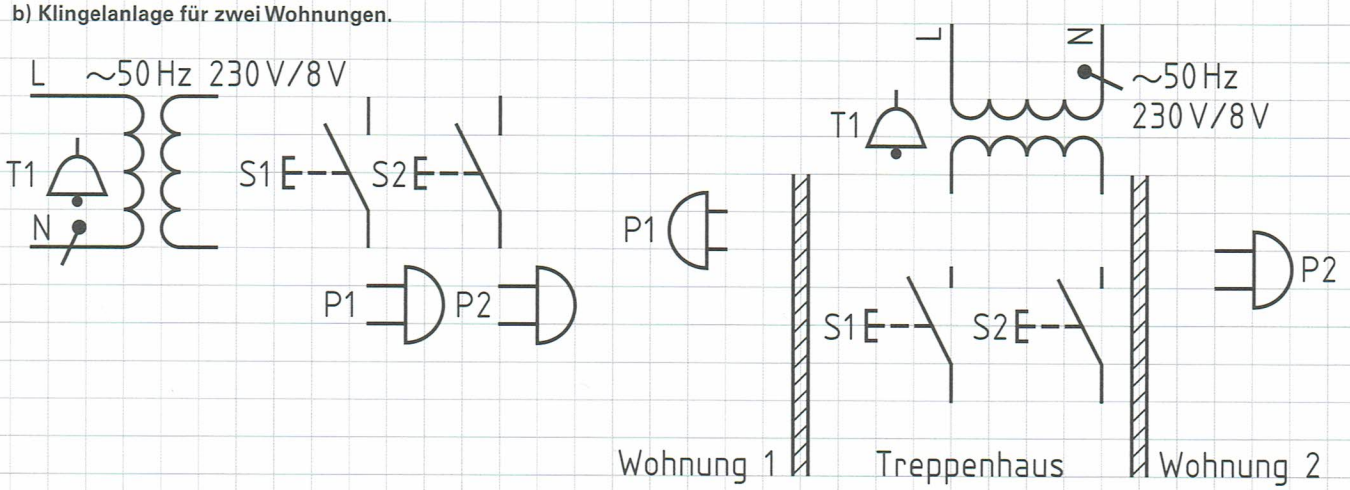
2.10 Rufschaltungen
(call circuits)

Für den Wohn- und Werkstättenbereich sind verschiedene Rufschaltungen möglich.
Ergänzen Sie die Stromlaufpläne in aufgelöster und zusammenhängender Darstellung.

a) Klingelanlage mit drei Betätigungsstellen.

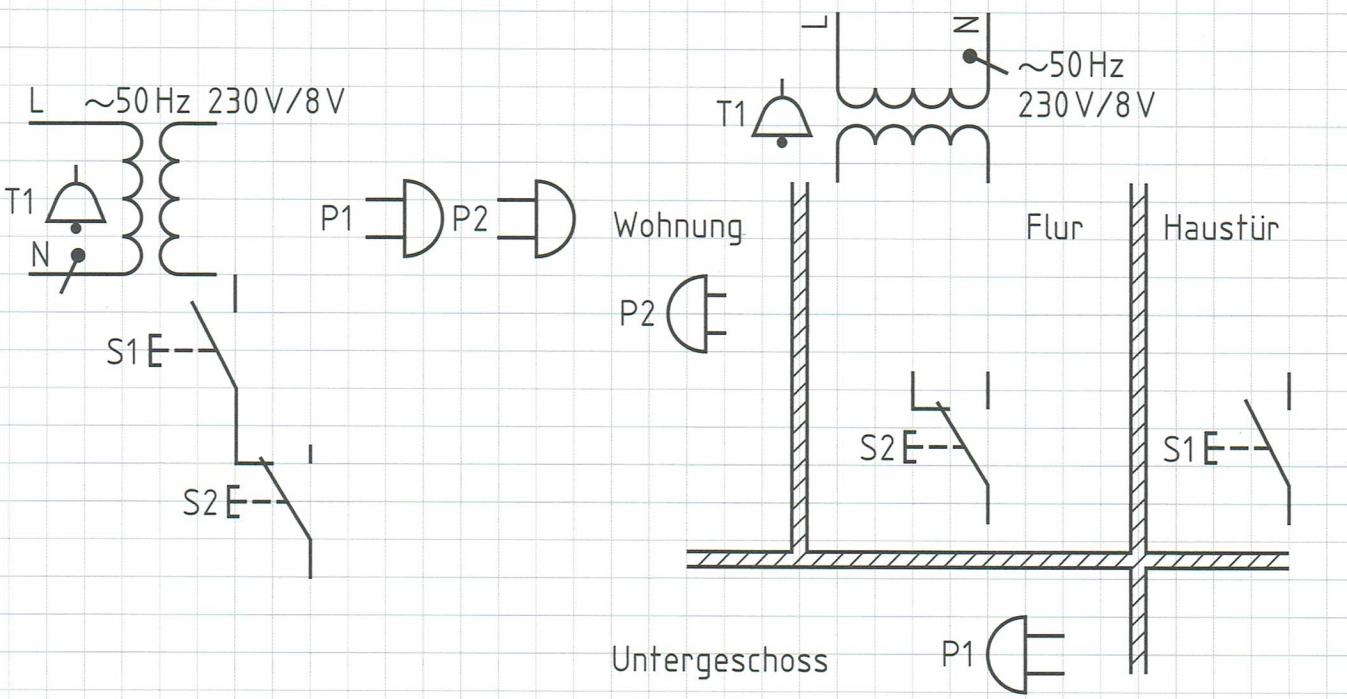


b) Klingelanlage für zwei Wohnungen.



c) Klingelanlage für zwei Meldestellen.

Die Meldung von der Haustür erfolgt im Untergeschoss und in der Wohnung, die Meldung vom Flur nur in der Wohnung.



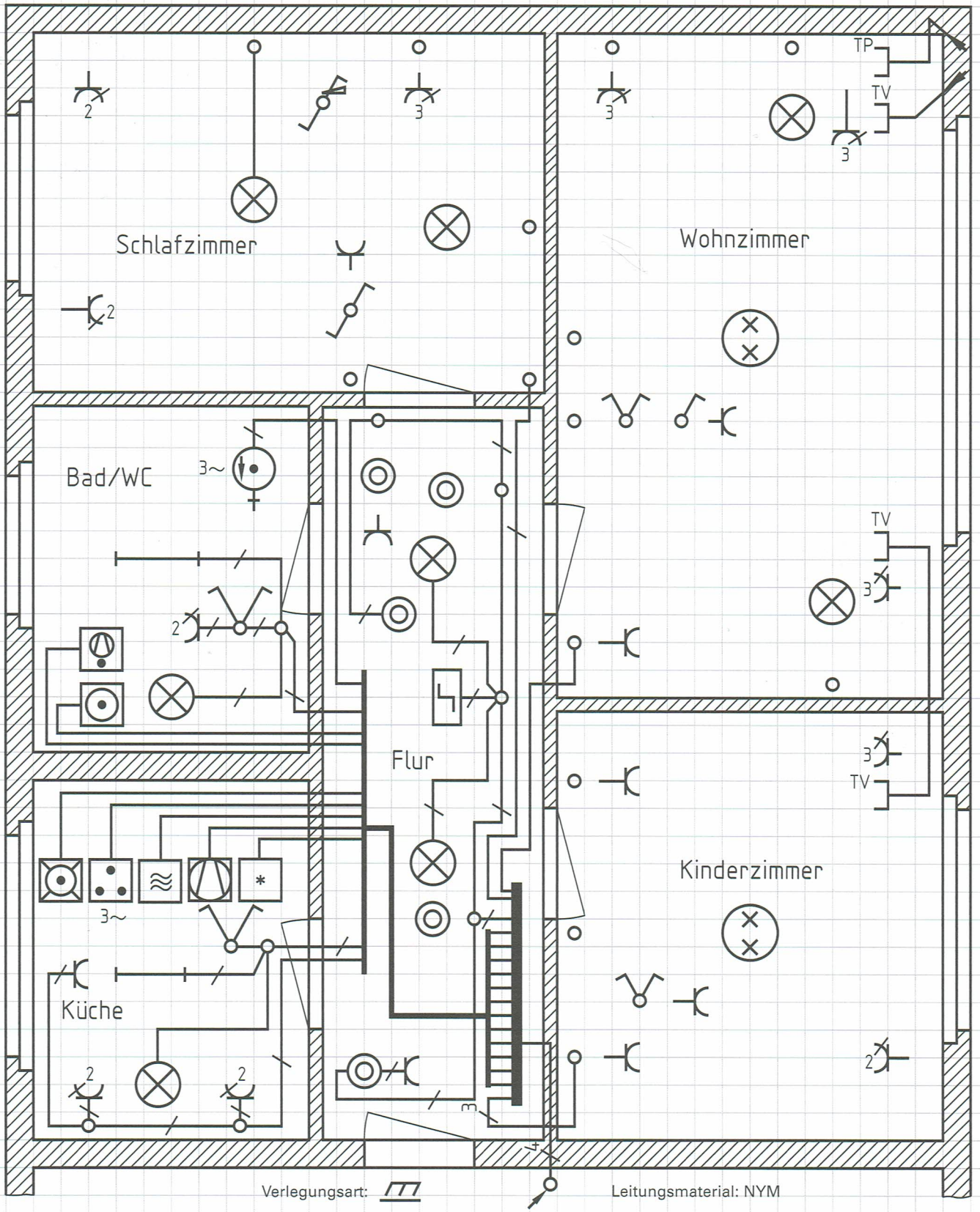
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

2.14 Installationsschaltplan einer 4-Zimmer-Wohnung

(installation diagram of a four-room apartment)

In den Bauplan für die 4-Zimmer-Wohnung oberhalb der Elektromaschinenwerkstätte sind die elektrischen Betriebsmittel vollständig eingezeichnet. Drehstromverbraucher sind gekennzeichnet. Als Telefonanlage ist eine ISDN-Anlage vorgesehen, die mit drahtlosen Einzeltelefonapparaten arbeitet. Die Fernmeldesteckdose ist im Wohnzimmer vorgesehen. Für die Antennenanlage ist eine Stammleitung mit drei Antennensteckdosen zu installieren.
Vervollständigen Sie den Installationsschaltplan durch Einzeichnen aller Leitungen sowie der Angabe der Aderzahlen.

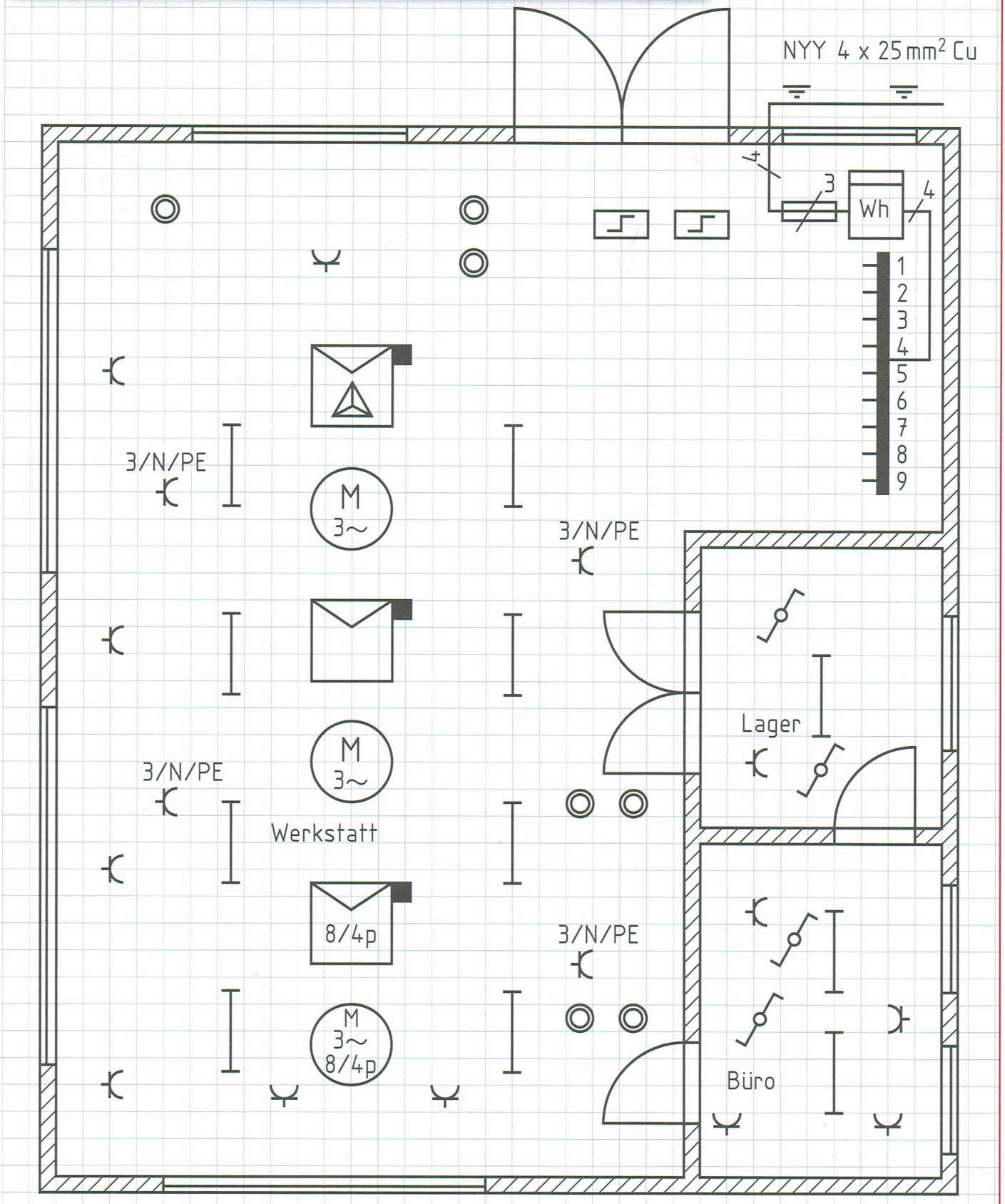


EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

2.17 Installationsschaltplan einer Werkstatt
(installation diagram of a workshop)

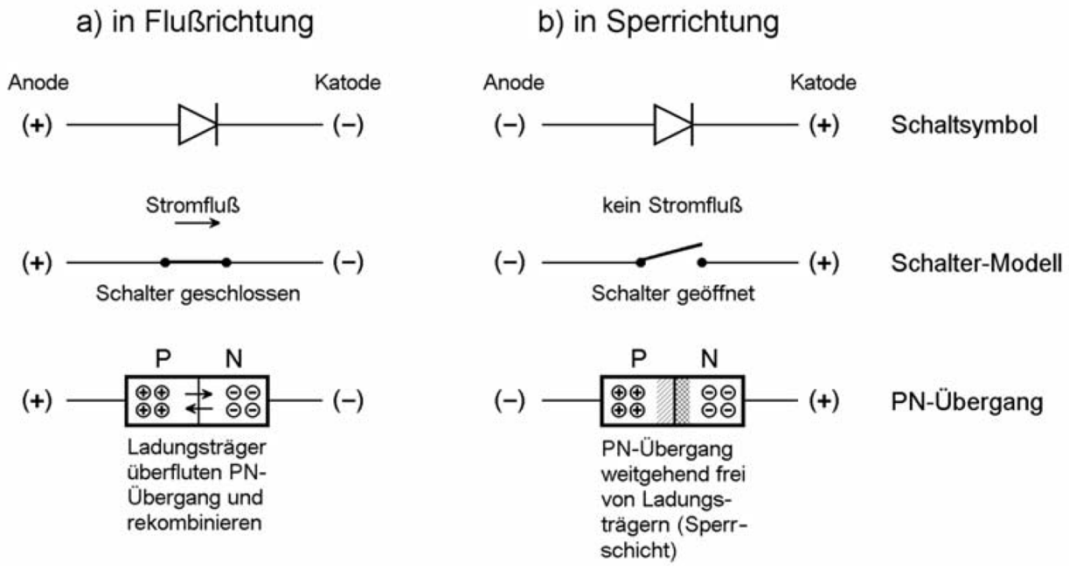
Für die Werkstattinstallation sind folgende Stromkreise vorgesehen:
1. Werkstattbeleuchtung über Stromstoßschalter. 2. Steckdosen Werkstatt. 3. Presse, Drehstrommotor 4 kW Stern/Dreieck mit Motorschutz. 4. Drehmaschine, Drehstrommotor 2,5 kW mit Motorschutz. 5. Bohrmaschine, Drehstrommotor 1 kW polumschaltbar mit Motorschutz. 6. Drehstrom-Steckdosen 5 kW. 7. Beleuchtung und Steckdosen Lager. 8. Beleuchtung und Steckdosen Büro. 9. Reserve.
Zeichnen Sie den Installationsschaltplan und geben Sie die Leiterzahlen an.



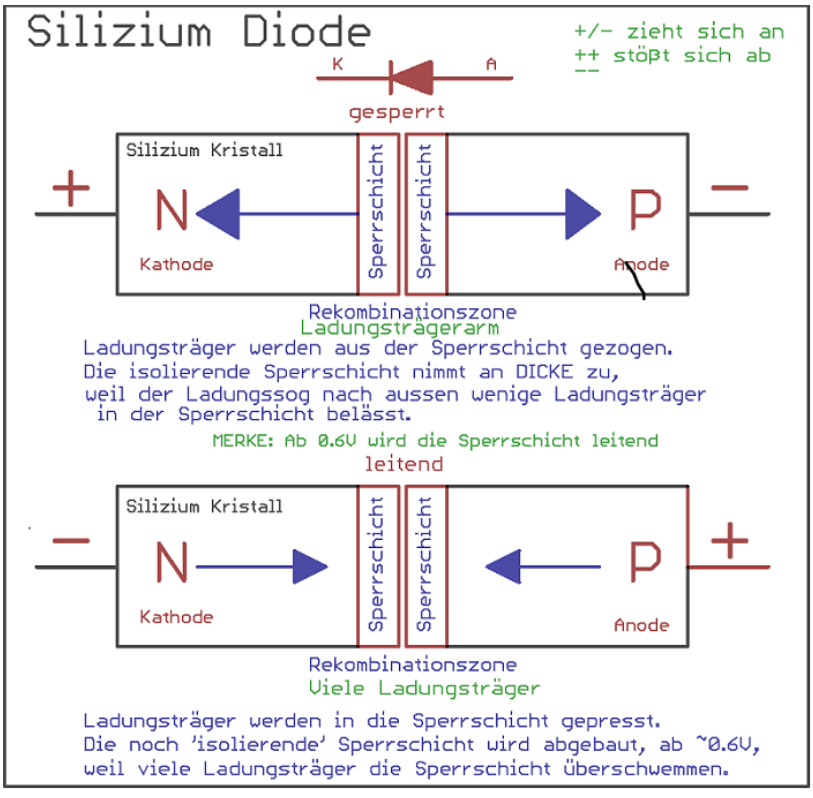
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

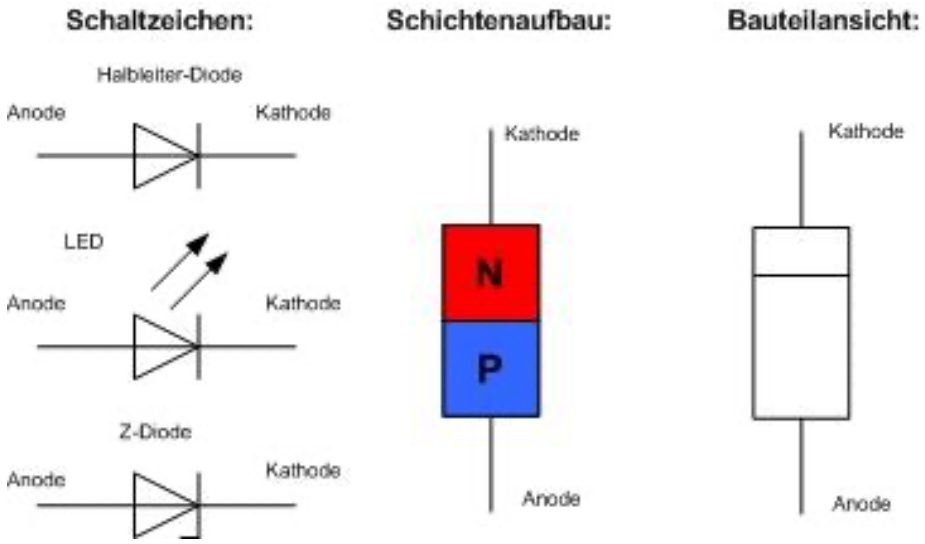
Dioden sind elektronische Bauteile, welche elektrischen Strom in nur eine Richtung durchlassen. Sie bestehen aus einer P- und N-dotierten Halbleiterschicht, die durch eine Schicht aus Schottky-Metall oder eine PN-Übergangszone verbunden sind. Die P-dotierten Halbleiter sind durch Löcher gekennzeichnet, die N-dotierten Halbleiter durch Elektronen.



Der Aufbau einer Diode ist so konstruiert, dass Strom nur in eine Richtung fließen kann. Wenn Spannung in positiver Richtung angelegt wird, dann fließt Strom durch die Diode. Wenn jedoch Spannung in negativer Richtung angelegt wird, dann blockiert die Diode den Stromfluss.

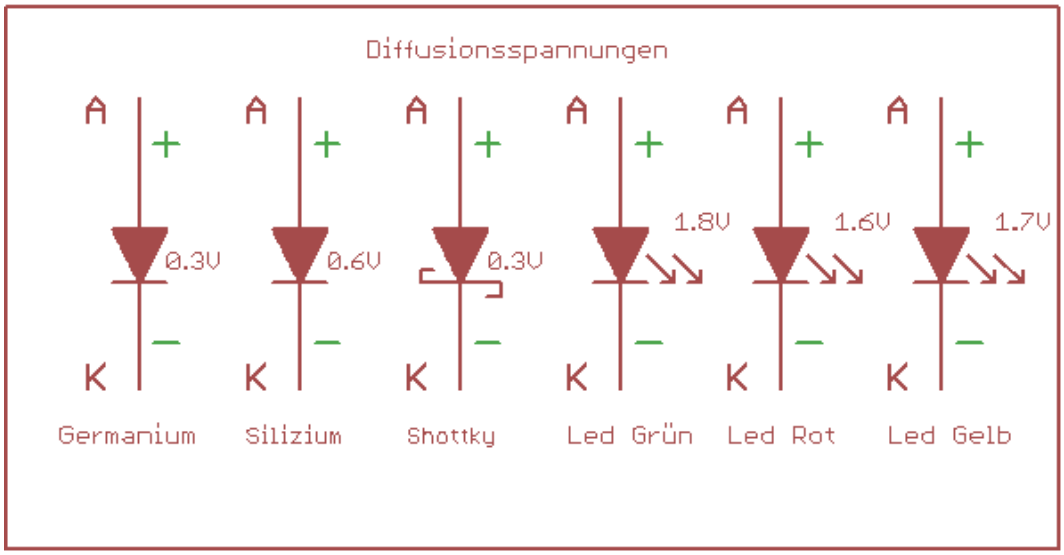


Dioden werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Einer ihrer wichtigsten Verwendungszwecke ist die Umwandlung von Wechselspannung in Gleichspannung. Sie können auch zur Regulierung von Stromstärken und Spannungen verwendet werden. In Schaltungen zur Überwachung von Strom und Spannung kommen Dioden ebenfalls oft zum Einsatz. Darüber hinaus werden sie auch in Anwendungen wie Solarzellen, Radios, Fernsehern und Computern verwendet.



Insgesamt ist die Diode ein wichtiges Bauteil in der Elektronik, da sie einfach aufgebaut und einfach zu verwenden ist. Durch ihre Fähigkeit, Strom in nur eine Richtung durchzulassen, kann sie in vielen Anwendungen verwendet werden, um elektrische Signale zu steuern und zu regulieren.

Verschiedene Dioden-Typen haben auch verschiedene Diffusions- (sprich Durchbruch-) Spannungen:



A1: Einer Mignonzelle mit der Leerlaufspannung 1,55 V und dem Innenwiderstand 0,15 Ω wird ein Strom von 40 mA entnommen.
Berechnen Sie die Klemmenspannung bei Belastung.

$$\mathbf{U} = U_0 - I \cdot R_i = 1{,}55\ \text{V} - 0{,}04\ \text{A} \cdot 0{,}15\ \Omega = \mathbf{1{,}544\ V}$$

A2: Eine Alkali-Mangan-Zelle in einem Haustelefon hat eine Leerlaufspannung von 1,58 V. Bei Kurzschluss fließt ein Strom von 4 A.
Berechnen Sie den Innenwiderstand der Zelle.

$$R_i = \frac{U_0}{I_k} = \frac{1{,}58\ \text{V}}{4\ \text{A}} = \mathbf{0{,}395\ \Omega}$$

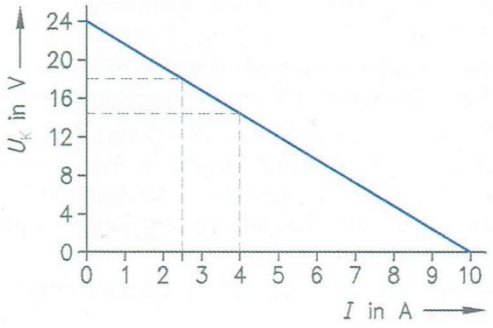
A3: An einem Spannungserzeuger wird die Leerlaufspannung von 6,3 V gemessen. Wird er mit I = 0,6 A belastet, sinkt die Klemmenspannung auf 6,1 V.
Berechnen Sie a) den Innenwiderstand, **b)** die Klemmenspannung bei Belastung mit 2 A, **c)** den Kurzschlussstrom.

a) $U = U_0 - I \cdot R_i$; $\mathbf{R_i} = \frac{U_0 - U}{I} = \frac{6{,}3\ \text{V} - 6{,}1\ \text{V}}{0{,}6\ \text{A}} = \mathbf{0{,}33\ \Omega}$

b) $\mathbf{U} = U_0 - I \cdot R_i = 6{,}3\ \text{V} - 2\ \text{A} \cdot 0{,}33\ \Omega = \mathbf{5{,}64\ V}$

c) $\mathbf{I_k} = \frac{U_0}{R_i} = \frac{6{,}3\ \text{V}}{0{,}33\ \Omega} = \mathbf{19\ A}$ (nur kurzfristig – Sicherung)

A4: **Bestimmen Sie** mithilfe der Kennlinie
a) den Innenwiderstand R_i,
b) den Kurzschlussstrom I_K,
c) die Klemmenspannung bei einer Belastung mit 4 A.



a) $R_i = \frac{U_0 - U_K}{I_b} = 2{,}4\,\Omega$

b) $I_K = \frac{U_0}{R_i} = 10\ \text{A}$

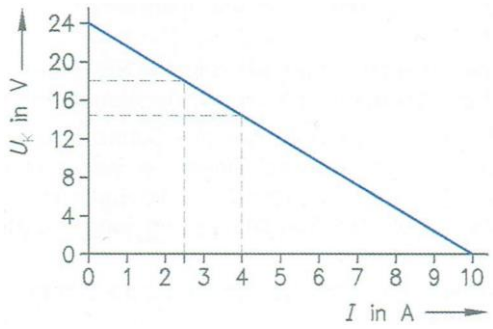
c) $U_K = 14{,}4\ \text{V}$

A1: Einer Mignonzelle mit der Leerlaufspannung 1,55 V und dem Innenwiderstand 0,15 Ω wird ein Strom von 40 mA entnommen.
Berechnen Sie die Klemmenspannung bei Belastung.

A2: Eine Alkali-Mangan-Zelle in einem Haustelefon hat eine Leerlaufspannung von 1,58 V. Bei Kurzschluss fließt ein Strom von 4 A.
Berechnen Sie den Innenwiderstand der Zelle.

A3: An einem Spannungserzeuger wird die Leerlaufspannung von 6,3 V gemessen. Wird er mit I = 0,6 A belastet, sinkt die Klemmenspannung auf 6,1 V.
Berechnen Sie a) den Innenwiderstand, **b)** die Klemmenspannung bei Belastung mit 2 A, **c)** den Kurzschlussstrom.

A4: **Bestimmen Sie** mithilfe der Kennlinie
a) den Innenwiderstand R_i,
b) den Kurzschlussstrom I_K,
c) die Klemmenspannung bei einer Belastung mit 4 A.



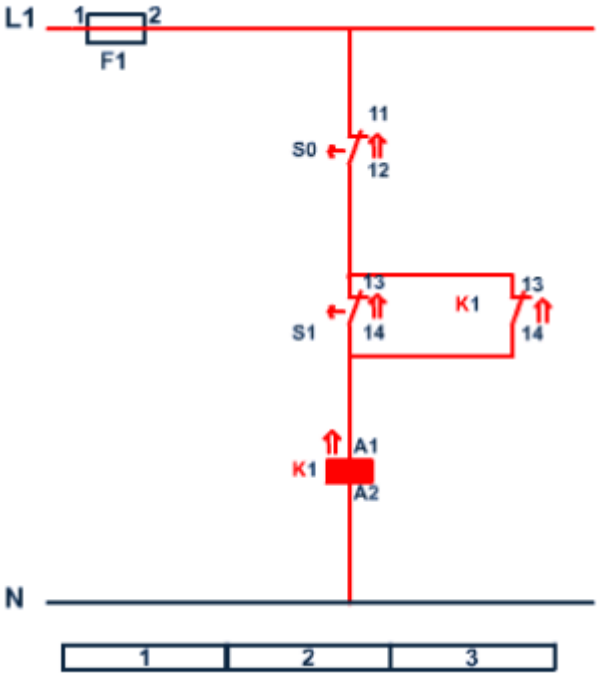
Name: Klasse:

Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** Lernfeld 3	**Kenntnisse festigen**

A 1: Ordnen Sie in den folgenden Beispielen die vorgegebenen Betriebsmittel im Schaltplan zu.

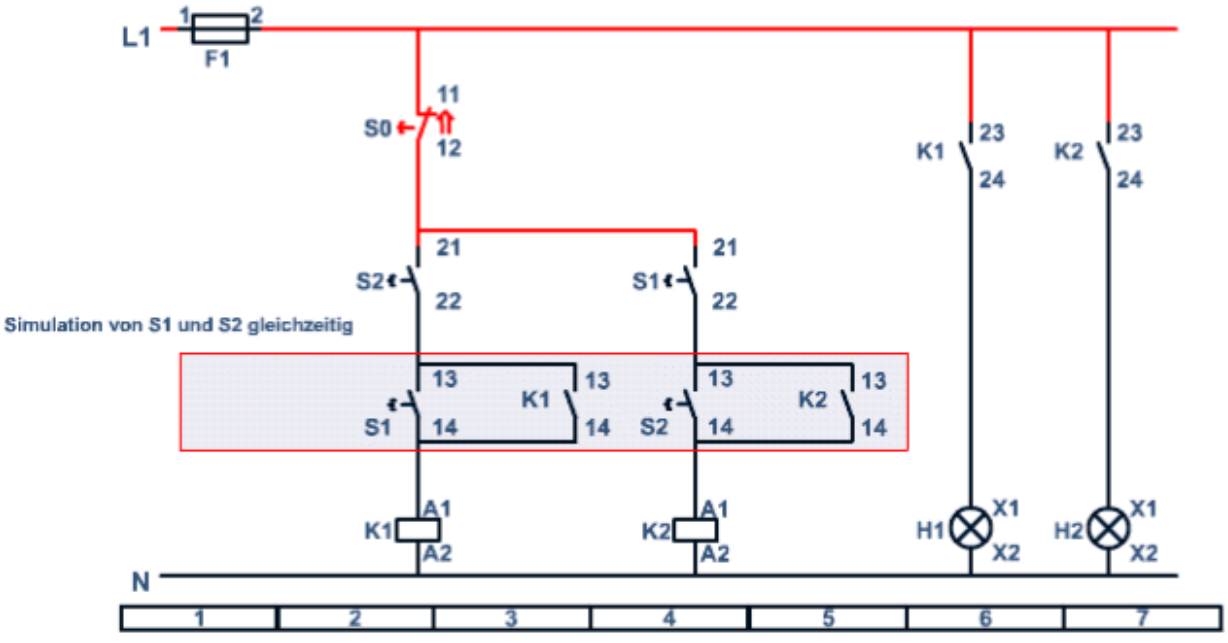
Nach Betätigung des Eintasters S1 soll das Schütz K1 anziehen und eingeschaltet bleiben. Es lässt sich jederzeit mit dem Taster S0 ausschalten.



Was passiert, wenn beide Taster gleichzeitig betätigt werden?

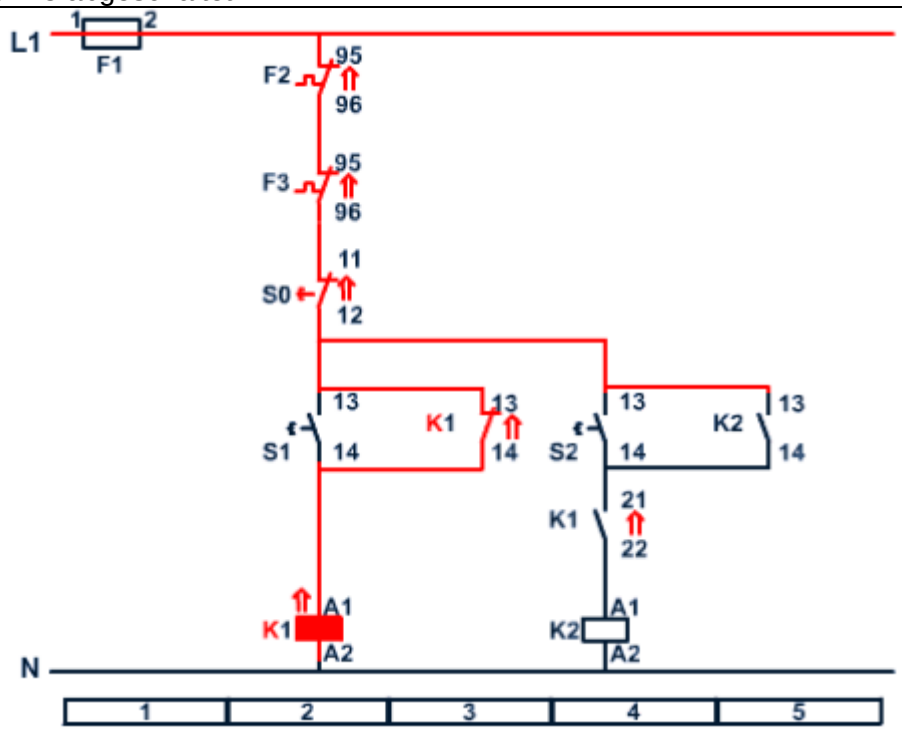
vorrangig aus

Die Ampelanlage einer Werkstoreinfahrt mit den Signalen „rot“ und „grün“ wird durch den Pförtner Mittels Drucktaster gesteuert. Bei Betätigung von S1 leuchtet die grüne (H1), bei Betätigung von S2 die rote (H2) Signallampe. Bei gleichzeitiger Betätigung von S1 und S2 darf keine Lampe leuchten.



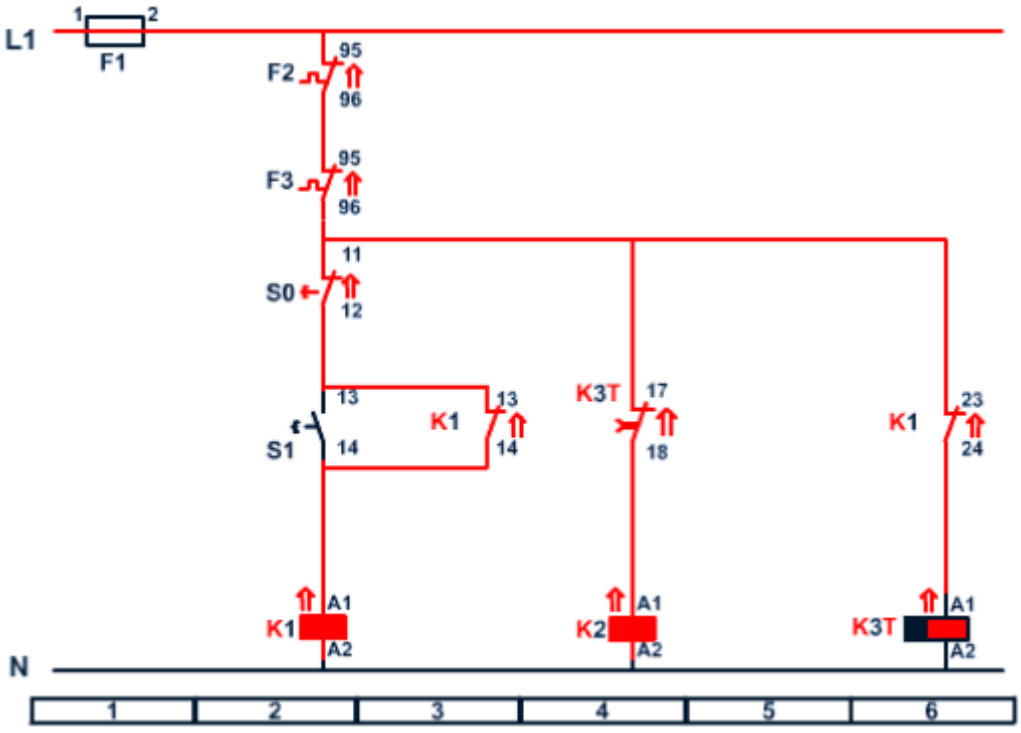
nichts, oder ein Schütz zieht an

Zwei Motoren werden durch die Schütze K1 und K2 gesteuert. K2 darf jedoch nur dann an ziehen, wenn K1 abgeschaltet ist. K1 hat Vorrang vor K2.
Wird einer der Motoren überlastet, so wird die Steuerung durch die beiden Motorschutzrelais F2 oder F3 abgeschaltet.



Im Strompfad 4 wird vor K 2 ein Öffner von K1 eingefügt.

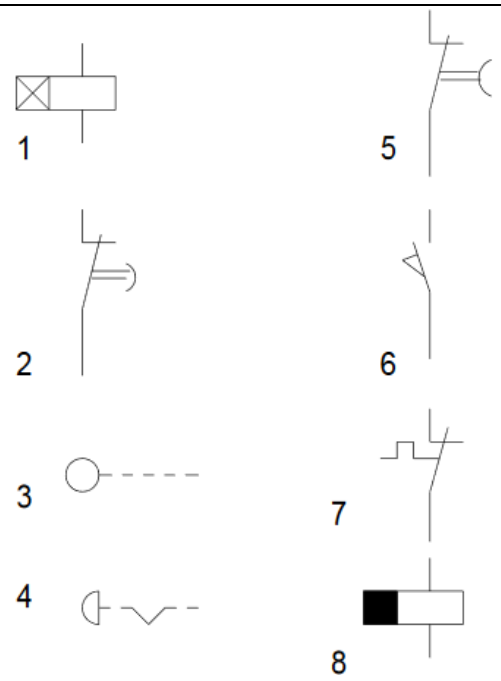
Bei einer Heizungsanlage werden die elektrische Heizung (Schütz K1) und der Lüfter (Schütz K2) gemeinsam über den Eintaster eingeschaltet. Bei Betätigung des Austasters wird die Heizung so fort abgeschaltet. Der Lüftermotor läuft noch eine gewisse Zeit nach.



Zeitrelais verzögern das Ein- oder Ausschalten der Steuerung.

A 2: Ordnen Sie den Schaltzeichen die vorgegebenen Begriffe zu.

Öffner mit selbsttätiger thermischer Betätigung; Antrieb mit Anzugsverzögerung; Antrieb mit Rückfallverzögerung; Endschalter, Schließer; Sensor zur mechanischen Betätigung; Antrieb für NOT- AUS- Schalter; Öffner, schließt verzögert; Öffner, öffnet verzögert

	1	**Antrieb mit Anzugsverzögerung**
	2	**Öffner, öffnet verzögert**
	3	**Sensor mechanische Betätigung**
	4	**Antrieb für NOT- AUS-Schalter**
	5	**Öffner, schließt verzögert**
	6	**Endschalter (schließer)**
	7	**Öffner mit selbsttätiger thermischer Betätigung**
	8	**Antrieb mit Rückfallverzögerung**

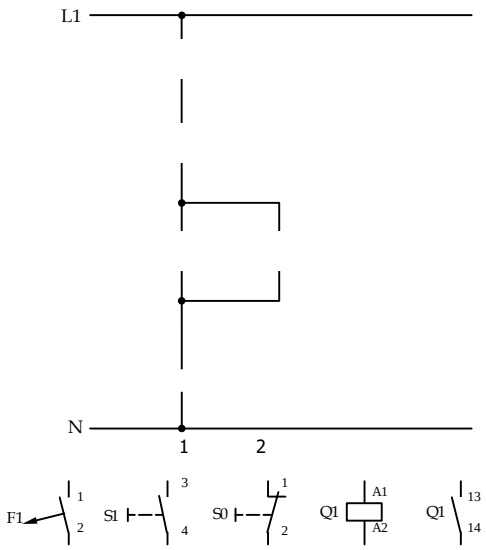
Name: *Klasse:*

Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**Kenntnisse festigen**

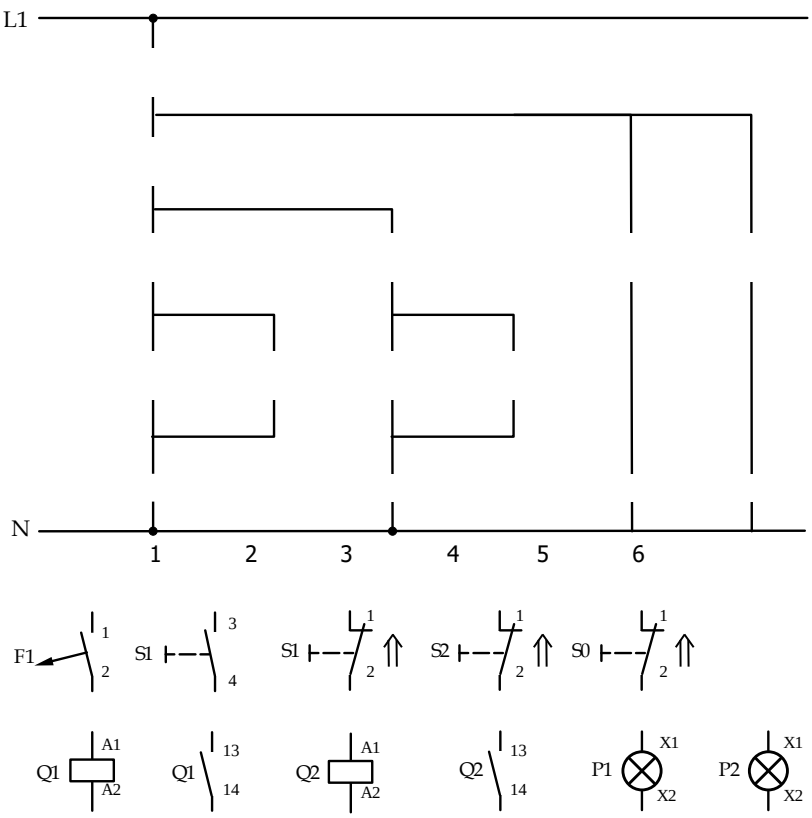
A 1: Ordnen Sie in den folgenden Beispielen die vorgegebenen Betriebsmittel im Schaltplan zu.

Nach Betätigung des Ein-Tasters S1 soll das Schütz Q1 anziehen und eingeschaltet bleiben. Es lässt sich jederzeit mit dem Taster S0 ausschalten.



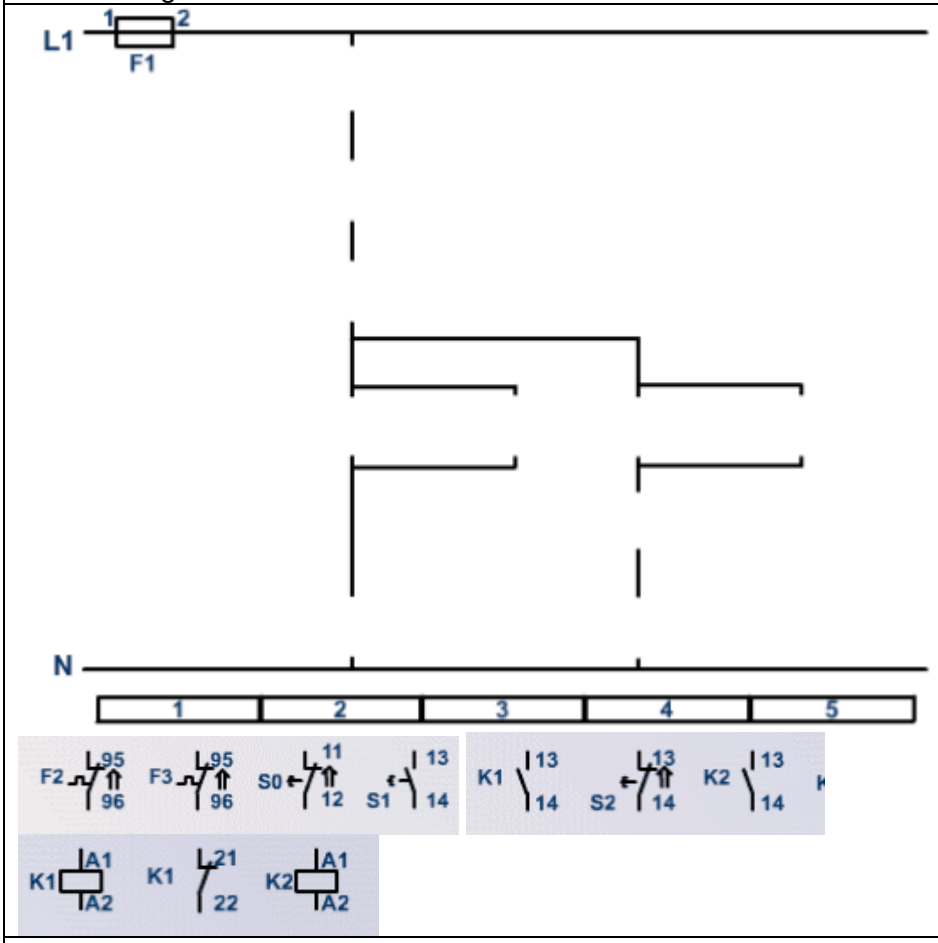
Was passiert, wenn beide Taster gleichzeitig betätigt werden?

Die Ampelanlage einer Werkstoreinfahrt mit den Signalen „rot“ und „grün“ wird durch den Pförtner Mittels Drucktaster gesteuert. Bei Betätigung von S1 leuchtet die grüne (P1), bei Betätigung von S2 die rote (P2) Signallampe. Bei gleichzeitiger Betätigung von S1 und S2 darf keine Lampe leuchten.



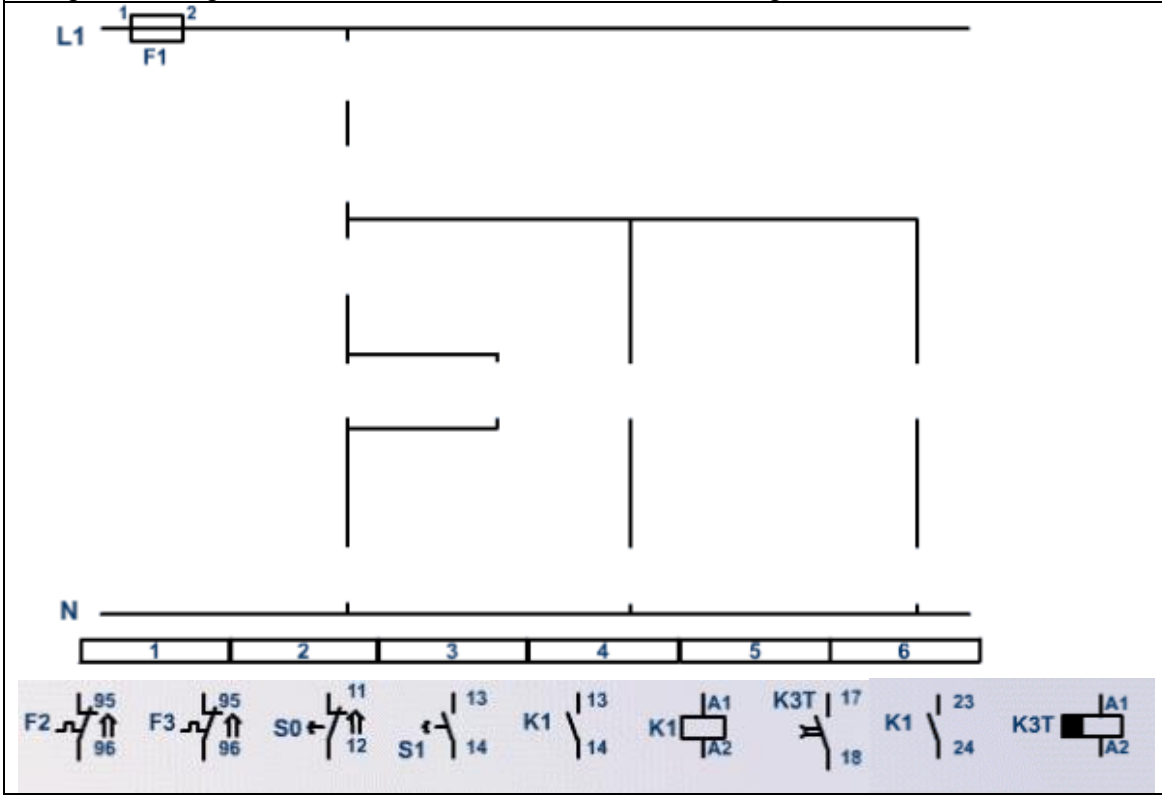
Was passiert, wenn beide Taster gleichzeitig betätigt werden?

Zwei Motoren werden durch die Schütze Q1 und Q2 gesteuert. Q2 darf jedoch nur dann an ziehen, wenn K1 abgeschaltet ist. Q1 hat Vorrang vor Q2.
Wird einer der Motoren überlastet, so wird die Steuerung durch die beiden Motorschutzrelais F2 oder F3 abgeschaltet.



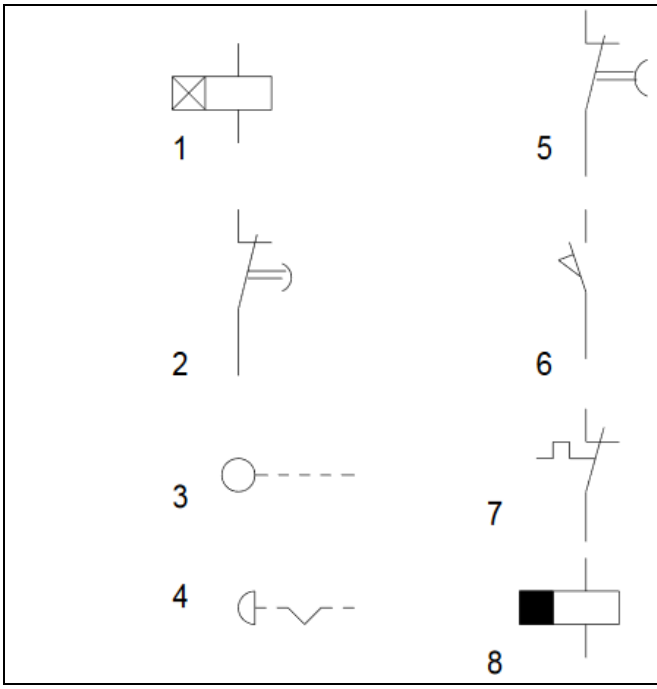
Wodurch wird der Vorrang erreicht?

Bei einer Heizungsanlage werden die elektrische Heizung (Schütz Q1) und der Lüfter (Schütz Q2) gemeinsam über den Eintaster eingeschaltet. Bei Betätigung des Austasters wird die Heizung sofort abgeschaltet. Der Lüftermotor läuft noch eine gewisse Zeit nach.



A 2: Ordnen Sie den Schaltzeichen die vorgegebenen Begriffe zu.

Öffner mit selbsttätiger thermischer Betätigung; Antrieb mit Anzugsverzögerung; Antrieb mit Rückfallverzögerung; Endschalter, Schließer; Sensor zur mechanischen Betätigung; Antrieb für NOT- AUS- Schalter; Öffner, schließt verzögert; Öffner, öffnet verzögert



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Leistungen im Drehstromnetz Lösung

Im Gleichstromkreis ist die elektrische Leistung gleich dem Produkt von Strom und Spannung. In Wechselstromkreisen gibt es durch die verschiedenartigen Verbraucher (ohmsche, induktive und kapazitive Verbraucher) verschiedene Leistungsarten, die auch unterschiedliche berechnet werden. Im Drehstromnetz findet man die gleichen verschiedenen Leistungsarten wie im Wechselstromnetz. Die Berechnungen im Drehstromnetz unterscheiden sich aber zum Wechselstromnetz.

A1: **Nennen Sie** a) die drei Leistungsarten, die im Drehstromnetz unterschieden werden, mit den dazugehörigen Formelzeichen und b) den verursachenden Verbraucher.

a) Leistungsart	b) Verbraucher
Wirkleistung *P*	ohmsche Verbraucher
Blindleistung *Q*	induktive und kapazitive Verbraucher
Scheinleistung *S*	ohmsche, induktive und/oder kapazitive Verbraucher

A2:

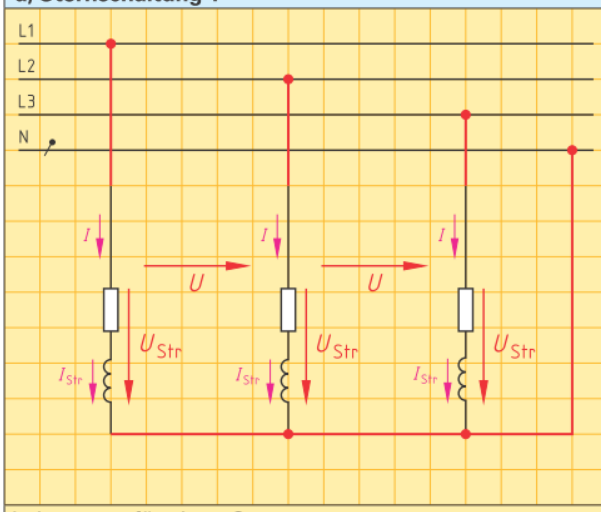
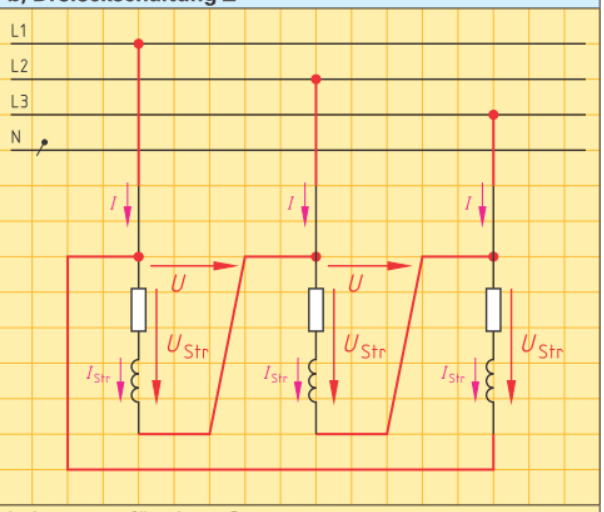
a) **Ergänzen Sie** in der Tabelle (Leistungen in Stern- und Dreieckschaltung) die Leitungsverbindungen für die drei induktiven und ohmschen Widerstände der Wicklungen des Drehstrommotors zur a) Sternschaltung und b) Dreieckschaltung.

b) **Zeichnen Sie** in beiden Schaltungen die Spannungspfeile für die Leiterspannungen U und die Strangspannung U_{Str} **ein**.

c) **Geben Sie** in der Tabelle für einen Strang die Formeln für die Strangleistung S_{Str}, P_{Str} und Q_{Str} **an**.

d) **Ermitteln Sie** nach dem vorgegebenen Beispiel in der Tabelle die Formeln für die Drehstromleistungen S, P und Q. (Ersetzten Sie dabei Strangspannung UStr und -strom IStr durch die Leitergrößen U und I.

Tabelle: Leistungen in Stern- und Dreieckschaltung

a) Sternschaltung Y	b) Dreieckschaltung Δ
	
Leistungen für einen Strang: $S_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str}$ $P_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str} \cdot \cos\varphi$ $Q_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str} \cdot \sin\varphi$	Leistungen für einen Strang: $S_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str}$ $P_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str} \cdot \cos\varphi$ $Q_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str} \cdot \sin\varphi$
Drehstromleistungen: $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$ $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$	Drehstromleistungen: $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$ $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$

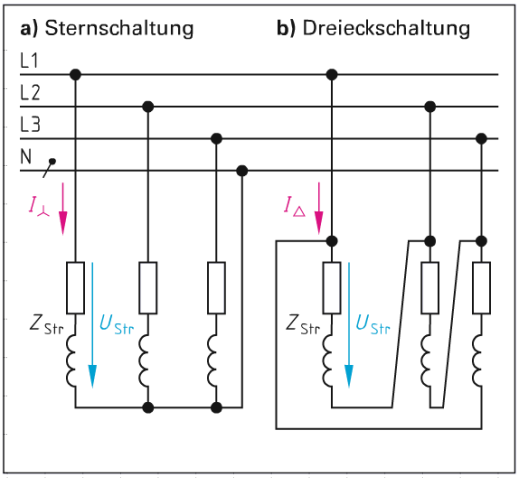
A3: **Vergleichen Sie** die ermittelten Formeln für Stern- und Dreieckschaltung. Welche Erkenntnis ziehen Sie aus dem Vergleich?

Die Formeln sind bei beiden Schaltungsarten gleich.

A4: Bei den folgenden Aufgaben wird davon ausgegangen, dass eine symmetrische Belastung vorliegt.
Nennen Sie Beispiele für symmetrische Belastungen im Drehstromnetz (Überlegen Sie sich Belastungen mit einem Partner).

Drehstrommotoren, Durchlauferhitzer, zentrale Kompensationsanlagen

A5: Die Strangwicklungen eines Drehstrommotors haben jeweils einen Widerstandswert von Z = 33 Ω. Der Motor wird a) in Sternschaltung und b) in Dreieckschaltung an ein 400 V / 230 V Netz angeschlossen (Abbildung 1). Der Wirkfaktor des Motors beträgt cos φ = 0,81.
Berechnen Sie für jede Verkettungsart die Stromaufnahme (I_Y bzw. I_Δ) in der Zuleitung des Motors.



Geg.: $Z_{Str} = 33\ \Omega$, $U_{StrY} = 230\ V$, $U_{Str\Delta} = 400\ V$
Ges.: a) I_Y, b) I_Δ

Lösung: a) $I_{StrY} = \frac{U_{StrY}}{Z_{Str}} = \frac{230\ V}{33\ \Omega} = 6{,}97\ A$

$I_Y = I_{StrY} = \mathbf{6{,}97\ A}$

b) $I_{Str\Delta} = \frac{U_{Str\Delta}}{Z_{Str}} = \frac{400\ V}{33\ \Omega} = 12{,}12\ A$

$I_\Delta = \sqrt{3} \cdot I_{Str\Delta} = \mathbf{21\ A}$

A6: **Berechnen Sie** Scheinleistung, Wirkleistung und Blindleistung des Motors von Aufgabe 5 in a) Sternschaltung und b) in Dreieckschaltung.

a) Sternschaltung Y	b) Dreieckschaltung Δ
Geg.: $U = 400\ \text{V}, I = 6{,}97\ \text{A}$ Ges.: S, P, Q	Geg.: $U = 400\ \text{V}, I = 21\ \text{A}$ Ges.: S, P, Q
Lösung: $S_Y = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ \text{V} \cdot 6{,}97\ \text{A}$ $= \mathbf{4829\ VA}$	Lösung: $S_\Delta = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ \text{V} \cdot 21\ \text{A}$ $= \mathbf{14549\ VA}$
$P_Y = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$ $= \sqrt{3} \cdot 400\ \text{V} \cdot 6{,}97\ \text{A} \cdot 0{,}81 = \mathbf{3911\ W}$	$P_\Delta = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$ $= \sqrt{3} \cdot 400\ \text{V} \cdot 21\ \text{A} \cdot 0{,}81 = \mathbf{11785\ W}$
$Q_Y = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sin\varphi$ $= \sqrt{3} \cdot 400\ \text{V} \cdot 6{,}97\ \text{A} \cdot 0{,}59 = \mathbf{2849\ var}$	$Q_\Delta = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sin\varphi$ $= \sqrt{3} \cdot 400\ \text{V} \cdot 21\ \text{A} \cdot 0{,}59 = \mathbf{8584\ var}$

A7: **Ermitteln Sie** aus dem Verhältnis der Ergebnisse von Stern- und Dreieckschaltung (Aufgabe 6) einen Faktor um die Leistungsaufnahme bei Dreieckschaltung größer ist als bei Sternschaltung.
Formulieren Sie einen Antwortsatz.

$$\frac{S_\Delta}{S_Y} = \frac{14549\ \text{W}}{4829\ \text{W}} = 3 \qquad \frac{P_\Delta}{P_Y} = \frac{11785\ \text{W}}{3911\ \text{W}} = 3 \qquad \frac{Q_\Delta}{Q_Y} = \frac{8584\ \text{W}}{2849\ \text{W}} = 3$$

Bei gleicher Netzspannung nimmt ein Verbraucher in Dreieckschaltung die dreifache Leistung auf wie in Sternschaltung.

A8: Kann jeder Verbraucher beliebig in Stern- oder Dreieckschaltung betrieben werden? **Begründen Sie** Ihre Antwort.

Nein. Da in Dreieckschaltung eine um $\sqrt{3}$-mal höhere Strangspannung auftritt, muss der Strangwiderstand des Verbrauchers auch für die Strangspannung ausgelegt sein.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** LF - 5	**Leistungen im Drehstromnetz**



Im Gleichstromkreis ist die elektrische Leistung gleich dem Produkt von Strom und Spannung. In Wechselstromkreisen gibt es durch die verschiedenartigen Verbraucher (ohmsche, induktive und kapazitive Verbraucher) verschiedene Leistungsarten, die auch unterschiedliche berechnet werden. Im Drehstromnetz findet man die gleichen verschiedenen Leistungsarten wie im Wechselstromnetz. Die Berechnungen im Drehstromnetz unterscheiden sich aber zum Wechselstromnetz.

A1: **Nennen Sie** a) die drei Leistungsarten, die im Drehstromnetz unterschieden werden, mit den dazugehörigen Formelzeichen und b) den verursachenden Verbraucher.

a) Leistungsart	b) Verbraucher

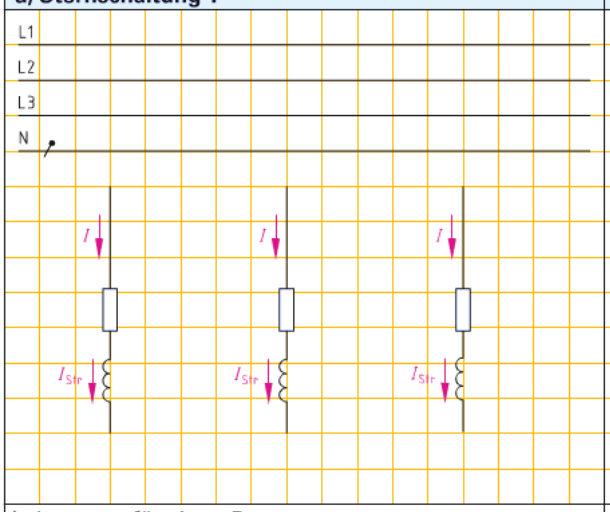
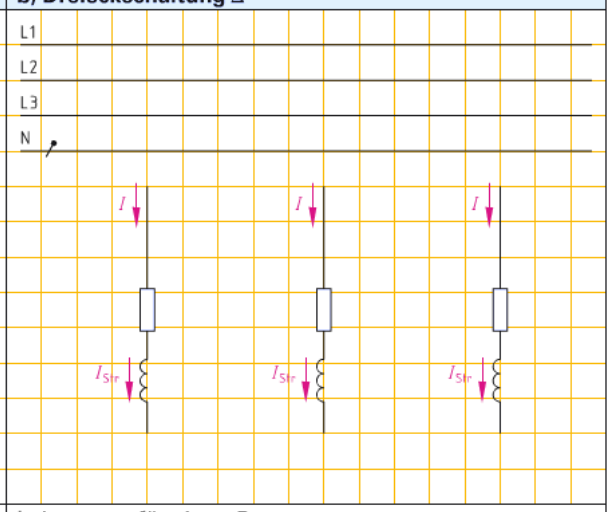
A2: **a)** **Ergänzen Sie** in der Tabelle (Leistungen in Stern- und Dreieckschaltung) die Leitungsverbindungen für die drei induktiven und ohmschen Widerstände der Wicklungen des Drehstrommotors zur a) Sternschaltung und b) Dreieckschaltung.

b) **Zeichnen Sie** in beiden Schaltungen die Spannungspfeile für die Leiterspannungen U und die Strangspannung U_{Str} **ein**.

c) **Geben Sie** in der Tabelle für einen Strang die Formeln für die Strangleistung S_{Str}, P_{Str} und Q_{Str} **an**.

d) **Ermitteln Sie** nach dem vorgegebenen Beispiel in der Tabelle die Formeln für die Drehstromleistungen S, P und Q. (Ersetzten Sie dabei Strangspannung UStr und -strom IStr durch die Leitergrößen U und I.

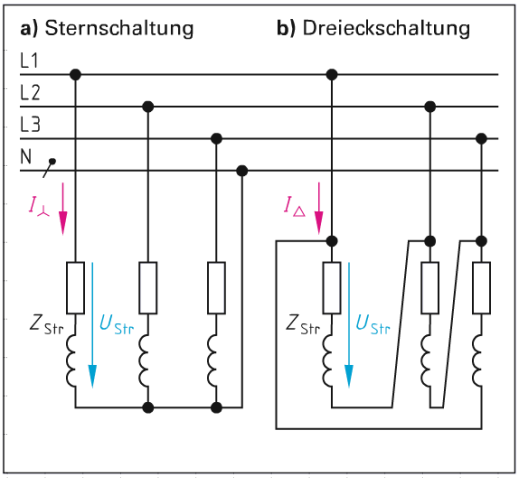
Tabelle: Leistungen in Stern- und Dreieckschaltung

a) Sternschaltung Y	b) Dreieckschaltung Δ
	
Leistungen für einen Strang: $S_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str}$ $P_{Str} =$ $Q_{Str} =$	Leistungen für einen Strang: $S_{Str} =$ $P_{Str} =$ $Q_{Str} =$
Drehstromleistungen: $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $P =$ $Q =$	Drehstromleistungen:

A3: **Vergleichen Sie** die ermittelten Formeln für Stern- und Dreieckschaltung. Welche Erkenntnis ziehen Sie aus dem Vergleich?

A4: Bei den folgenden Aufgaben wird davon ausgegangen, dass eine symmetrische Belastung vorliegt.
Nennen Sie Beispiele für symmetrische Belastungen im Drehstromnetz (Überlegen Sie sich Belastungen mit einem Partner).

A5: Die Strangwicklungen eines Drehstrommotors haben jeweils einen Widerstandswert von Z = 33 Ω. Der Motor wird a) in Sternschaltung und b) in Dreieckschaltung an ein 400 V / 230 V Netz angeschlossen (Abbildung 1). Der Wirkfaktor des Motors beträgt cos φ = 0,81.
Berechnen Sie für jede Verkettungsart die Stromaufnahme (I_Y bzw. I_Δ) in der Zuleitung des Motors.



A6: **Berechnen Sie** Scheinleistung, Wirkleistung und Blindleistung des Motors von Aufgabe 5 in a) Sternschaltung und b) in Dreieckschaltung.

A7: **Ermitteln Sie** aus dem Verhältnis der Ergebnisse von Stern- und Dreieckschaltung (Aufgabe 6) einen Faktor um die Leistungsaufnahme bei Dreieckschaltung größer ist als bei Sternschaltung.
Formulieren Sie einen Antwortsatz.

$\frac{S_\Delta}{S_Y} =$ $\frac{P_\Delta}{P_Y} =$ $\frac{Q_\Delta}{Q_Y} =$

A8: Kann jeder Verbraucher beliebig in Stern- oder Dreieckschaltung betrieben werden? **Begründen Sie** Ihre Antwort.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**Lernfeld 2**	**Berechnungen zu Leitungen durchführen** **Lösungen – ohne Rechenweg**	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

1. R_L = 0,237 Ω

2. R_L = 0,475 Ω

3. ΔU = 6,9 V

4. ΔU = 12 V

5. R_L = 0,712 Ω
   ΔU = 6,19 V

6. P_{BM} = 2,25 kW
   R_{BM} = 23,511 Ω
   R_L = 0,356 Ω
   R_{ges} = 23,867 Ω
   I = 9,367 A
   ΔU = 3,43 V

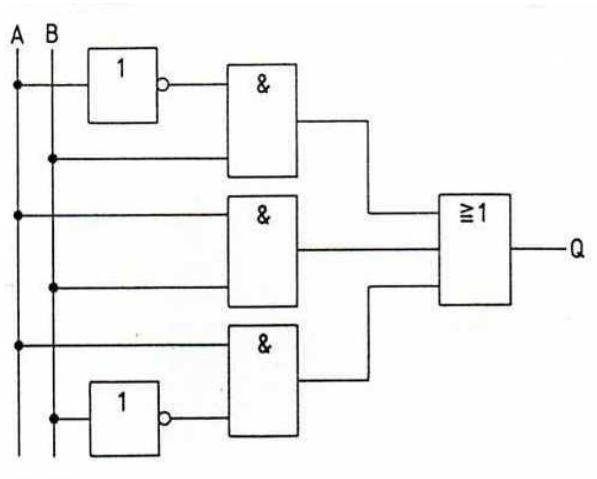
7. R_{L1} = 0,5 Ω
   R_{L2} = 0,25 Ω
   l_1 = 42,14 m
   l_2 = 21,07 m

8. R_L = 0,949 Ω
   R_{iges} = 1,349 Ω
   I = 170,45 A
   ΔU = 15,11 V
   LS B-16 ausreichend

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**logischen Schaltungen vereinfachen**

Die folgenden Schaltungen entsprechen einem Logiksymbol.

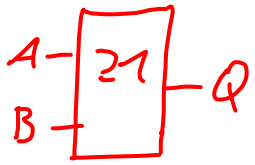
A 1: Ermitteln Sie durch Aufstellen der Wertetabellen die Art der jeweils vorliegenden logischen Schaltung.
A 2: Geben Sie das Schaltzeichen (Logiksymbol) zur vorliegenden Funktion **an**.

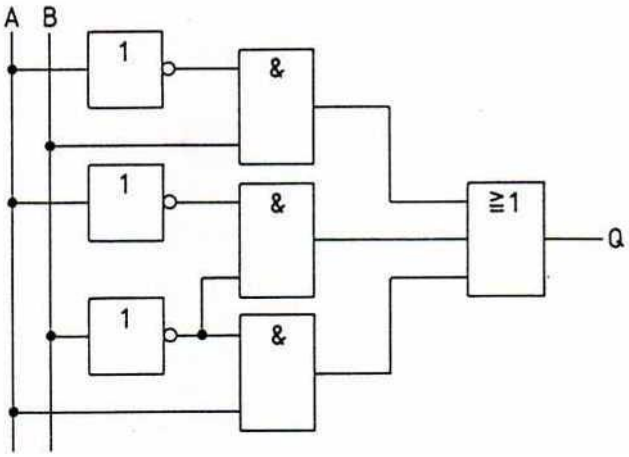


B	A	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Schaltzeichen

OR



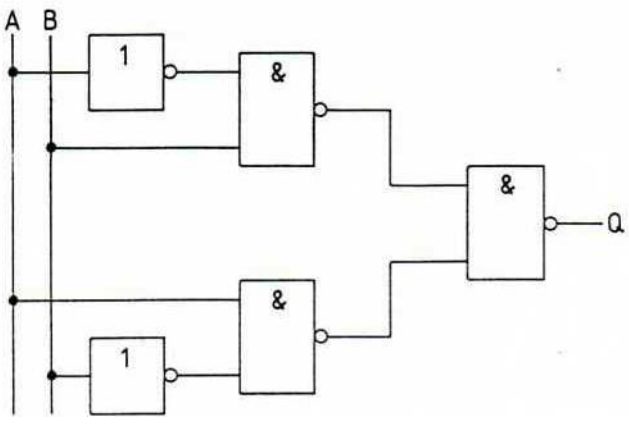


B	A	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Schaltzeichen

NAND

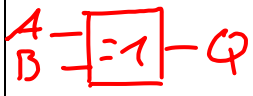




B	A	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Schaltzeichen

Antivalenz

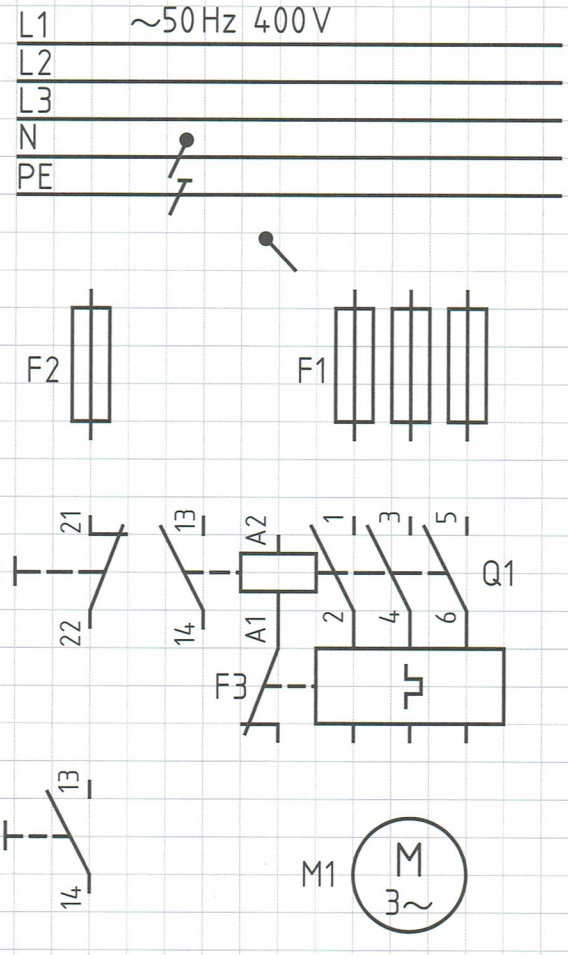


3.4 Schützschaltung mit Haltekontakt

(contactor circuit with locking contact)

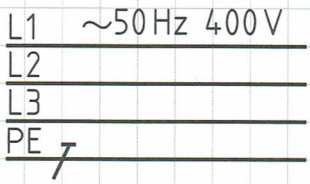
Der Motor eines Montagebandes wird über ein Schütz mit Haltekontakt gesteuert. Vervollständigen Sie **a)** den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, **b)** den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung für den Hauptstromkreis und Steuerstromkreis, **c)** die Wertetabellen. Stellen Sie **d)** die Schaltfunktionen auf. Ergänzen Sie **e)** das Zeitablaufdiagramm für die dargestellten Abläufe der Schalterbetätigungen.

a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

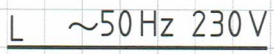


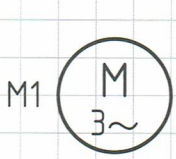
b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

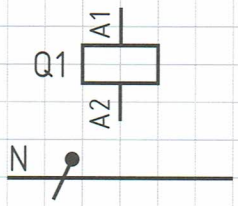
Hauptstromkreis



Steuerstromkreis







c) Wertetabellen

s_1	s_2	q_1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

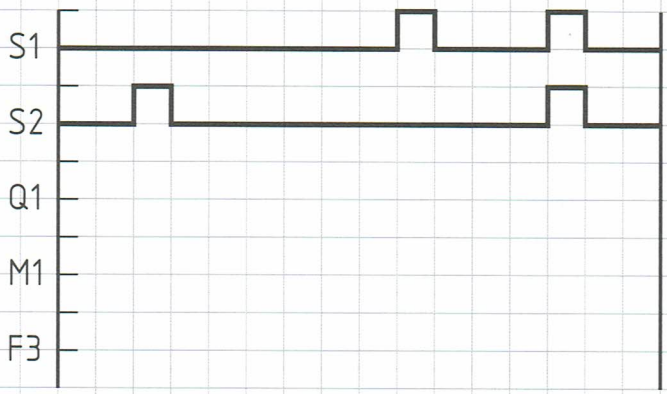
q_1	m_1
0	
1	

d) Schaltfunktionen

$m_1 =$ $\wedge \overline{f_3}$

$y_{Q1} =$ $\wedge \overline{f_3}$

e) Zeitablaufdiagramm



EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

Spule Übung Lösung

A1: **Berechnen Sie** die Induktivität einer Spule mit 500 Windungen und geschlossenem Eisenkern?
L_w = 400 mm, A = 900 mm², μ_r = 2400

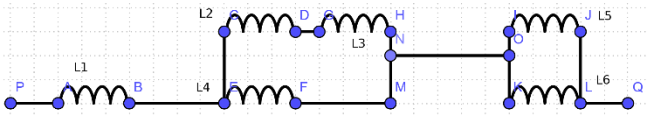
$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A}{l_w} = 1{,}7\,\text{H}$$

A2: **Ermitteln Sie** die Induktivität einer Ringspule mit dem mittleren Ringdurchmesser d_m = 12 cm und den Daten N = 600, A = 6 cm², μ_r = 340.

$$l_m = d_m \cdot \pi = 0{,}377\,\text{m}$$

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A}{l_m} = 244\,\text{mH}$$

A3: **Bestimmen Sie** die Gesamtinduktivität.
L1 = L2 = L5 = 150 mH
L3 = L4 = L6 = 250 mH



$$L_{g1} = L_2 + L_3 = 0{,}4\,\text{H}$$

$$L_{g2} = \frac{L_{g1} \cdot L_4}{L_{g1} + L_4} = 0{,}154\,\text{H}$$

$$L_{g3} = \frac{L_5 \cdot L_6}{L_5 + L_6} = 0{,}094\,\text{H}$$

$$L = L_1 + L_{g2} + L_{g3} = 398\,\text{mH}$$

A4: Eine Magnetspule mit der Induktivität 100 mH wird an 230 V/ 50 Hz angeschlossen.
Bestimmen Sie die Stromaufnahme der Spule

$$X_L = \omega \cdot L = 31{,}4\,\Omega$$

$$I = \frac{U}{X_L} = 7{,}3\,\text{A}$$

A5: Eine Spule hat bei 600 Hz den induktiven Widerstand 3,7 kΩ.
Berechnen Sie die Frequenz, wenn der induktive Widerstand auf 1,5 kΩ sinkt.

$$L_1 = \frac{X_{L1}}{\omega} = 982\,\text{mH}$$

$$f_2 = \frac{X_{L2}}{2\pi \cdot L_1} = 243\,\text{Hz}$$

A6:	Eine Spule nimmt an 6-V-Gleichspannung einen Strom 0,5 A und an 24 V/ 50 Hz den Strom 1,6 A auf. **Berechnen Sie**: a) den ohmschen Spulenwiderstand, b) den Scheinwiderstand der Spule, c) den induktiven Widerstand, d) die Spuleninduktivität.

a) An Gleichspannung ist der induktive Widerstand null. Der Strom wird nur durch den ohmschen Widerstand begrenzt.

$$R = \frac{U_{DC}}{I_{DC}} = \frac{6\ V}{0{,}5\ A} = 12\ \Omega$$

b) $Z = \frac{U_{AC}}{I_{AC}} = \frac{24\ V}{1{,}6\ A} = 15\ \Omega$

c) $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \rightarrow X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(15\ \Omega)^2 - (12\ \Omega)^2} = 9\ \Omega$

d) $X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L \rightarrow L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f} = \frac{9\Omega}{2\pi \cdot 50Hz} = 28{,}7mH$

A7:	Eine Spule von 200 mH wird an ein 230 V-Wechselspannungsnetz angeschlossen. a) Wie groß ist die induktive Blindleistung Q_L bei einer Frequenz von 50 Hz? b) Welcher induktive Blindstrom I_{bL} stellt sich dabei ein?

a) $X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50Hz \cdot 0{,}2H = 62{,}8$

$Q_L = \frac{U_{bL}^2}{Q_L} = \frac{230^2V^2}{62{,}8\Omega} = 842\ var$

b) $I_{bL} = \frac{U_{bL}}{X_L} = \frac{230V}{62{,}8\Omega} = 3{,}66A$

Bonus:	Am 230 V-50 Hz-Netz wird eine Induktivität von 500 mH angeschlossen. Wie groß ist a) der induktive Blindwiderstand X_L, b) die induktive Blindleistung Q_L und c) der Blindstrom I_{bL}?

a) $X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot 50Hz \cdot 0{,}5H = 157\ \Omega$

b) $Q_L = \frac{U_{bL}^2}{X_L} = \frac{230^2V^2}{157\Omega} = 337var$

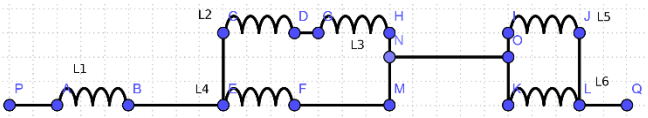
c) $I_{bL} = \frac{U_{bL}}{X_L} = \frac{230V}{157\Omega} = 1{,}46A$

Spule Übung

A1: **Berechnen Sie** die Induktivität einer Spule mit 500 Windungen und geschlossenem Eisenkern?
l_w = 400 mm, A = 900 mm^2, μ_r = 2400

A2: **Ermitteln Sie** die Induktivität einer Ringspule mit dem mittleren Ringdurchmesser d_m = 12 cm und den Daten N = 600, A = 6 cm^2, μ_r = 340.

A3: **Bestimmen Sie** die Gesamtinduktivität.
L1 = L2 = L5 = 150 mH
L3 = L4 = L6 = 250 mH



A4: Eine Magnetspule mit der Induktivität 100 mH wird an 230 V/ 50 Hz angeschlossen.
Bestimmen Sie die Stromaufnahme der Spule.

A5: Eine Spule hat bei 600 Hz den induktiven Widerstand 3,7 kΩ.
Berechnen Sie die Frequenz, wenn der induktive Widerstand auf 1,5 kΩ sinkt.

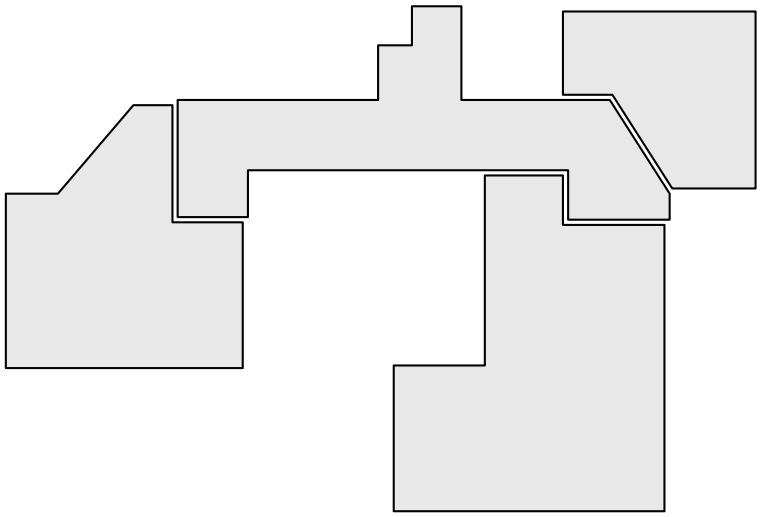
A6: Eine Spule nimmt an 6-V-Gleichspannung einen Strom 0,5 A und an 24 V/ 50 Hz den Strom 1,6 A auf.
Berechnen Sie:
a) den ohmschen Spulenwiderstand,
b) den Scheinwiderstand der Spule,
c) den induktiven Widerstand,
d) die Spuleninduktivität.

A7: Eine Spule von 200 mH wird an ein 230 V-Wechselspannungsnetz angeschlossen.
a) Wie groß ist die induktive Blindleistung Q_L bei einer Frequenz von 50 Hz?
b) Welcher induktive Blindstrom I_{bL} stellt sich dabei ein?

Bonus: Am 230 V-50 Hz-Netz wird eine Induktivität von 500 mH angeschlossen. Wie groß ist
a) der induktive Blindwiderstand X_L,
b) die induktive Blindleistung Q_L und
c) der Blindstrom I_{bL}?

PROJEKT WOHUNGSINSTALLATION

Klasse:	
Vorname:	
Nachname:	



1. Arbeitsauftrag

Informieren Sie sich mit Hilfe der gegebenen Informationsquellen über die Themen (Text) und (Lernvideo).

a) **Vervollständigen Sie** das folgende Glossar. Im Fachkundebuch sind die *Kennbuchstaben* und im Tabellenbuch (bspw. Suchregister: Serienschalter) die *Schaltzeichen* zu finden.

Hilfe: *Klassenordner -> Prüfungsvorbereitung -> Lernfeld 2 -> Lernvideos*

Betriebsmittel	Schaltzeichen (einpolig)	Schaltzeichen (allpolig)	Kennbuchstabe Betriebsmittel	Bild
Ausschalter				
Taster				
Wechselschalter				
Kreuzschalter				
Serienschalter				
Drehdimmer				
Einfachsteckdose				
Mehrfachsteckdose (3 Dosen)				
Leuchte				
Leuchtenauslass				
Abzweigdose				

©Bilder der Bauteile von Busch-Jaeger – Online-Katalog Reihe: Reflex SI/SI Linear

b) Vervollständigen Sie die folgende Tabelle der Leitungssymbole.

Leiter mit 5 Adern	PE-Leiter	N-Leiter	PEN-Leiter

2. Badezimmer – Ausschaltung

Laut dem Kundenwunsch soll das Badezimmer *einen* Leuchtauslass besitzen, welcher durch *eine* Schaltstelle bedienbar ist. Darüber hinaus sind *zwei* Steckdosen zu installieren.

Arbeitsauftrag

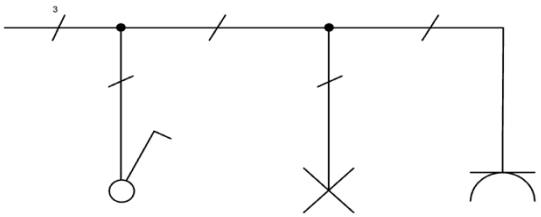
a) Informieren Sie sich über die verschiedenen *Schaltplanarten*.
Nutzen Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie für das Badezimmer die vier folgenden Schaltpläne.

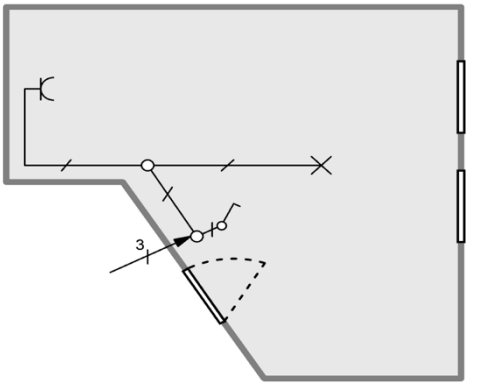
Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

Ergänzen Sie die Aderzahlen in den Plänen



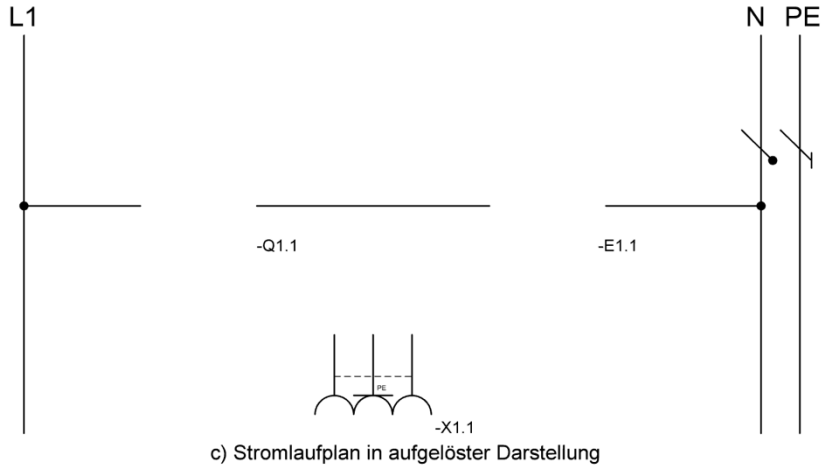
a) Übersichtsschaltplan



b) Installationsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

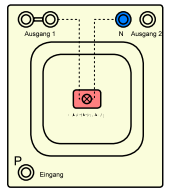
Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan für das Badezimmer



c) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

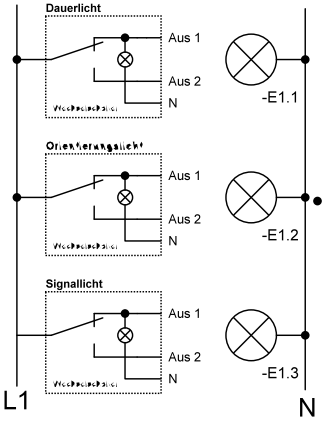
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen.

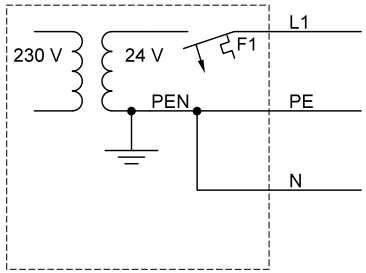


Zusatzaufgabe:

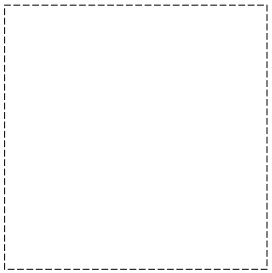
Statt den Ausschalter zu verwenden,
können alternativ Wechselschalter für die Ausschaltungeingesetzt werden.
Ersetzen Sie den Ausschalter durch einen Wechselschalter mit Beleuchtung.
Die Leuchte kann dann als Dauerlicht, Orientierungslicht oder Signallicht
angeschlossen werden.
Testen Sie alle Möglichkeiten und zeichnen Sie den Anschluss.



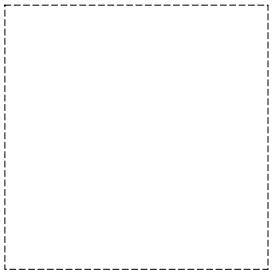
Verteilung



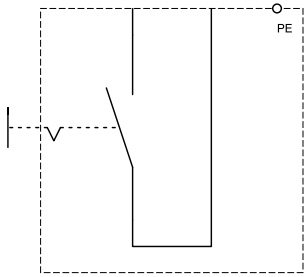
Laborsäule



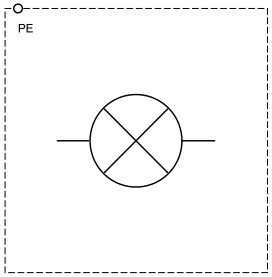
-X1.1



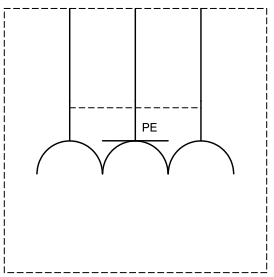
-X1.2



-Q1.1



-E1.1



-X1.3

Bewertung						Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit		Funktion			gez.:			Ausschaltung	
Lineal und Bleistift	-- - o + ++	Schutzleiter	-- - o + ++		gepr.:				
Symbole	-- - o + ++	Steckdosen	-- - o + ++		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit	-- - o + ++	Leuchten	-- - o + ++						

3

3. Wohnzimmer – Serienschaltung

Laut dem Kundenwunsch soll das Wohnzimmer *zwei* Leuchtauslässe besitzen, welche durch *eine* Schaltstelle separat bedienbar sind. Darüber hinaus sind *zwei* Steckdosen zu installieren.

Arbeitsauftrag

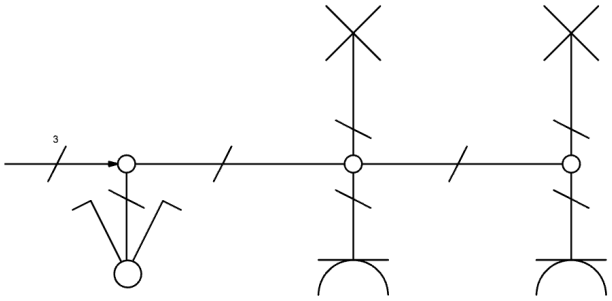
a) Informieren Sie sich über die entsprechende *Installationsschaltung* im Wohnzimmer.
Nutzen Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie für das Badezimmer die vier folgenden Schaltpläne.

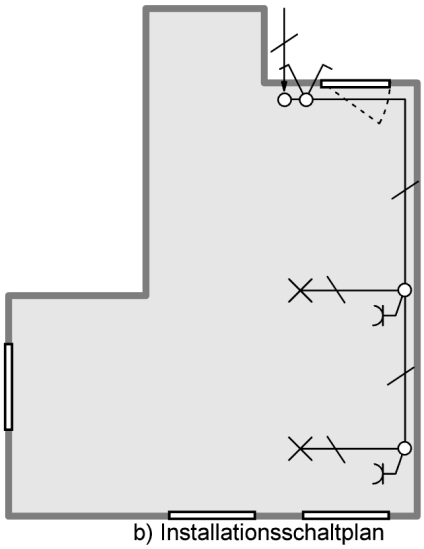
Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

Ergänzen Sie die Aderzahlen in den Plänen.



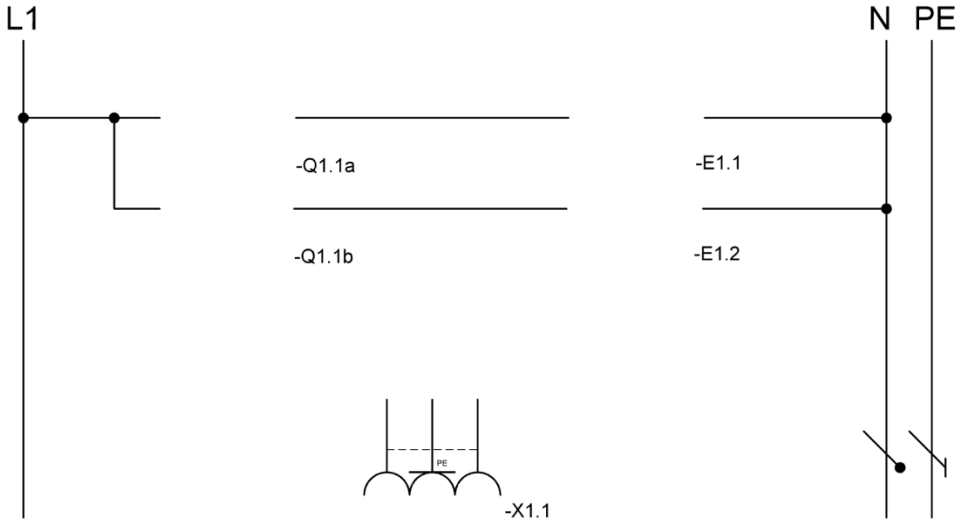
a) Übersichtsschaltplan



b) Installationsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

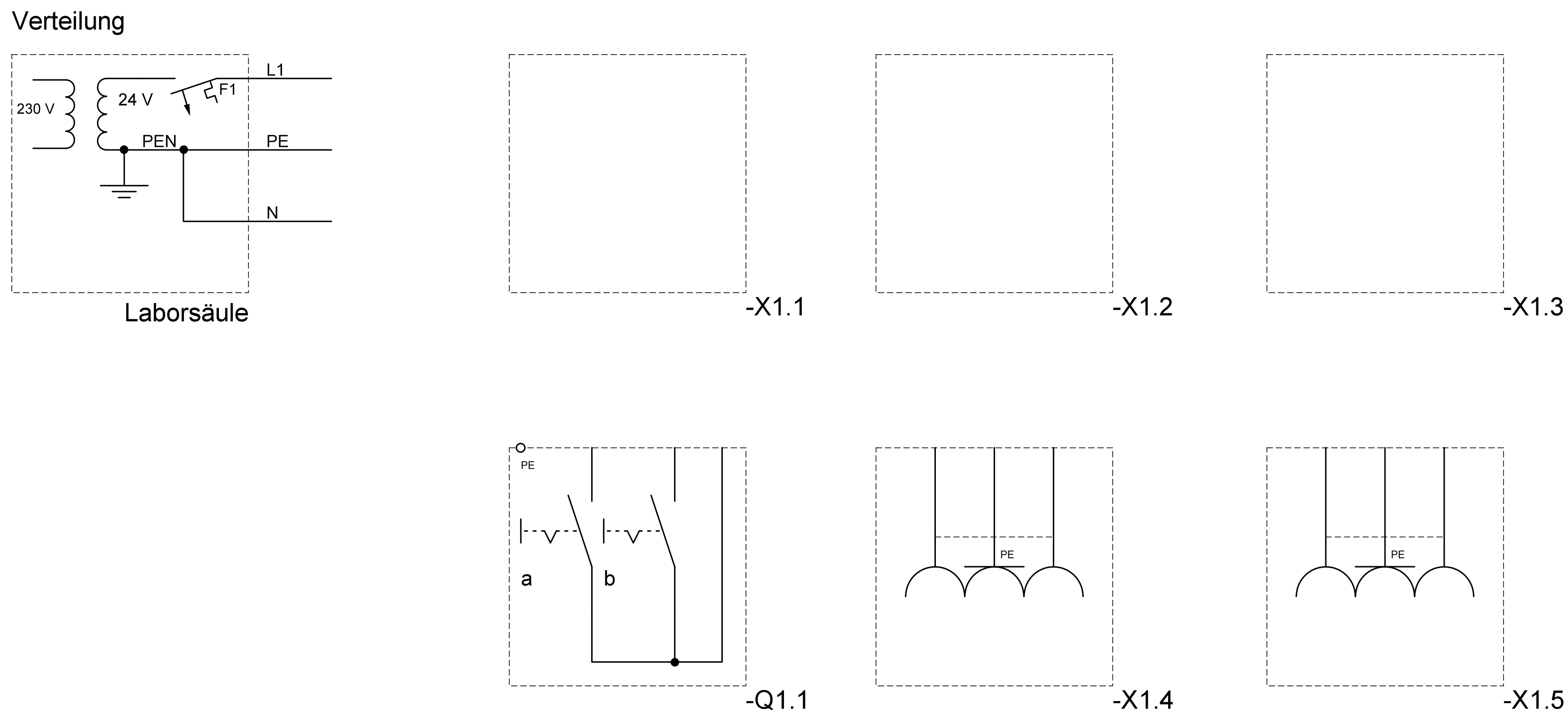
Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan für das Wohnzimmer.



c) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen



Bewertung			Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit	Funktion	gez.:			Serienschaltung	
Lineal und Bleistift -- - o + ++	Schutzleiter -- - o + ++	gepr.:				
Symbole -- - o + ++	Steckdosen -- - o + ++	Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit -- - o + ++	Leuchten -- - o + ++					

4. Offene Küche - Wechselschaltung

Laut dem Kundenwunsch soll die offene Küche *einen* Leuchtauslass besitzen, welcher durch *eine* Schaltstelle an der Wohnzimmertür und durch eine *weitere* Schaltstelle in der Küche bedienbar ist. Darüber hinaus sind *zwei* Steckdosen zu installieren.

Arbeitsauftrag

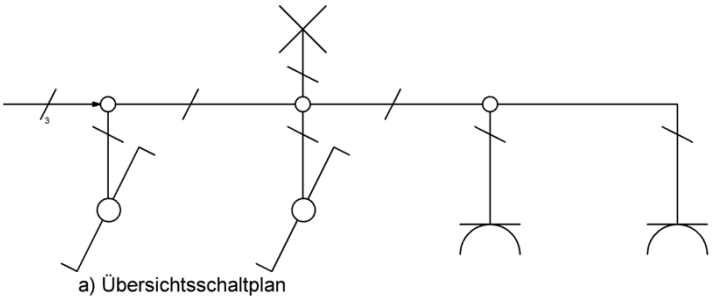
a) Informieren Sie sich über die entsprechende *Installationsschaltung* für die offene Küche. **Nutzen** Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie die vier folgenden Schaltpläne für die offene Küche.

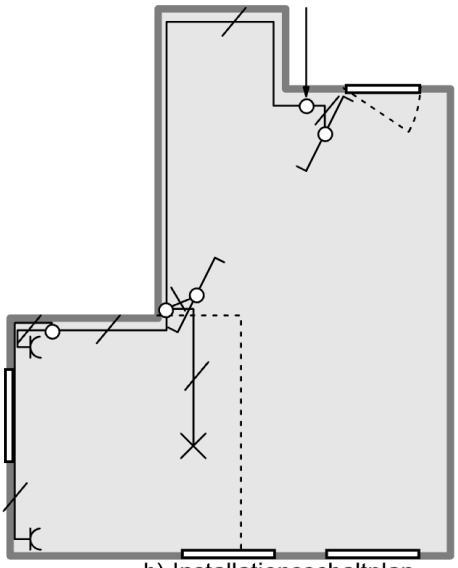
Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

Ergänzen Sie die Aderzahlen in den Plänen.



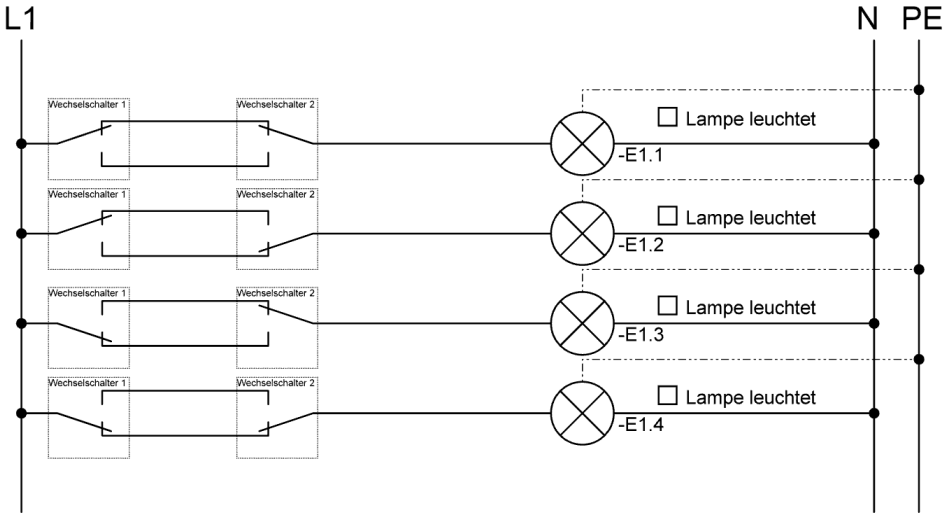
a) Übersichtsschaltplan



b) Installationsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

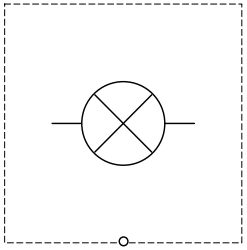
Markieren Sie die Schaltkombination in welcher die Lampe leuchtet.



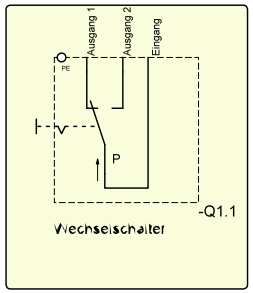
c) Stromlaufplan der Wechselschaltung in aufgelöster Darstellung mit allen Schaltmöglichkeiten

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen.

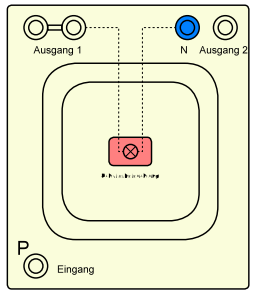


-E1.1



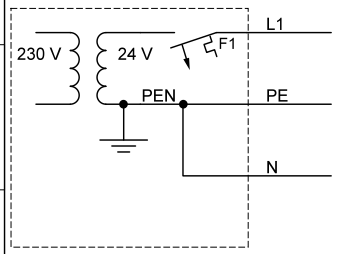
-Q1.1

Wechselschalter

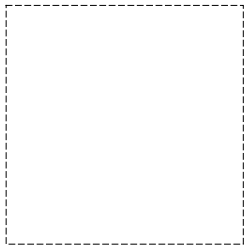


Ein Wechselschalter hat drei Anschlussklemmen Klemmkontakt "L" oder "P" hier wird bei einer Wechselschaltung entweder der stromführende Zuleitung (Phase) angeschlossen oder die Ader zum Verbraucher (Lampe) Die beiden Ausgangsklemmen sind für die Korrespondierenden Drähte bestimmt

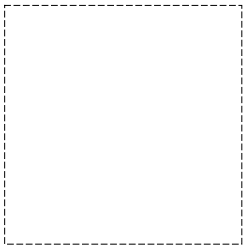
Verteilung



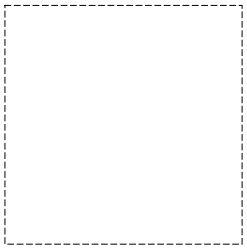
Laborsäule



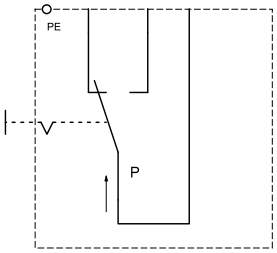
-X1.1



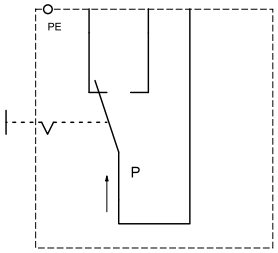
-X1.2



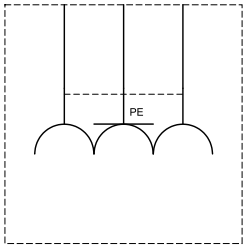
-X1.3



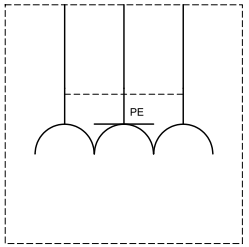
-Q1.1



-Q1.2



-X1.4



-X1.5

Bewertung							Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit		Funktion				gez.:			Wechselschaltung	
Lineal und Bleistift	-- - o + ++	Schutzleiter	-- - o + ++			gepr.:				
Symbole	-- - o + ++	Steckdosen	-- - o + ++			Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit	-- - o + ++	Leuchten	-- - o + ++							

7

5. Flur – Kreuzschaltung

Laut dem Kundenwunsch sollen im Flur zwei Leuchtauslässe installiert werden, welche durch drei verschiedene Schaltstellen bedienbar sind. Darüber hinaus ist eine Steckdose zu installieren.

Arbeitsauftrag

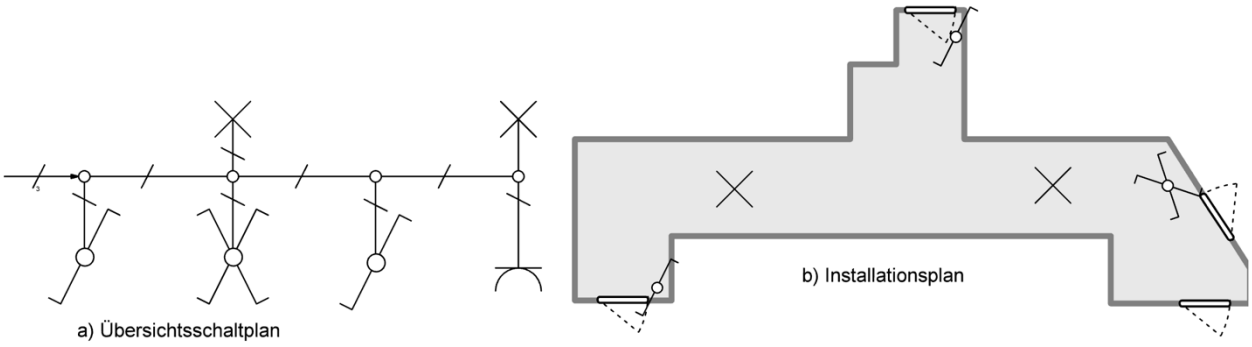
a) Informieren Sie sich über die entsprechende *Installationsschaltung* im Flur.
Nutzen Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie die vier Schaltpläne für den Flur.

Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

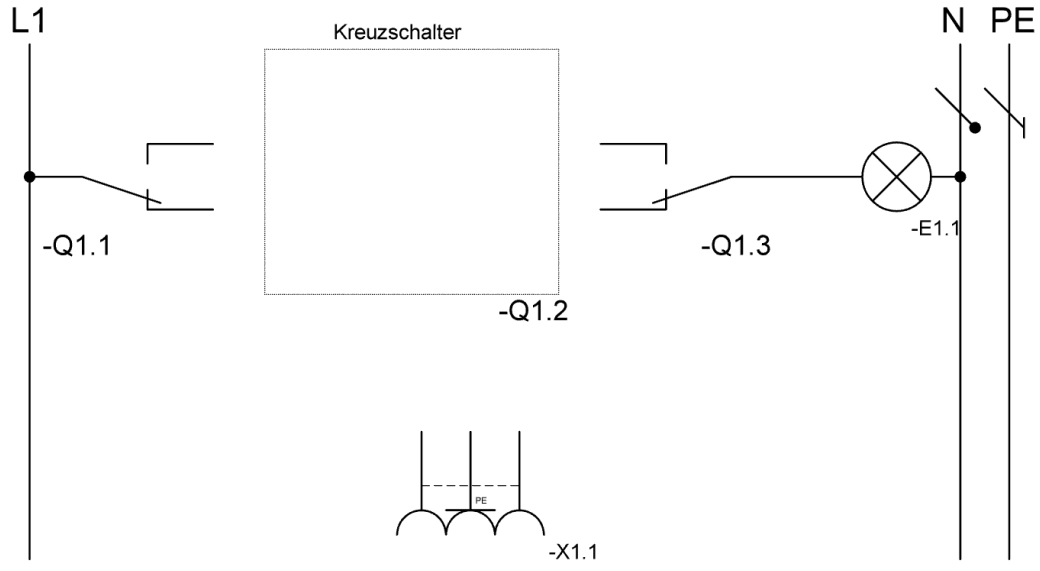
Ergänzen Sie nun die Aderzahlen in den Plänen.



a) Übersichtsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

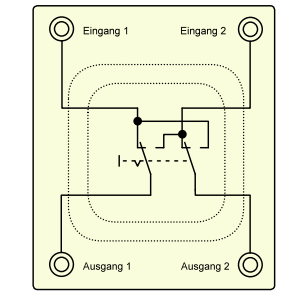
Vervollständigen Sie den nachfolgenden Stromlaufplan für den Flur.



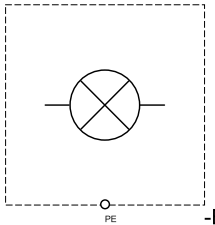
c) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

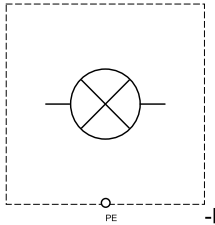
Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen.



Ein Kreuzschalter (auch Polwendeschalter genannt) ist ein Schalter mit vier Anschlüssen. Zwei davon sind jeweils verbunden. Bei Betätigung werden die Verbindungen getrennt. Als Folge können zwei Verbraucher wechselseitig geschaltet oder die Stromrichtung umgekehrt werden.

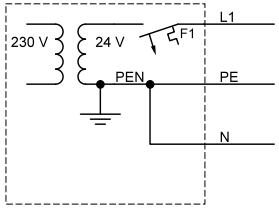


-E1.1



-E1.2

Verteilung



Laborsäule



-X1.1



-X1.2

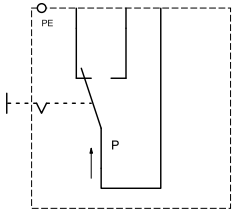
(V9 - Verteiler)



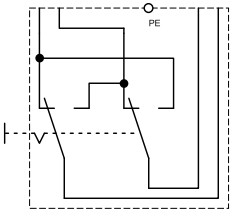
-X1.3



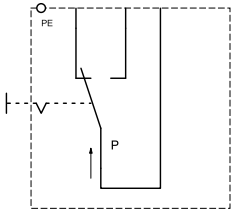
-X1.4



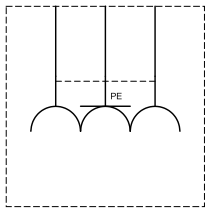
-Q1.1



-Q1.2



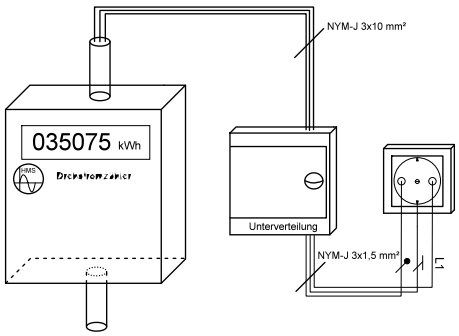
-Q1.3



-X1.5

Bewertung						Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit		Funktion			gez.:			Kreuzschaltung	
Lineal und Bleistift	-- - o + ++	Schutzleiter	-- - o + ++		gepr.:				
Symbole	-- - o + ++	Steckdosen	-- - o + ++		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit	-- - o + ++	Leuchten	-- - o + ++						

6. Spannungsfall



Arbeitsauftrag

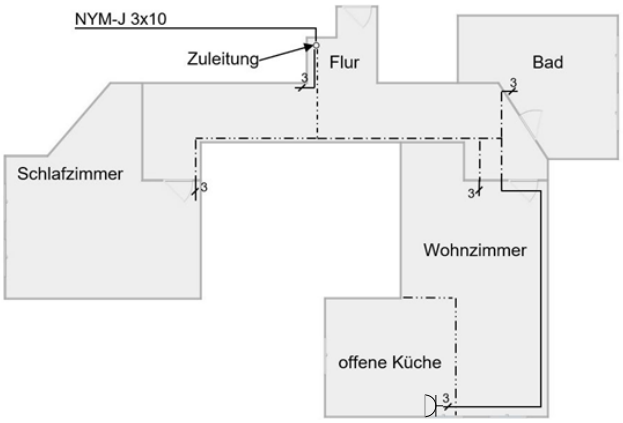
a) **Ermitteln Sie** exemplarisch den Spannungsfall für die Leitung von der Zähleinrichtung bis hin zur Steckdose in der offenen Küche.

Der Zählerschrank befindet sich 7 m mit einer NYM-J 3x10 mm² Leitung von der Zuleitung der Wohnung entfernt. In der gesamten Wohnung wurden NYM-J 3x 1,5 mm² Leitungen verwendet. Die gesamte Leitungslänge von der Unterverteilung bis hin zur Steckdose soll 25 m betragen.

geg.: ges.:

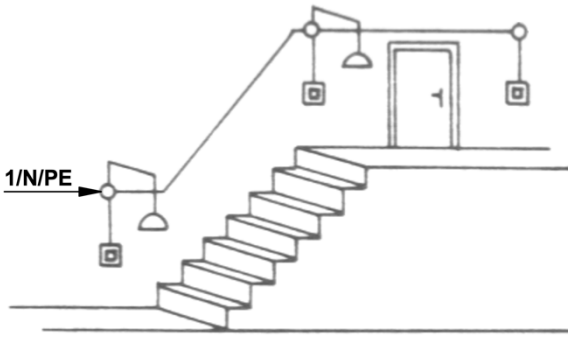
Berechnung:

Ergebnissatz:



b) **Beurteilen Sie** das Ergebnis, in dem Sie auf die TAB eingehen. **Nennen Sie** mögliche Lösungsvorschläge, falls der Spannungsfall zu hoch ist.

7. Stromstoßschaltung



Arbeitsauftrag

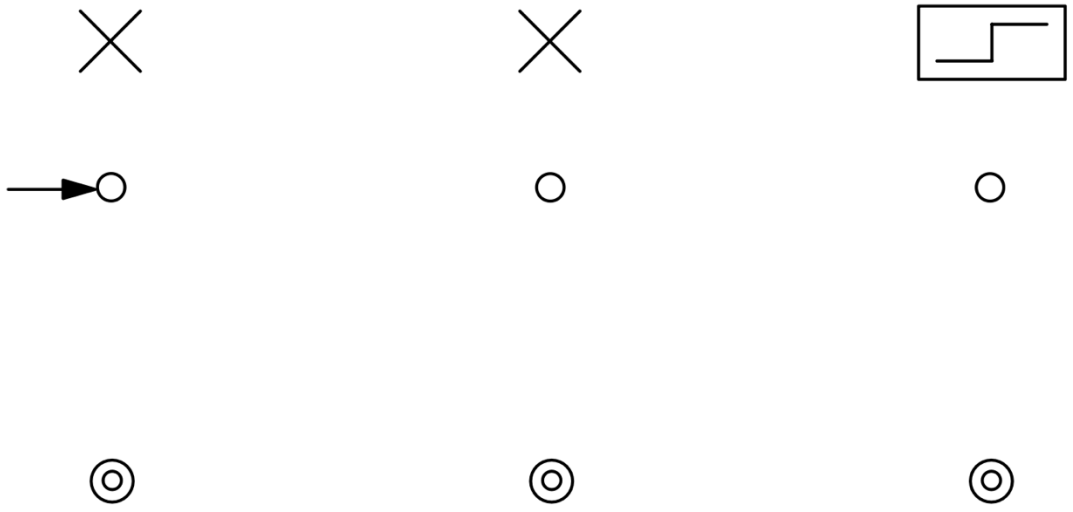
Im Zuge der Wohnungsinstallation soll auch die Lichtinstallation des Treppenaufgangs, wie in der Abbildung dargestellt, neu gemacht werden.
Zeichnen Sie die drei Pläne für die Stromstoßschaltung.

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

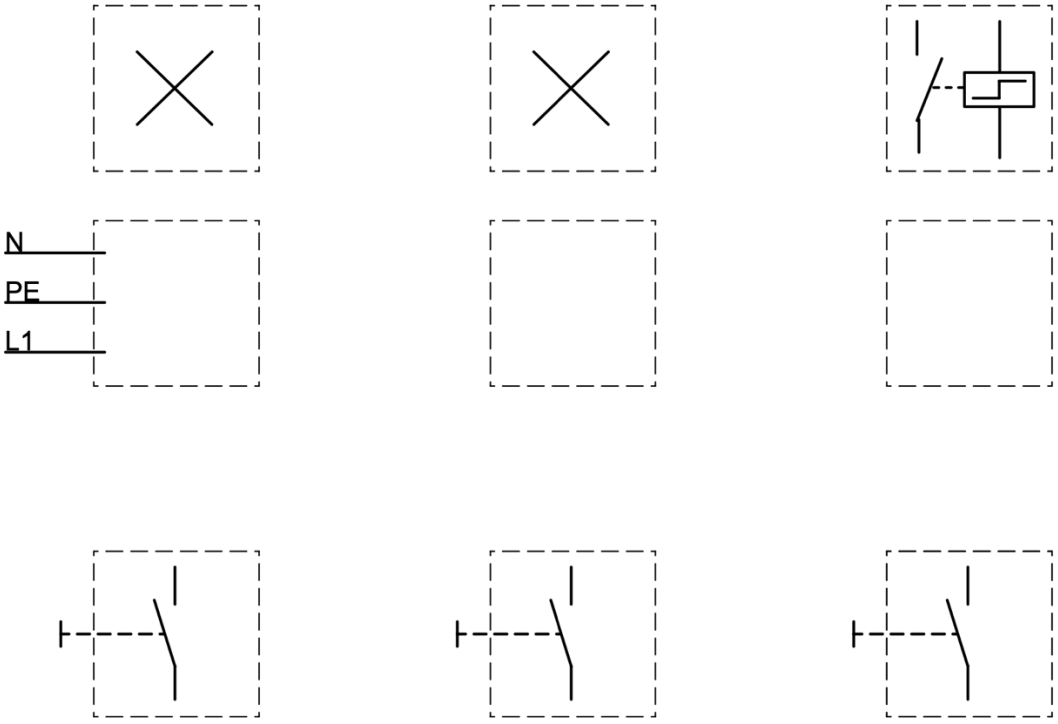
Hinweis: Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird der PE zu den Tastern nicht gezeichnet.



Übersichtsplan

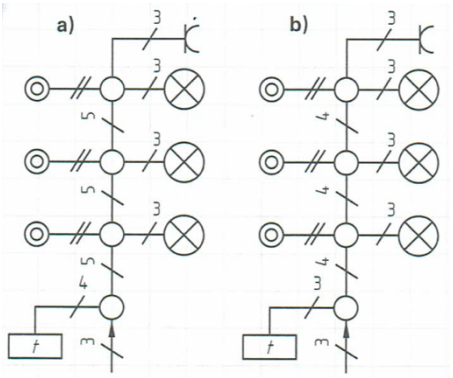


Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



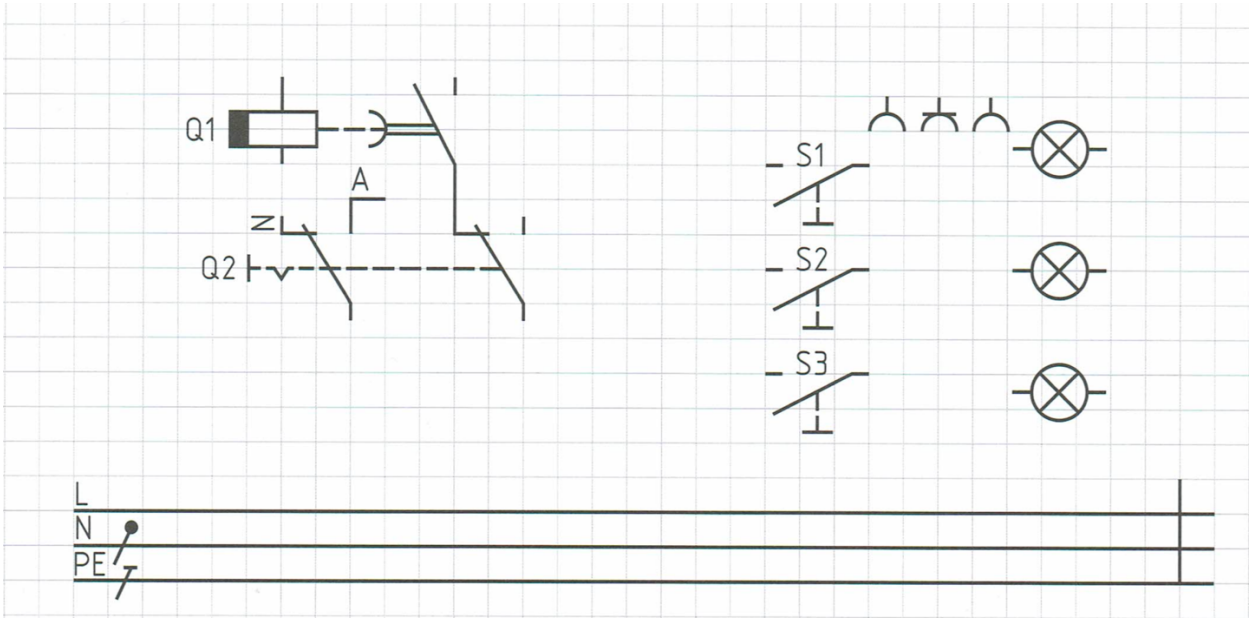
8. Treppenhausschaltung

Arbeitsauftrag

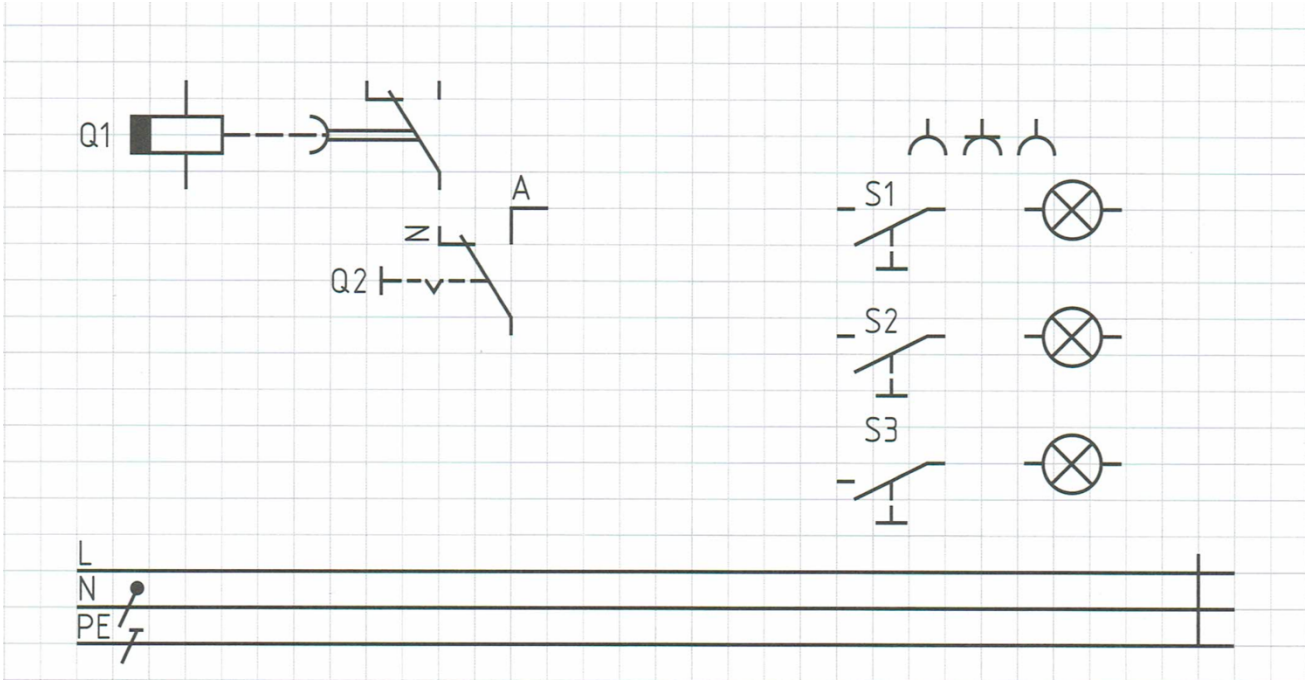


Das Treppenhaus des Mehrfamilienhauses wird modernisiert und dabei auch die Elektroinstallation überarbeitet. **Vervollständigen Sie** die Stromlaufpläne der Treppenhausschaltungen mit Treppenlicht-Zeitschalter nach den Vorgaben der Übersichtspläne.

a) Vierleiteranschluss (Q1 Leistungsrelais mit Zeitverzögerung)

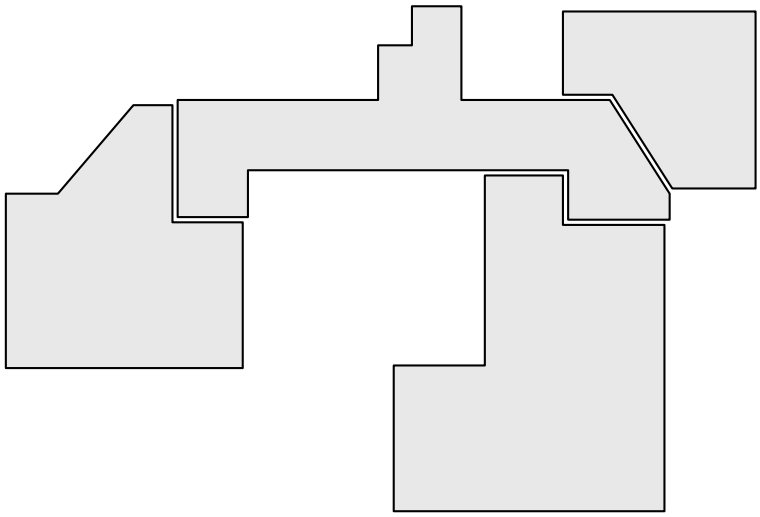


b) Dreileiteranschluss (Q1 Leistungsrelais mit Zeitverzögerung)



PROJEKT WOHUNGSINSTALLATION

Klasse:	
Vorname:	
Nachname:	



1. Arbeitsauftrag

Informieren Sie sich mit Hilfe der gegebenen Informationsquellen über die Themen (Text) und (Lernvideo).

a) **Vervollständigen Sie** das folgende Glossar. Im Fachkundebuch sind die *Kennbuchstaben* und im Tabellenbuch (bspw. Suchregister: Serienschalter) die *Schaltzeichen* zu finden.

Hilfe: *Klassenordner -> Prüfungsvorbereitung -> Lernfeld 2 -> Lernvideos*

Betriebsmittel	Schaltzeichen (einpolig)	Schaltzeichen (allpolig)	Kennbuchstabe Betriebsmittel	Bild
Ausschalter				
Taster				
Wechselschalter				
Kreuzschalter				
Serienschalter				
Drehdimmer				
Einfachsteckdose				
Mehrfachsteckdose (3 Dosen)				
Leuchte				
Leuchtenauslass				
Abzweigdose				

©Bilder der Bauteile von Busch-Jaeger – Online-Katalog Reihe: Reflex SI/SI Linear

b) Vervollständigen Sie die folgende Tabelle der Leitungssymbole.

Leiter mit 5 Adern	PE-Leiter	N-Leiter	PEN-Leiter

2. Badezimmer – Ausschaltung

Laut dem Kundenwunsch soll das Badezimmer *einen* Leuchtauslass besitzen, welcher durch *eine* Schaltstelle bedienbar ist. Darüber hinaus sind *zwei* Steckdosen zu installieren.

Arbeitsauftrag

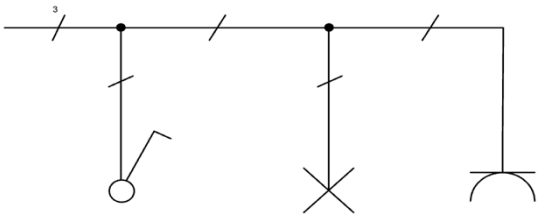
a) Informieren Sie sich über die verschiedenen *Schaltplanarten*.
Nutzen Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie für das Badezimmer die vier folgenden Schaltpläne.

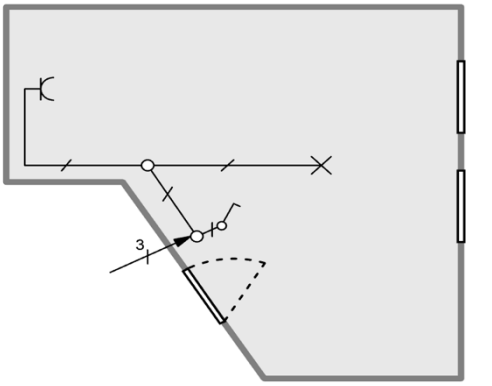
Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

Ergänzen Sie die Aderzahlen in den Plänen



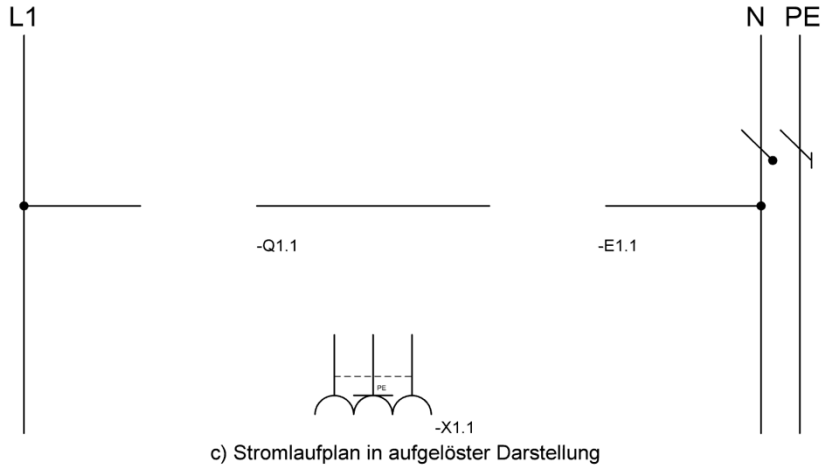
a) Übersichtsschaltplan



b) Installationsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

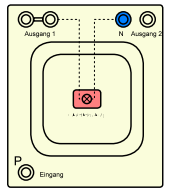
Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan für das Badezimmer



c) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

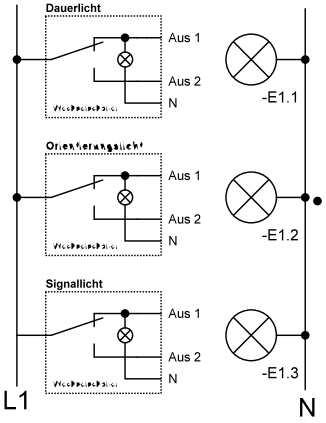
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen.

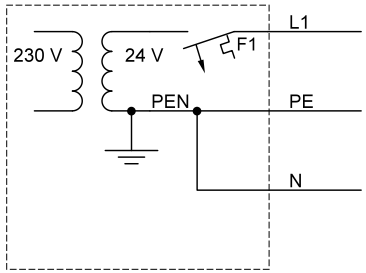


Zusatzaufgabe:

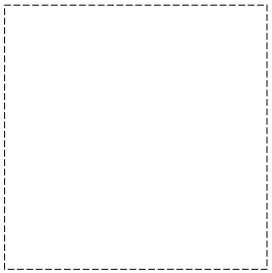
Statt den Ausschalter zu verwenden,
können alternativ Wechselschalter für die Ausschaltungeingesetzt werden.
Ersetzen Sie den Ausschalter durch einen Wechselschalter mit Beleuchtung.
Die Leuchte kann dann als Dauerlicht, Orientierungslicht oder Signallicht
angeschlossen werden.
Testen Sie alle Möglichkeiten und zeichnen Sie den Anschluss.



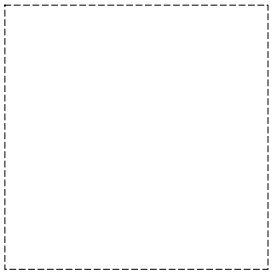
Verteilung



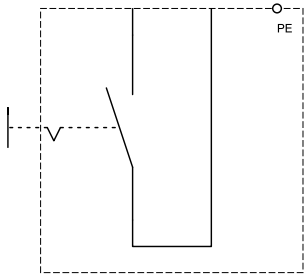
Laborsäule



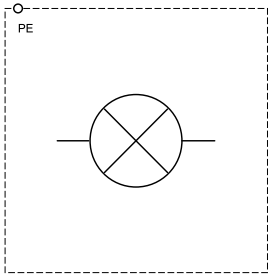
-X1.1



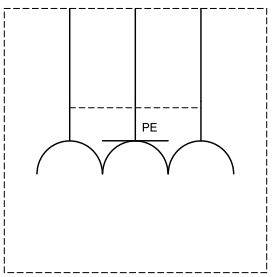
-X1.2



-Q1.1



-E1.1



-X1.3

Bewertung						Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit		Funktion			gez.:			Ausschaltung	
Lineal und Bleistift	-- - o + ++	Schutzleiter	-- - o + ++		gepr.:				
Symbole	-- - o + ++	Steckdosen	-- - o + ++		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit	-- - o + ++	Leuchten	-- - o + ++						

3

3. Wohnzimmer – Serienschaltung

Laut dem Kundenwunsch soll das Wohnzimmer *zwei* Leuchtauslässe besitzen, welche durch *eine* Schaltstelle separat bedienbar sind. Darüber hinaus sind *zwei* Steckdosen zu installieren.

Arbeitsauftrag

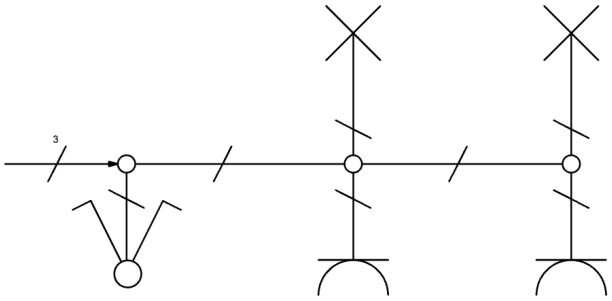
a) Informieren Sie sich über die entsprechende *Installationsschaltung* im Wohnzimmer.
Nutzen Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie für das Badezimmer die vier folgenden Schaltpläne.

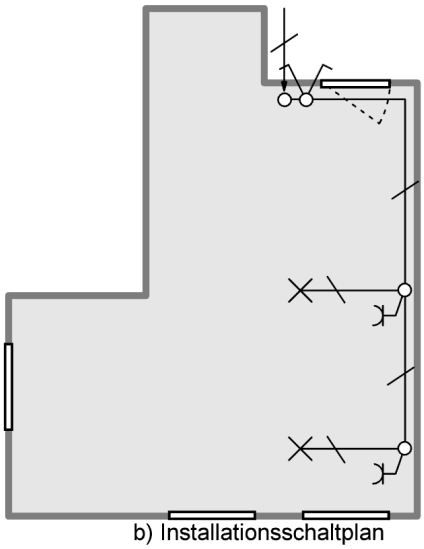
Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

Ergänzen Sie die Aderzahlen in den Plänen.



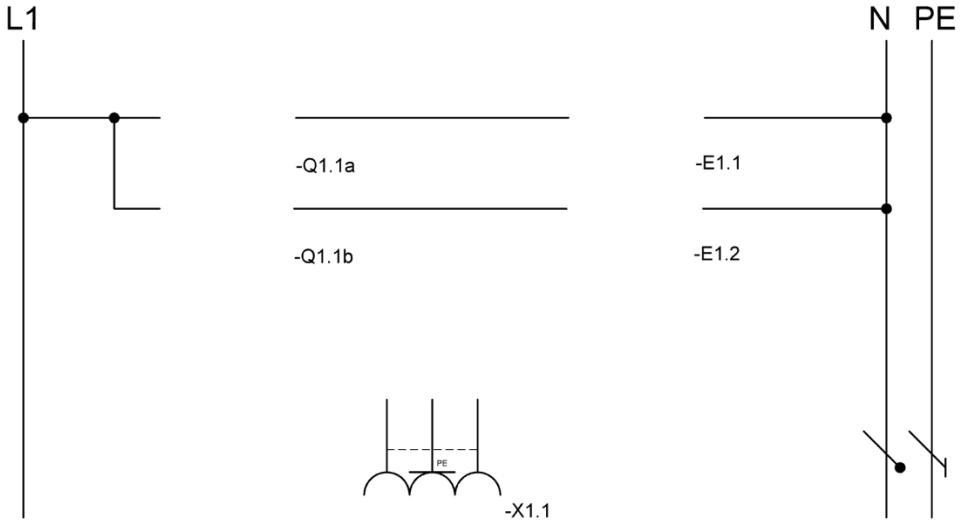
a) Übersichtsschaltplan



b) Installationsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

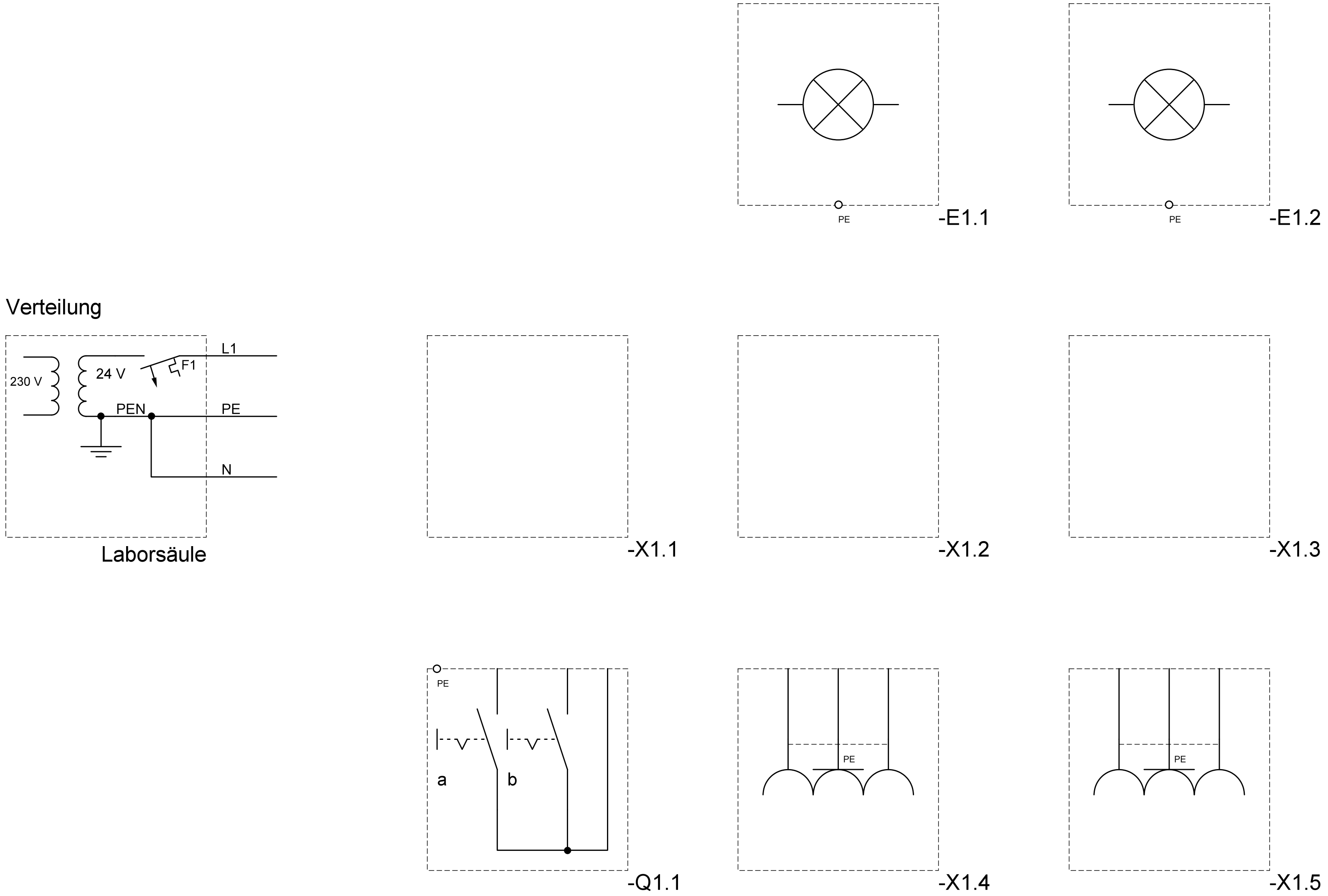
Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan für das Wohnzimmer.



c) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen



Bewertung					Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit		Funktion		gez.:			Serienschaltung	
Lineal und Bleistift	-- - o + ++	Schutzleiter	-- - o + ++	gepr.:				
Symbole	-- - o + ++	Steckdosen	-- - o + ++	Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit	-- - o + ++	Leuchten	-- - o + ++					

4. Offene Küche - Wechselschaltung

Laut dem Kundenwunsch soll die offene Küche *einen* Leuchtauslass besitzen, welcher durch *eine* Schaltstelle an der Wohnzimmertür und durch eine *weitere* Schaltstelle in der Küche bedienbar ist. Darüber hinaus sind *zwei* Steckdosen zu installieren.

Arbeitsauftrag

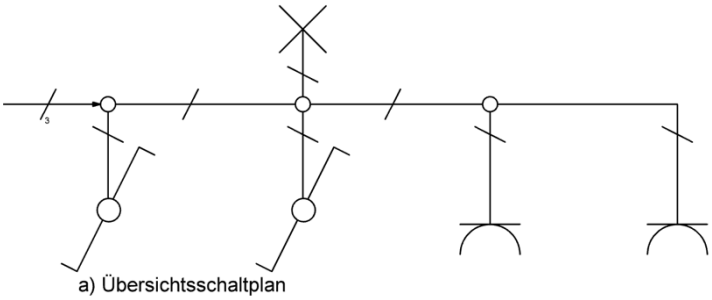
a) Informieren Sie sich über die entsprechende *Installationsschaltung* für die offene Küche. **Nutzen** Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie die vier folgenden Schaltpläne für die offene Küche.

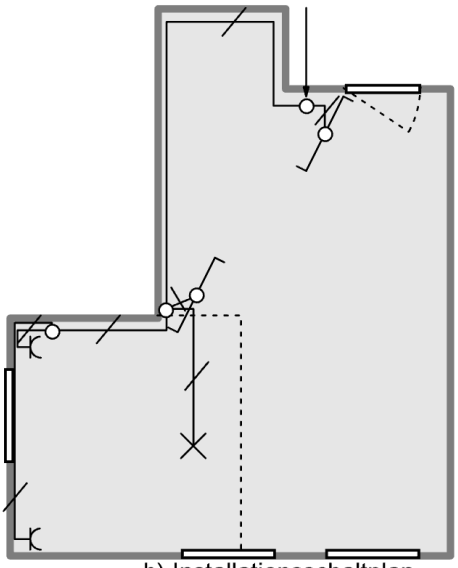
Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

Ergänzen Sie die Aderzahlen in den Plänen.



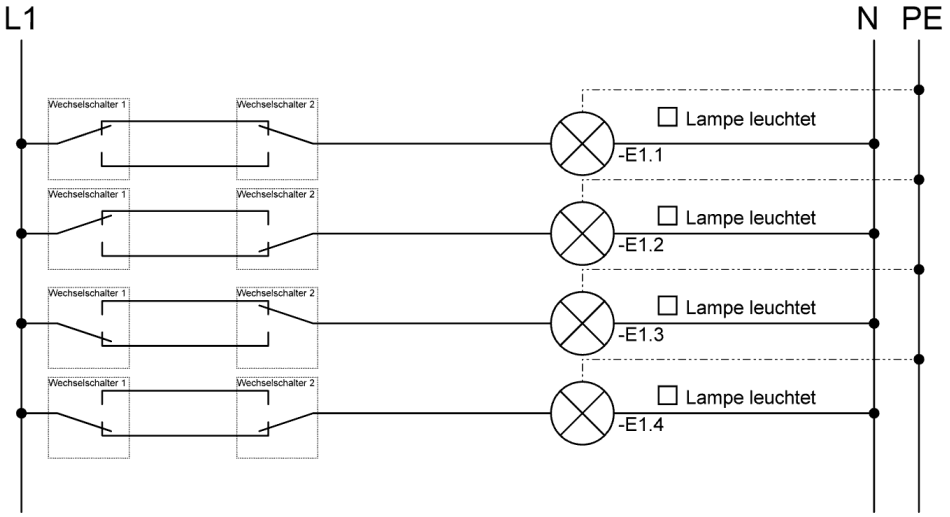
a) Übersichtsschaltplan



b) Installationsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

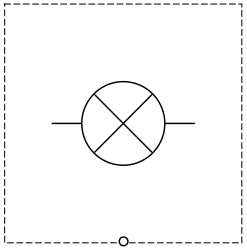
Markieren Sie die Schaltkombination in welcher die Lampe leuchtet.



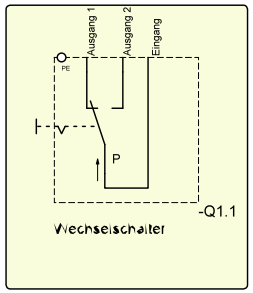
c) Stromlaufplan der Wechselschaltung in aufgelöster Darstellung mit allen Schaltmöglichkeiten

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen.

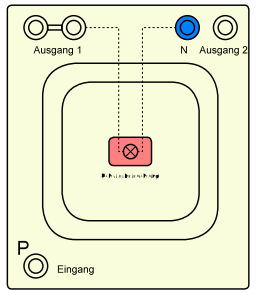


-E1.1



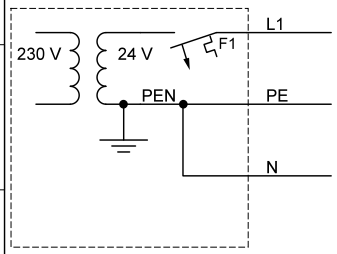
-Q1.1

Wechselschalter

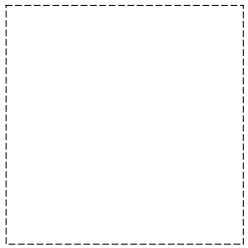


Ein Wechselschalter hat drei Anschlussklemmen Klemmkontakt "L" oder "P" hier wird bei einer Wechselschaltung entweder der stromführende Zuleitung (Phase) angeschlossen oder die Ader zum Verbraucher (Lampe) Die beiden Ausgangsklemmen sind für die Korrespondierenden Drähte bestimmt

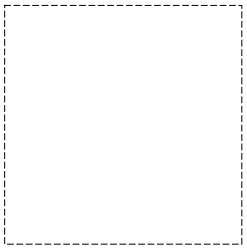
Verteilung



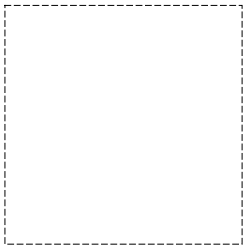
Laborsäule



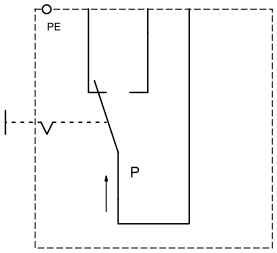
-X1.1



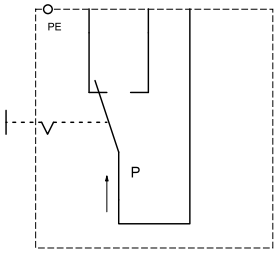
-X1.2



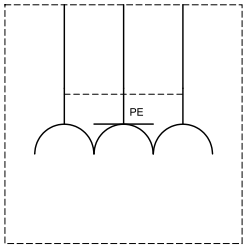
-X1.3



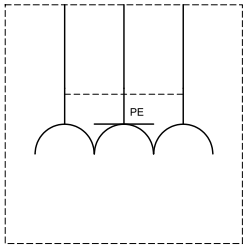
-Q1.1



-Q1.2



-X1.4



-X1.5

Bewertung							Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit		Funktion				gez.:			Wechselschaltung	
Lineal und Bleistift	-- - o + ++	Schutzleiter	-- - o + ++			gepr.:				
Symbole	-- - o + ++	Steckdosen	-- - o + ++			Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit	-- - o + ++	Leuchten	-- - o + ++							

7

5. Flur – Kreuzschaltung

Laut dem Kundenwunsch sollen im Flur zwei Leuchtauslässe installiert werden, welche durch drei verschiedene Schaltstellen bedienbar sind. Darüber hinaus ist eine Steckdose zu installieren.

Arbeitsauftrag

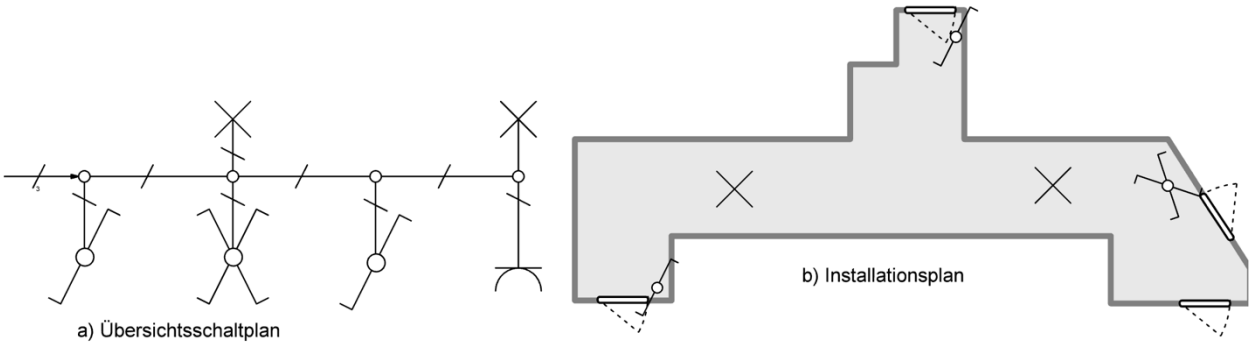
a) Informieren Sie sich über die entsprechende *Installationsschaltung* im Flur.
Nutzen Sie das Fachkundebuch falls nötig.

b) Vervollständigen Sie die vier Schaltpläne für den Flur.

Übersichts- und Installationsschaltplan

Beschriften Sie zuerst die Betriebsmittel entsprechend der Vorgaben (s. Rückseite).

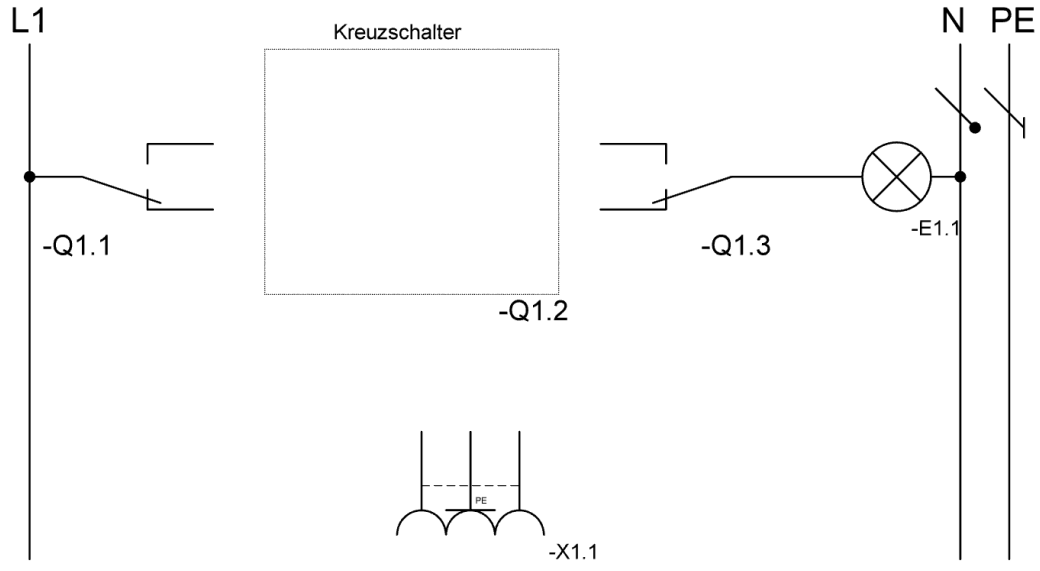
Ergänzen Sie nun die Aderzahlen in den Plänen.



a) Übersichtsschaltplan

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

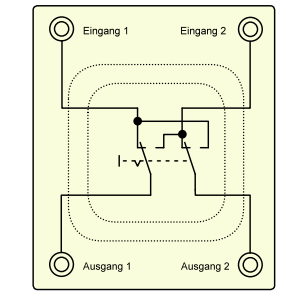
Vervollständigen Sie den nachfolgenden Stromlaufplan für den Flur.



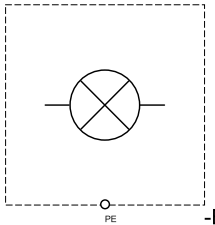
c) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

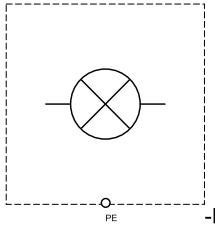
Vervollständigen Sie den folgenden Stromlaufplan, indem Sie die Verdrahtungen ergänzen.



Ein Kreuzschalter (auch Polwendeschalter genannt) ist ein Schalter mit vier Anschlüssen. Zwei davon sind jeweils verbunden. Bei Betätigung werden die Verbindungen getrennt. Als Folge können zwei Verbraucher wechselseitig geschaltet oder die Stromrichtung umgekehrt werden.

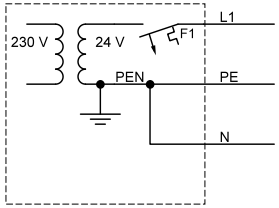


-E1.1



-E1.2

Verteilung



Laborsäule



-X1.1



-X1.2

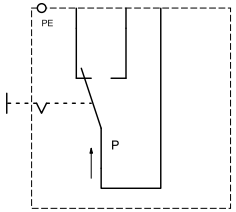
(V9 - Verteiler)



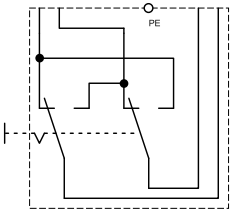
-X1.3



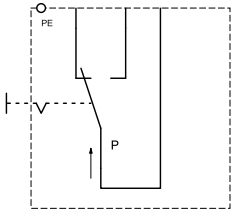
-X1.4



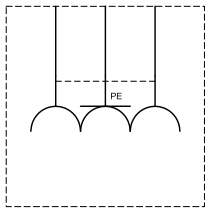
-Q1.1



-Q1.2



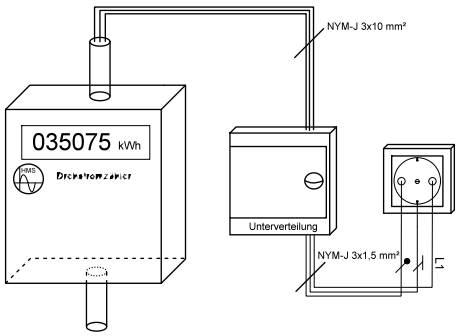
-Q1.3



-X1.5

Bewertung						Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Sauberkeit		Funktion			gez.:			Kreuzschaltung	
Lineal und Bleistift	-- - o + ++	Schutzleiter	-- - o + ++		gepr.:				
Symbole	-- - o + ++	Steckdosen	-- - o + ++		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von
Sauberkeit	-- - o + ++	Leuchten	-- - o + ++						

6. Spannungsfall



Arbeitsauftrag

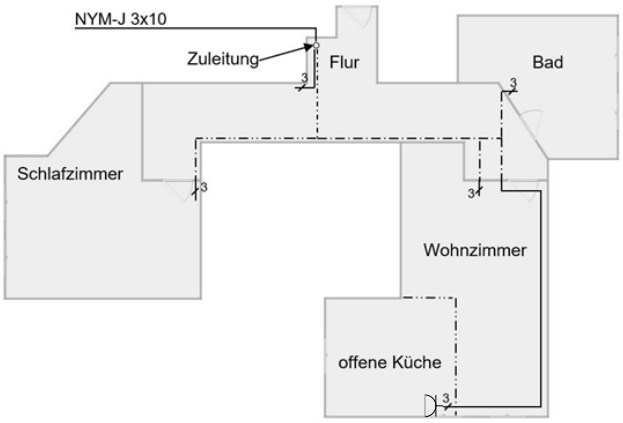
a) **Ermitteln Sie** exemplarisch den Spannungsfall für die Leitung von der Zähleinrichtung bis hin zur Steckdose in der offenen Küche.

Der Zählerschrank befindet sich 7 m mit einer NYM-J 3x10 mm² Leitung von der Zuleitung der Wohnung entfernt. In der gesamten Wohnung wurden NYM-J 3x 1,5 mm² Leitungen verwendet. Die gesamte Leitungslänge von der Unterverteilung bis hin zur Steckdose soll 25 m betragen.

geg.: ges.:

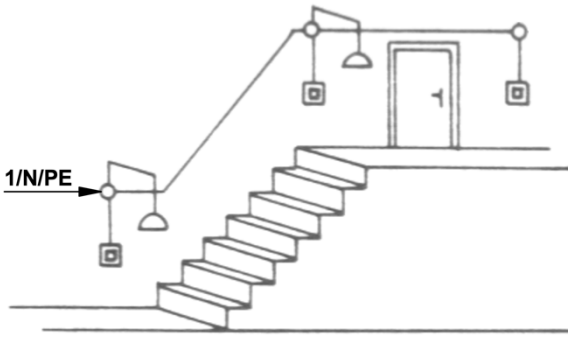
Berechnung:

Ergebnissatz:



b) **Beurteilen Sie** das Ergebnis, in dem Sie auf die TAB eingehen. **Nennen Sie** mögliche Lösungsvorschläge, falls der Spannungsfall zu hoch ist.

7. Stromstoßschaltung



Arbeitsauftrag

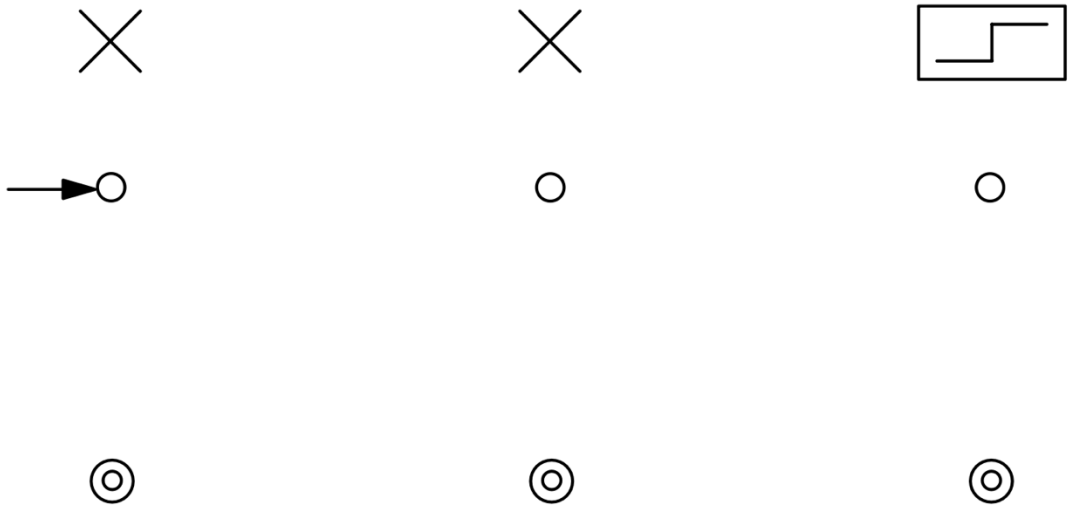
Im Zuge der Wohnungsinstallation soll auch die Lichtinstallation des Treppenaufgangs, wie in der Abbildung dargestellt, neu gemacht werden.
Zeichnen Sie die drei Pläne für die Stromstoßschaltung.

Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

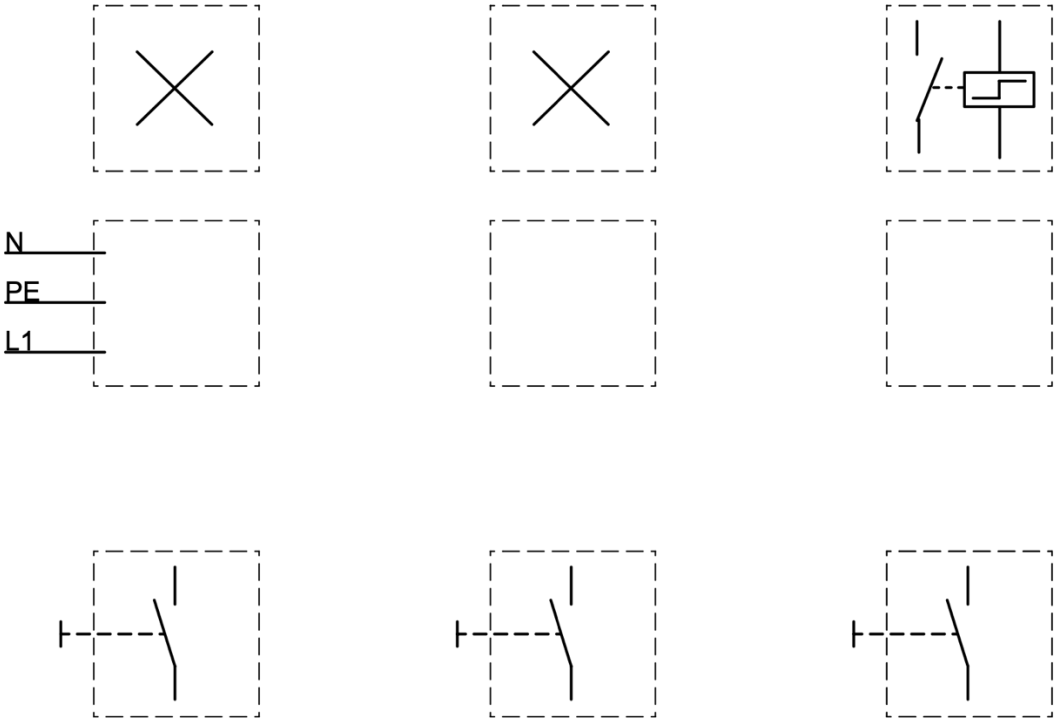
Hinweis: Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird der PE zu den Tastern nicht gezeichnet.



Übersichtsplan

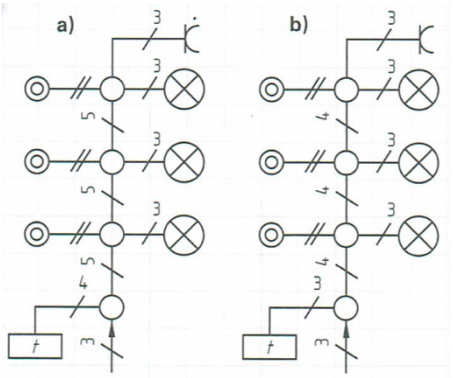


Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



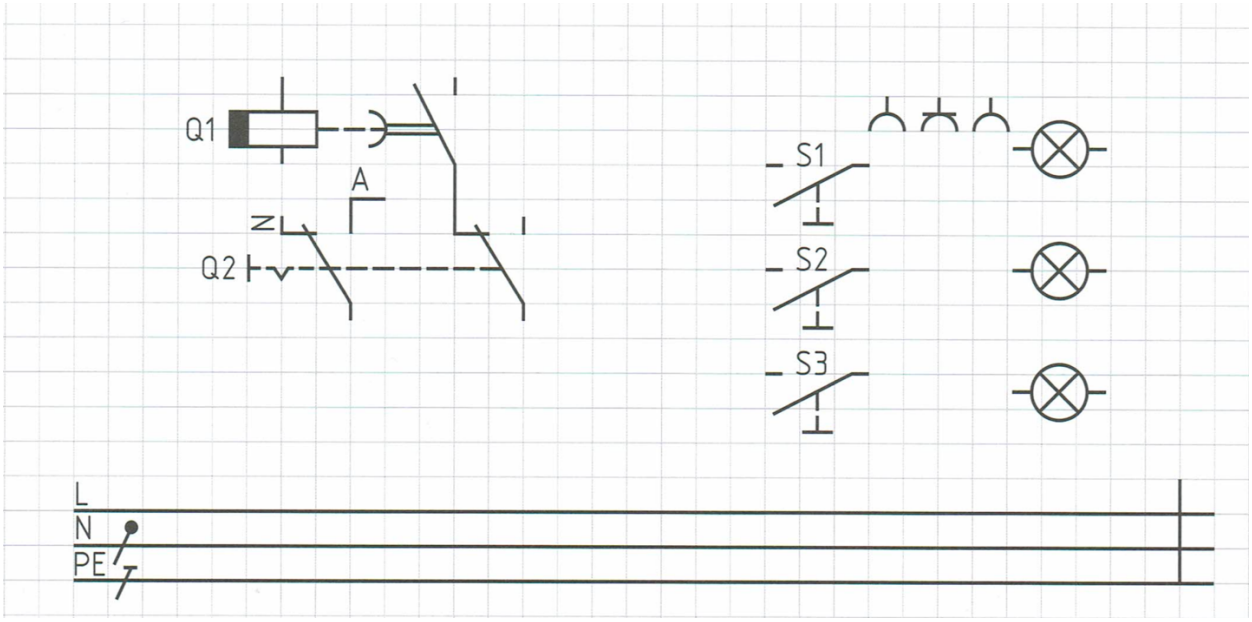
8. Treppenhausschaltung

Arbeitsauftrag

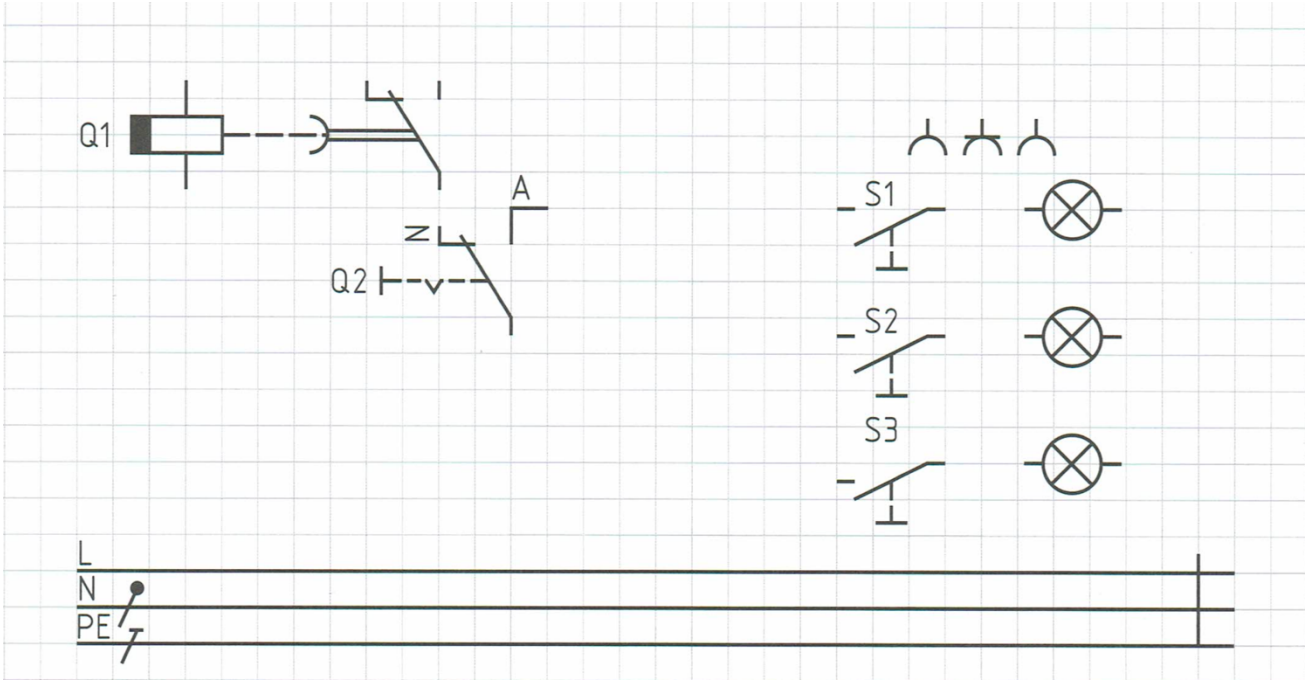


Das Treppenhaus des Mehrfamilienhauses wird modernisiert und dabei auch die Elektroinstallation überarbeitet. **Vervollständigen Sie** die Stromlaufpläne der Treppenhausschaltungen mit Treppenlicht-Zeitschalter nach den Vorgaben der Übersichtspläne.

a) Vierleiteranschluss (Q1 Leistungsrelais mit Zeitverzögerung)



b) Dreileiteranschluss (Q1 Leistungsrelais mit Zeitverzögerung)



Hein-Moeller-Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	Dimensionierung von fest verlegten Kabeln und Leitungen	Name: Note: Klasse: Datum:

1) **Dimensionieren Sie** einen kombinierten Steckdosen- und Beleuchtungsstromkreis.

20:26:30

Der gesamte Stromkreis soll für eine Leistung von **3500W** ausgelegt werden.
Die Anforderungen an die maximale Betriebstemperatur betragen **30°C**.
Die Leitung wird **mit einer weiteren Leitung unter Putz** verlegt.
Die Entfernung vom Hausverteiler zur am weitesten entfernten Steckdose beträgt **20m**.

a. **Berechnen Sie** den Betriebsstrom I_B!

$P = U \cdot I \rightarrow I_B = \frac{P}{U} = \frac{3500\,W}{230\,V}$

$I_B = 15{,}22\,A$

b. **Bestimmen Sie** den Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung I_N und die Strombelastbarkeit der Leitung unter abweichenden Betriebsbedingungen I_Z!

$I_N = 16A$ Verlegeart: C
$I_Z = 16A$ Belastete Adern: 2

c. **Berechnen Sie** den Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung I_r!

f_1: $\vartheta = 30°C \rightarrow f_1 = 1{,}0$

f_2: 2 Ltg $\rightarrow f_2 = 0{,}85$ oooo
$\searrow f_2 = 0{,}8$ 88

$I_{r1} = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{16A}{1{,}0 \cdot 0{,}85} = 18{,}82A$ $(f_2 = 0{,}85)$

$I_{r2} = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{16A}{1{,}0 \cdot 0{,}8} = 20{,}A$ $(f_2 = 0{,}8)$

d. **Ermitteln Sie** den Leiterquerschnitt!
Beachten Sie dabei auch den zulässigen Spannungsfall!

$I_r = 18{,}82A$ $A = 1{,}5\,mm^2$ zu klein

$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 20m \cdot 16A\,\Omega mm^2}{56m \cdot 1{,}5mm^2}$

$\Delta U = 7{,}61\,V$ zu hoch

$A = 2{,}5mm^2$: $\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 20m \cdot 16A\,\Omega mm^2}{56m \cdot 2{,}5mm^2}$

$\Delta U = 4{,}57\,V \rightarrow ok$

$I_r = 20A$

$A = 2{,}5mm^2$: $\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 20m \cdot 16A\,\Omega mm^2}{56m \cdot 2{,}5mm^2}$

$\Delta U = 4{,}57\,V \rightarrow ok$

20:38

20:39

2) **Dimensionieren Sie** die Leitung für den Anschluss eines Cerankochfeldes mit einer Anschlussleistung von 5,5kW!
Prüfen Sie, ob die vorhandene Leitung ausreichend ist oder eine neue Leitung verlegt werden muss!

das Kochfeld

Die verlegte Installationsleitung für ~~die Steckdose~~ trägt die Bezeichnung **NYM 3x1,5mm²** und wurde **mit zwei weiteren** NYM-Leitungen mit dem gleichem Leiterquerschnitt **nebeneinander unter Putz** verlegt.
Die Leitungslänge zwischen dem Sicherungskasten und der Steckdose beträgt 40m.
Die Umgebungstemperatur beträgt 25° C.

a. **Berechnen Sie** den Betriebsstrom I_b des Cerankochfeldes

$I_B = \frac{P}{U} = \frac{5500\,W}{230\,V} = 23{,}91\,A$

$I_B = 23{,}91\,A$

b. **Bestimmen Sie** den Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung I_N und die Strombelastbarkeit der Leitung unter abweichenden Betriebsbedingungen I_Z!

$I_N = 25A$
$I_Z = 25A$

Verlegeart: C
Adernanzahl: 2

c. **Berechnen Sie** den Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung I_r!

f_1: $\vartheta = 25°C \rightarrow f_1 = 1,06$

f_2: 3 Leitungen $\rightarrow f_2 = 0,79$

$I_r = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{25A}{1,06 \cdot 0,79}$

$I_r = 29,85\,A$

d. **Ermitteln Sie** den Leiterquerschnitt!
Beachten Sie dabei auch den zulässigen Spannungsfall!

$I_r = 29,85A \rightarrow A = 4\,mm^2$

$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 40\,m \cdot 23,91\,A}{56\,m/(\Omega \cdot mm^2) \cdot 4\,mm^2}$

$\Delta U = 8,539\,V \rightarrow$ zu hoch

$A = 6\,mm^2$

$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 40m \cdot 23,91\,A}{56\,m/(\Omega \cdot mm^2) \cdot 6\,mm^2}$

$\Delta U = 5,693\,V \rightarrow ok$

$A = 6\,mm^2$

20:46

3) Der zulässige prozentuale Spannungsfall **Δu** beträgt nach DIN18015, Teil 1 von der Messeinrichtung (Energiezähler) bis zum Verbraucher **3%.**

Berechnen Sie die maximale Leitungslänge l_{max} für die folgenden Fälle:

a. Spannung U = 230V, maximale Stromstärke I_{max} = 16A, Leitung NYM 3x1,5mm²

b. Spannung U = 230V, maximale Stromstärke I_{max} = 25A, Leitung NYM 3x2,5mm²

$\Delta U = \Delta u \cdot 230V$
$\Delta U = 0,03 \cdot 230V$
$\Delta U = 6,9V$

$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A}$

$L = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A}{2 \cdot I}$

a) $L = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A}{2I} = \frac{6,9V \cdot 56\,m \cdot 1,5\,mm^2}{2 \cdot \Omega \cdot mm^2 \cdot 16A}$

$L = 18,11\,m$

b) $L = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A}{2I} = \frac{6,9V \cdot 56\,m \cdot 2,5\,mm^2}{2 \cdot \Omega \cdot mm^2 \cdot 25A}$

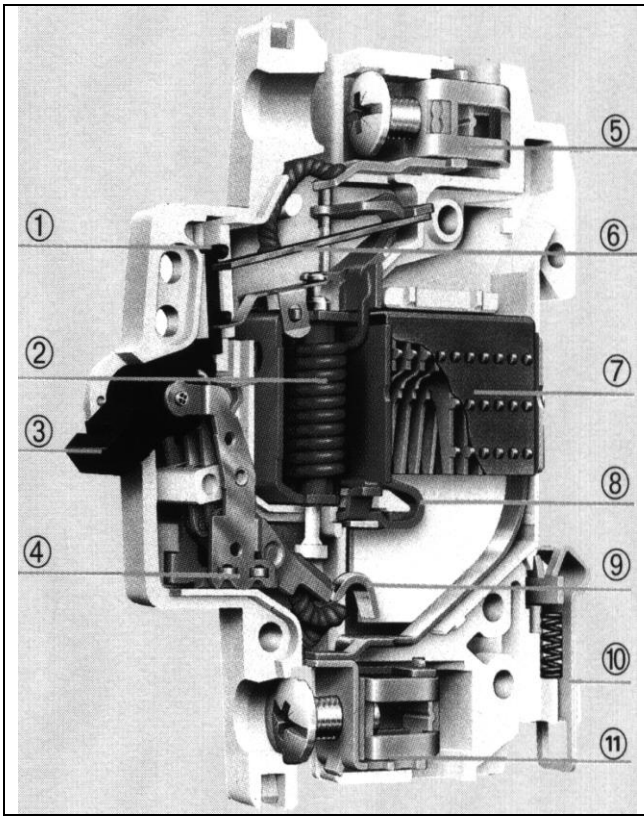
$L = 19,32\,m$

20:51

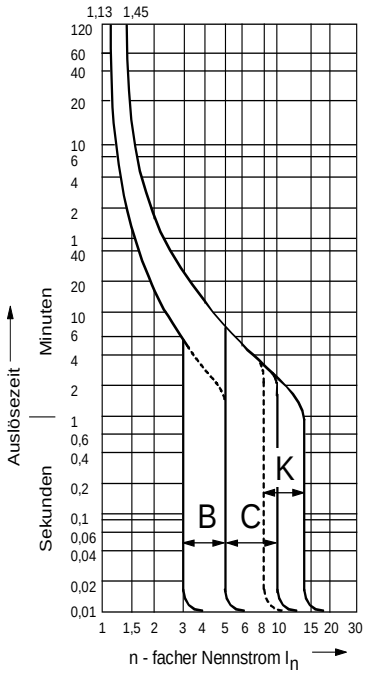
Name: *Klasse:*

Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** Lernfeld 2	**Abschaltverhalten von Leitungsschutzschaltern ermitteln**



Auslösecharakteristik:



Verwendung:

TYP B
Leitungsschutz
verzögerte Auslösung:
1,13...1,45 I_n (1 Stunde)
unverzögerte Auslösung:
bei 3 ... 5 I_n

TYP C
Geräteschutz bei hohen Einschaltströmen
verzögerte Auslösung:
1,13...1,45 I_n (1 Stunde)
unverzögerte Auslösung:
bei 5 ... 10 I_n

TYP K
Motorschutz
verzögerte Auslösung:
1,05...1,2 I_n (1 Stunde)
unverzögerte Auslösung:
8 ... 14 I_n

1. Entklinkungsschieber
2. unverzögerter elektromagnetischer Auslöser
3. Schaltgriff
4. Schaltwerk mit Feder-Kraftspeicher
5. obere Anschlussklemme
6. verzögerter Bimetall- Auslöser
7. Lichtbogenlöschkammer
8. festes Schaltstück
9. bewegliches Schaltstück zum Ausschalten
10. Schnellbefestigungseinrichtung
11. untere Anschlussklemme

A 1: Bearbeiten Sie die Aufgaben zum Abschaltverhalten von Leitungsschutzschaltern.

1. Welche Fehler führen zur Unterbrechung eines Stromkreises durch den Leitungsschutzschalter?

2. Was bewirkt der elektromagnetische Auslöser?

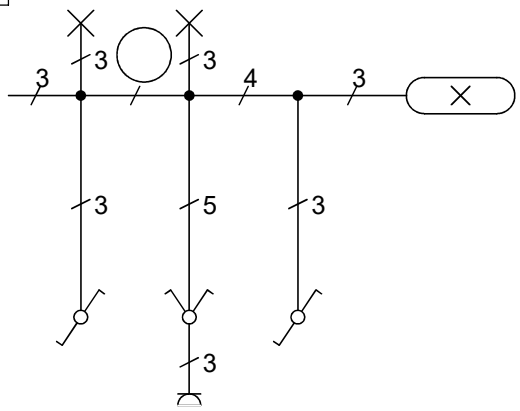
3. Was bewirkt der Bimetall- Auslöser?

4. Bei welcher Stromstärke muss ein Leitungsschutzschalter der Charakteristik B mit einem Bemessungsstrom von I= 16A im Fehlerfall spätestens unverzögert auslösen?

5. Bei welcher Stromstärke muss ein Leitungsschutzschalter der Charakteristik C mit einem Bemessungsstrom von I= 10A im Fehlerfall spätestens unverzögert auslösen?

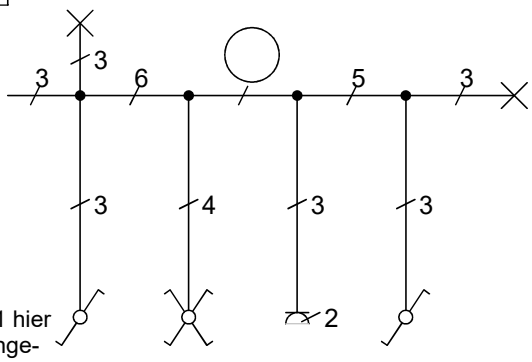
5902 EIT PV GP T1 Adernbestimmung

1.



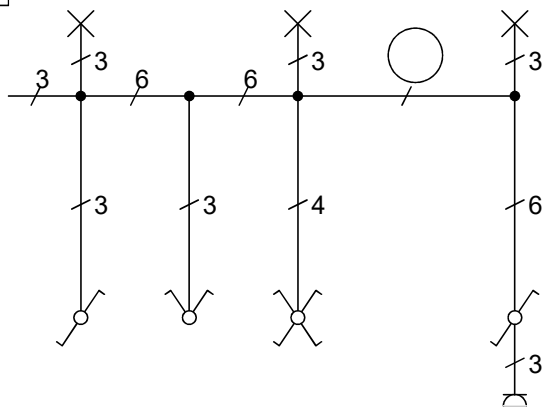
Wechselschalter schalten die Entladungslampe

2.



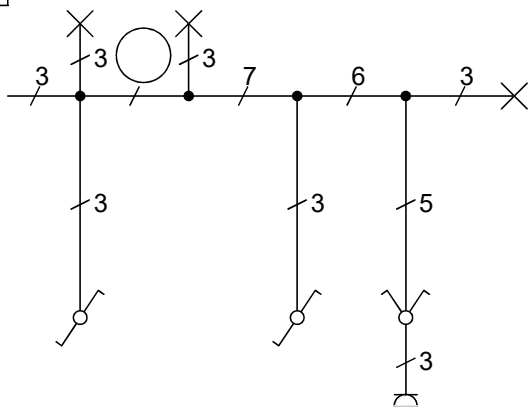
L1 hier ange-schlossen

3.



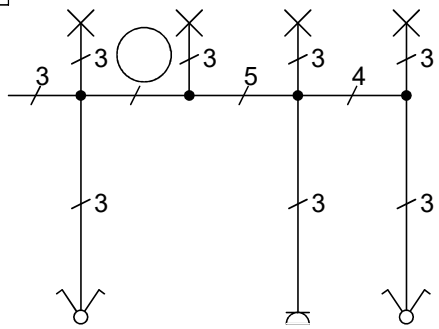
Kreuzschaltung schaltet die rechte Lampe

4.



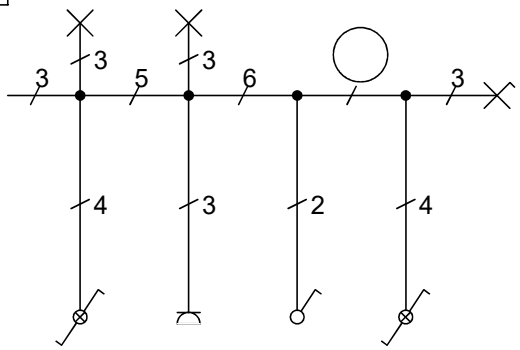
Wechselschalter schalten die rechte Lampe

5.



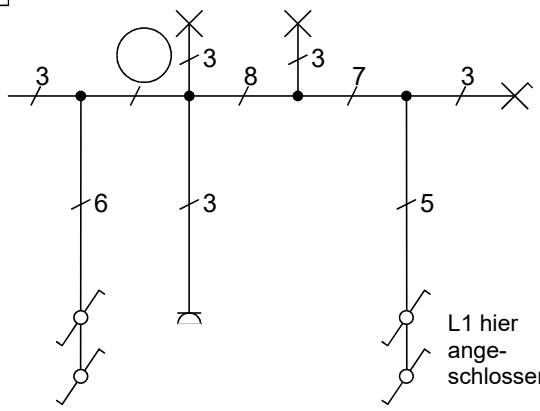
Linker Serienschalter schaltet die beiden mittleren Lampen

6



Wechselschalter schalten die linke Lampe

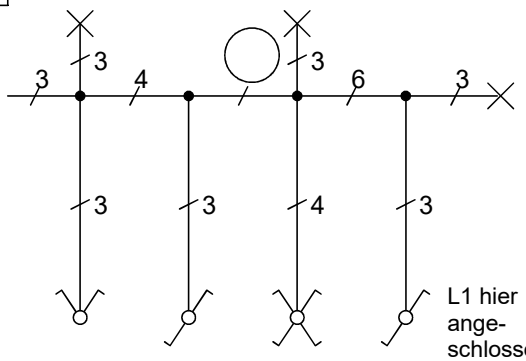
7.



L1 hier ange-schlossen

Obere Wechselschaltung schaltet die linke Lampe

8.



L1 hier ange-schlossen

Kreuzschaltung schaltet die mittlere Lampe

Diodenschaltungen 1

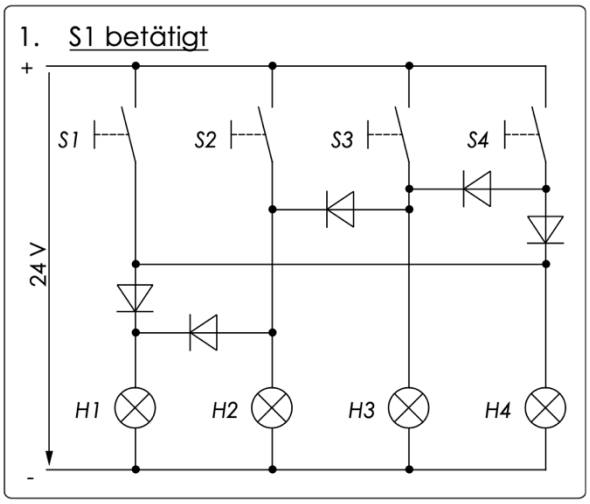
IE

LF - 6

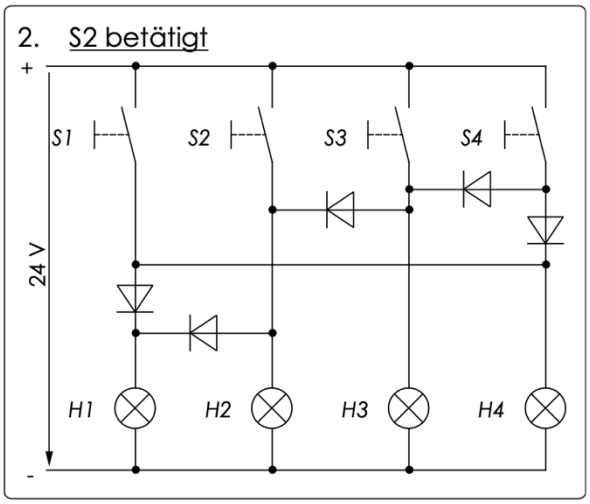
A1: In den folgenden Schaltungen werden die jeweils genannten Taster betätigt. Welche Lampen leuchten? **Zeichnen Sie** den jeweiligen Stromweg ein.



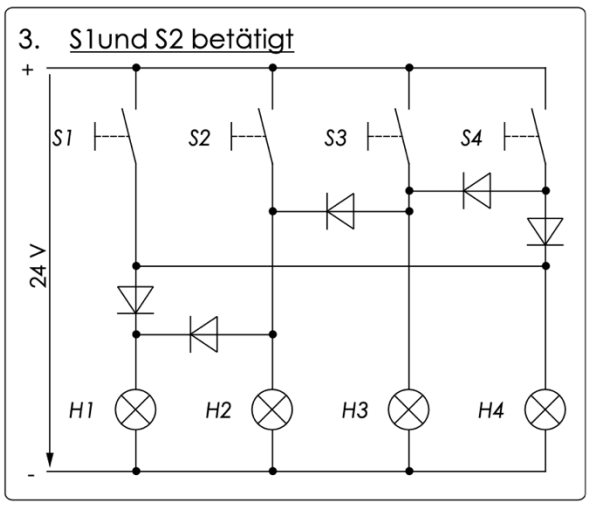
1. S1 betätigt



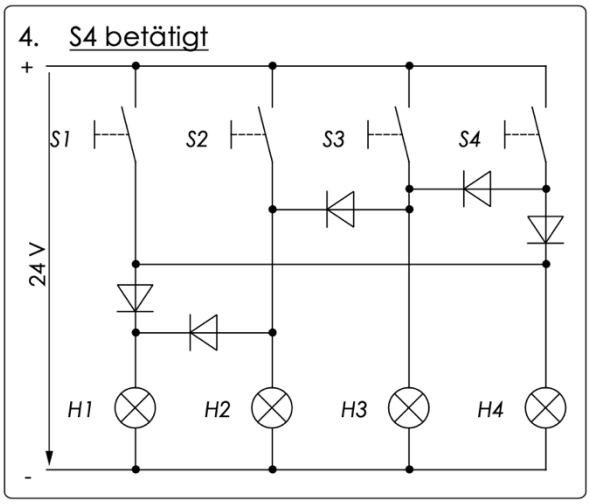
2. S2 betätigt



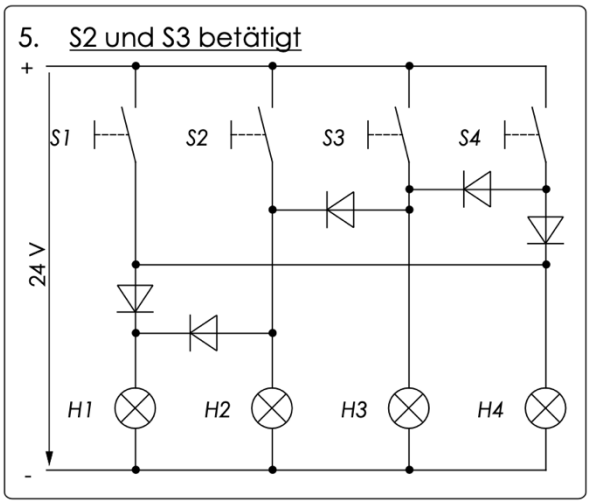
3. S1und S2 betätigt



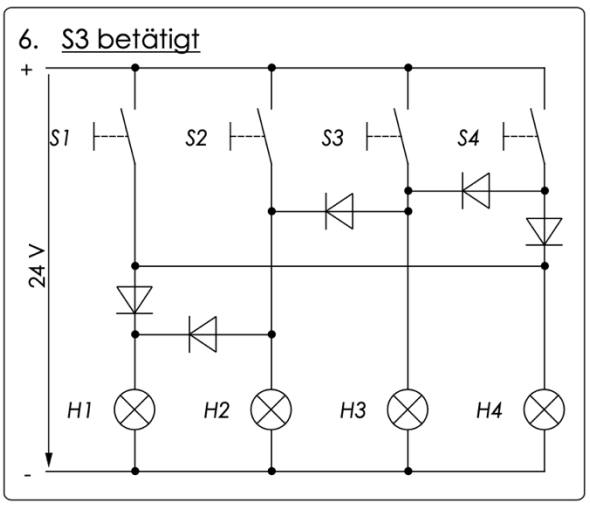
4. S4 betätigt



5. S2 und S3 betätigt



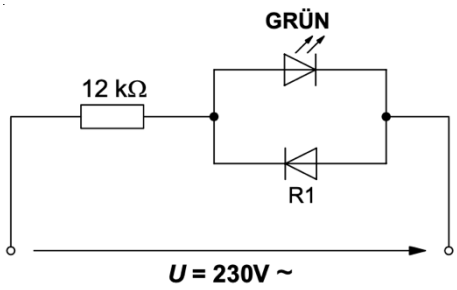
6. S3 betätigt



A2: Zwei grüne LED´s (U_F = 2,2 V; I_F 0 20 mA) sollen in Reihe geschaltet an einer 9 V-Blockbatterie angeschlossen werden.

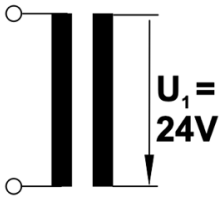
a) **Zeichnen Sie** das Ersatzschaltbild.
b) **Berechnen Sie** den Vorwiderstand.
c) **Wählen Sie** einen Widerstand aus der Normreihe E48.

A3: **Beschreiben Sie** die Aufgabe der Diode R1 in der Schaltung.



A4: **Einpuls- Einwegschaltung E1**

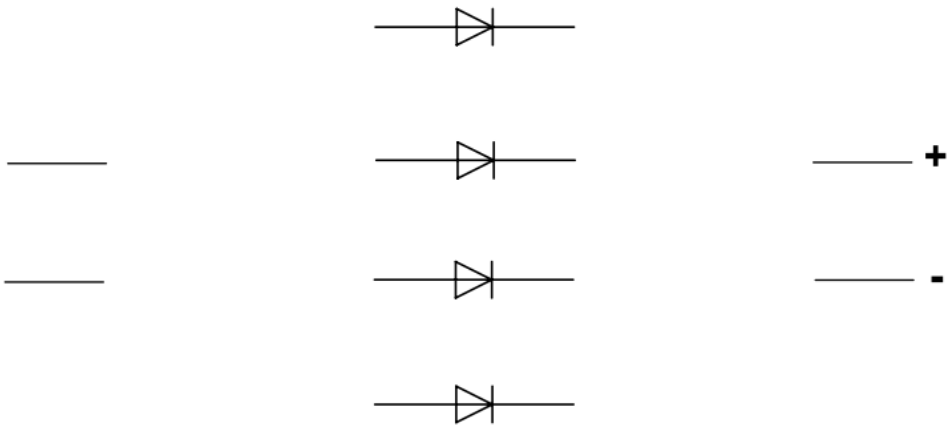
a) Zeichnen Sie eine Einpuls- Einwegschaltung E1. Der Verbraucher ist ein Widerstand. **Vervollständigen Sie** das Schaltbild.



b) (Bonus) Berechnen Sie die ideelle Gleichspannung U_{di} und U_d (bei Belastung unter Berücksichtigung der Diodenverluste) für die Fälle:
i. mit Kondensator C zur vollständigen Glättung und
ii. ohne Kondensator

Hilfe: Es werden noch Formeln aus dem Tabellenbuch benötigt!

A5: Im folgenden Stromlaufplan sind jeweils vier Dioden wie in der dargestellten Weise angeordnet.
Ergänzen Sie die Schaltung so, dass eine Zweipuls-Brückenschaltung entsteht.



Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 1	**Kenntnisse zu Grundschaltungen anwenden**	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:



Enrico schaltete vor dem Starten seines Autos die Scheinwerferanlage ein. Während des Startvorganges nahm die Helligkeit der Scheinwerfer deutlich ab und normalisierte sich sofort als der Motor lief. Die Ursache für diesen Effekt konnte er sich nicht erklären, denn der Autoakku war neu.

Bemessungswerte des Akkumulators:

Leerlaufspannung U_O = 12 V

Klemmenspannung unbelastet U = 12 V

Kapazität K = 56 Ah

Innenwiderstand des Akkumulators R_i = 30 mΩ

Bemessungsstrom des Anlassers: I = 175 A

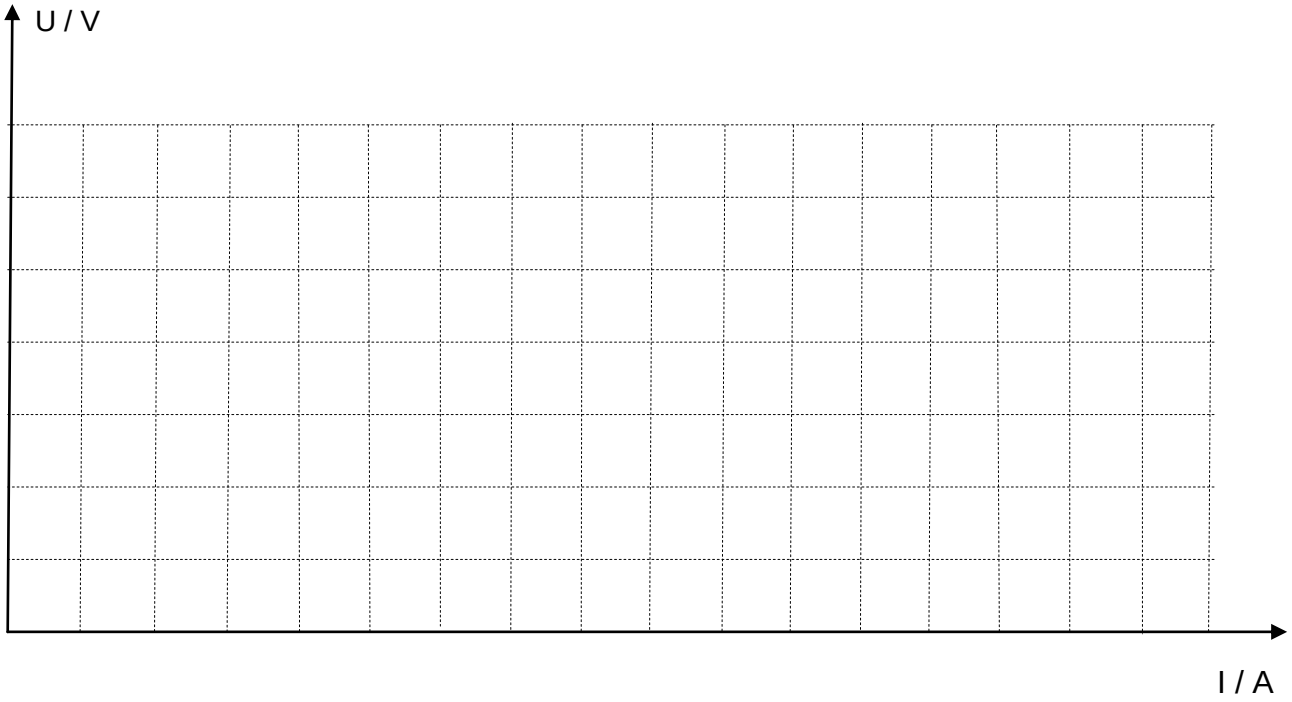
Bemessungswerte der Scheinwerferlampen: 6 x je 12 V / 55 W.

Lösen Sie zur Erklärung der Ursache die folgenden Aufgaben. Nutzen Sie zur Berechnung die technischen Daten.

1. Berechnen Sie die Klemmenspannung vor dem Starten bei eingeschalteter Beleuchtung.
   a) Fertigen Sie eine Skizze an.
   b) Berechnen Sie den Widerstand der Beleuchtungsanlage.
   c) Berechnen Sie die Klemmenspannung.

2. Berechnen Sie die Klemmenspannung beim Starten mit eingeschalteter Beleuchtung.
   a) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand von Beleuchtung und Anlasser.
   b) Berechnen Sie die Klemmenspannung.

3. Stellen Sie die Abhängigkeit der Klemmenspannung vom Laststrom in einer Kennlinie dar. Tragen Sie dazu die Stromwerte bei Leerlauf, Beleuchtung ohne Anlasser und Beleuchtung mit Anlasser ein.

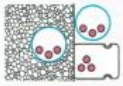
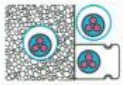
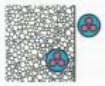
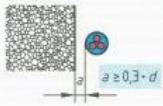
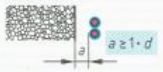
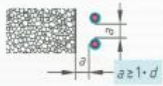


4. Formulieren Sie, warum die Helligkeitsschwankung beim Startvorgang normal ist.

Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen

Nach DIN VDE 0298 Teil 4

Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen

Verlegeart		Verlegebedingungen (Wichtige Beispiele)
A1		**Referenzverlegeart*: Verlegung in wärmegedämmten Wänden** • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr, • Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen.
A2		• Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr, • mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen in einer wärmegedämmten Wand.
B1		**Referenzverlegeart: Verlegung in Elektroinstallationsrohren** • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand, • Aderleitungen, einadrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.
B2		• Mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr auf der Wand, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Sockelleisten- oder im Unterflurkanal.
C		**Referenzverlegeart: Verlegung direkt auf dem Untergrund (Wand)** • Ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke, • Stegleitungen im oder unter Putz.
D		**Referenzverlegeart: Verlegung in der Erde** • Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.
E		**Referenzverlegeart: Verlegung frei in der Luft** • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen frei in der Luft verlegt mit einem Mindestabstand $a \geq 0{,}3 \cdot d$ zur Wand (d = Leitungsdurchmesser), • Kabel oder Leitungen auf gelochten Kabelrinnen oder auf Kabelkonsolen.
F		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.
G		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit einem gegenseitigen Abstand $a \geq 1 \cdot d$ verlegt und einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand, • blanke Leiter oder Aderleitungen auf Isolatoren.

* Referenzverlegeart: Grundsätzliches Merkmal der Verlegeart, z. B. in wärmegedämmten Wänden oder frei in der Luft

Tabelle 2: Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und D bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C

Nach DIN VDE 0298 Teil 4 (Auszug)

Verlegeart	A1		A2		B1		B2		C		D	
belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm² Cu	Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit in A für PVC-isolierte Kabel und Leitungen mit einer Betriebstemperatur am Leiter bis 70 °C											
1,5	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	18,5	15,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	25	21
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	32	27
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	40	34
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	54	45
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	69	59
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	88	76
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	106	91

Bemessungswerte I_r für die Verlegearten E, F und G siehe DIN VDE 0298 Teil 4 oder Tabellenbuch Elektrotechnik

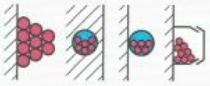
Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren f_1 für abweichende Umgebungstemperaturen

Nach DIN VDE 0298, Teil 4 (Auszug)

Umgebungstemperatur in °C	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
PVC-Isolierung	1,22	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	0,35	–
Gummi-Isolierung	1,29	1,22	1,15	1,08	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	–	–	–

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren f_2 bei Häufung von Kabeln oder Leitungen auf der Wand, im Rohr, im Kanal oder auf dem Fußboden verlegt

Nach DIN VDE 0298, Teil 4 (Auszug)

Anordnung der Leitungen		Anzahl der mehradrigen Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
• Gebündelt direkt auf der Wand, • auf dem Fußboden, • im Elektroinstallationskanal oder -rohr, auf oder in der Wand		1,0	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,48
• Einlagig ohne Zwischenraum auf der Wand oder • einlagig ohne Zwischenraum auf dem Fußboden		1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7

Umrechnungsfaktoren für weitere Leitungsanordnungen: Tabellenbuch Elektrotechnik oder DIN VDE 0298, Teil 4

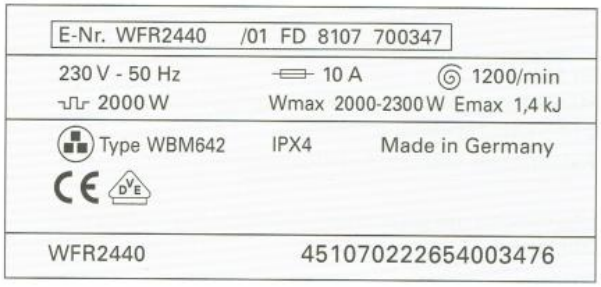


Bild 1: Typenschild Waschvollautomat

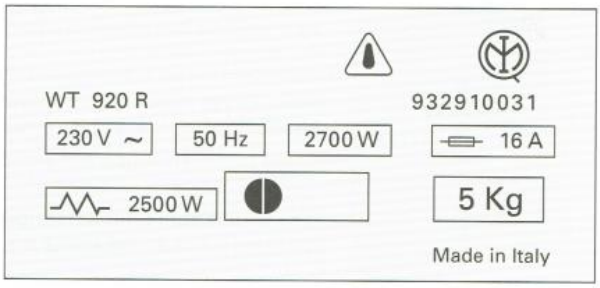


Bild 2: Typenschild Wäschetrockner

Tabelle 3: Bemessungswerte I_n von Überstrom-Schutzeinrichtungen zwischen 6 A ... 63 A

6 A	10 A	13 A	16 A	20 A	25 A	32 (35[1]) A	50 A	63 A

[1] In Klammer: Bemessungsstrom von Schmelzsicherungen

Tabelle 4: Außendurchmesser metrischer PVC-Installationsrohre

Bezeichnung, Außendurchmesser in mm	M 16	M 20	M 25	M 32	M 40

Tabelle 5: Außendurchmesser und Außenquerschnitt von Mantelleitungen

Aderzahl und Querschnitt in mm²	Außendurchmesser[1] in mm	Außenquerschnitt in mm²
3 × 1,5; 4 × 1,5	11	95
3 × 2,5; 5 × 1,5	12	113
5 × 2,5; 7 × 1,5	14	154
5 × 10	22	380
5 × 16	26	531

[1] Mantelleitung NYM

Tabelle 6: Abmessungen und Fassungsvermögen von Installationskanälen

Abmessungen Höhe × Breite in mm	Kanalquerschnitt in mm²	Anzahl Leitungen[1] Ø 11 mm
15 × 15	167	1
20 × 20	246	1
20 × 35	480	2
30 × 45	1023	5
30 × 60	1309	7

[1] Z. B. Mantelleitung NYM 3 × 1,5 mm²

Stromkreise. Die erforderliche Anzahl von Stromkreisen in Wohngebäuden ist in der **Tabelle** angegeben. Geräte mit Anschlussleistungen über 2 kW erhalten zusätzlich eigene Stromkreise.

In Stromkreisverteilern sind als Überstrom-Schutzeinrichtungen LS-Schalter der Energiebegrenzungsklasse 3 mit einem Schaltvermögen von mindestens 6 kA vorgeschrieben.

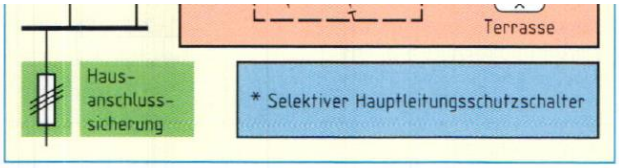


Bild: Hauptleitung, Zähler und Stromkreisverteiler

Anzahl der Stromkreise in Wohngebäuden: **Seite 294**

Stromkreise für verschiedene Tarife, z. B. Hochtarif für Beleuchtung und Niedertarif für Elektrowärmegeräte, müssen in getrennten Verteilern installiert werden oder sind innerhalb eines Verteilers mindestens durch Stege voneinander zu trennen. Stromkreise verschiedener Kundenanlagen dürfen nicht im gleichen Stromkreisverteiler angeordnet sein.

Stromkreisleitungen müssen ausreichend gegen mechanische, thermische und chemische Einflüsse geschützt sein. Leitungen für feste, geschützte Verlegung müssen einen Mindestquerschnitt von 1,5 mm² Kupfer oder 16 mm² Aluminium haben (DIN VDE 0100, Teil 520).

Der **Umfang der Elektroinstallation** hängt vom gewünschten Ausstattungswert **(Übersicht)** ab.

Die **Tabellen 1 und 2** beziehen sich auf den Ausstattungswert 1 nach DIN 18015-2.

Stromkreise: Die Mindestanzahl der Stromkreise gemäß Ausstattungswert 1 ist in **Tabelle 1** angegeben. Nebenräume und elektrische Verbrauchsmittel mit einem Anschlusswert über 2 kW benötigen eigene Stromkreise.

Tabelle 1: Mindestanzahl der Stromkreise für Steckdosen und Beleuchtung im Wohnbereich (nach DIN 18015-2)

Wohnfläche in m²	Anzahl der Stromkreise für Steckdosen und Beleuchtung
bis 50	3
über 50 bis 75	4
über 75 bis 100	5
über 100 bis 125	6
über 125	7

Auszug aus dem Großhändlerkatalog

Mantelleitungen NYM



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Mantelleitung nach DIN VDE 0250		
	NYM-0 2 × 1,5	0110 479	0,71
	NYM-0 3 × 1,5	0110 022	0,54
	NYM-0 4 × 1,5	0110 029	0,74
	NYM-J 3 × 1,5	0110 308	0,51
	NYM-J 4 × 1,5	0110 309	0,74
	NYM-J 5 × 1,5	0110 310	0,76
	NYM-J 7 × 1,5	0110 375	1,73
	NYM-J 3 × 2,5	0110 521	0,96
	NYM-J 5 × 2,5	0110 358	1,35
	NYM-J 3 × 4	0110 326	1,73

Elektroinstallationsrohre PVC, glatt, starr



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	PVC-flammwidrig, mittlere Druckfestigkeit 320 N, leichte Schlagfestigkeit, für alle Installationen auf Putz und in Hohlwänden		
	EPK M 16 (d = 16 mm)	0500342	0,78
	EPK M 20	0500348	0,93
	EPK M 25	0500350	1,25
	EPK M 32	0500351	2,00
	EPK M 40	0500352	2,94
	EPK M 50	0500353	3,86
	EPK M 63	0500354	5,35

Elektroinstallationskanäle



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Leitungsführungskanal, PVC halogenfrei, einzügig ohne Trennwand, Farbe grau		
	LFK 20 × 20 (H × B)	0404000	1,75
	LFK 20 × 35	0404050	2,65
	LFK 30 × 45	0404002	4,65
	LFK 30 × 60	0404013	5,80

Feuchtraum-Abzweigdosen



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Thermoplast hellgrau, halogenfrei, mit selbstdichtenden Membraneinführungen, für Klemmen bis 2,5 mm²		
	SD 7, 75 × 75 × 37 mm (7)	0472001	1,26
	i 12, 85 x 85 x 37 mm (12)	0472011	1,40

Stromstoßschalter



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Mit Handbetätigung und Schaltstellungsanzeige, Steuerspannung 230 V, Kontakte 16 A, 230 V~		
	S12-100-230 V~; 1 S	0650340	20,80
	S12-110-230 V~ ; 1 S + 1 Ö	0665407	26,00

Wassergeschützte AP-Schaltgeräte WG 600



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Gehäusefarbe grau, Schutzart IP 44		
	Wippschalter Aus 1-polig	0833401	7,98
	Wippschalter Serien	0833405	14,39
	Wippschalter Aus/Wechsel	0833406	8,79
	Wippkontrollschalter Aus	0833426	16,21
	Taster 1-polig Schließer	0810515	9,51
	Taster 1-polig Wechsler	0810516	10,26
	Taster 2-polig Wechsler	0810518	12,44
	Schutzkontakt-Steckdose 10 A, 250 V =; 16 A, 250 V~	0863068	7,28
	Wechselschalter mit Schutzkontakt-Steckdose 10 A, 250 V =; 16 A, 250 V~	0833409	18,57

Leitungsschutzschalter



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Auslösecharakteristik Typ B oder C nach DIN VDE 0641, 1polig, Schaltvermögen 10 kA		
	B 10 A	0658197	7,55
	B 13 A	0658198	7,55
	B 16 A	0658199	5,45
	B 20 A	0658174	7,95
	C 10 A	0658184	14,40
	C 13 A	0658185	14,40
	C 16 A	0658186	13,70

Feuchtraum-Wannenleuchten



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Glasfaserverstärktes Polyestergehäuse IP 65, verlustarmes Vorschaltgerät, klares Prismenglas mit Innenprismen, kompensiert		
	1 × 36 W	1504360	36,70
	1 × 58 W	1504361	40,90
	2 × 36 W	1504362	57,70
	2 × 58 W	1504363	65,00

Leuchtstofflampen



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Sockel G 13, Rohrdurchmesser 26 mm, Farbwiedergabeindex 80		
	36 Watt, 1200 mm	1310176	4,49
	58 Watt, 1500 mm	1310181	4,92

Kunststoff-Ovalleuchte, Leuchtmittel



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Abdeckung Glas strukturiert, Schutzkorb mit Klappbügel, Gehäuse Kunststoff blau, Lampenleistung maximal 100 W		
	Kunststoff-Oval-Leuchte	1401410	4,90
	Energiesparlampe 15 W, 230 V, E27	0110596	5,80

Elektroinstallation eines Hauswirtschaftsraumes

Hinweis: Alle nachfolgenden Abbildungen sind Eigentum von „europa-lehrmittel“ und werden im Folgenden nicht weiter gekennzeichnet.

Im Rahmen der Elektroinstallation eines Einfamilienhauses erhalten Sie als Auszubildender von ihrem Meister den Auftrag, die Elektroinstallation des Hauswirtschaftsraumes selbstständig zu planen, auszuführen und auch die erforderliche Dokumentation zu erstellen. Zur Planung der Anlage erhalten Sie einen Auszug aus dem Grundrissplan für das Untergeschoss des Einfamilienhauses (Bild 1).

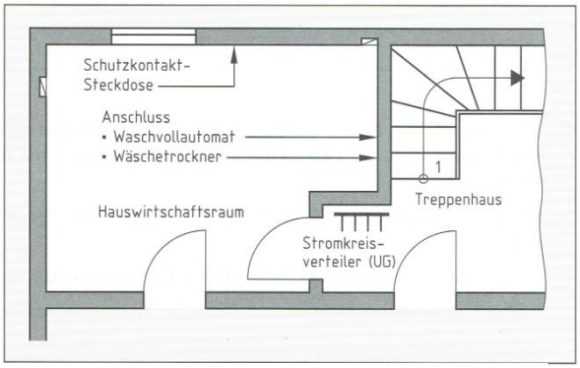


Bild 1: Auszug aus dem Grundrissplan Untergeschoss

Auftragsanalyse

Vor Beginn der Installationsarbeiten findet eine Baustellenbegehung mit dem Architekten und dem Hauseigentümer statt. Dabei wird die Ausgangslage erfasst und die Ausstattungswünsche des Auftragsgebers erfasst und mögliche Lösungen für die geplante Elektroinstallation festgestellt werden.

Bei der Baustellenbegehung wird festgestellt:

- Die Außenwände des Hauswirtschaftsraumes sind in Sichtbeton, die Trennwände zu dem angrenzenden Räumen z.B. zum Treppenhaus, sind als Sichtmauerwerk ausgeführt.
- Nach Angabe des Architekten erhalten die Wände im Hauswirtschaftsraum nur noch einen Anstrich mit Dispersionsfarbe. Im angrenzenden Treppenhaus wird auf die Wände eine Putzschicht aufgetragen.

Zur Ausstattung der Elektroinstallation des Hauswirtschaftsraumes äußert der Hauseigentümer folgende Wünsche:

- Die Beleuchtung soll durch eine zentrale angeordnete, von beiden Eingangstüren ausschaltbare Leuchtstofflampe erfolgen.
- Unter jeder Schaltstelle und rechts unter dem Kellerfenster (Bild 1) soll jeweils eine Schutzkontakt-Steckdose angebracht werden.
- In der an das Treppenhaus angrenzenden Mauernische soll je ein Elektroanschluss für einen Waschvollautomaten und für einen Wäschetrockner vorgesehen werden. Beide Elektrogeräte sollen unabhängig voneinander, d.h. auch gleichzeitig, zu betreiben sein.

Arbeitsauftrag 1: Feststellen der möglichen Installationsarten auf Sichtmauerwerk

1. **Nennen Sie** die anwendbaren Installationsarten für die Elektroinstallation des Hauswirtschaftsraumes.

Anwendbar sind:

- Leitungsverlegung auf Abstandschellen
- Leitungsverlegung in Installationsrohren
- Leitungsverlegung in Installationskanälen

2. **Halten Sie** stichwortartig die Vor- und Nachteile der anwendbaren Installationsformen (Schellen, Rohr, Kanal) **fest**. **Erklären Sie** dem Hausbesitzer als Entscheidungshilfe die vorteilhaften Installationsformen.

• Verlegung auf Abstandschellen.
Vorteil: Geringer Materialaufwand. Nachteil: Zeitaufwendig
• Elektroinstallation im Installationsrohr:
Vorteil: Geringer Zeitaufwand für die Leitungsverlegung, optisch ansprechend.
Nachteil: Bei parallel zu führenden Leitungen hoher Platzbedarf.
• Elektroinstallation im Installationskanal:
Vorteil: Schnelle, kostengünstige und optisch wirksame Elektroinstallation. Bei großzügiger Wahl des Kanalquerschnittes, z. B. bei Füllgrad 0,5, sind spätere Erweiterungen der Elektroinstallation leicht möglich. Nachteil: Geringere Strombelastbarkeit der verlegten Leitungen durch erschwerte Wärmeableitung.

3. **Ermitteln Sie** aus den Datenblätter, *siehe Hilfsblatt*, die Anschlusswerte der anzuschließenden Elektrogeräte.

Waschvollautomat:	**Wäschetrockner:**
P = 2300 W U = 230 V~	P = 2700 W U = 230 V~

4. **Informieren Sie sich** und **geben Sie an**, für welche Räume und Betriebsmittel (Geräte) in DIN 1805 eigene Stromkreise gefordert werden. Wie viele Stromkreise sind dann für die gesamte Installation des Hauswirtschaftsraumes notwendig?

   Hinweise: Nach DIN VDE 0100, Teil 410 sind Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\Delta N} \leq 30$ mA vorgeschrieben z.B. in:
   - Steckdosenstromkreisen mit einem Bemessungsstrom I_N bis 20 A zur Benutzung durch Laien.
   - Steckdosenstromkreisen zum Anschluss tragbarer Betriebsmittel im Freien mit I_N bis 32 A.

Anzahl der erforderlichen Stromkreise siehe DIN 18015 oder Fachkundebuch oder Hilfsblatt.

Eigene Stromkreise sind nach DIN 18015, Teil 2 erforderlich z. B. für:
• Elektrogeräte mit einem Anschlusswert $P \geq 2000$ W
• Hauswirtschaftsräume
• Es sind drei Stromkreise erforderlich: Waschvollautomat, Wäschetrockner und Raumbeleuchtung mit Steckdosen

Arbeitsplanung

Nach der Beratung des Hauseigentümers wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Die Elektroinstallation wird auf Putz mit tropfwassergeschützten Betriebsmitteln ausgeführt.
- Waagerecht geführte Leitungen werden im Installationskanal verlegt. Senkrecht geführte Leitungen werden in starrem Installationsrohr verlegt.
- Zur Raumbeleuchtung wird in der Raummitte eine Leuchtstofflampe angebracht.
- Raumhöhe: OKFFB bis UKFD: 2,70 m
  OKFFB: Oberkante Fertigfußboden
  UKFD: Unterkante Fertigdecke

Arbeitsauftrag 2: Planen der Elektroinstallation

1. Welche Installationsschaltungen eignen sich grundsätzlich für die Raumbeleuchtung des Hauswirtschaftsraumes?
Wählen Sie jetzt eine Installationsschaltung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten **aus**.

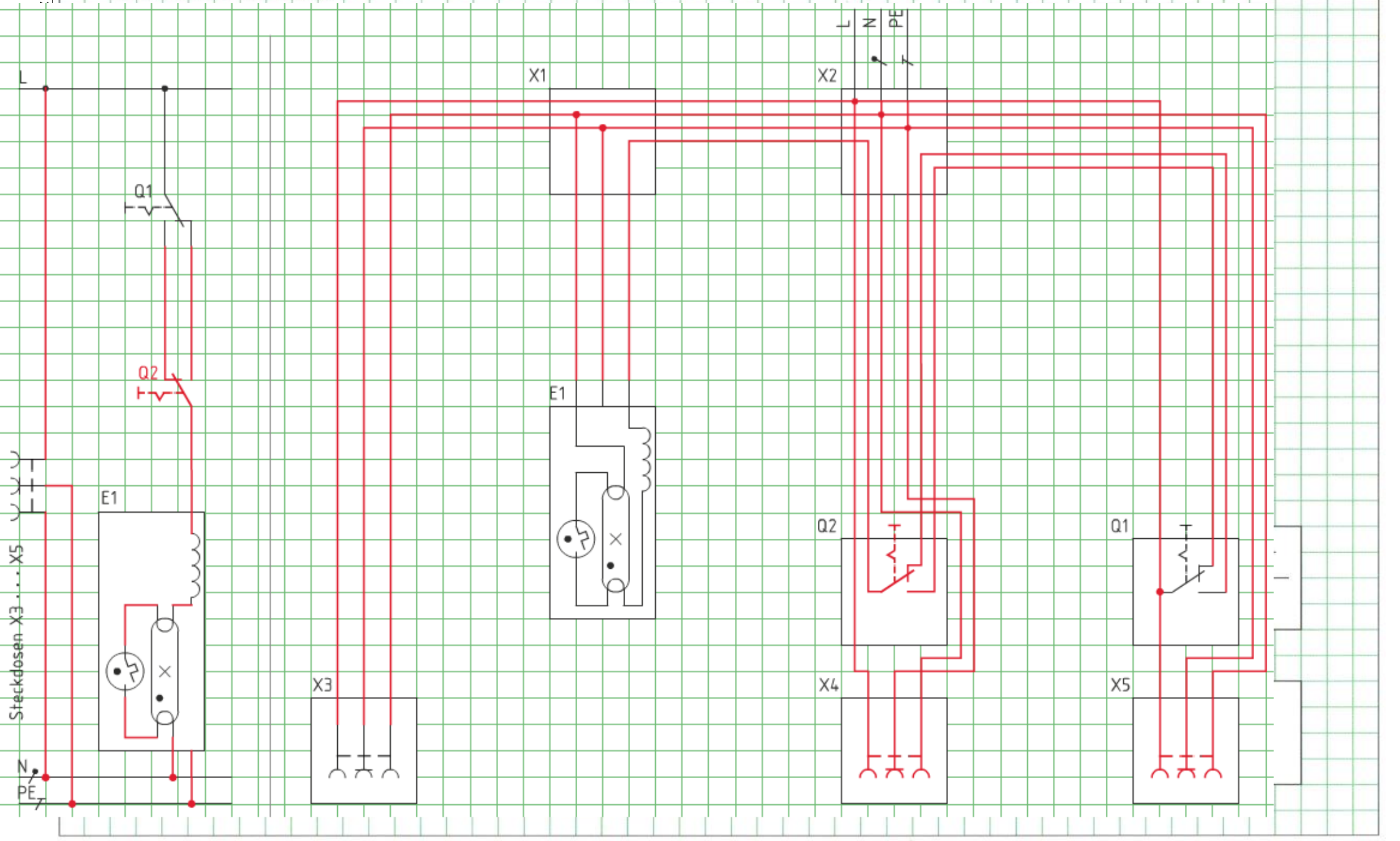
Wechselschaltung, Sparwechselschaltung, Stromstoßschaltung

gewählte Schaltung: Wechselschaltung

2. **Zeichnen Sie** für die Raumbeleuchtung und Steckdosen des Hauswirtschaftsraumes die Stromlaufpläne in aufgelöster und in zusammenhängender Darstellung für die von Ihnen gewählten Installationsschaltungen (nächste Seite).

a) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



3. **Zeichnen Sie** in den Grundrissplan des Hauswirtschaftsraumes den Installationsplan für die Raumbeleuchtung sowie die Steckdosenleitungen für den Waschvollautomaten und den Wäschetrockner nach den Vorgaben der Stromlaufpläne ein.

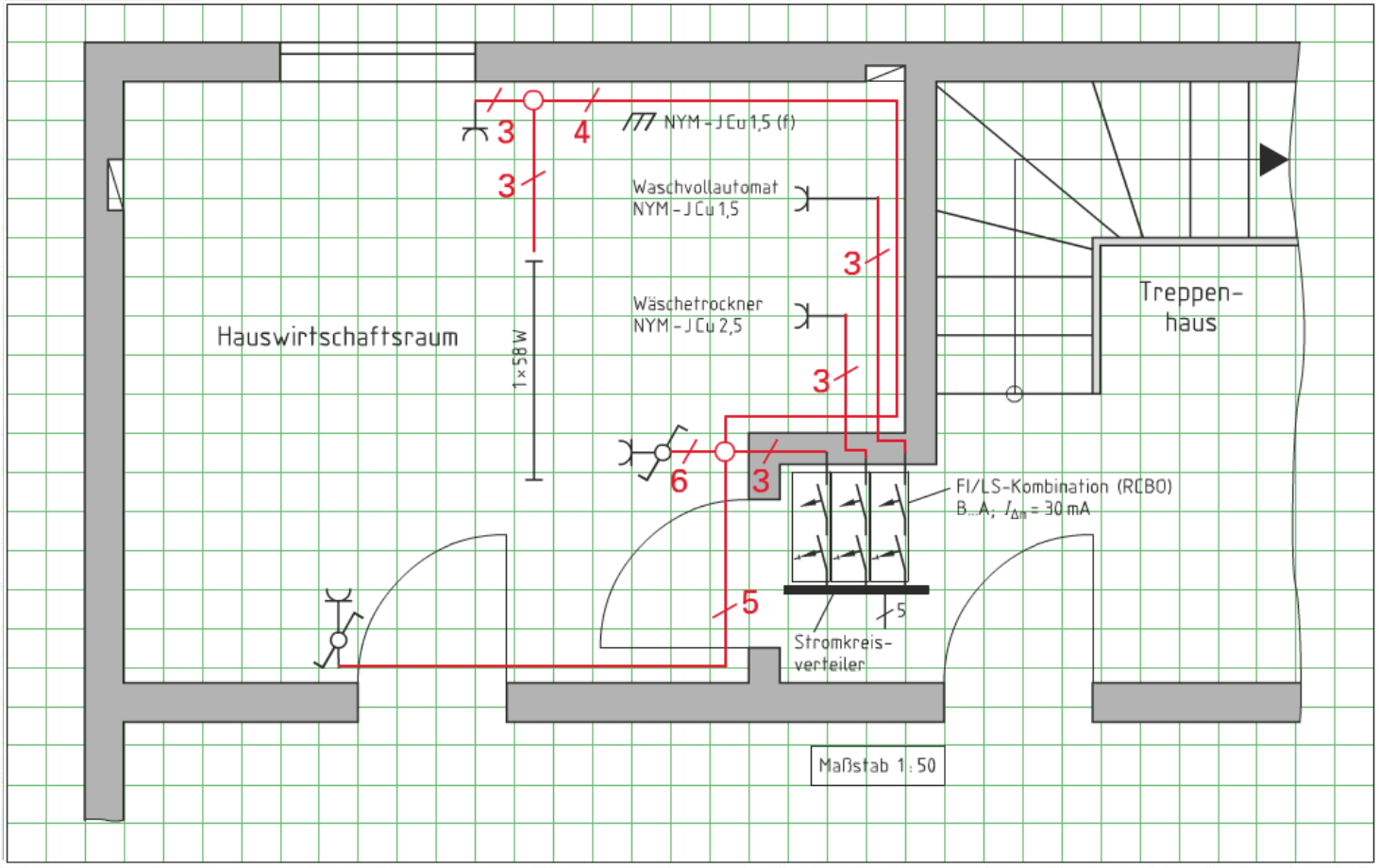


Bild 2: Grundrissplan Hauswirtschaftsraum

4. Welche Angaben muss ein Installationsschaltplan enthalten, um die Ausführung der Elektroinstallation eindeutig zu beschreiben?

Installationsschaltung, Leitungsart, Leiterquerschnitt, Leitermaterial,

Verlegeart, z.B. auf-, im-, unter Putz, Raumart, z.B. trockene oder feuchte Räume,

Aderzahl in jedem Leitungsabschnitt, Zuleitung, Energieeinspeisung

5. **Ermitteln Sie** aus dem Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung die erforderlichen Aderzahlen in allen Leitungsabschnitten und **übertragen Sie** Aderzahlen in den Installationsschaltplan (Bild Grundrissplan Hauswirtschaftsraum).
6. **Erklären Sie** die Angabe Maßstab 1:50 im Bild Grundrissplan Hauswirtschaftsraum. **Ermitteln Sie** für den Hauswirtschaftsraum die tatsächlichen Abmessungen für Raumlänge und Raumbreite in Meter.

Die Länge 1 cm in der Zeichnung entspricht einer tatsächlichen Länge von 50 cm.

Raumlänge: 5,0 m; Raumbreite: 3,85 m

Arbeitsauftrag 3: Leitungsberechnung für Waschvollautomat, Wäschetrockner und Stromkreis Hauswirtschaftsraum durchführen

Grundlage zur Berechnung des zu verlegenden Leiterquerschnittes ist die Stromaufnahme I_b der Verbraucher, z.B. Waschvollautomat. Der Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung I_N muss mindestens so groß sein wie die Stromaufnahme I_b des Verbrauchers, aber immer kleiner oder höchstens gleich groß wie die Strombelastbarkeit I_Z des verlegten Leiterquerschnittes.

Bei der Leitungsberechnung sind die Verlegebedingungen, z.B. abweichende Umgebungstemperatur oder Häufung von Leitungen zu berücksichtigen. Eine Anleitung zur Leitungsberechnung zeigt das Bild Ablaufplan Leitungsberechnung.

$$I_b \leq I_N \leq I_Z$$

1. **Berechnen Sie** aus den Typenschildangaben (Hilfsblatt) die Stromaufnahme I_b von Waschvollautomat und Wäschetrockner. Nehmen Sie für beide Elektrogeräte cos φ = 1 an.

Stromaufnahme I_b Waschvollautomat:

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2300\ \text{W}}{230\ \text{V} \cdot 1} = \mathbf{10\ A}$$

Stromaufnahme I_b Wäschetrockner:

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2700\ \text{W}}{230\ \text{V} \cdot 1} = \mathbf{11{,}74\ A}$$

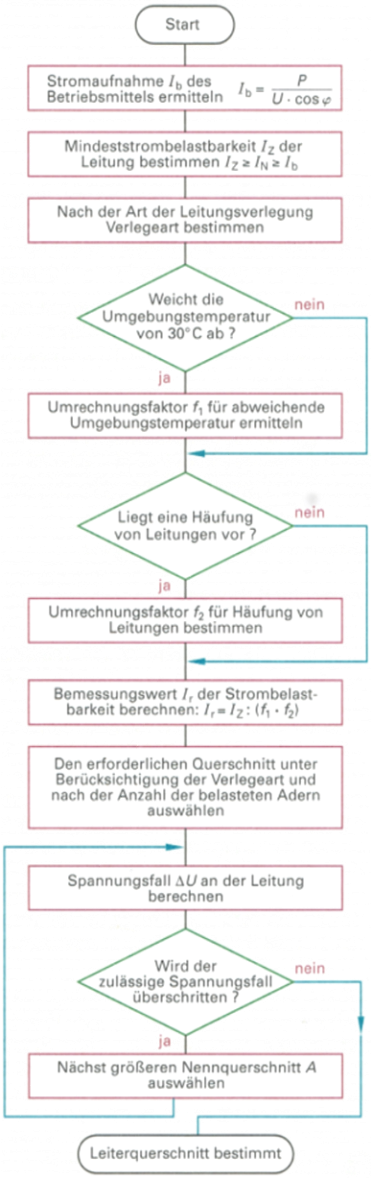


Bild 4: Ablaufplan Leitungsberechnung

2. **a) Entnehmen Sie** dem Hilfsblatt die Bemessungsströme I_N für den Waschvollautomat und den Wäschetrockner.
   b) Wählen Sie für die Stromkreise Waschvollautomat, Wäschetrockner und Hauswirtschaftsraum die Bemessungsströme I_N und Bemessungs-Differenzströme $I_{\Delta N}$ der FI/LS-Kombination (RCBO) **aus**.

Stromkreis	a) Bemessungs-strom I_N	b) FI/LS-Kombination (RCBO)
Wasch-vollautomat	10 A	B 10 A; $I_{\Delta N}$ = 30 mA
Wäschetrockner	10 A	B 16 A; $I_{\Delta N}$ = 30 mA
Hauswirtschafts-raum	10 A	B 10 A; $I_{\Delta N}$ = 30 mA

3. **Ermitteln Sie** die Verlegeart der Leitungen, die Umrechnungsfaktoren f_1 für eine abweichende Umgebungstemperatur von 25 °C und f_2 für die Häufung von Leitungen (Fachbuch, Tabellenbuch, Hilfsblatt).

Verlegeart:	B2
Umrechnungsfaktor f1:	1,06 bei PVC-Isolierung
Umrechnungsfaktor f2:	0,7 bei 3 Leitungen

4. **Bestimmen Sie** die Bemessungswerte I_r der Strombelastbarkeit und den Leiterquerschnitt (Fachbuch, Tabellenbuch, Hilfsblatt) der Leitungen zu Waschvollautomat und Wäschetrockner.

$I_N \leq I_Z$; $I_Z = I_r * f_1 * f_2$ $I_r = I_Z / (f_1 * f_2)$

Zuleitung Waschvollautomat:

$$I_r = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{10\ A}{1{,}06 \cdot 0{,}7} = \mathbf{13{,}5\ A}$$

Gewählter Leiterquerschnitt: 1,5 mm² Cu

Zuleitung Wäschetrockner:

$$I_r = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{16\ A}{1{,}06 \cdot 0{,}7} = \mathbf{21{,}6\ A}$$

Gewählter Leiterquerschnitt: 2,5 mm²

5. **Überprüfen Sie**, ob der für den Beleuchtungsstromkreis Hauswirtschaftsraum gewählte Querschnitt 1,5 mm² Cu mit dem auf der vorherigen Seite (Tabelle) gewählten Leitungsschutzschalter abgesichert werden kann. **Bestimmen Sie** dazu I_Z.

Zuleitung Hauswirtschaftsraum A = 1,5 mm² Kupfer:

Zuleitung Hauswirtschaftsraum A = 1,5 mm² Kupfer:

$$I_Z = I_r \cdot f_1 \cdot f_2 = 16{,}5\ A \cdot 1{,}06 \cdot 0{,}7 = \mathbf{12{,}2\ A}$$

$I_Z = 12{,}2\ A > I_n = 10\ A \rightarrow$ Querschnitt

$A = 1{,}5\ mm^2$ ist ausreichend.

6. **Bestimmen Sie** aus dem Hilfsblatt oder aus Herstellerangaben den erforderlichen Querschnitt des Installationskanals. **Planen Sie** dabei eine Querschnittsreserve von ungefähr 50 % ein (Füllgrad 0,5).

Ermitteln Sie die erforderlichen Rohrweiten der Installationsrohre. Der Außendurchmesser des Installationsrohres soll etwa dem doppelten Durchmesser der Mantelleitung entsprechen

Gewählte Kanalabmessungen: LFK 30 x 45 mm

Gewählte Rohrweite: EPK M 25

7. **Erstellen Sie** die Materialliste für die Installation des Hauswirtschaftsraumes und **ermitteln Sie** die gesamten Materialkosten. LS und RCD im Stromkreisverteiler UG sind nicht zu berücksichtigen. Die Einzelpreise für die Installationsmaterialien entnehmen Sie der Preisliste (Hilfsblatt). Für Kleinmaterial, z.B. Dübel, Schrauben oder Dosenklemmen, schlagen Sie den Materialkosten 10 % zu. Die Leitungslängen für waagerecht geführte Leitungen entnehmen Sie dem Grundrissplan, die Längen senkrechter geführter Leitungen dem Bild 5. Alle Stromkreise werden vom Stromkreisverteiler versorgt. **Tragen Sie** in der nachfolgenden Tabelle die Leitungslängen ein.

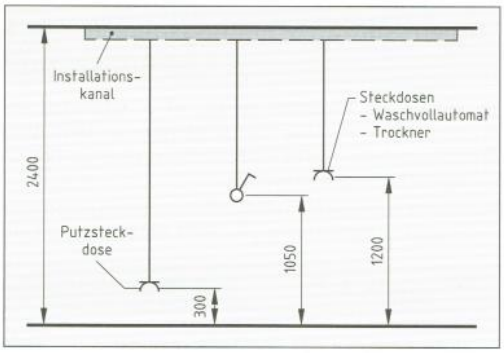


Bild 5:Wandabwicklung Hauswirtschaftsraum

Materialliste Hauswirtschaftraum					
Pos.	Stck. / m	Bestellnummer	Bezeichnung	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	2	0472001	Feuchtraum-Abzweigdose SD 7	1,26 €	2,52 €
2	3	0863068	Schuko-Steckdose, IP 44	7,28 €	21,84 €
3	2	0833409	Wechselschalter mit Schuko-Steckdose IP 44	18,57 €	37,14 €
4	1	1504361	Feuchtraum-Wannenleuchte 1 x 58 W	40,90 €	40,90 €
5	1	1310181	Leuchtstofflampe 58 W, 1500 mm	4,92 €	4,92 €
6	15,6	0110308	Mantelleitung NYM-J 3 x 1,5 mm^2	0,51 €	7,96 €
7	6,3	0110309	Mantelleitung NYM-J 4 x 1,5 mm^2	0,74 €	4,66 €
8	6,0	0110310	Mantelleitung NYM-J 5 x 1,5 mm^2	0,76 €	4,56 €
9	1,8	0110375	Mantelleitung NYM-J 7 x 1,5 mm^2	1,73 €	3,11 €
10	4,0	0110521	Mantelleitung NYM-J 3 x 2,5 mm^2	0,96 €	3,84 €
11	10,3	0404002	Elektroinstallationskanal, LFK 30 x 45	4,65 €	47,90 €
12	7,4	0500350	Elektroinstallationsrohr PVC, EPK M 25	1,25 €	9,25 €
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Summe Materialkosten ohne Mehrwertsteuer					188,60 €
Zuschlag für Kleinmaterialien 10 %					18,86 €
Summe Materialkosten inkl. Kleinmaterial ohne Mehrwertsteuer					207,46 €
Mehrwertsteuer 19 %					39,42 €
Gesamte Materialkosten					**246,88 €**

8. Überprüfen Sie durch Rechnung, ob mit den geplanten Leiterquerschnitten der in DIN 18015 und DIN VDE 0100 festgelegte Grenzwert für den Spannungsfall (3 % der Netzspannung 230 V) in den 3 Stromkreisen eingehalten wird.

Spannungsfall an der Zuleitung Waschvollautomat:

Leitungslänge: 4,90 m

Leitungsschutzschalter: B10 A

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 4{,}9\,\text{m} \cdot 10\,\text{A} \cdot 1}{\frac{56\,\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 1{,}5\,\text{mm}^2} = 1{,}17\,\text{V}$$

Spannungsfall an der Zuleitung Wäschetrockner:

Leitungslänge: 4,0 m

Leitungsschutzschalter: B16 A

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 4{,}0\,\text{m} \cdot 16\,\text{A} \cdot 1}{\frac{56\,\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 2{,}5\,\text{mm}^2} = 0{,}91\,\text{V}$$

Spannungsfall an Steckdose Hauswirtschaftsraum:

Leitungslänge: 10,4 m

Leitungsschutzschalter: B10 A

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 10{,}4\,\text{m} \cdot 10\,\text{A} \cdot 1}{\frac{56\,\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 1{,}5\,\text{mm}^2} = 2{,}48\,\text{V}$$

Elektroinstallation eines Hauswirtschaftsraumes

Quelle: Europa-Lehrmittel, Arbeitsblätter Elektrotechnik LF 1-4

Im Rahmen der Elektroinstallation eines Einfamilienhauses erhalten Sie als Auszubildender von ihrem Meister den Auftrag, die Elektroinstallation des Hauswirtschaftsraumes selbstständig zu planen, auszuführen und auch die erforderliche Dokumentation zu erstellen. Zur Planung der Anlage erhalten Sie einen Auszug aus dem Grundrissplan für das Untergeschoss des Einfamilienhauses (Bild 1).

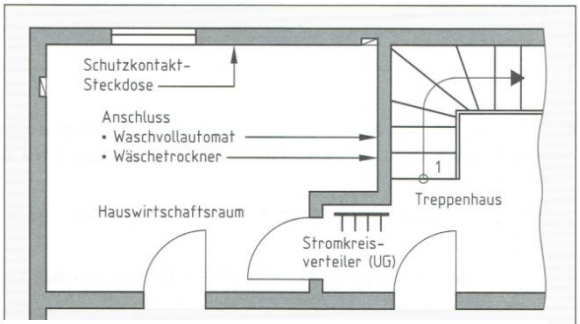


Bild 1: Auszug aus dem Grundrissplan Untergeschoss

Auftragsanalyse

Vor Beginn der Installationsarbeiten findet eine Baustellenbegehung mit dem Architekten und dem Hauseigentümer statt. Dabei wird die Ausgangslage erfasst und die Ausstattungswünsche des Auftragsgebers erfasst und mögliche Lösungen für die geplante Elektroinstallation festgestellt werden.

Bei der Baustellenbegehung wird festgestellt:

- Die Außenwände des Hauswirtschaftsraumes sind in Sichtbeton, die Trennwände zu dem angrenzenden Räumen z.B. zum Treppenhaus, sind als Sichtmauerwerk ausgeführt.
- Nach Angabe des Architekten erhalten die Wände im Hauswirtschaftsraum nur noch einen Anstrich mit Dispersionsfarbe. Im angrenzenden Treppenhaus wird auf die Wände eine Putzschicht aufgetragen.

Zur Ausstattung der Elektroinstallation des Hauswirtschaftsraumes äußert der Hauseigentümer folgende Wünsche:

- Die Beleuchtung soll durch eine zentrale angeordnete, von beiden Eingangstüren ausschaltbare Leuchtstofflampe erfolgen.
- Unter jeder Schaltstelle und rechts unter dem Kellerfenster (Bild 1) soll jeweils eine Schutzkontakt-Steckdose angebracht werden.
- In der an das Treppenhaus angrenzenden Mauernische soll je ein Elektroanschluss für einen Waschvollautomaten und für einen Wäschetrockner vorgesehen werden. Beide Elektrogeräte sollen unabhängig voneinander, d.h. auch gleichzeitig, zu betreiben sein.

Arbeitsauftrag 1: Feststellen der möglichen Installationsarten auf Sichtmauerwerk

1. **Nennen Sie** die anwendbaren Installationsarten für die Elektroinstallation des Hauswirtschaftsraumes.

2. **Halten Sie** stichwortartig die Vor- und Nachteile der anwendbaren Installationsformen (Schellen, Rohr, Kanal) **fest**. **Erklären Sie** dem Hausbesitzer als Entscheidungshilfe die vorteilhaften Installationsformen.

3. **Ermitteln Sie** aus den Datenblätter, *siehe Hilfsblatt*, die Anschlusswerte der anzuschließenden Elektrogeräte.

Waschvollautomat:	
P =	U =

Wäschetrockner:	
P =	U =

4. **Informieren Sie sich** und **geben Sie an**, für welche Räume und Betriebsmittel (Geräte) in DIN 18015 eigene Stromkreise gefordert werden. Wie viele Stromkreise sind dann für die gesamte Installation des Hauswirtschaftsraumes notwendig?

   Hinweise: Nach DIN VDE 0100, Teil 410 sind Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\Delta N} \leq 30$ mA vorgeschrieben z.B. in:
   - Steckdosenstromkreisen mit einem Bemessungsstrom I_N bis 20 A zur Benutzung durch Laien.
   - Steckdosenstromkreisen zum Anschluss tragbarer Betriebsmittel im Freien mit I_N bis 32 A.

Anzahl der erforderlichen Stromkreise siehe DIN 18015 oder Fachkundebuch oder Hilfsblatt.

Arbeitsplanung

Nach der Beratung des Hauseigentümers wurden folgende Festlegungen getroffen:

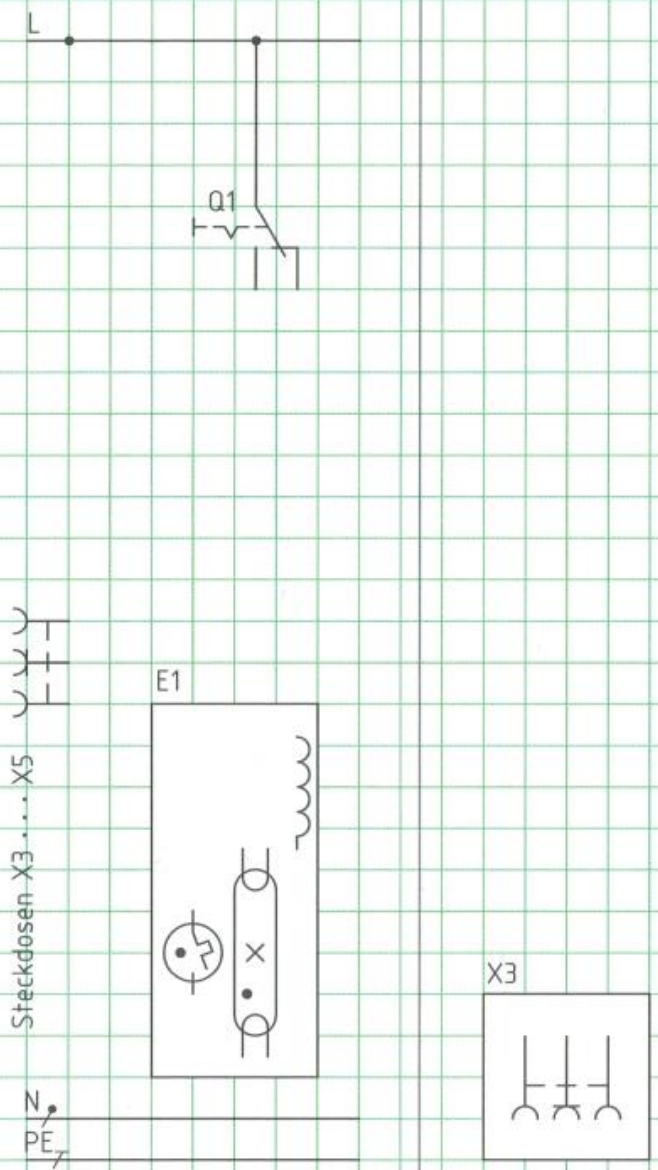
- Die Elektroinstallation wird auf Putz mit tropfwassergeschützten Betriebsmitteln ausgeführt.
- Waagerecht geführte Leitungen werden im Installationskanal verlegt. Senkrecht geführte Leitungen werden in starrem Installationsrohr verlegt.
- Zur Raumbeleuchtung wird in der Raummitte eine Leuchtstofflampe angebracht.
- Raumhöhe: OKFFB bis UKFD: 2,70 m
  OKFFB: Oberkante Fertigfußboden
  UKFD: Unterkante Fertigdecke

Arbeitsauftrag 2: Planen der Elektroinstallation

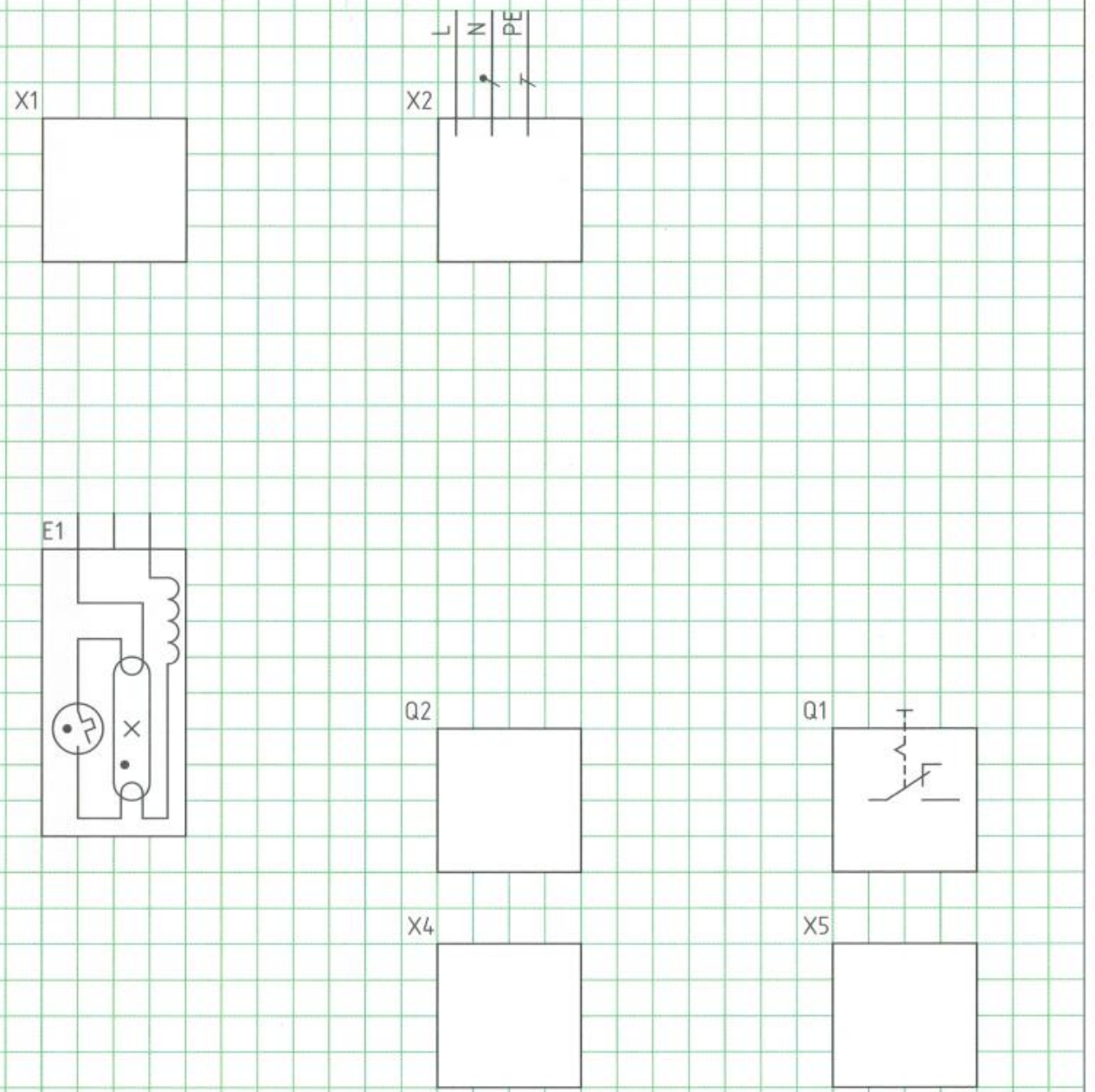
1. Welche Installationsschaltungen eignen sich grundsätzlich für die Raumbeleuchtung des Hauswirtschaftsraumes?
Wählen Sie jetzt eine Installationsschaltung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten **aus**.

2. **Zeichnen Sie** für die Raumbeleuchtung und Steckdosen des Hauswirtschaftsraumes die Stromlaufpläne in aufgelöster und in zusammenhängender Darstellung für die von Ihnen gewählten Installationsschaltungen (nächste Seite).

a) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



3. **Zeichnen Sie** in den Grundrissplan des Hauswirtschaftsraumes den Installationsplan für die Raumbeleuchtung sowie die Steckdosenleitungen für den Waschvollautomaten und den Wäschetrockner nach den Vorgaben der Stromlaufpläne ein.

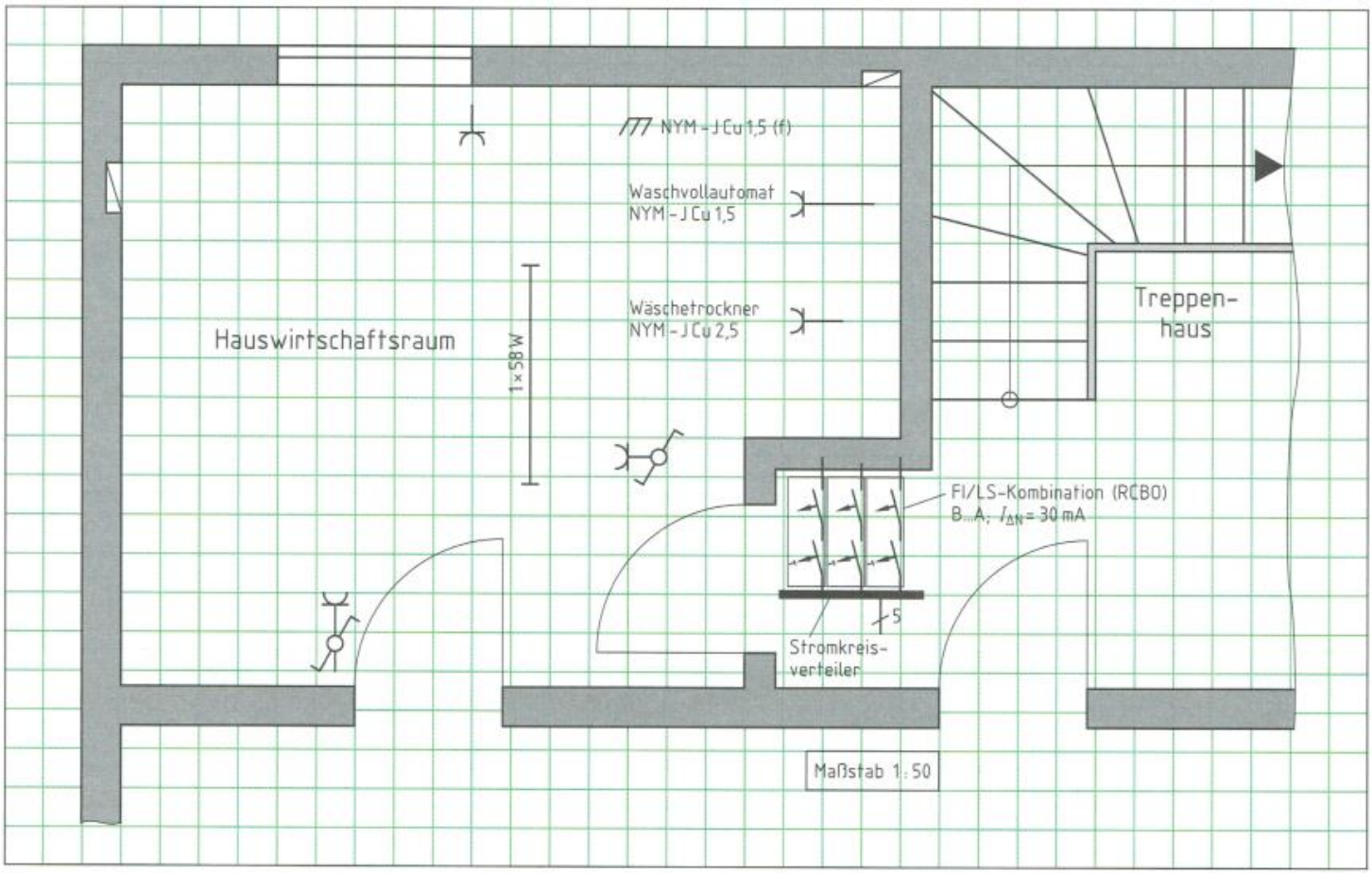


Bild 2: Grundrissplan Hauswirtschaftsraum

4. Welche Angaben muss ein Installationsschaltplan enthalten, um die Ausführung der Elektroinstallation eindeutig zu beschreiben?

5. **Ermitteln Sie** aus dem Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung die erforderlichen Aderzahlen in allen Leitungsabschnitten und **übertragen Sie** Aderzahlen in den Installationsschaltplan (Bild Grundrissplan Hauswirtschaftsraum).

6. **Erklären Sie** die Angabe Maßstab 1:50 im Bild Grundrissplan Hauswirtschaftsraum. **Ermitteln Sie** für den Hauswirtschaftsraum die tatsächlichen Abmessungen für Raumlänge und Raumbreite in Meter.

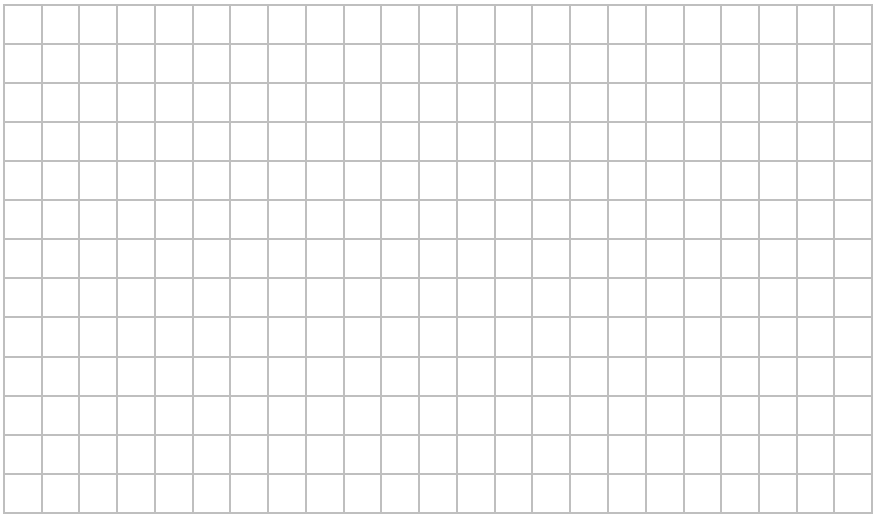
<u>Arbeitsauftrag 3</u>: Leitungsberechnung für Waschvollautomat, Wäschetrockner und Stromkreis Hauswirtschaftsraum durchführen

Grundlage zur Berechnung des zu verlegenden Leiterquerschnittes ist die Stromaufnahme I_b der Verbraucher, z.B. Waschvollautomat. Der Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung I_N muss mindestens so groß sein wie die Stromaufnahme I_b des Verbrauchers, aber immer kleiner oder höchstens gleich groß wie die Strombelastbarkeit I_Z des verlegten Leiterquerschnittes.

Bei der Leitungsberechnung sind die Verlegebedingungen, z.B. abweichende Umgebungstemperatur oder Häufung von Leitungen zu berücksichtigen. Eine Anleitung zur Leitungsberechnung zeigt das Bild Ablaufplan Leitungsberechnung.

$$I_b \leq I_N \leq I_Z$$

1. **Berechnen Sie** aus den Typenschildangaben (Hilfsblatt) die Stromaufnahme I_b von Waschvollautomat und Wäschetrockner. Nehmen Sie für beide Elektrogeräte cos φ = 1 an.



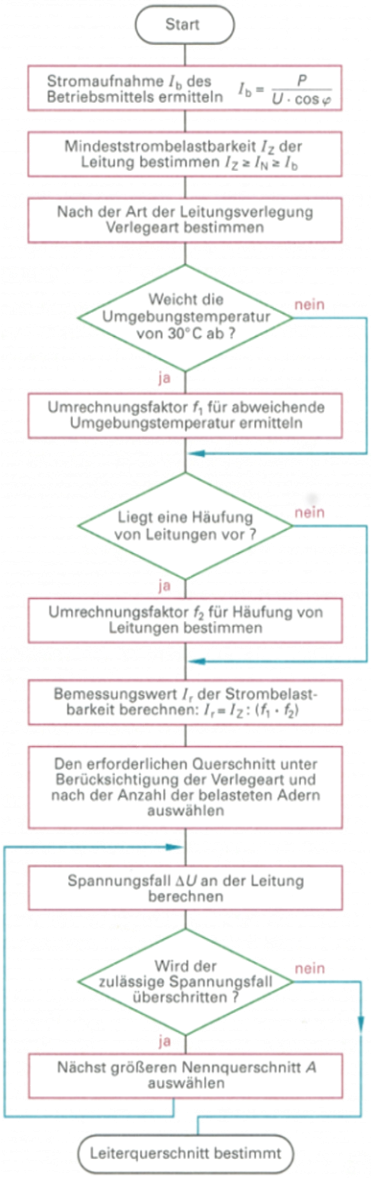


Bild 4: Ablaufplan Leitungsberechnung

2. **a) Entnehmen Sie** dem Hilfsblatt die Bemessungsströme I_N für den Waschvollautomat und den Wäschetrockner.
   b) Wählen Sie für die Stromkreise Waschvollautomat, Wäschetrockner und Hauswirtschaftsraum die Bemessungsströme I_N und Bemessungs-Differenzströme $I_{\Delta N}$ der FI/LS-Kombination (RCBO) **aus**.

Stromkreis	a) Bemessungs-strom I_N	b) FI/LS-Kombination (RCBO)
Wasch-vollautomat		
Wäschetrockner		
Hauswirtschafts-raum		

3. **Ermitteln Sie** die Verlegeart der Leitungen, die Umrechnungsfaktoren f_1 für eine abweichende Umgebungstemperatur von 25 °C und f_2 für die Häufung von Leitungen (Fachbuch, Tabellenbuch, Hilfsblatt).

Verlegeart: _____

Umrechnungsfaktor f_1: _____

Umrechnungsfaktor f_2: _____

4. **Bestimmen Sie** die Bemessungswerte I_r der Strombelastbarkeit und den Leiterquerschnitt (Fachbuch, Tabellenbuch, Hilfsblatt) der Leitungen zu Waschvollautomat und Wäschetrockner.

$I_N \leq I_Z$; $I_Z = I_r * f_1 * f_2$ $I_r = I_Z / (f_1 * f_2)$

5. **Überprüfen Sie**, ob der für den Beleuchtungsstromkreis Hauswirtschaftsraum gewählte Querschnitt 1,5 mm^2 Cu mit dem auf der vorherigen Seite (Tabelle) gewählten Leitungsschutzschalter abgesichert werden kann. **Bestimmen Sie** dazu I_Z.

Zuleitung Hauswirtschaftsraum A = 1,5 mm^2 Kupfer:

6. **Bestimmen Sie** aus dem Hilfsblatt oder aus Herstellerangaben den erforderlichen Querschnitt des Installationskanals. **Planen Sie** dabei eine Querschnittsreserve von ungefähr 50 % ein (Füllgrad 0,5).

Ermitteln Sie die erforderlichen Rohrweiten der Installationsrohre. Der Außendurchmesser des Installationsrohres soll etwa dem doppelten Durchmesser der Mantelleitung entsprechen

Gewählte Kanalabmessungen: _____

Gewählte Rohrweite: _____

7. **Erstellen Sie** die Materialliste für die Installation des Hauswirtschaftsraumes und **ermitteln Sie** die gesamten Materialkosten. LS und RCD im Stromkreisverteiler UG sind nicht zu berücksichtigen. Die Einzelpreise für die Installationsmaterialien entnehmen Sie der Preisliste (Hilfsblatt). Für Kleinmaterial, z.B. Dübel, Schrauben oder Dosenklemmen, schlagen Sie den Materialkosten 10 % zu. Die Leitungslängen für waagerecht geführte Leitungen entnehmen Sie dem Grundrissplan, die Längen senkrechter geführter Leitungen dem Bild 5. Alle Stromkreise werden vom Stromkreisverteiler versorgt. **Tragen Sie** in der nachfolgenden Tabelle die Leitungslängen ein.

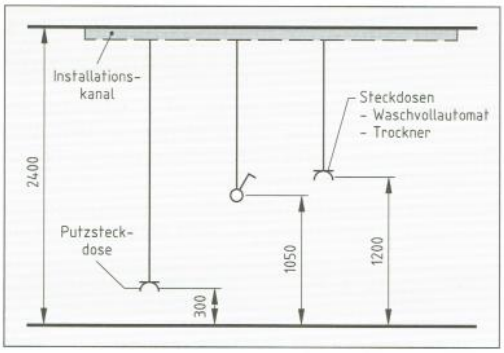


Bild 5:Wandabwicklung Hauswirtschaftsraum

Materialliste Hauswirtschaftraum					
Pos.	Stck. / m	Bestellnummer	Bezeichnung	Einzelpreis	Gesamtpreis
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Summe Materialkosten ohne Mehrwertsteuer					
Zuschlag für Kleinmaterialien 10 %					
Summe Materialkosten inkl. Kleinmaterial ohne Mehrwertsteuer					
Mehrwertsteuer 19 %					
Gesamte Materialkosten					

8. Überprüfen Sie durch Rechnung, ob mit den geplanten Leiterquerschnitten der in DIN 18015 und DIN VDE 0100 festgelegte Grenzwert für den Spannungsfall (3 % der Netzspannung 230 V) in den 3 Stromkreisen eingehalten wird.

Spannungsfall an der Zuleitung Waschvollautomat:

Leitungslänge: _____

Leitungsschutzschalter: _____

Spannungsfall an der Zuleitung Wäschetrockner:

Leitungslänge: _____

Leitungsschutzschalter: _____

Spannungsfall an Steckdose Hauswirtschaftsraum:

Leitungslänge: _____

Leitungsschutzschalter: _____

Hilfsblätter

Stromkreise. Die erforderliche Anzahl von Stromkreisen in Wohngebäuden ist in der **Tabelle** angegeben. Geräte mit Anschlussleistungen über 2 kW erhalten zusätzlich eigene Stromkreise.

In Stromkreisverteilern sind als Überstrom-Schutzeinrichtungen LS-Schalter der Energiebegrenzungsklasse 3 mit einem Schaltvermögen von mindestens 6 kA vorgeschrieben.

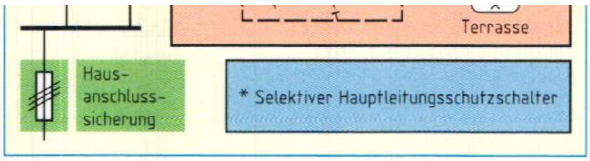


Bild: Hauptleitung, Zähler und Stromkreisverteiler

Anzahl der Stromkreise in Wohngebäuden: **Seite 294**

Stromkreise für verschiedene Tarife, z. B. Hochtarif für Beleuchtung und Niedertarif für Elektrowärmegeräte, müssen in getrennten Verteilern installiert werden oder sind innerhalb eines Verteilers mindestens durch Stege voneinander zu trennen. Stromkreise verschiedener Kundenanlagen dürfen nicht im gleichen Stromkreisverteiler angeordnet sein.

Stromkreisleitungen müssen ausreichend gegen mechanische, thermische und chemische Einflüsse geschützt sein. Leitungen für feste, geschützte Verlegung müssen einen Mindestquerschnitt von 1,5 mm^2 Kupfer oder 16 mm^2 Aluminium haben (DIN VDE 0100, Teil 520).

Der **Umfang der Elektroinstallation** hängt vom gewünschten Ausstattungswert **(Übersicht)** ab.

Die **Tabellen 1 und 2** beziehen sich auf den Ausstattungswert 1 nach DIN 18015-2.

Stromkreise: Die Mindestanzahl der Stromkreise gemäß Ausstattungswert 1 ist in **Tabelle 1** angegeben. Nebenräume und elektrische Verbrauchsmittel mit einem Anschlusswert über 2 kW benötigen eigene Stromkreise.

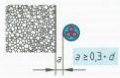
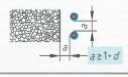
Tabelle 1: Mindestanzahl der Stromkreise für Steckdosen und Beleuchtung im Wohnbereich (nach DIN 18015-2)

Wohnfläche in m^2	Anzahl der Stromkreise für Steckdosen und Beleuchtung
bis 50	3
über 50 bis 75	4
über 75 bis 100	5
über 100 bis 125	6
über 125	7

Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen

Nach DIN VDE 0298 Teil 4

Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen

Verlegeart		Verlegebedingungen (Wichtige Beispiele)
A1		**Referenzverlegeart*: Verlegung in wärmegedämmten Wänden** • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr, • Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen.
A2		• Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr, • mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen in einer wärmegedämmten Wand.
B1		**Referenzverlegeart: Verlegung in Elektroinstallationsrohren** • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand, • Aderleitungen, einadrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.
B2		• Mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr auf der Wand, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Sockelleisten- oder im Unterflurkanal.
C		**Referenzverlegeart: Verlegung direkt auf dem Untergrund (Wand)** • Ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke, • Stegleitungen im oder unter Putz.
D		**Referenzverlegeart: Verlegung in der Erde** • Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.
E		**Referenzverlegeart: Verlegung frei in der Luft** • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen frei in der Luft verlegt mit einem Mindestabstand $a \geq 0{,}3 \cdot d$ zur Wand (d = Leitungsdurchmesser), • Kabel oder Leitungen auf gelochten Kabelrinnen oder auf Kabelkonsolen.
F		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.
G		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit einem gegenseitigen Abstand $a \geq 1 \cdot d$ verlegt und einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot$ d zur Wand, • blanke Leiter oder Aderleitungen auf Isolatoren.

* Referenzverlegeart: Grundsätzliches Merkmal der Verlegeart, z. B. in wärmegedämmten Wänden oder frei in der Luft

Tabelle 2: Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und D bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C

Nach DIN VDE 0298 Teil 4 (Auszug)

Verlegeart	A1		A2		B1		B2		C		D	
belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm² Cu	Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit in A für PVC-isolierte Kabel und Leitungen mit einer Betriebstemperatur am Leiter bis 70 °C											
1,5	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	18,5	15,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	25	21
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	32	27
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	40	34
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	54	45
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	69	59
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	88	76
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	106	91

Bemessungswerte I_r für die Verlegearten E, F und G siehe DIN VDE 0298 Teil 4 oder Tabellenbuch Elektrotechnik

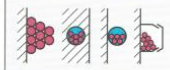
Tabelle 1: Umrechnungsfaktoren f_1 für abweichende Umgebungstemperaturen

Nach DIN VDE 0298, Teil 4 (Auszug)

Umgebungstemperatur in °C	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
PVC-Isolierung	1,22	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	0,35	–
Gummi-Isolierung	1,29	1,22	1,15	1,08	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	–	–	–

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren f_2 bei Häufung von Kabeln oder Leitungen auf der Wand, im Rohr, im Kanal oder auf dem Fußboden verlegt

Nach DIN VDE 0298, Teil 4 (Auszug)

Anordnung der Leitungen		Anzahl der mehradrigen Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
• Gebündelt direkt auf der Wand, • auf dem Fußboden, • im Elektroinstallationskanal oder -rohr, auf oder in der Wand		1,0	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,48
• Einlagig ohne Zwischenraum auf der Wand oder • einlagig ohne Zwischenraum auf dem Fußboden		1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7

Umrechnungsfaktoren für weitere Leitungsanordnungen: Tabellenbuch Elektrotechnik oder DIN VDE 0298, Teil 4

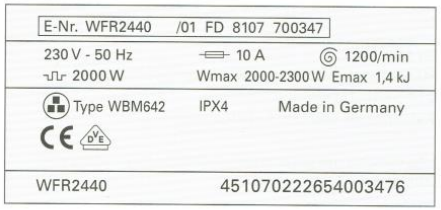


Bild 1: Typenschild Waschvollautomat

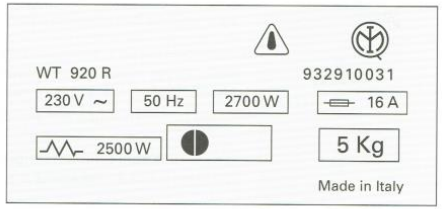


Bild 2: Typenschild Wäschetrockner

Tabelle 3: Bemessungswerte I_n von Überstrom-Schutzeinrichtungen zwischen 6 A ... 63 A

6 A	10 A	13 A	16 A	20 A	25 A	32 (35[1]) A	50 A	63 A

[1] In Klammer: Bemessungsstrom von Schmelzsicherungen

Tabelle 4: Außendurchmesser metrischer PVC-Installationsrohre

Bezeichnung, Außendurchmesser in mm	M 16	M 20	M 25	M 32	M 40

Tabelle 5: Außendurchmesser und Außenquerschnitt von Mantelleitungen

Aderzahl und Querschnitt in mm²	Außendurchmesser[1] in mm	Außenquerschnitt in mm²
3 × 1,5; 4 × 1,5	11	95
3 × 2,5; 5 × 1,5	12	113
5 × 2,5; 7 × 1,5	14	154
5 × 10	22	380
5 × 16	26	531

[1] Mantelleitung NYM

Tabelle 6: Abmessungen und Fassungsvermögen von Installationskanälen

Abmessungen Höhe × Breite in mm	Kanalquerschnitt in mm²	Anzahl Leitungen[1] Ø 11 mm
15 × 15	167	1
20 × 20	246	1
20 × 35	480	2
30 × 45	1023	5
30 × 60	1309	7

[1] Z. B. Mantelleitung NYM 3 × 1,5 mm²

Auszug aus dem Großhändlerkatalog

Mantelleitungen NYM



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Mantelleitung nach DIN VDE 0250		
	NYM-0 2 × 1,5	0110 479	0,71
	NYM-0 3 × 1,5	0110 022	0,54
	NYM-0 4 × 1,5	0110 029	0,74
	NYM-J 3 × 1,5	0110 308	0,51
	NYM-J 4 × 1,5	0110 309	0,74
	NYM-J 5 × 1,5	0110 310	0,76
	NYM-J 7 × 1,5	0110 375	1,73
	NYM-J 3 × 2,5	0110 521	0,96
	NYM-J 5 × 2,5	0110 358	1,35
	NYM-J 3 × 4	0110 326	1,73

Elektroinstallationsrohre PVC, glatt, starr



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	PVC-flammwidrig, mittlere Druckfestigkeit 320 N, leichte Schlagfestigkeit, für alle Installationen auf Putz und in Hohlwänden		
	EPK M 16 (d = 16 mm)	0500342	0,78
	EPK M 20	0500348	0,93
	EPK M 25	0500350	1,25
	EPK M 32	0500351	2,00
	EPK M 40	0500352	2,94
	EPK M 50	0500353	3,86
	EPK M 63	0500354	5,35

Elektroinstallationskanäle



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Leitungsführungskanal, PVC halogenfrei, einzügig ohne Trennwand, Farbe grau		
	LFK 20 × 20 (H × B)	0404000	1,75
	LFK 20 × 35	0404050	2,65
	LFK 30 × 45	0404002	4,65
	LFK 30 × 60	0404013	5,80

Feuchtraum-Abzweigdosen



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Thermoplast hellgrau, halogenfrei, mit selbstdichtenden Membraneinführungen, für Klemmen bis 2,5 mm²		
	SD 7, 75 × 75 × 37 mm (7)	0472001	1,26
	i 12, 85 x 85 x 37 mm (12)	0472011	1,40

Stromstoßschalter



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Mit Handbetätigung und Schaltstellungsanzeige, Steuerspannung 230 V, Kontakte 16 A, 230 V~		
	S12-100-230 V~; 1 S	0650340	20,80
	S12-110-230 V~ ; 1 S + 1 Ö	0665407	26,00

Wassergeschützte AP-Schaltgeräte WG 600



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Gehäusefarbe grau, Schutzart IP 44		
	Wippschalter Aus 1-polig	0833401	7,98
	Wippschalter Serien	0833405	14,39
	Wippschalter Aus/Wechsel	0833406	8,79
	Wippkontrollschalter Aus	0833426	16,21
	Taster 1-polig Schließer	0810515	9,51
	Taster 1-polig Wechsler	0810516	10,26
	Taster 2-polig Wechsler	0810518	12,44
	Schutzkontakt-Steckdose 10 A, 250 V =; 16 A, 250 V~	0863068	7,28
	Wechselschalter mit Schutzkontakt-Steckdose 10 A, 250 V =; 16 A, 250 V~	0833409	18,57

Leitungsschutzschalter



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Auslösecharakteristik Typ B oder C nach DIN VDE 0641, 1polig, Schaltvermögen 10 kA		
	B 10 A	0658197	7,55
	B 13 A	0658198	7,55
	B 16 A	0658199	5,45
	B 20 A	0658174	7,95
	C 10 A	0658184	14,40
	C 13 A	0658185	14,40
	C 16 A	0658186	13,70

Feuchtraum-Wannenleuchten



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Glasfaserverstärktes Polyestergehäuse IP 65, verlustarmes Vorschaltgerät, klares Prismenglas mit Innenprismen, kompensiert		
	1 × 36 W	1504360	36,70
	1 × 58 W	1504361	40,90
	2 × 36 W	1504362	57,70
	2 × 58 W	1504363	65,00

Leuchtstofflampen



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Sockel G 13, Rohrdurchmesser 26 mm, Farbwiedergabeindex 80		
	36 Watt, 1200 mm	1310176	4,49
	58 Watt, 1500 mm	1310181	4,92

Kunststoff-Ovalleuchte, Leuchtmittel



Bild	Bezeichnung	Bestell-nummer	€ Stk. / m
	Abdeckung Glas strukturiert, Schutzkorb mit Klappbügel, Gehäuse Kunststoff blau, Lampenleistung maximal 100 W		
	Kunststoff-Oval-Leuchte	1401410	4,90
	Energiesparlampe 15 W, 230 V, E27	0110596	5,80

A1: Die Platten eines Kondensators haben einen Abstand von d = 2,8 mm und eine Fläche von A = 530 cm^2. Der Kondensator liegt an einer Gleichspannung von 1,8 kV. **Berechnen Sie** a) die Kapazität, b) die gespeicherte Ladung.

A2: **Berechnen Sie** die Kapazität eines Plattenkondensators mit einer wirksamen Plattenfläche A = 40 cm^2, einem Plattenabstand l = 1 mm und der Permittivitätszahl ε_r = 8.

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot A}{l} = \frac{8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\text{As} \cdot 8 \cdot 40\,\text{cm}^2}{\text{Vm} \cdot 1\,\text{mm}} = \frac{8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\text{As} \cdot 8 \cdot 0{,}004\,\text{m}^2}{\text{Vm} \cdot 0{,}001\,\text{m}} = \mathbf{283\,pF}$$

A3: Ein Wickelkondensator besteht aus zwei Aluminiumfolien von je 25 m Länge und 5 cm Breite. Als Dielektrikum wird Polyester von je 0,1 mm Dicke verwendet. **Berechnen Sie** die Kapazität.

$$A = l_1 \cdot b = 25\,\text{m} \cdot 5\,\text{cm} = 1{,}25\,\text{m}^2$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot 2 \cdot A}{l_2} = \frac{8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\text{As/Vm} \cdot 3{,}3 \cdot 2 \cdot 1{,}25\,\text{m}^2}{0{,}1\,\text{mm}} = \frac{8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\text{As/Vm} \cdot 8{,}25\,\text{m}^2}{0{,}1 \cdot 10^{-3}\,\text{m}} = \mathbf{0{,}73\,\mu F}$$

A4: Welcher Durchmesser ist für die kreisförmigen Platten eines Kondensators mit einer Kapazität von 1 F bei Luft als Dielektrikum und einem Plattenabstand von 1 mm erforderlich?

$$A = \frac{C \cdot l}{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} = \frac{1\,\text{F} \cdot 1\,\text{mm}}{8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 1} = \frac{1\,\text{As} \cdot 1 \cdot 10^{-3}\,\text{m} \cdot \text{Vm}}{\text{V} \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\text{As} \cdot 1} = 0{,}113 \cdot 10^9\,\text{m}^2 = 113 \cdot 10^6\,\text{m}^2 = 113\,\text{km}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 113\,\text{km}^2}{\pi}} = \mathbf{12\,km}$$

A5: Die Ladung eines Elektrons beträgt $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,As$. **Berechnen Sie** die Anzahl der Elektronen, die ein Keramiktrimmer bei einer Kapazität von 22 pF an DC 220 V am negativen Anschluss aufnimmt.

$$Q = C \cdot U = 22\,\text{pF} \cdot 220\,\text{V} = \frac{22 \cdot 10^{-12}\,\text{As} \cdot 220\,\text{V}}{\text{V}} = 4{,}8\,\text{nC}$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{4{,}8 \cdot 10^{-9}\,\text{As}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\text{As}} = \mathbf{3 \cdot 10^{10}} \Rightarrow \mathbf{3 \cdot 10^{10}\ Elektronen}$$

A6: Drei Kondensatoren mit C_1 = 9,1 µF, C_2 = 15 µF und C_3 = 4,7 µF sind a) parallel und b) in Reihe geschaltet. **Berechnen Sie** für beide Schaltungen die Ersatzkapazität C.

a) $C = C_1 + C_2 + C_3 = (9{,}1 + 15 + 4{,}7)\,\mu\text{F} = \mathbf{28{,}8\,\mu F}$

b) $$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{9{,}1\,\mu\text{F}} + \frac{1}{15\,\mu\text{F}} + \frac{1}{4{,}7\,\mu\text{F}} = 0{,}39\,\frac{1}{\mu\text{F}};\quad \mathbf{C = 2{,}6\,\mu F}$$

A7: Ein 100 Ω Widerstand und ein Kondensator sind in Reihe geschaltet. Nach dem Einschalten fließt ein Strom für eine Zeit $\epsilon = 0{,}1$ ms. Welche Kapazität hat der Kondensator?

$$\tau = \frac{t_C}{5} = \frac{0{,}1\,\text{ms}}{5} = 0{,}02\,\text{ms};\quad C = \frac{\tau}{R} = \frac{0{,}02\,\text{ms}}{100\,\Omega} = \frac{0{,}2 \cdot 10^{-4}\,\text{s} \cdot \text{A}}{10^2\,\text{V}} = 0{,}2 \cdot 10^{-6}\,\frac{\text{As}}{\text{V}} = \mathbf{0{,}2\,\mu F}$$

A8: Mit einem Blindleistungsmesser wird bei einem Metallpapierkondensator an 230 V 50 Hz eine Blindleistung Q_C = 1130 var gemessen. **Berechnen Sie** die Kapazität C.

$$I_{bC} = \frac{Q_C}{U_{bC}} = \frac{1130\ \text{var}}{230\ \text{V}} = 4{,}91\ \text{A}; \quad X_C = \frac{U}{I_{bC}} = \frac{230\ \text{V}}{4{,}91\ \text{A}} = 46{,}8\ \Omega;$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50\frac{1}{\text{s}} \cdot 46{,}8\ \Omega} = \mathbf{68\ \mu F}$$

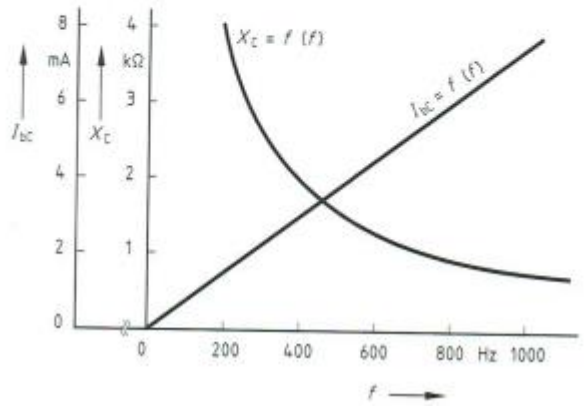
Bonus: In einer Versuchsreihe wird bei einem Kondensator C = 200 nF (Verluste vernachlässigbar) das Frequenzverhalten bei Frequenzen von 200 Hz, 400 Hz, 600 Hz, 800 Hz und 1 kHz untersucht. Die angelegte Wechselspannung beträgt 6 V. a) **Ermitteln Sie** für die 5 Frequenzen die Blindwiderstände und die Blindströme. b) **Erstellen Sie** ein Diagramm mit dem kapazitiven Blindwiderstand X_C und dem Blindstrom I_{bC} in Abhängigkeit von der Frequenz.
(Maßstab: 200 Hz ≙ 1 cm, 1 kΩ ≙ 1 cm, 2 mA ≙ 1 cm)

a)

f in Hz	200	400	600	800	1000
X_C in Ω	3980	1990	1327	995	796
I_{bC} in mA	1,5	3	4,5	6	7,5

f = 200 Hz: $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 200\frac{1}{\text{s}} \cdot 200 \cdot 10^{-9}\ \text{F}} = \mathbf{3980\ \Omega}$; $I_{bC} = \frac{U_{bL}}{X_C} = \frac{6\ \text{V}}{3980\ \Omega} = \mathbf{1{,}5\ mA}$

b) **Maßstab:**
1 cm ≙ 200 Hz
1 cm ≙ 1 kΩ
1 cm ≙ 2 mA



A1: Die Platten eines Kondensators haben einen Abstand von d = 2,8 mm und eine Fläche von A = 530 cm^2. Der Kondensator liegt an einer Gleichspannung von 1,8 kV. **Berechnen Sie** a) die Kapazität, b) die gespeicherte Ladung.

A2: **Berechnen Sie** die Kapazität eines Plattenkondensators mit einer wirksamen Plattenfläche A = 40 cm^2, einem Plattenabstand l = 1 mm und der Permittivitätszahl $\varepsilon_r = 8$.

A3: Ein Wickelkondensator besteht aus zwei Aluminiumfolien von je 25 m Länge und 5 cm Breite. Als Dielektrikum wird Polyester von je 0,1 mm Dicke verwendet. **Berechnen Sie** die Kapazität.

A4: Welcher Durchmesser ist für die kreisförmigen Platten eines Kondensators mit einer Kapazität von 1 F bei Luft als Dielektrikum und einem Plattenabstand von 1 mm erforderlich?

A5: Die Ladung eines Elektrons beträgt $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ As$. **Berechnen Sie** die Anzahl der Elektronen, die ein Keramiktrimmer bei einer Kapazität von 22 pF an DC 220 V am negativen Anschluss aufnimmt.

A6: Drei Kondensatoren mit C_1 = 9,1 µF, C_2 = 15 µF und C_3 = 4,7 µF sind a) parallel und b) in Reihe geschaltet. **Berechnen Sie** für beide Schaltungen die Ersatzkapazität C.

A7: Ein 100 Ω Widerstand und ein Kondensator sind in Reihe geschaltet. Nach dem Einschalten fließt ein Strom für eine Zeit $\epsilon = 0{,}1$ ms. Welche Kapazität hat der Kondensator?

A8: Mit einem Blindleistungsmesser wird bei einem Metallpapierkondensator an 230 V 50 Hz eine Blindleistung Q_C = 1130 var gemessen. **Berechnen Sie** die Kapazität C.

Bonus: In einer Versuchsreihe wird bei einem Kondensator C = 200 nF (Verluste vernachlässigbar) das Frequenzverhalten bei Frequenzen von 200 Hz, 400 Hz, 600 Hz, 800 Hz und 1 kHz untersucht. Die angelegte Wechselspannung beträgt 6 V. a) **Ermitteln Sie** für die 5 Frequenzen die Blindwiderstände und die Blindströme. b) **Erstellen Sie** ein Diagramm mit dem kapazitiven Blindwiderstand X_C und dem Blindstrom I_{bC} in Abhängigkeit von der Frequenz.
(Maßstab: 200 Hz ≙ 1 cm, 1 kΩ ≙ 1 cm, 2 mA ≙ 1 cm)

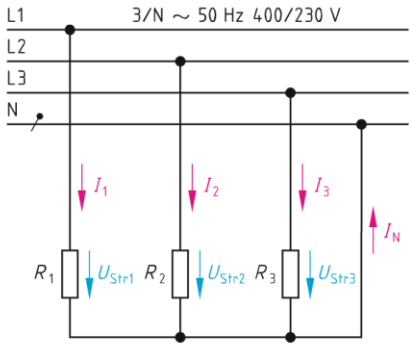
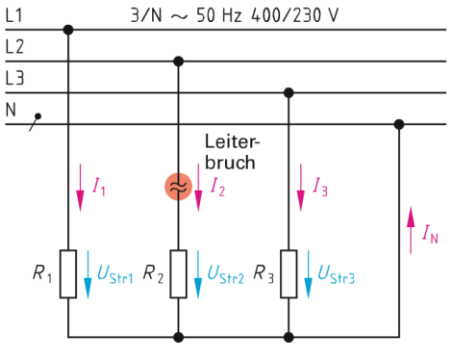
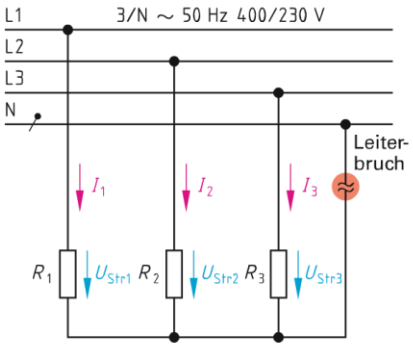
Bei der Übertragung einer Dreiphasenwechselspannung kommt es durch Unterbrechung eines Leiters zu einer Störung bei der Energieübertragung. Je nachdem, welche Unterbrechung vorliegt, sind typische Merkmale für diese Fehlerarten vorhanden.

A1: Es ist ein Drehstromsystem 3/N ~ 50 Hz 400 V / 230 V gegeben, dass symmetrisch belastet ist. Die Strangwiderstände betragen R1 = R2 = R3 = 65 Ω.

a) **Bestimmen Sie** die Höhe der jeweiligen Strangspannungen U_1, U_2 und U_3.

b) **Bestimmen Sie** die Strangströme I_1, I_2, I_3, die Strangleistungen P_1, P_2, P_3 und die Gesamtleistung P.

c) **Bestimmen Sie** die prozentuale Leistungsabgabe $P_{\%}$ gegenüber dem ungestörten Betrieb.

Sternschaltung mit Neutralleiter, ungestört	Sternschaltung mit Neutralleiter, Außenleiter L2 unterbrochen	Sternschaltung mit Neutralleiter, Neutralleiter unterbrochen
		

a)

ungestört	Außenleiter L2 unterbrochen	Neutralleiter unterbrochen
$U_1 = 230\ V$, $U_2 = 230\ V$, $U_3 = 230\ V$	$U_1 = 230\ V$, $U_2 = 0\ V$, $U_3 = 230\ V$	$U_1 = 230\ V$, $U_2 = 230\ V$, $U_3 = 230\ V$

b)

ungestört	Außenleiter L2 unterbrochen	Neutralleiter unterbrochen
$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{230\ V}{65\ \Omega} = 3{,}54\ A$	$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{230\ V}{65\ \Omega} = 3{,}54\ A$	$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{230\ V}{65\ \Omega} = 3{,}54\ A$
$I_2 = 3{,}54\ A$	$I_2 = 0\ A$	$I_2 = 3{,}54\ A$
$I_3 = 3{,}54\ A$	$I_3 = 3{,}54\ A$	$I_3 = 3{,}54\ A$
$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi$	$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi$	$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi$
$= 230\ V \cdot 3{,}54\ A \cdot 1$	$= 230\ V \cdot 3{,}54\ A \cdot 1$	$= 230\ V \cdot 3{,}54\ A \cdot 1$
$= 814\ W$	$= 814\ W$	$= 814\ W$
$P_2 = 814\ W$	$P_2 = 0\ W$	$P_2 = 814\ W$
$P_3 = 814\ W$	$P_3 = 814\ W$	$P_3 = 814\ W$
$P_I = P_1 + P_2 + P_3$	$P_{II} = P_1 + P_3$	$P_{III} = P_1 + P_2 + P_3$
$= 814\ W + 814\ W + 814\ W$	$= 814\ W + 814\ W$	$= 814\ W + 814\ W + 814\ W$
$= 2{,}442\ kW$	$= 1{,}628\ kW$	$= 2{,}442\ kW$

c)

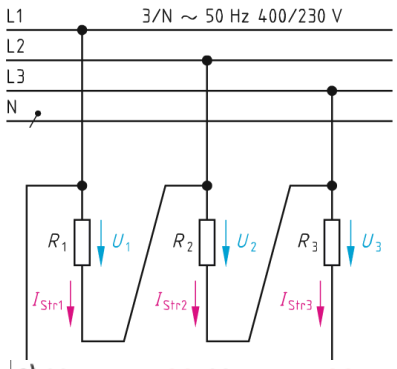
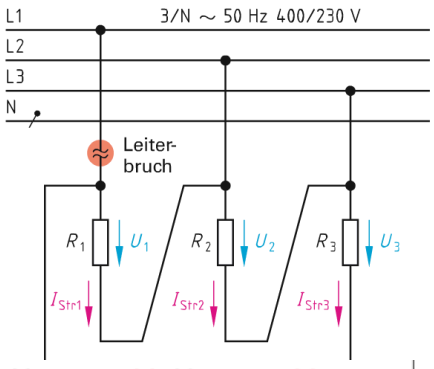
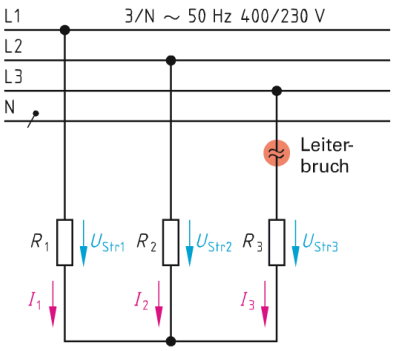
ungestört	Außenleiter L2 unterbrochen	Neutralleiter unterbrochen
$P_{I\%} = 2{,}442\ kW \triangleq 100\ \%$	$P_{II\%} = \frac{1{,}628\ kW}{2{,}442\ kW} \cdot 100\ \% = 66{,}66\ \%$	$P_{III\%} = \frac{2{,}442\ kW}{2{,}442\ kW} \cdot 100\ \% = 100\ \%$

A2: Auf wie viel Prozent sinkt die Leistung in einer symmetrisch belasteten Sternschaltung bei Unterbrechung
a) eines Außenleiters und
b) des Neutralleiters?

a) Wird in einer Sternschaltung mit Neutralleiter ein Außenleiter unterbrochen, so führt der unterbrochene Strang keinen Strom und die Leistungsaufnahme sinkt um 33,3 %, d.h. um $^1/_3$.

b) Wird im gleichen Netz der Neutralleiter unterbrochen, bleibt die Leistungsaufnahme bei 100 % erhalten.

A3: Es ist ein Drehstromsystem 3/N ~ 50 Hz 400 V / 230 V gegeben, dass symmetrisch belastet ist. Die Strangwiderstände betragen R1 = R2 = R3 = 65 Ω.
a) **Bestimmen Sie** die Höhe der jeweiligen Strangspannungen U_1, U_2 und U_3.
b) **Bestimmen Sie** die Strangströme I_1, I_2, I_3, die Strangleistungen P_1, P_2, P_3 und die Gesamtleistung P.
c) **Bestimmen Sie** die prozentuale Leistungsabgabe $P_{\%}$ gegenüber dem ungestörten Betrieb.
Hinweis: Bei der Sternschaltung ohne Neutralleiter müssen Sie den errechneten Wert im ungestörten Betrieb von Seite 1 benutzen.

Dreieckschaltung, ungestört	Dreieckschaltung, Außenleiter L1 unterbrochen	Sternschaltung ohne Neutralleiter, Außenleiter L3 unterbrochen
		
a) $U_1 = 400\ V$, $U_2 = 400\ V$, $U_3 = 400\ V$	$U_1 = 200\ V$, $U_2 = 400\ V$, $U_3 = 200\ V$	$U_1 = 200\ V$, $U_2 = 200\ V$, $U_3 = 0\ V$
b) $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{400\ V}{65\ \Omega} = 6{,}15\ A$ $I_2 = 6{,}15\ A$ $I_3 = 6{,}15\ A$ $P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi$ $= 400\ V \cdot 6{,}15\ A \cdot 1$ $= 2460\ W$ $P_2 = 2460\ W$ $P_3 = 2460\ W$ $P = P_1 + P_2 + P_3 = 3 \cdot P_1$ $= 3 \cdot 2460\ W$ $= 7{,}38\ kW$	b) $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{200\ V}{65\ \Omega} \approx 3{,}08\ A$ $I_2 = 6{,}15\ A$ $I_3 = 3{,}08\ A$ $P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi$ $= 200\ V \cdot 3{,}08\ A \cdot 1$ $= 616\ W$ $P_2 = 2460\ W$ $P_3 = 616\ W$ $P = P_1 + P_2 + P_3$ $= 616\ W + 2460\ W + 616\ W$ $= 3{,}692\ kW$	b) $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{200\ V}{65\ \Omega} \approx 3{,}08\ A$ $I_2 \approx 3{,}08\ A$ $I_3 = 0\ A$ $P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi$ $= 200\ V \cdot 3{,}08\ A \cdot 1$ $= 616\ W$ $P_2 = 616\ W$ $P_3 = 0\ W$ $P = P_1 + P_2$ $= 616\ W + 616\ W$ $= 1{,}232\ kW$
c) $P_{\%} = 7{,}38\ kW \triangleq 100\ \%$	c) $P_{\%} = \frac{3{,}692\ kW}{7{,}38\ kW} \cdot 100\ \%$ $= 50\ \%$	c) $P_{\%} = \frac{1{,}232\ kW}{2{,}442\ kW} \cdot 100\ \%$ $= 50{,}5\ \%$

A4: Auf wie viel Prozent sinkt die Leistung in einer symmetrisch belasteten a) Dreieckschaltung bei Unterbrechung eines Außenleiters und b) Sternschaltung ohne Neutralleiter bei Unterbrechung eines Außenleiters?
Hinweis: Für Aufgabe b) benutzen Sie als Bezugsleistung das Ergebnis aus Aufgabe 1.

a) Wird in einer Dreieckschaltung ein Außenleiter unterbrochen, so sinkt die Leistungsaufnahme um 50 %, d. h. auf die Hälfte.

b) Wird in der Sternschaltung ohne Neutralleiter ein Außenleiter unterbrochen, sinkt die Leistungsaufnahme ebenfalls um 50 %.

A5: Welche zusätzliche Erscheinung tritt bei einer Sternschaltung mit unterbrochenem Neutralleiter bei unsymmetrischer Belastung auf?

Es kommt zu einer Sternpunktverschiebung und damit zu Über- und Unterspannungen.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EEG LF - 5	**Leiterfehler im Drehstromnetz**

Bei der Übertragung einer Dreiphasenwechselspannung kommt es durch Unterbrechung eines Leiters zu einer Störung bei der Energieübertragung. Je nachdem, welche Unterbrechung vorliegt, sind typische Merkmale für diese Fehlerarten vorhanden.

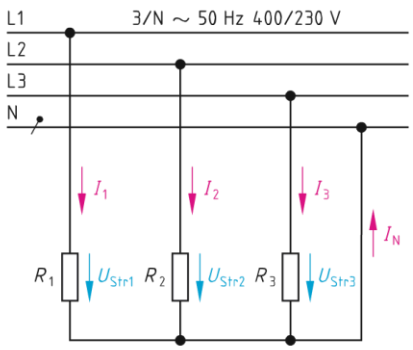
A1: Es ist ein Drehstromsystem 3/N ~ 50 Hz 400 V / 230 V gegeben, dass symmetrisch belastet ist. Die Strangwiderstände betragen R1 = R2 = R3 = 65 Ω.

a) **Bestimmen Sie** die Höhe der jeweiligen Strangspannungen U_1, U_2 und U_3.

b) **Bestimmen Sie** die Strangströme I_1, I_2, I_3, die Strangleistungen P_1, P_2, P_3 und die Gesamtleistung P.

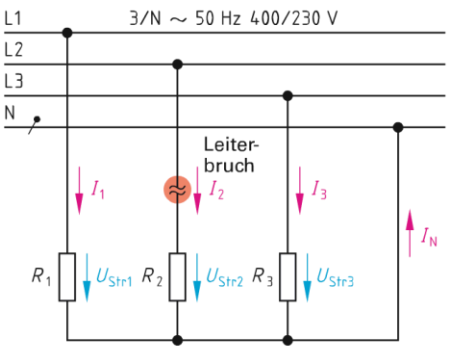
c) **Bestimmen Sie** die prozentuale Leistungsabgabe $P_{\%}$ gegenüber dem ungestörten Betrieb.

Sternschaltung mit Neutralleiter, ungestört



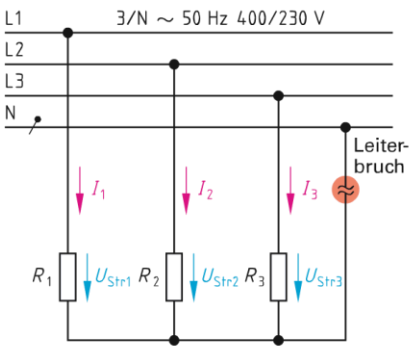
a) U_{Str1} = _____, U_{Str2} = _____
U_{Str3} = _____

Sternschaltung mit Neutralleiter, Außenleiter L2 unterbrochen



U_{Str1} = _____, U_{Str2} = _____
U_{Str3} = _____

Sternschaltung mit Neutralleiter, Neutralleiter unterbrochen

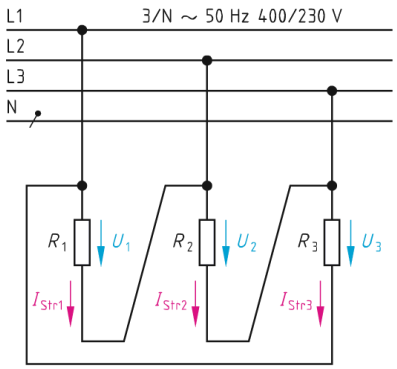
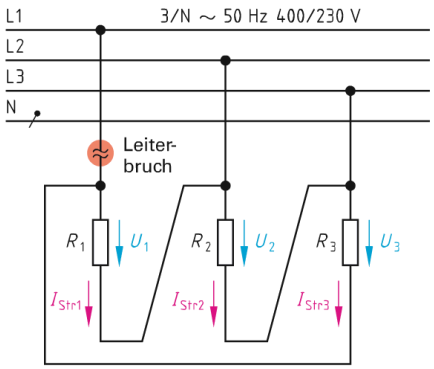
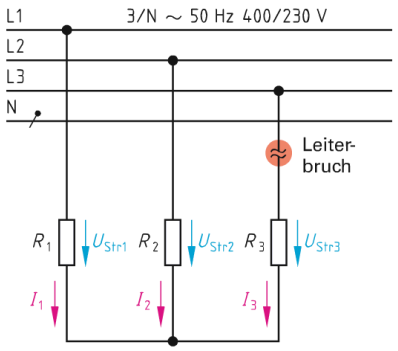


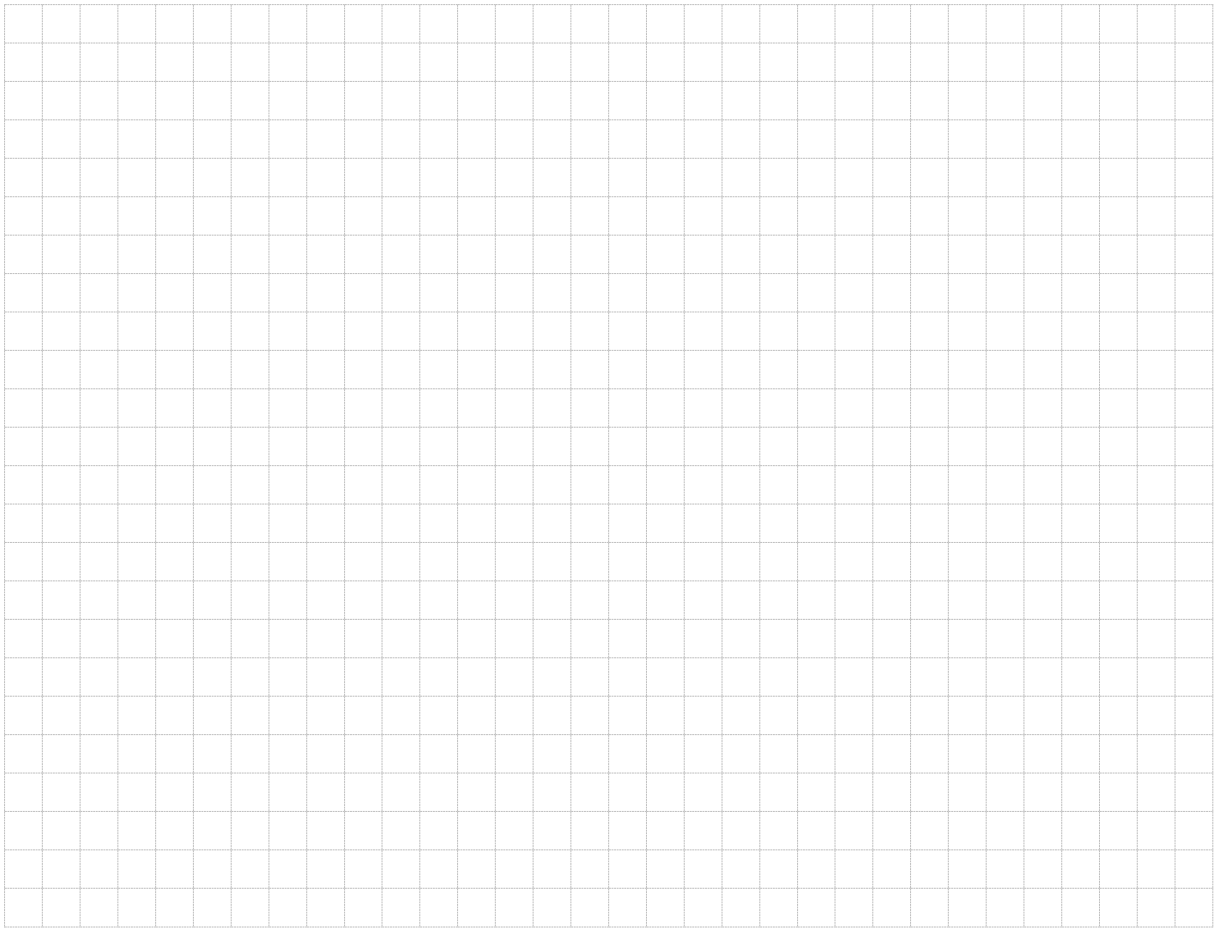
U_{Str1} = _____, U_{Str2} = _____
U_{Str3} = _____

A2: Auf wie viel Prozent sinkt die Leistung in einer symmetrisch belasteten Sternschaltung bei Unterbrechung
a) eines Außenleiters und
b) des Neutralleiters?

A3: Es ist ein Drehstromsystem 3/N ~ 50 Hz 400 V / 230 V gegeben, dass symmetrisch belastet ist. Die Strangwiderstände betragen R1 = R2 = R3 = 65 Ω.
a) **Bestimmen Sie** die Höhe der jeweiligen Strangspannungen U_1, U_2 und U_3.
b) **Bestimmen Sie** die Strangströme I_1, I_2, I_3, die Strangleistungen P_1, P_2, P_3 und die Gesamtleistung P.
c) **Bestimmen Sie** die prozentuale Leistungsabgabe $P_{\%}$ gegenüber dem ungestörten Betrieb.

Hinweis: Bei der Sternschaltung ohne Neutralleiter müssen Sie den errechneten Wert im ungestörten Betrieb von Seite 1 benutzen.

Dreieckschaltung, ungestört	Dreieckschaltung, Außenleiter L1 unterbrochen	Sternschaltung ohne Neutralleiter, Außenleiter L3 unterbrochen
		
a) U_1 = _____, U_2 = _____ U_3 = _____	U_1 = _____, U_2 = _____ U_3 = _____	U_{Str1} = _____, U_{Str2} = _____ U_{Str3} = _____



A4: Auf wie viel Prozent sinkt die Leistung in einer symmetrisch belasteten a) Dreieckschaltung bei Unterbrechung eines Außenleiters und b) Sternschaltung ohne Neutralleiter bei Unterbrechung eines Außenleiters?
Hinweis: Für Aufgabe b) benutzen Sie als Bezugsleistung das Ergebnis aus Aufgabe 1.

A5: Welche zusätzliche Erscheinung tritt bei einer Sternschaltung mit unterbrochenem Neutralleiter bei unsymmetrischer Belastung auf?

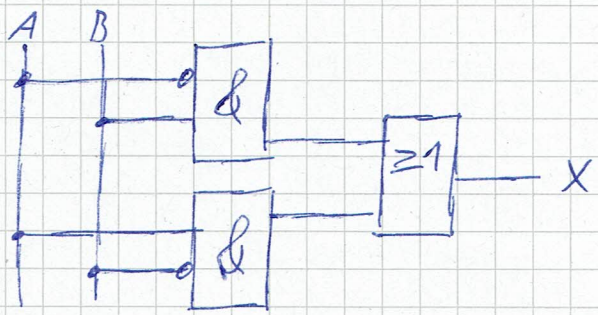
Digitale Verknüpfungen Lösung

Schaltungen und Funktionsgleichung

1) DNF: $X = (\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B})$

KNF: $X = (A \vee B) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B})$

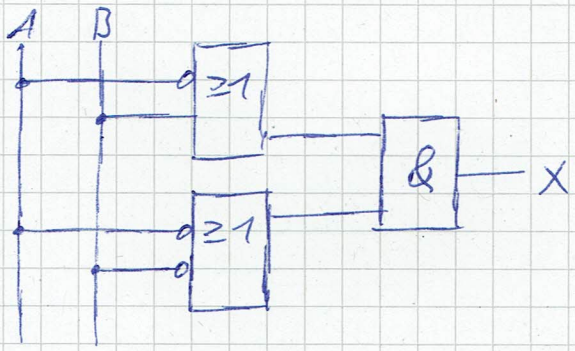
aus DNF



2) DNF: $X = (\bar{A} \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge B)$

KNF: $X = (\bar{A} \vee B) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B})$

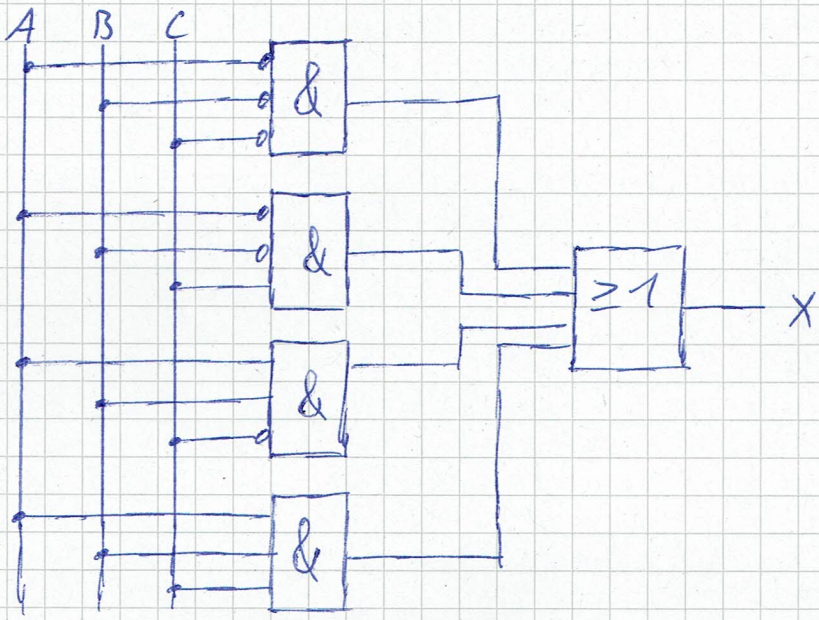
aus KNF



3) DNF: $X = (\bar{A}\bar{B}\bar{C}) \vee (\bar{A}\bar{B}C) \vee (A\bar{B}\bar{C}) \vee (ABC)$

KNF: $X = (A \vee \bar{B} \vee C) \wedge (A \vee \bar{B} \vee \bar{C}) \wedge (\bar{A} \vee B \vee C) \wedge (\bar{A} \vee B \vee \bar{C})$

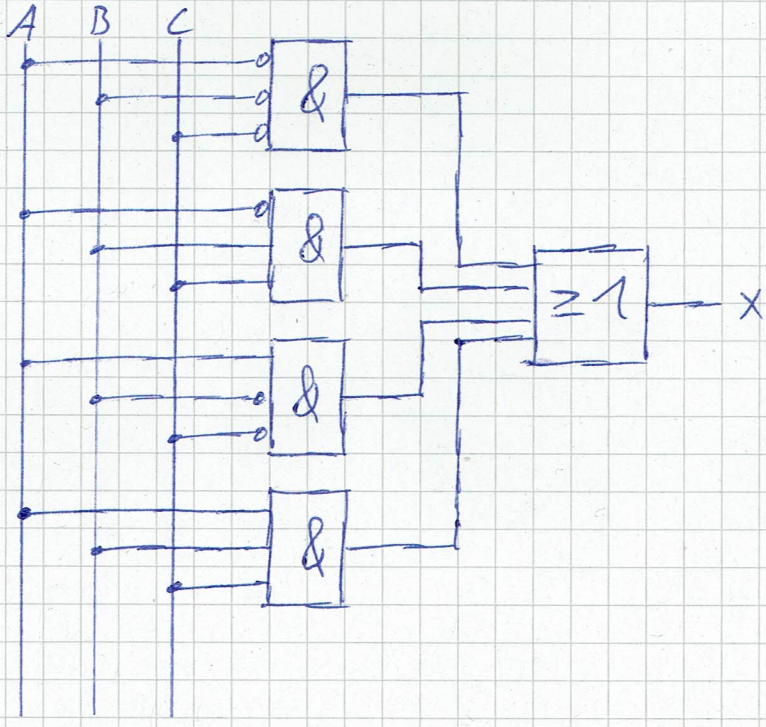
aus DNF



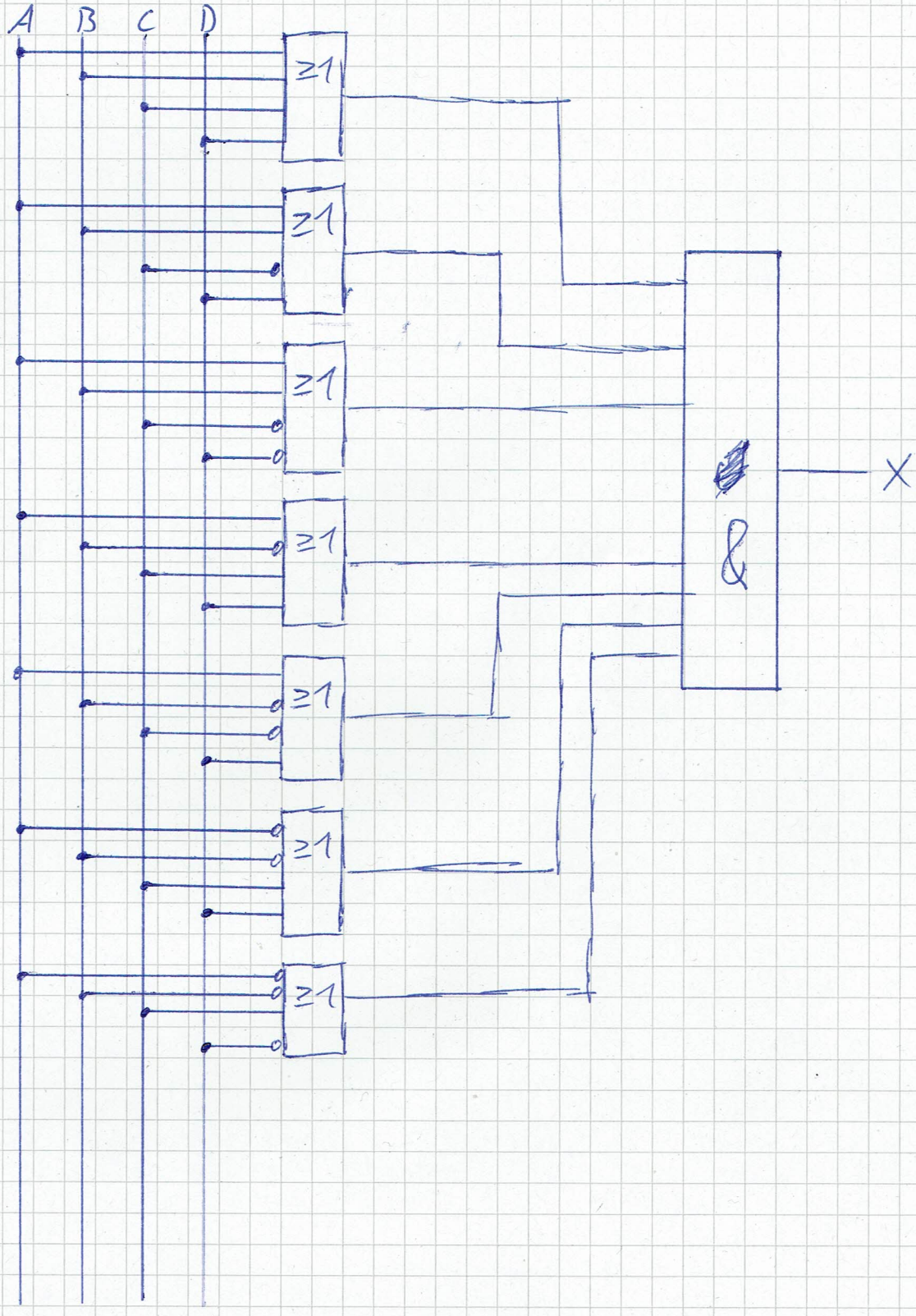
4) DNF: $X = (\bar{A}\bar{B}\bar{C}) \vee (\bar{A}BC) \vee (A\bar{B}\bar{C}) \vee (ABC)$

KNF: $X = (A \vee B \vee \bar{C}) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C) \wedge (\bar{A} \vee B \vee \bar{C}) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C)$

aus DNF



5) KNF: $X = (A \vee B \vee C \vee D) \wedge (A \vee B \vee \bar{C} \vee D) \wedge (A \vee B \vee \bar{C} \vee \bar{D}) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C \vee D) \wedge (A \vee \bar{B} \vee \bar{C} \vee D) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C \vee D) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C \vee \bar{D})$



Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**Digitale Verknüpfungen** *Schaltungen und Wertetabelle ermitteln*

Aufgabe: **Geben Sie** für die nachfolgenden Funktionsgleichungen die Wertetabellen und Schaltungen **an**!

1) $X = (\overline{A} \wedge B) \vee (A \wedge \overline{B})$

2) $X = A \vee (B \wedge C)$

3) $X = (A \vee B) \wedge (\overline{A} \vee C)$

4) $X = (A \wedge B) \vee (\overline{A} \wedge B) \vee (B \wedge C)$

5) $X = (A \vee B) \vee (\overline{A} \vee C) \vee (B \wedge C)$

6) $X = (\overline{B} \wedge \overline{C} \wedge 1) \vee (A \wedge C \wedge 1)$

7) $X = (\overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge C)$

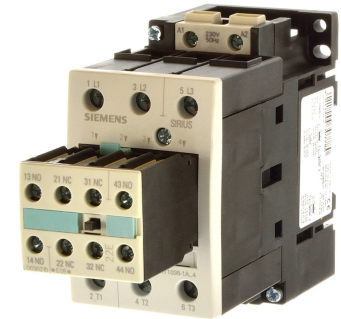
8) $X = (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C)$

Schütze

EIT

LF 3

Hein-Moeller-Schule



Schütze

Agenda

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE

Grundlagen

Auswahl von Schützen

Bezeichnungen

Grundschaltungen mit Schützen

Schütze

Agenda

Grundlagen

Auswahl von Schützen

Bezeichnungen

Grundschaltungen mit Schützen

Grundlagen

Schütze in der Digitaltechnik

- Was haben Schütze mit der Digitaltechnik zu tun?
- Schütze haben 2 Zustände Ein/Aus → Digitaltechnik 1/0
- die ersten Computer wurden aus Relais und Schützen gebaut
- der Z3 von Konrad Zuse gilt als erster funktionsfähiger Digitalrechner weltweit (Konrad Zuse hat die binäre Gleitkommaarithmetik in die Rechnertechnik eingeführt)



Nachbau des Zuse Z3 im Deutschen Museum in München
Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Zuse_Z3 stand 14.04.2018

Grundlagen

Vergleich Relais und Schütz

- beides elektromagnetische Schalter
- bestehen immer aus einem Steuer- und einem Hauptstromkreis
- kleiner Steuerstrom kann großen Laststrom schalten
- Relais werden hauptsächlich zur Kontaktvervielfachung und Steuerung in der Kommunikationselektronik eingesetzt
- Schütze eignen sich zum Schalten von großen Leistungen von etwa 2 bis 500 kW

Grundlagen

Vergleich Relais und Schütz

- unterscheiden sich in Art ihrer Kontakte
- Relais haben einfach unterbrechende Federkontakte, Schütze haben doppelt unterbrechende Schaltkontakte
- zudem gibt es verschiedene Ausführungen von Kontakten
- kleiner Steuerstrom kann großen Laststrom schalten
- Relais werden hauptsächlich zur Kontaktvervielfachung und Steuerung in der Kommunikationselektronik eingesetzt

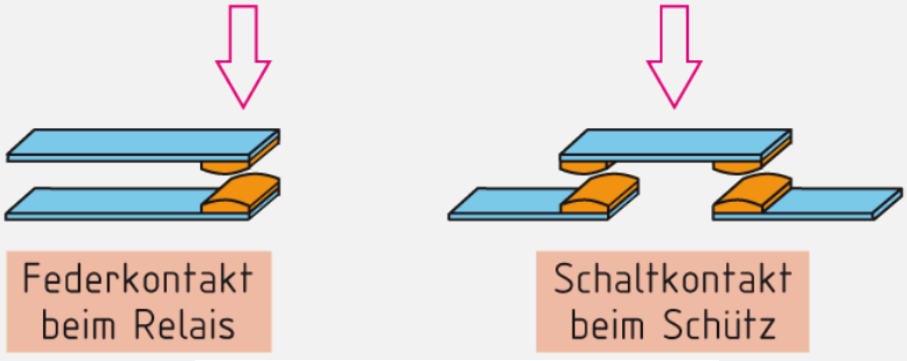
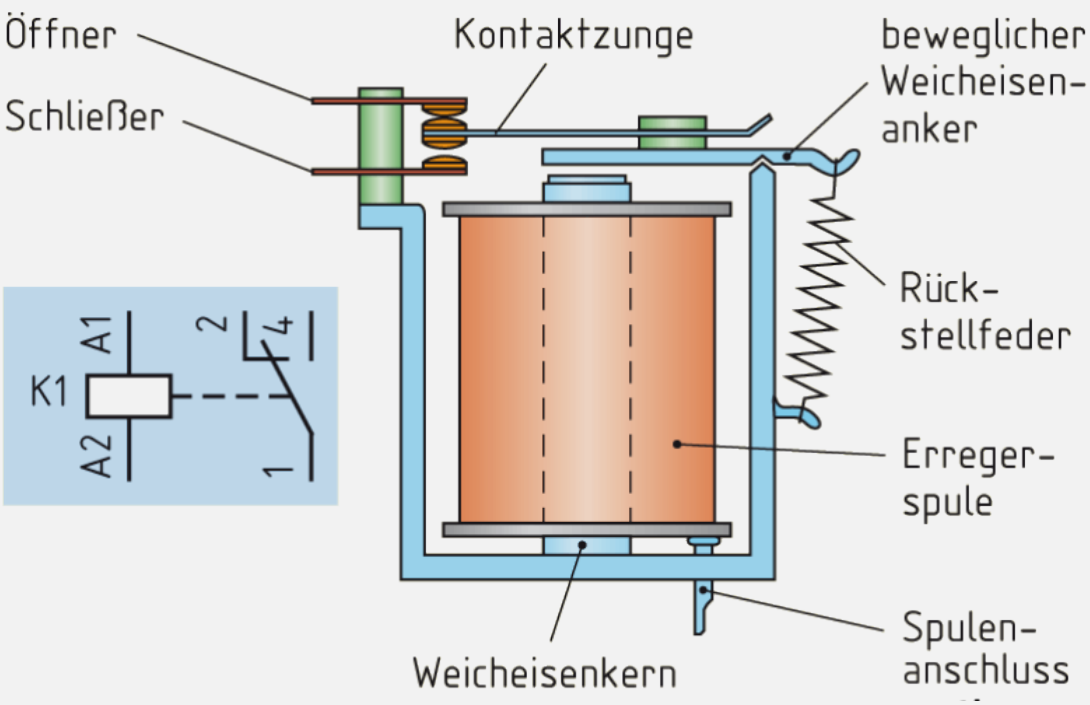


Tabelle: Ausführungen von Kontakten (Beispiele)

Bezeichnung	Schaltzeichen	Kontaktbild
Schließer		

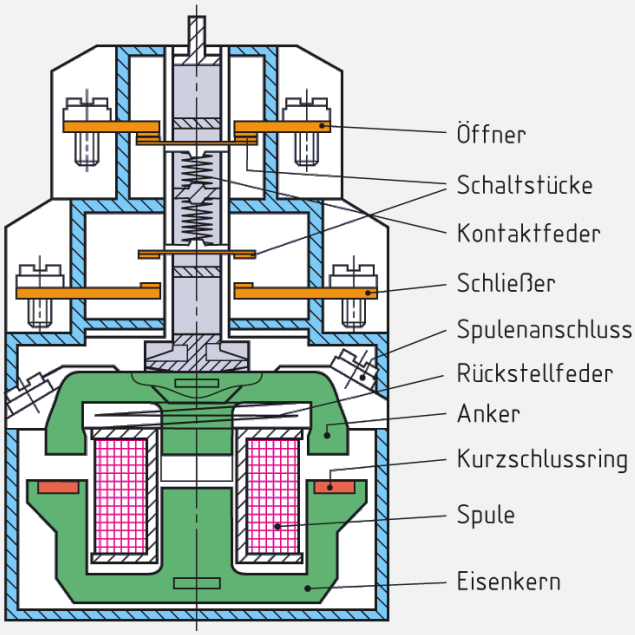
Grundlagen

Aufbau eines Relais



Grundlagen

Aufbau eines Schaltschützes

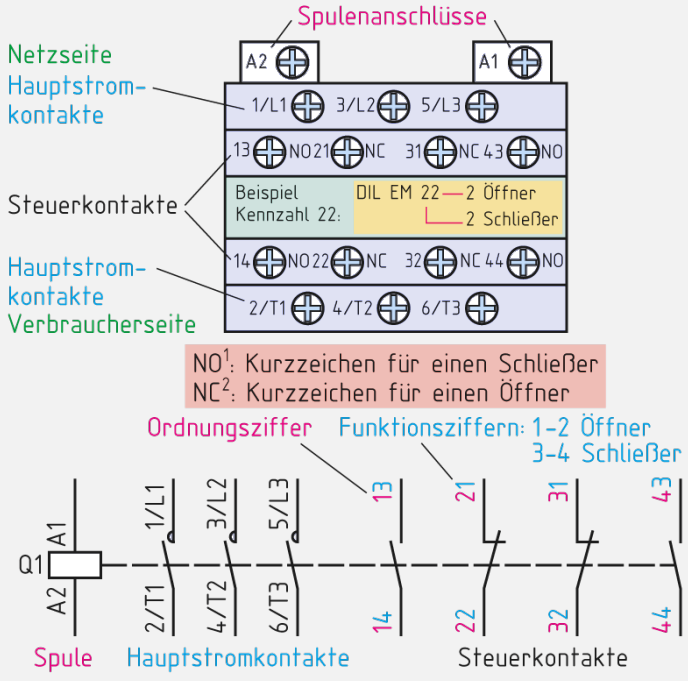


typische Schaltzeiten sind meist 20 - 40 ms für die Ansprech- und Rückfallzeit

Kurzschlussring

Bei Wechselstrom würde der Anker im Nulldurchgang des Steuerstromes durch die Federkraft zurück gezogen werden. Durch den induzierten, phasenverschobenen Kurzschluss-Strom wirkt immer eine Magnetkraft und verhindert somit das "Brummen"des Schützes.

Draufsicht auf einen Schaltschütz



Grundlagen

Kontaktbezeichnung eines Schaltschützes

- Hauptstromkontakte
  - werden mit einstelligen Zahlen bezeichnet
  - ungerade Zahlen bezeichnen Klemmen (1/L1, 3/L2, 5/L3) zum Netz
  - gerade Zahlen bezeichnen Klemmen (2/T1, 4/T2, 6T3) zum Verbraucher
- Steuerstromkontakte
  - werden mit zweistelligen Zahlen bezeichnet
  - erste Zahl = Ordnungs-/Zählziffer → Nummerierung der Kontakte
  - zweite Zahl = Funktionsziffer → Schließer oder Öffner
  - Zahlen 1-2 stehen für einen Öffner (NC)
  - Zahlen 3-4 stehen für einen Schließer (NO)

Schütze

Agenda

Grundlagen

Auswahl von Schützen

Bezeichnungen

Grundschaltungen mit Schützen

Auswahl von Schützen

Einteilung der Schütze

Schütze werden nach Art der Schaltkontakte in zwei große Gruppen unterteilt.

- Lastschütz
  - auch als Hauptschütz oder Schaltschütz bezeichnet ist mit 3 stärkeren Kontakten ausgerüstet
  - mit Lastschützen können Lastströme bis ca. 600 A geschaltet werden
- Hilfsschütz
  - dienen zum Schalten von Hilfsenergie
  - die Kontakte sind meist nur für Schaltströme bis max. 10 A ausgelegt
  - zu den Hilfsschützen zählen z.B. auch Zeitrelais und Sicherheitsrelais

Auswahl von Schützen

Gebrauchskategorien für Schütze

(gemäß IEC 60947-4-1 / DIN EN 60947)

AC - 1	ohmsche Last, schwach induktive Last, Widerstandsöfen
AC - 2	Schleifringläufermotoren, Anlassen, Ausschalten
AC - 3	Käfigmotoren, Anlassen, Ausschalten, gelegentliches Tippen oder Gegenstrombremsen
AC - 4	Käfigmotoren, Anlassen, Ausschalten, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen
DC - 1	Ohmsche oder schwach induktive Last
DC - 3	Nebenschlussmotoren, alle Betriebsarten
DC - 5	Reihenschlussmotoren, alle Betriebsarten

weiter siehe Normen

Auswahl von Schützen

Relais/Schütz für falsche Spannungsart ausgewählt

- Gleichspannung an Wechselstromrelais/-Schütz
  - Relaisspule wird zerstört, da bei Gleichspannung nur der geringe ohmsche Wicklungswiderstand der Relaisspule den Strom begrenzt
- Wechselspannung an Gleichstromrelais/-Schütz
  - kann der zum Schalten notwendige Spulenstrom nicht fließen

Auswahl von Schützen

Auswahlkriterien für Relais und Schaltschützen

Relais und Schütze werden ausgewählt anhand...

- ihrer Steuerspannung (24 V, 48 V, 230 V und 400 V).
- ihrer Stromart.
- ihrer Kontaktbelastbarkeit.
- ihrer Anzahl und Art der Kontakte.
- der zu schaltenden Last.
- der Gebrauchskategorie.

Schütze

Agenda

Grundlagen

Auswahl von Schützen

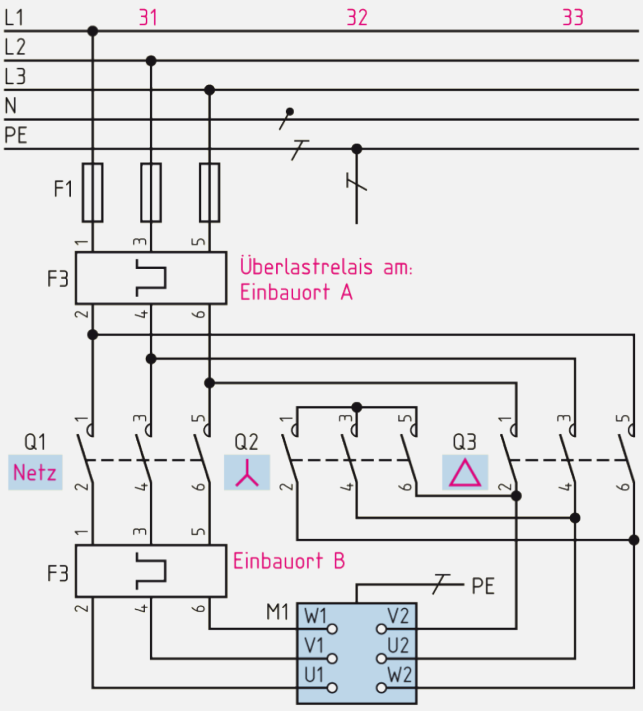
Bezeichnungen

Grundschaltungen mit Schützen

Bezeichnung

Strompfadbezeichnungen

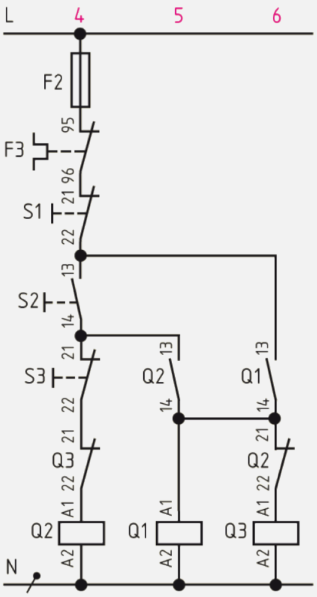
Im Hauptstromkreis bedeutet zum Beispiel die Strompfadnummer 32, dass drei Hauptstromkontakte (Schließer) im Strompfad 2 aufgeführt sind.



Bezeichnung

Strompfadbezeichnungen

- Strompfadbezeichnungen mit roten Ziffern und unterhalb der Schaltzeichen der Spulen Q1, Q2 und Q3 in Kontakttabellen angegeben
- 31, 32, 33 sind die Hauptstromkontakte in den Strompfaden
- 4, 5, 6 sind die Steuerkontakte im Stromlaufplan



F1 Motorsicherung, dreipolig
F2 Steuerstromkreis-sicherung
F3 thermisches Überlastrelais
Q1 Netzschütz
Q2 Sternschütz
Q3 Dreieckschütz
M1 Drehstrommotor
S1 Taster "Aus"
S2 Taster "Anlauf" (Sternschaltung)
S3 Taster "Betrieb" (Dreieckschaltung)

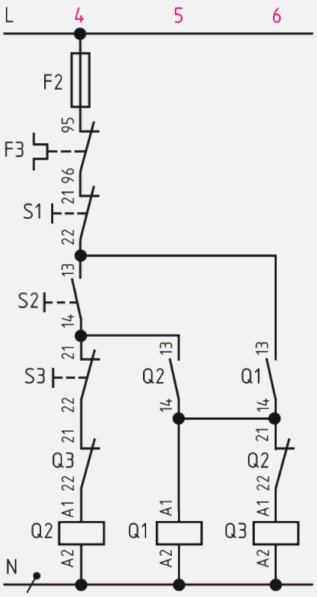
H	S	Ö	H	S	Ö	H	S	Ö
32	5	6	31	6		33		4
32			31			33		
32			31			33		

Kontakttabelle:
H: Hauptstromkontakt
S: Steuerkontakt Schließer
Ö: Steuerkontakt Öffner

Bezeichnung

Strompfadbezeichnungen

- Kontakttabelle zeigt in welchem Strompfad Schaltkontakte des entsprechenden Schützes zu finden sind
- Beispiel:
  - in Strompfad 4 ist die Spule des Schützes Q2 angegeben
  - aus der Kontakttabelle wird entnommen das vom Schütz Q2 ein Schließer in Strompfad 5 und ein Öffner im Strompfad 6 ist



F1 Motorsicherung, dreipolig
F2 Steuerstromkreis-sicherung
F3 thermisches Überlastrelais
Q1 Netzschütz
Q2 Sternschütz
Q3 Dreieckschütz
M1 Drehstrommotor
S1 Taster "Aus"
S2 Taster "Anlauf" (Sternschaltung)
S3 Taster "Betrieb" (Dreieckschaltung)

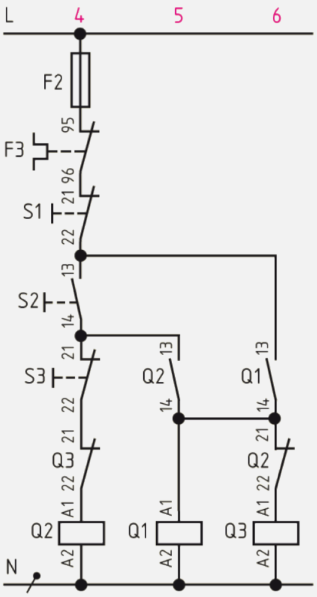
H	S	Ö	H	S	Ö	H	S	Ö
32	5	6	31	6		33		4
32			31			33		
32			31			33		

Kontakttabelle:
H: Hauptstromkontakt
S: Steuerkontakt Schließer
Ö: Steuerkontakt Öffner

Bezeichnung

Strompfadbezeichnungen

Die Darstellung erleichtert, vor allem bei größeren Stromlaufplänen, die Schaltarbeit und das Auffinden von Hauptstrom- und Steuerkontakten



F1 Motorsicherung, dreipolig
F2 Steuerstromkreis-sicherung
F3 thermisches Überlastrelais
Q1 Netzschütz
Q2 Sternschütz
Q3 Dreieckschütz
M1 Drehstrommotor
S1 Taster "Aus"
S2 Taster "Anlauf" (Sternschaltung)
S3 Taster "Betrieb" (Dreieckschaltung)

H	S	Ö	H	S	Ö	H	S	Ö
32	5	6	31	6		33		4
32			31			33		
32			31			33		

Kontakttabelle:
H: Hauptstromkontakt
S: Steuerkontakt Schließer
Ö: Steuerkontakt Öffner

Schütze

Agenda

Grundlagen

Auswahl von Schützen

Bezeichnungen

Grundschaltungen mit Schützen

Grundschaltungen mit Schützen

Nomenklatur der Bezeichnungen nach DIN EN 61346-2

- K: Relais, Hilfsschütz
- Q: Leistungsschütz
- S: Schalter
- F: Sicherung
- M: Motor
- E: Leuchtmelder

Grundschaltungen mit Schützen

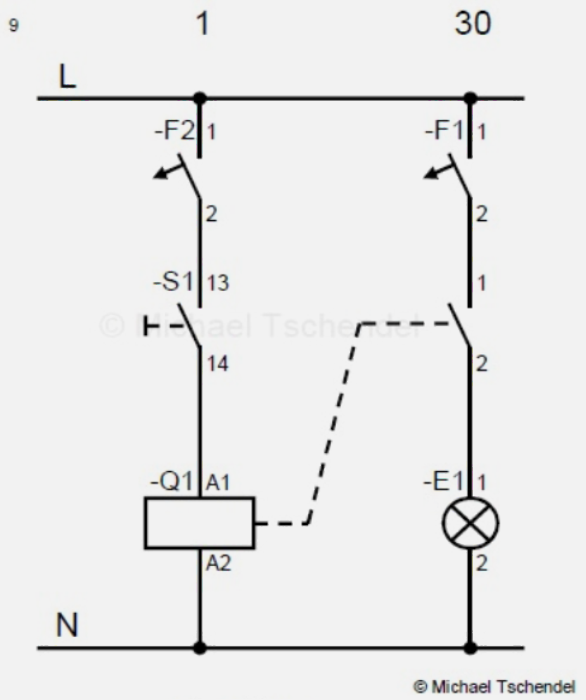
Tastbetrieb / Tippbetrieb (Beschreibung/Anwendung)

- wird meist bei Presswerkzeugen oder beim Einrichtbetrieb verwendet
- wenn Taster mit Schalter ausgetauscht wird, dann wie eine Ausschaltung mit folgenden Vorteilen:
  - Schalter kann weiter entfernt sein
  - man kann höhere Lasten schalten
  - es können mehrere Außenleiter gleichzeitig geschaltet werden, ideal für große Motoren und Beleuchtungsstromkreisen

Grundschaltungen mit Schützen

Tastbetrieb / Tippbetrieb (Schaltung)

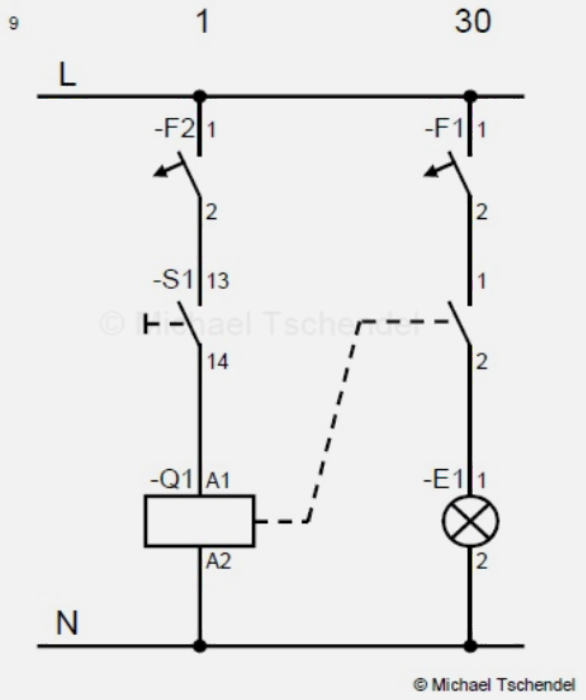
- E1: Verbraucher, z.B. Lampe
- F1: Sicherung Hauptstromkreis
- F2: Sicherung Steuerstromkreis
- Q1: Hauptschütz
- S1: Taster



Grundschaltungen mit Schützen

Tastbetrieb / Tippbetrieb (Funktion)

- Taster S1 wird betätigt
  - Schütz Q1 zieht an
  - Kontakte 1/2 vom Schütz Q1 geschlossen
  - Lampe E1 leuchtet
- Taster S1 wird losgelassen
  - Schütz Q1 fällt ab
  - Kontakte 1/2 vom Schütz Q1 offen
  - Lampe E1 aus



Grundschaltungen mit Schützen

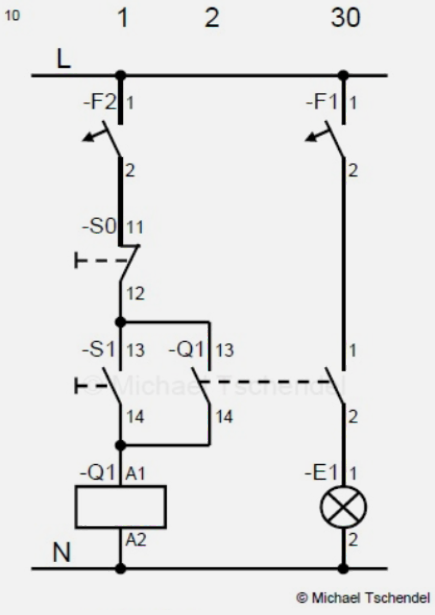
Selbsthaltung (Beschreibung/Anwendung)

- Ein- und Ausschaltung
- Schaltung von großen Lasten

Grundschaltungen mit Schützen

Selbsthaltung (Schaltung)

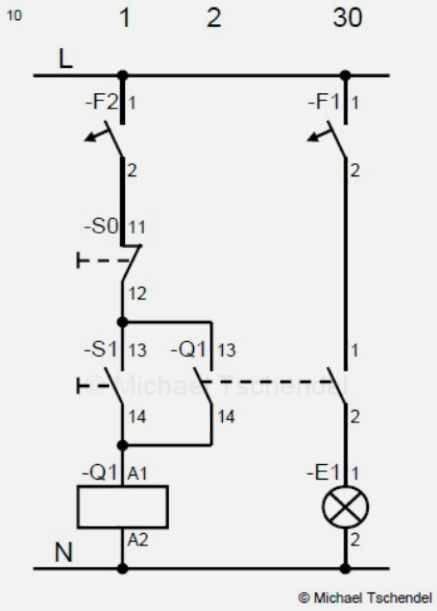
- E1: Verbraucher, z.B. Lampe
- F1: Sicherung Hauptstromkreis
- F2: Sicherung Steuerstromkreis
- Q1: Hauptschütz
- S0: Austaster
- S1: Eintaster



Grundschaltungen mit Schützen

Selbsthaltung (Funktion)

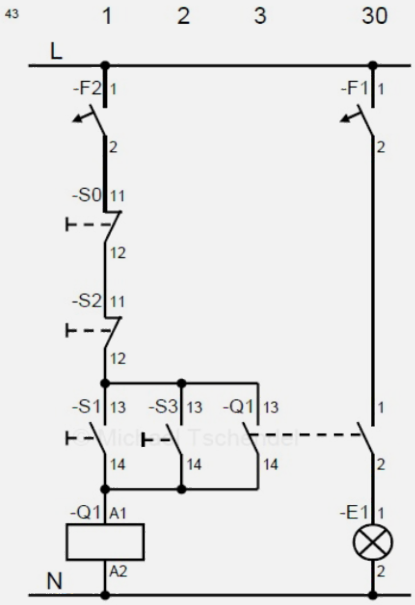
- Taster S1 wird betätigt
  - Schütz Q1 zieht an
  - Kontakte 1/2 und 13/14 vom Schütz Q1 geschlossen
  - Lampe E1 leuchtet
- Taster S1 wird losgelassen
  - Schütz Q1 bleibt angezogen
  - Kontakte 1/2 und 13/14 vom Schütz Q1 bleiben geschlossen
  - Lampe E1 leuchtet weiter
- Taster S0 wird betätigt **oder** Taster S0 und S1 werden gleichzeitig betätigt
  - Schütz Q1 fällt ab
  - Kontakte 1/2 und 13/14 vom Schütz Q1 offen
  - Lampe E1 ist aus



Grundschaltungen mit Schützen

Selbsthaltung mit 2 Bedienstellen (Schaltung)

- E1: Verbraucher, z.B. Lampe
- F1: Sicherung Hauptstromkreis
- F2: Sicherung Steuerstromkreis
- Q1: Hauptschütz
- S0: Austaster 1 (Bedienstelle 1)
- S1: Eintaster 1 (Bedienstelle 1)
- S2: Austaster 2 (Bedienstelle 2)
- S3: Eintaster 2 (Bedienstelle 2)



Grundschaltungen mit Schützen

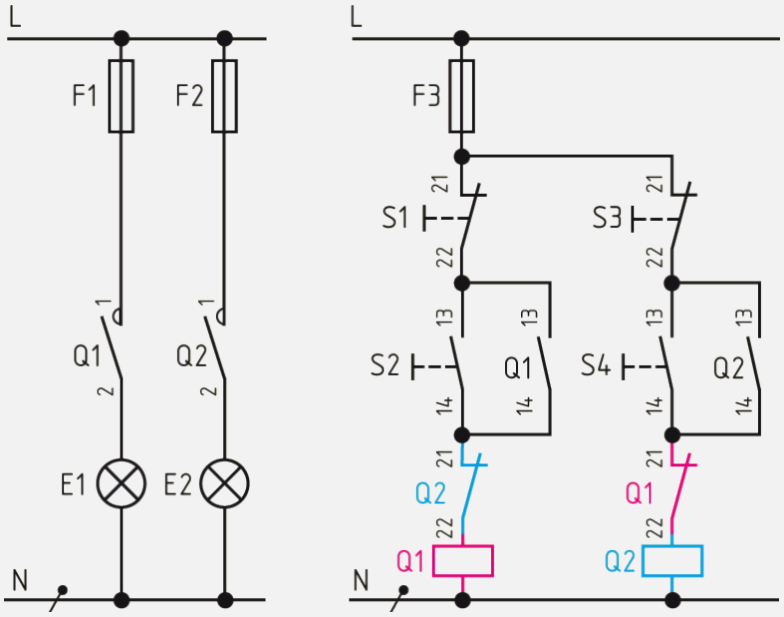
Verriegelungsschaltung (Beschreibung/Anwendung)

- Sollen elektrische Betriebsmittel, z.B. Beleuchtungseinrichtungen, so geschaltet sein, dass nur die eine oder nur die andere Beleuchtung eingeschaltet werden kann, muss man die Steuerstromkreise gegeneinander verriegeln.
- Man ordnet hierzu einen Öffnerkontakt von Q2 vor dem Schütz Q1 an. Ebenso ist umgekehrt ein Öffnerkontakt von Q1 vor dem Schütz Q2 geschaltet. Ist nun Q1 in Betrieb, kann Q2 aufgrund des Öffnerkontaktes von Q1 nicht einschalten.

Grundschaltungen mit Schützen

Verriegelungsschaltung (Schaltung)

- E1,E2: Verbraucher
- F1,F2: Sicherung Hauptstromkreise
- F3: Sicherung Steuerungsstrom-kreis
- Q1,Q2: Hauptschütze
- S1,S3: Austaster
- S2,S4: Eintaster



Grundschaltungen mit Schützen

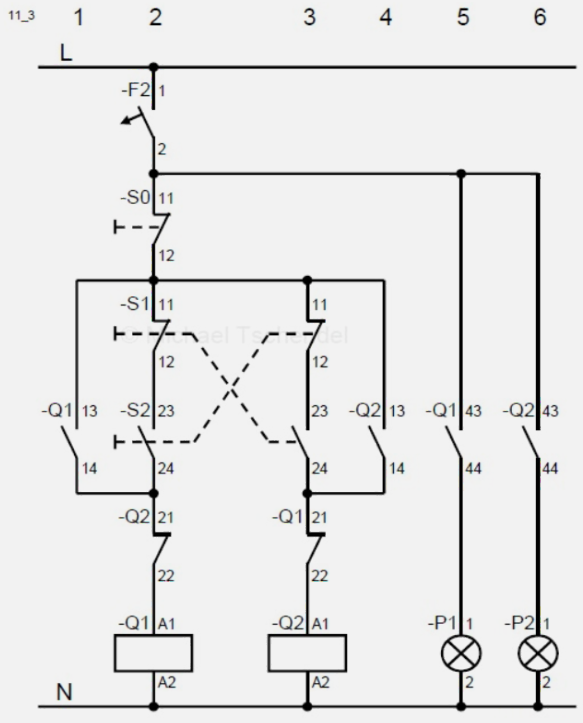
Verriegelungsschaltung (Beschreibung/Anwendung)

- Drehrichtung eines Motors ändern → im Hauptstromkreis zwei Außenleiter, z.B. L1 und L3, vertauschen
- gleichzeitiger Betrieb beider Schütze würde zu Kurzschluss zweier Außenleiter führen
- haben deshalb eine Schützverriegelung und meist zusätzlich eine Tasterverriegelung
- Drehrichtungsumkehr über AUS
  - Drehrichtungsumkehr über einen AUS-Taster überbrückt die Selbsthaltekontakte Q1 und Q2 die EIN-Taster S1 und S2
  - nach Betätigung des AUS-Tasters S0 kann der Motor in eine andere Drehrichtung geschaltet werden
- Drehrichtungsumkehr direkt
  - direkten Drehrichtungsumkehr überbrücken die Selbsthaltekontakte nur jeweils einen, S1 bzw. S2
  - durch die Betätigung eines EIN-Tasters S1 oder S2 kann die Drehrichtung direkt geändert werden

Grundschaltungen mit Schützen

Wendeschützschaltung über AUS (Schaltung)

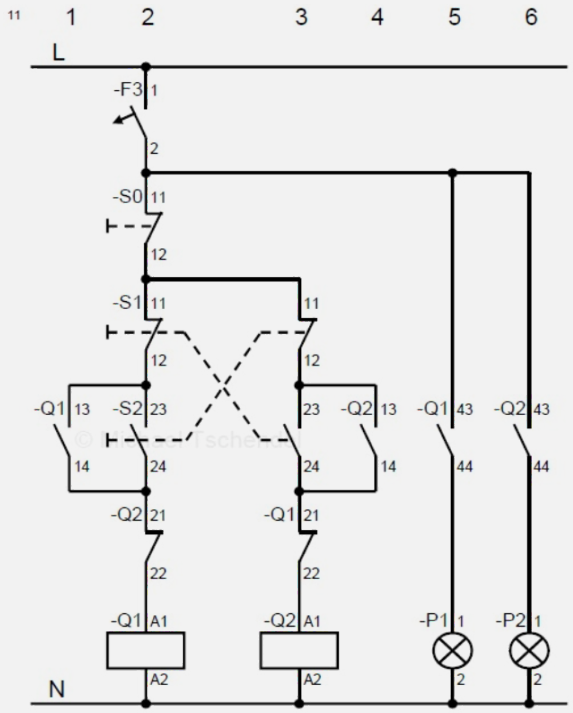
- F2: Sicherung Steuerstromkreis
- P1: Meldeleuchte Rechtslauf
- P2: Meldeleuchte Linkslauf
- Q1: Netzschütz Rechtslauf
- Q2: Netzschütz Linkslauf
- S0: Austaster
- S1: Eintaster Linkslauf
- S2: Eintaster Rechtslauf



Grundschaltungen mit Schützen

Wendeschützschaltung direkt (Schaltung)

- F3: Sicherung Steuerstromkreis
- P1: Meldeleuchte Rechtslauf
- P2: Meldeleuchte Linkslauf
- Q1: Netzschütz Rechtslauf
- Q2: Netzschütz Linkslauf
- S0: Austaster
- S1: Eintaster Linkslauf
- S2: Eintaster Rechtslauf



Grundschaltungen mit Schützen

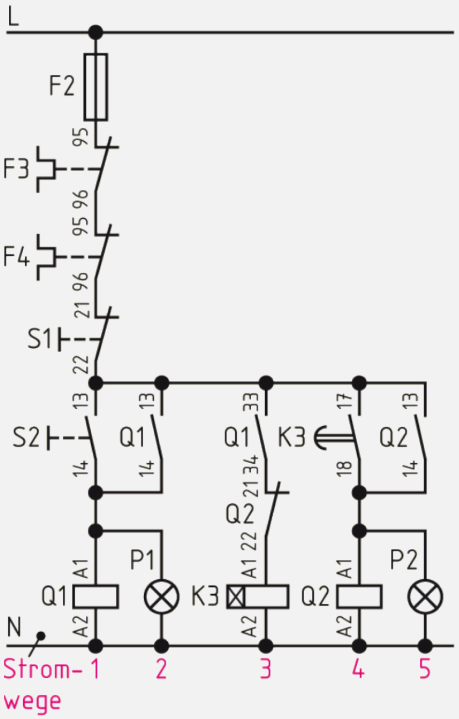
Folgeschaltung (Beschreibung/Anwendung)

- ein Schütz darf erst eingeschaltet werden, wenn ein anderer bereits in Betrieb ist
- Beispiel: bei einer Mischanlage darf der Förderbandmotor M2 (Q2) erst anlaufen wenn der Mischmotor M1 (Q1) bereits in Betrieb ist, da die Mischtrommel sonst verstopfen würde
- also steuert des Schütz Q1 über das Zeitrelais K3 das Schütz Q2

Grundschaltungen mit Schützen

Folgeschaltung (Schaltung)

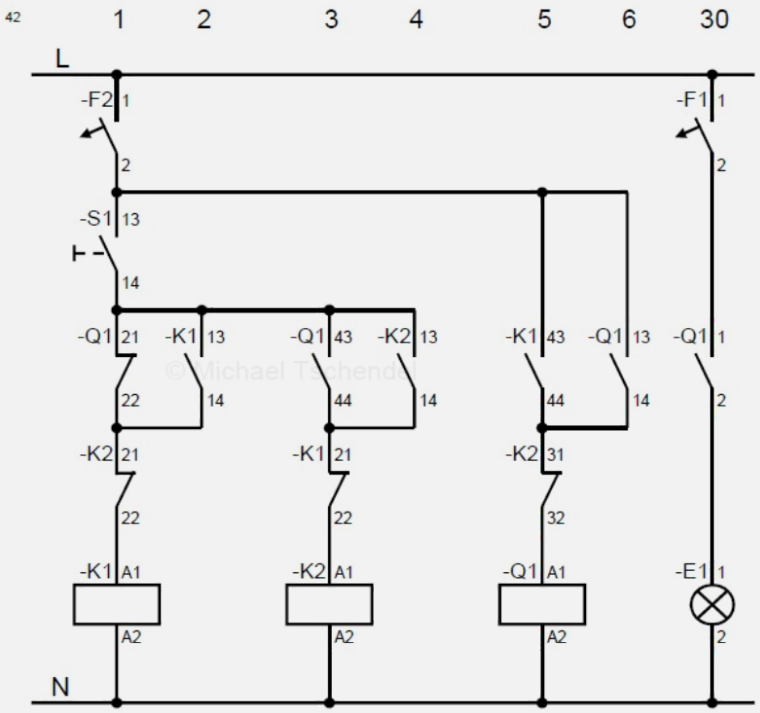
- F2: Sicherung Steuerstromkreis
- F3,F4: Überlastrelais Überstromschutz Steuerstromkreis
- K1: Zeitrelais
- P1,P2: Meldeleuchten
- Q1,Q2: Hauptschütze
- S0,S1: Austaster
- S2: Eintaster



Grundschaltungen mit Schützen

Stromstoßschaltung mit 3 Schützen (Schaltung)

- E1: Verbraucher
- F1: Sicherung Hauptstromkreis
- F2: Sicherung Steuerstromkreis
- K1: Hilfsschütz 1
- K2: Hilfsschütz 2
- Q1: Hauptschütz
- S1: Eintaster

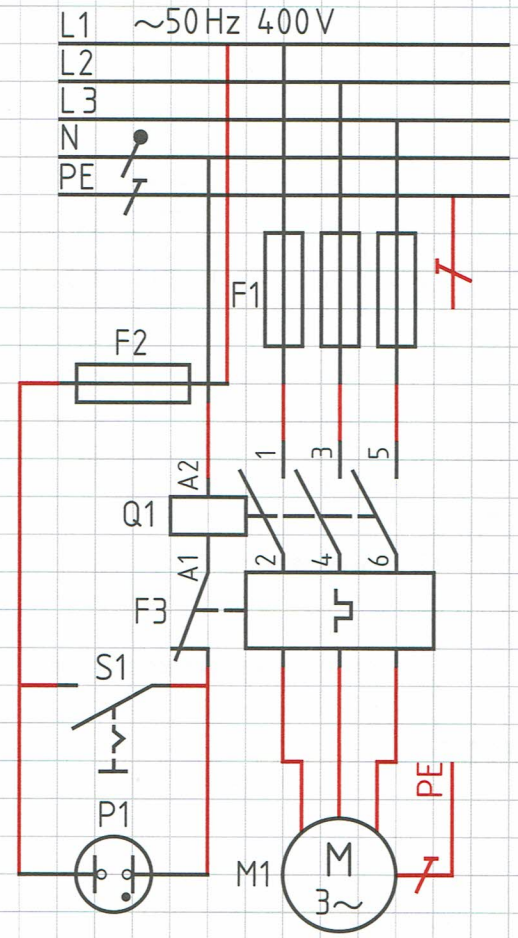


© Michael Tschenett

3.3 Schützschaltung
(contactor circuit)

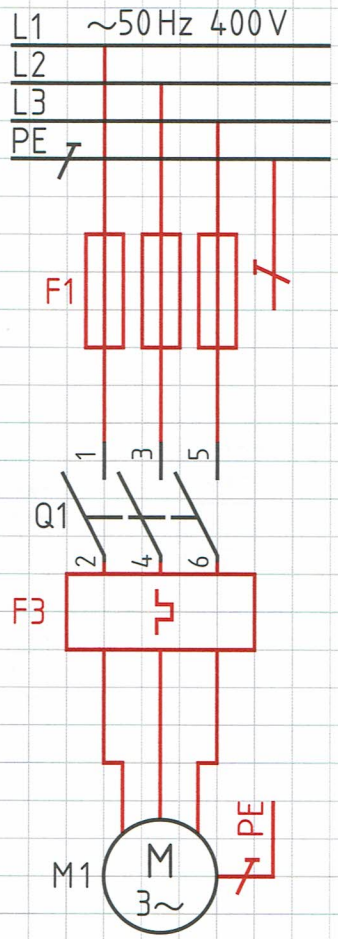
Der Motor für einen großen Lüfter in einer Produktionshalle wird mittels beleuchtetem Ausschalter über ein Schütz gesteuert. Vervollständigen Sie **a)** den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, **b)** den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung, **c)** die Wertetabelle. Stellen Sie **d)** die Schaltfunktionen auf. Ergänzen Sie **e)** das Zeitablaufdiagramm für die dargestellten Abläufe der Schalterbetätigungen.

a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

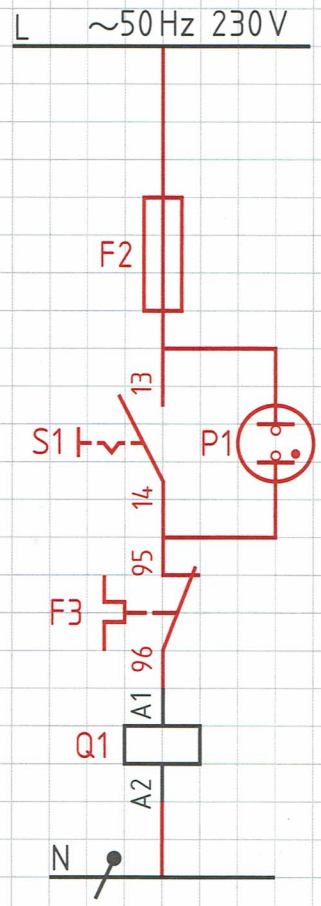


b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

Hauptstromkreis



Steuerstromkreis



c) Wertetabelle

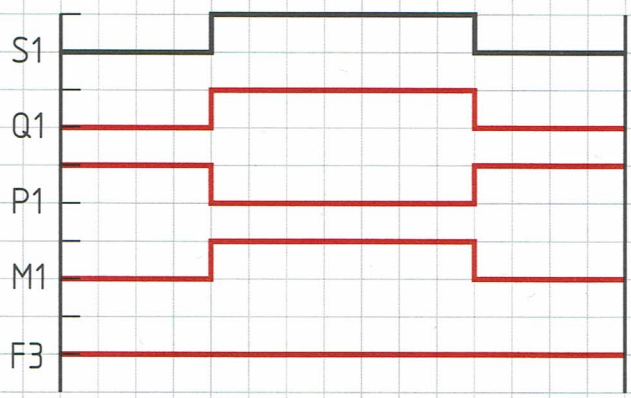
s_1	q_1	p_1	m_1
0	0	1	0
1	1	0	1

d) Schaltfunktionen

$p_1 = \overline{s}_1 \wedge \overline{f}_3$ $\qquad m_1 = q_1 \wedge \overline{f}_3$

$y_{Q1} = s_1 \wedge \overline{f}_3$

e) Zeitablaufdiagramm



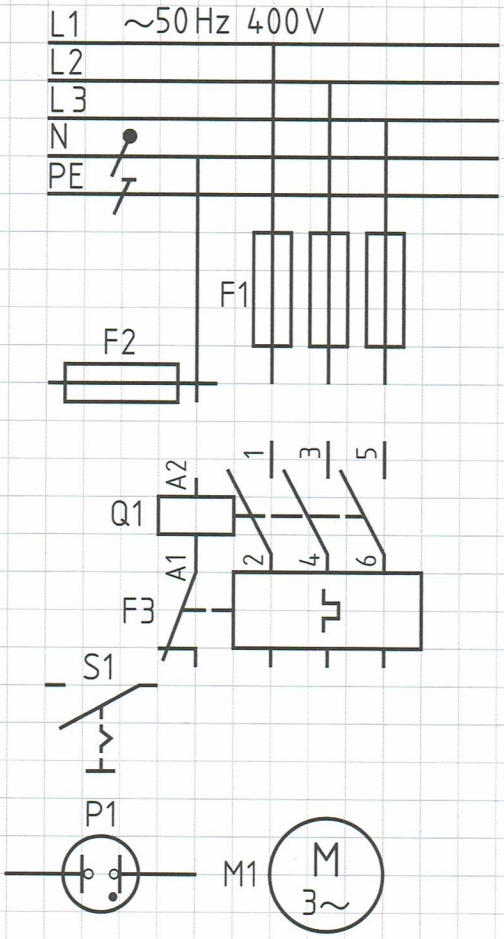
Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

3.3 Schützschaltung
(contactor circuit)

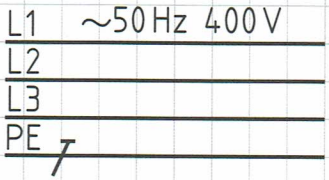
Der Motor für einen großen Lüfter in einer Produktionshalle wird mittels beleuchtetem Ausschalter über ein Schütz gesteuert. Vervollständigen Sie **a)** den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, **b)** den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung, **c)** die Wertetabelle. Stellen Sie **d)** die Schaltfunktionen auf. Ergänzen Sie **e)** das Zeitablaufdiagramm für die dargestellten Abläufe der Schalterbetätigungen.

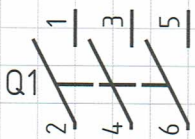
a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

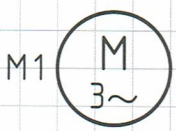


b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

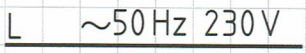
Hauptstromkreis

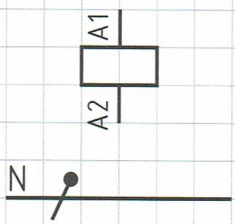






Steuerstromkreis





c) Wertetabelle

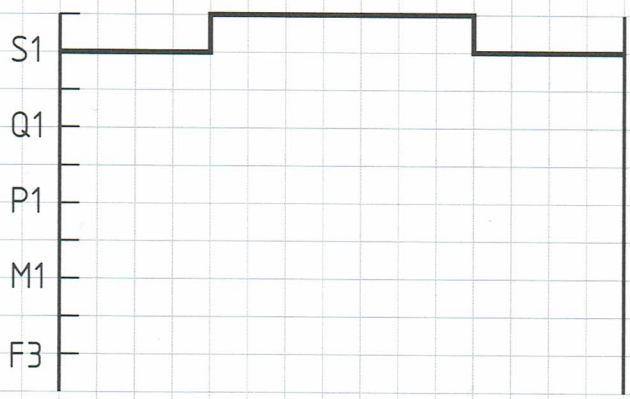
s_1	q_1	p_1	m_1
0			
1			

d) Schaltfunktionen

$p_1 =$ $\wedge \overline{f_3}$ $\quad m_1 =$ $\wedge \overline{f_3}$

$y_{Q1} =$ $\wedge \overline{f_3}$

e) Zeitablaufdiagramm



EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

A1: **Kreuzen Sie** jeweils die Zeile **an**, in der die Aussage zur Erfüllung bzw. Nichterfüllung der von DIN VDE 0100 Teil 410 vorgegebenen Abschaltbedingung in den Stromkreisen mit den jeweils vier verschiedenen Schutzeinrichtungen richtig ist.

Für eine Waschmaschine (Herstellerangabe: 3,3 kW; 230 V), einen Geschirrspüler (3,1 kW; 230 V), einen Wäschetrockner (3 kW; 230 V) und einen Warmwasserbereiter (2 kW; 230 V) vorgesehene Stromkreise im BERLINER TN-System wurde im Sinne von DIN VDE 0100 Teil 600 geprüft.

a) Messungen der Schleifenimpedanz Z_S von vier verschieden Stromkreisen einer elektrischen Anlage im BERLINER TN-System haben jeweils den Wert von 1,6 Ω ergeben.

	RCD 25/0,03 A	LS-B 16	LS-C 25
A	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt
B	… erfüllt	… erfüllt	… erfüllt
C	… erfüllt	… erfüllt	… nicht erfüllt
D	… erfüllt	… erfüllt	… nicht erfüllt
E	… erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt

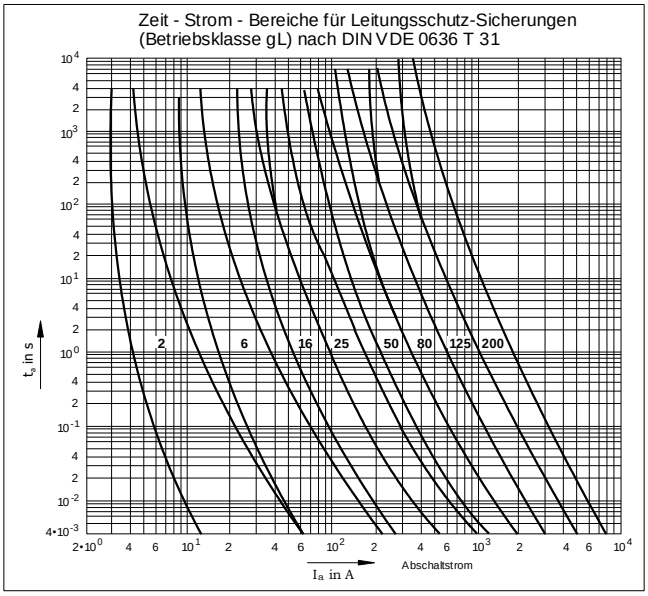
b) Messungen der Schleifenimpedanz Z_S von vier verschieden Stromkreisen einer elektrischen Anlage im BERLINER TN-System haben jeweils den Wert von 1,5 Ω ergeben.

	RCD 25/0,03 A	LS-B 16	LS-C 25	Sicherung D0 gl-10
A	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt
B	… erfüllt	… erfüllt	… erfüllt	… erfüllt
C	… erfüllt	… erfüllt	… nicht erfüllt	… erfüllt
D	… erfüllt	… erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt
E	… erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… erfüllt

A2: **Kreuzen Sie** die zutreffende Zeile **an.**

Im BERLINER TN-C-S-System kam es in einem Verbraucher (Schutzklasse I) zu einem Körperschluss. Als Schutzmaßnahme wurde "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" mit Sicherung gL25A angewendet. Die Netzschleifenimpedanz Z_S ist mit 2,3 Ω bestimmt worden.

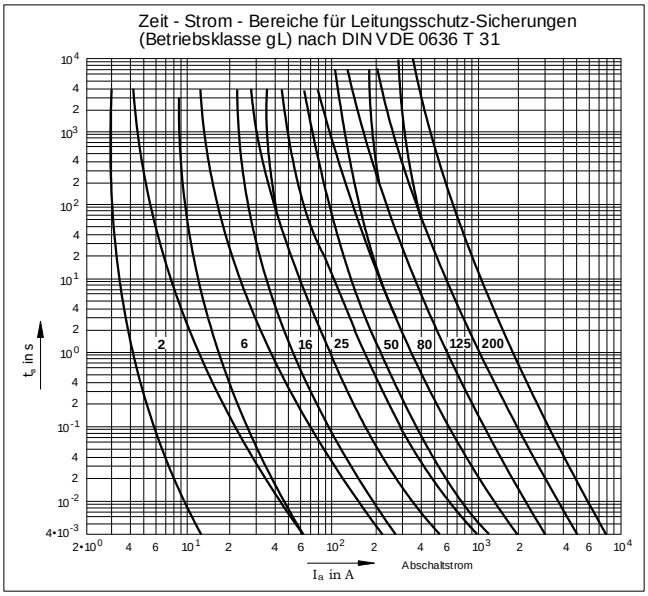
	Abschalt-stromstärke in A	Abschaltung frühestens in s	Abschaltung spätestens in s
A	174	0,15	1,5
B	100	1	10,5
C	21,7	keine Auslösung	
D	100	keine Auslösung	
E	174	0,2	2



A3: **Kreuzen Sie** die zutreffende Zeile **an**. (Hinweis: Ablesen aus dem Diagramm)

Im BERLINER TN-C-S-System kam es in einem Verbraucher (Schutzklasse I) zu einem Körperschluss. Als Schutzmaßnahme wurde "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" mit Sicherung gL16A angewendet. Die Netzschleifenimpedanz Z_S ist mit 2,3 Ω bestimmt worden.

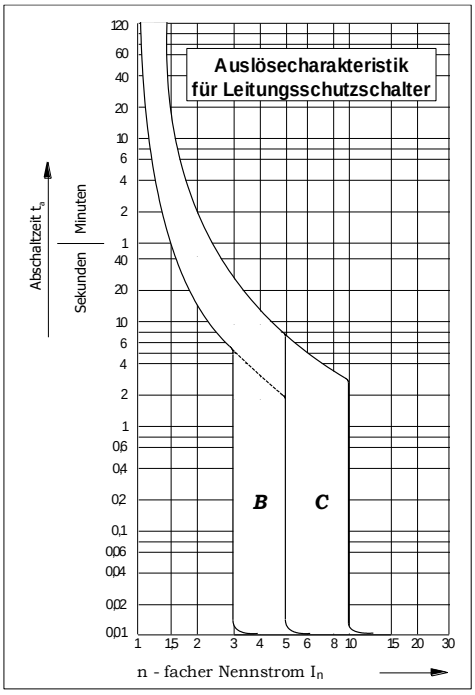
	Abschalt-stromstärke in A	Abschaltung frühestens in s	Abschaltung spätestens in s
A	55	4	20
B	30	keine Auslösung	
C	25	60	1200
D	14,375	keine Auslösung	
E	31,5	15	120



A4: **Kreuzen Sie** die richtige Zeile **an**. (Hinweis: Ablesen aus dem Diagramm)

Im BERLINER TN-C-S-System kam es in einem Verbraucher (Schutzklasse I) zu einem Körperschluss. Als Schutzmaßnahme wurde "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" mit LS-B 10 A angewendet. Die Netzschleifenimpedanz Z_S ist mit 11,5 Ω bestimmt worden.

	Abschalt-stromstärke in A	Abschaltung frühestens in s	Abschaltung spätestens in s
A	20	15	120
B	20	keine	Auslösung
C	34,78	4	20
D	0	keine	Auslösung
E	23	12	90



A5: **Kreuzen Sie** die Zeile **an**, in der die Schutzmaßnahme des Endstromkreises nach DIN VDE 0100 Teil 0410 erfüllt ist.

Zwischen dem Außenleiter- und dem Schutzkontakt einer Wechselstromsteckdose (Schutzeinrichtung: LS-B16) im BERLINER TN-System wurde bei Belastung (10A) eine Spannung von 225 V und im Leerlauf eine Spannung von 230 V gemessen.

	Z_S in Ω	Die Schutzmaßnahme ist …
A	14,375	… nicht erfüllt
B	0,5	… erfüllt
C	14,0625	… nicht erfüllt
D	0,3125	… erfüllt
E	0,5	… nicht erfüllt

A6: **Kreuzen Sie** die Zeile **an**, in der die Schutzmaßnahme des Endstromkreises nach DIN VDE 0100 Teil 0410 erfüllt ist.

Im Leerlauf wurde an den Klemmen einer Wechselstromsteckdose (BERLINER TN-System, LS-B 16) zwischen dem Außenleiter- und dem Schutzkontakt eine Spannung von 230 V gemessen. Bei Belastung (10 A) sinkt die Spannung auf 215 V.

	Z_S in Ω	Die Schutzmaßnahme ist …
A	21,5	… nicht erfüllt
B	1,5	… nicht erfüllt
C	14,375	… nicht erfüllt
D	0,3125	… erfüllt
E	1,5	… erfüllt

A7: **Kreuzen Sie an**, wie groß der unbeeinflusste Kurzschlussstrom I_K bei Körperschluss sein wird.

Die Schleifenimpedanz Z_S eines Steckdosenstromkreises (Schutzeinrichtung: LS-B16) wurde mit 0,9 Ω messtechnisch ermittelt. Bei der Spannungsmessungen zwischen L1 - PE ohne Belastung wurden U_1 = 232 V und mit Belastung U_2 = 221 V gemessen.

	A	B	C	D	E
I_K in A	245,56	257,78	12,22	80	∞

A8: **Kreuzen Sie an**, wie groß die Berührungsspannung ist, die der Mensch überbrückt und wie groß der Strom ist, der durch ihn fließt.

Ein Mensch mit einem Körperwiderstand von 1,5 kΩ steht auf einem Fußboden, dessen Standortwiderstand 480 Ω beträgt. Unter Missachtung der Sicherheitsregeln berührt er nach Entfernung der Abdeckung einer Schutzkontaktsteckdose mit der rechten Hand eine blanke Klemmenstelle, die im Leerlauf ein Potenzial von 230 V gegen Erde führt. Spätere Untersuchungen haben ergeben, dass der beteiligte Innenwiderstand der Anlage, einschließlich des Betriebserders der Spannungsquelle, 20 Ω beträgt.

	A	B	C	D	E
U_M in V	174,24	227,7	172,5	230	172,5
I_F in mA	116,16	115	115	153,33	0,115

A9: **Kreuzen Sie an**, wie groß die Berührungsspannung ist, die der Mensch überbrückt und wie groß der Strom ist, der durch ihn fließt.

Die Klemmenstelle des Außenleiteranschlusses einer Schutzkontaktsteckdose führt im Leerlauf gegen Erde ein Potential von 230 V. Ein Elektroinstallateur missachtet die Sicherheitsregeln, öffnet die Abdeckung der Steckdose und berührt mit der rechten Hand die Klemmstelle. Spätere Untersuchungen haben ergeben, dass der Mensch zum Zeitpunkt des elektrischen Unfalls einen Körperwiderstand von 1,5 kΩ hatte, auf einem Fußboden mit einem Standortwiderstand von 1,48 kΩ stand und der beteiligte Innenwiderstand der Anlage, einschließlich der des Betriebserders der Spannungsquelle, 20 Ω betrugt.

	A	B	C	D	E
U_M in V	115	228,47	230	115	230
I_F in mA	0,07667	76,67	153,33	76,67	76,67

A10: **Erreichen Sie** den Wert des Isolationswiderstandes und **bewerten Sie** ihn nach den in DIN VDE 0100 – 600 vorgegebenen Mindestwerten.
Kreuzen Sie die richtige Antwort **an**.

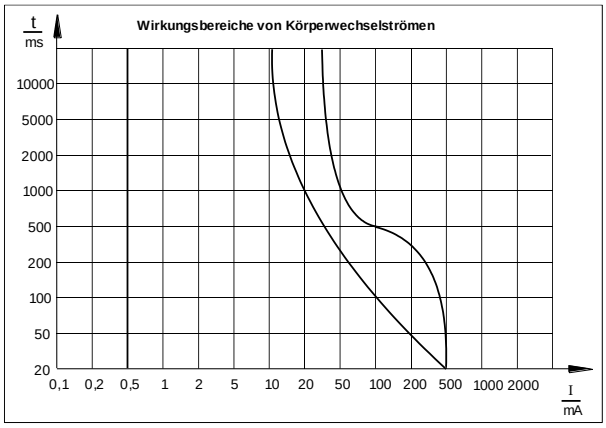
Der Isolationswiderstand zwischen einem Außenleiter und dem Schutzleiter eines TN-Systems soll gemessen werden. Es wird eine Prüfspannung von 500 V (DC) an die beiden Leiter angelegt, die einen messtechnisch ermittelten Strom mit der Stärke von 0,625 mA verursacht.

	R_{ISO} in kΩ	Der Isolationswiderstand ist …
A	∞	… in Ordnung
B	640	… nicht in Ordnung
C	800	… nicht in Ordnung, weil zu groß
D	800	… nicht in Ordnung, weil zu klein
E	800	… in Ordnung

A11: **Kreuzen Sie an**, wann die Loslassschwelle und die Flimmerschwelle überschritten werden.

Eine elektrische Anlage (BERLINER TN-System) hat eine Außenleiterspannung von 400 V/ 50 Hz. Der Netzinnenwiderstand einschließlich der des Betriebserders beträgt 3 Ω. Ein Mensch mit einem Körperwiderstand von 2,5 kΩ überbrückt, beim direkten Berühren eines Außenleiters, eine Spannung von 125 V.

	Die Loslassschwelle wird …	Die Flimmerschwelle wird …
A	… überschritten bei ungefähr 300 ms.	… überschritten bei etwa 1 sec.
B	… nie überschritten.	… nie überschritten.
C	… überschritten bei ungefähr 70 ms.	… überschritten bei ungefähr 700 ms.
D	… nie überschritten, weil sofort der Tod eintritt.	… nie überschritten, weil sofort der Tod eintritt.
E	… überschritten nach ungefähr 300 ms.	… nie überschritten, weil bereits bei Tod eingetreten ist.



A12: **Erreichen Sie** den Wert des Isolationswiderstandes und **bewerten Sie** ihn nach den in DIN VDE 0100 – 600 vorgegebenen Mindestwerten.
Kreuzen Sie die richtige Antwort **an**.

In einem TN-System (Spannung zwischen Außenleiter gegen Außenleiter: 400 V; Außenleiterspannung gegen Erde: 230 V) soll der Isolationswiderstand zwischen einem Außenleiter und dem Schutzleiter gemessen werden. Es wird eine Prüfspannung von 500 V (DC) an die beiden Leiter angelegt, so dass zwischen ihnen ein Strom mit der Stärke von 312,5 µA fließt.

	R_{ISO} in kΩ	Der Isolationswiderstand ist …
A	1600	… in Ordnung
B	∞	… in Ordnung
C	1600	… nicht in Ordnung, weil zu groß
D	736	… nicht in Ordnung, weil zu klein
E	1280	… in Ordnung

A1: **Kreuzen Sie** jeweils die Zeile **an**, in der die Aussage zur Erfüllung bzw. Nichterfüllung der von DIN VDE 0100 Teil 410 vorgegebenen Abschaltbedingung in den Stromkreisen mit den jeweils vier verschiedenen Schutzeinrichtungen richtig ist.

Für eine Waschmaschine (Herstellerangabe: 3,3 kW; 230 V), einen Geschirrspüler (3,1 kW; 230 V), einen Wäschetrockner (3 kW; 230 V) und einen Warmwasserbereiter (2 kW; 230 V) vorgesehene Stromkreise im BERLINER TN-System wurde im Sinne von DIN VDE 0100 Teil 600 geprüft.

a) Messungen der Schleifenimpedanz Z_S von vier verschieden Stromkreisen einer elektrischen Anlage im BERLINER TN-System haben jeweils den Wert von 1,6 Ω ergeben.

	RCD 25/0,03 A	LS-B 16	LS-C 25
A	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt
B	… erfüllt	… erfüllt	… erfüllt
C	**… erfüllt**	**… erfüllt**	**… nicht erfüllt**
D	… erfüllt	… erfüllt	… nicht erfüllt
E	… erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt

C	**Zs = 51111 Ω**	**Zs = 1,92 Ω**	**Zs = 0,69 Ω**

b) Messungen der Schleifenimpedanz Z_S von vier verschieden Stromkreisen einer elektrischen Anlage im BERLINER TN-System haben jeweils den Wert von 1,5 Ω ergeben.

	RCD 25/0,03 A	LS-B 16	LS-C 25	Sicherung D0 gl-10
A	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt
B	… erfüllt	… erfüllt	… erfüllt	… erfüllt
C	**… erfüllt**	**… erfüllt**	**… nicht erfüllt**	**… erfüllt**
D	… erfüllt	… erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt
E	… erfüllt	… nicht erfüllt	… nicht erfüllt	… erfüllt

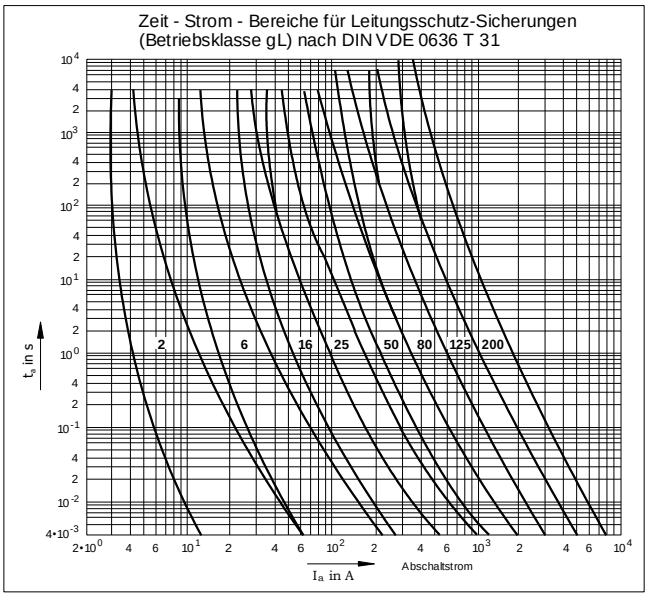
C	**Zs = 51111 Ω**	**Zs = 1,92 Ω**	**Zs = 0,69 Ω**	**Zs = 1,53 Ω**

A2: **Kreuzen Sie** die zutreffende Zeile **an.**

Im BERLINER TN-C-S-System kam es in einem Verbraucher (Schutzklasse I) zu einem Körperschluss. Als Schutzmaßnahme wurde "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" mit Sicherung gL25A angewendet. Die Netzschleifenimpedanz Z_S ist mit 2,3 Ω bestimmt worden.

	Abschalt-stromstärke in A	Abschaltung frühestens in s	Abschaltung spätestens in s
A	174	0,15	1,5
B	**100**	**1**	**10,5**
C	21,7	keine Auslösung	
D	100	keine Auslösung	
E	174	0,2	2

B	**I_a = 100 A**	**t_{a1} =1 s**	**t_{a1} =10,5 s**

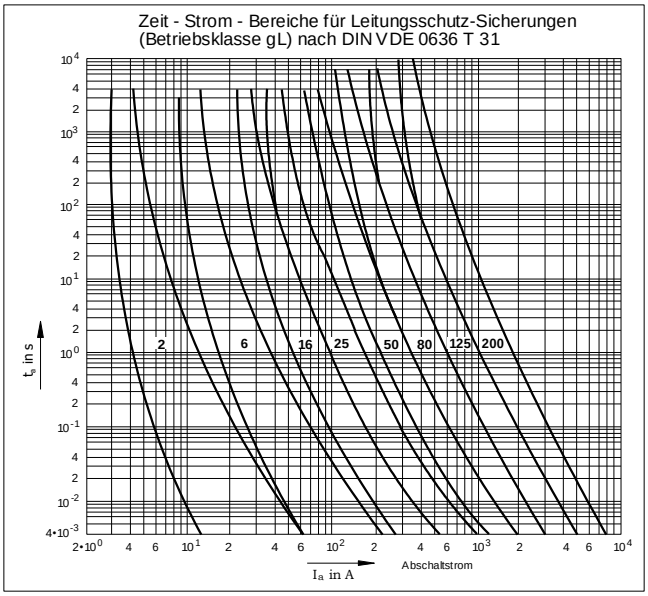


A3: **Kreuzen Sie** die zutreffende Zeile **an**. (Hinweis: Ablesen aus dem Diagramm)

Im BERLINER TN-C-S-System kam es in einem Verbraucher (Schutzklasse I) zu einem Körperschluss. Als Schutzmaßnahme wurde "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" mit Sicherung gL16A angewendet. Die Netzschleifenimpedanz Z_S ist mit 2,3 Ω bestimmt worden.

	Abschalt-stromstärke in A	Abschaltung frühestens in s	Abschaltung spätestens in s
A	55	4	20
B	30	keine Auslösung	
C	25	60	1200
D	**14,375**	**keine Auslösung**	
E	31,5	15	120

D	**I_a = 14,375 A**	**keine Auslösung**

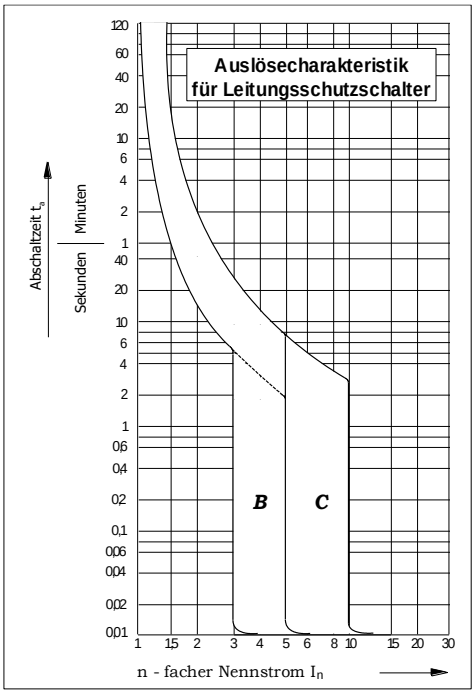


A4: **Kreuzen Sie** die richtige Zeile **an**. (Hinweis: Ablesen aus dem Diagramm)

Im BERLINER TN-C-S-System kam es in einem Verbraucher (Schutzklasse I) zu einem Körperschluss. Als Schutzmaßnahme wurde "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" mit LS-B 10 A angewendet. Die Netzschleifenimpedanz Z_S ist mit 11,5 Ω bestimmt worden.

	Abschalt-stromstärke in A	Abschaltung frühestens in s	Abschaltung spätestens in s
A	**20**	**15**	**120**
B	20	keine	Auslösung
C	34,78	4	20
D	0	keine	Auslösung
E	23	12	90

A	**I_a = 20 A**	**15 s**	**120 s**



A5: **Kreuzen Sie** die Zeile **an**, in der die Schutzmaßnahme des Endstromkreises nach DIN VDE 0100 Teil 0410 erfüllt ist.

Zwischen dem Außenleiter- und dem Schutzkontakt einer Wechselstromsteckdose (Schutzeinrichtung: LS-B16) im BERLINER TN-System wurde bei Belastung (10 A) eine Spannung von 225 V und im Leerlauf eine Spannung von 230 V gemessen.

	Z_S in Ω	Die Schutzmaßnahme ist …
A	14,375	… nicht erfüllt
B	0,5	… erfüllt
C	14,0625	… nicht erfüllt
D	**0,3125**	**… erfüllt**
E	0,5	… nicht erfüllt

D	**Zs = 0,3125Ω**	**erfüllt**

A6: **Kreuzen Sie** die Zeile **an**, in der die Schutzmaßnahme des Endstromkreises nach DIN VDE 0100 Teil 0410 erfüllt ist.

Im Leerlauf wurde an den Klemmen einer Wechselstromsteckdose (BERLINER TN-System, LS-B 16) zwischen dem Außenleiter- und dem Schutzkontakt eine Spannung von 230 V gemessen. Bei Belastung (10 A) sinkt die Spannung auf 215 V.

	Z_S in Ω	Die Schutzmaßnahme ist …
A	21,5	… nicht erfüllt
B	1,5	… nicht erfüllt
C	14,375	… nicht erfüllt
D	0,3125	… erfüllt
E	**1,5**	**… erfüllt**

B	**Zs = 1,5Ω**	**nicht erfüllt**

A7: **Kreuzen Sie an**, wie groß der unbeeinflusste Kurzschlussstrom I_K bei Körperschluss sein wird.

Die Schleifenimpedanz Z_S eines Steckdosenstromkreises (Schutzeinrichtung: LS-B16) wurde mit 0,9 Ω messtechnisch ermittelt. Bei der Spannungsmessungen zwischen L1 - PE ohne Belastung wurden U_1 = 232 V und mit Belastung U_2 = 221 V gemessen.

	A	B	C	D	E
I_K in A	245,56	**257,78**	12,22	80	∞

B	**257,78 A**

A8: **Kreuzen Sie an**, wie groß die Berührungsspannung ist, die der Mensch überbrückt und wie groß der Strom ist, der durch ihn fließt.

Ein Mensch mit einem Körperwiderstand von 1,5 kΩ steht auf einem Fußboden, dessen Standortwiderstand 480 Ω beträgt. Unter Missachtung der Sicherheitsregeln berührt er nach Entfernung der Abdeckung einer Schutzkontaktsteckdose mit der rechten Hand eine blanke Klemmenstelle, die im Leerlauf ein Potenzial von 230 V gegen Erde führt. Spätere Untersuchungen haben ergeben, dass der beteiligte Innenwiderstand der Anlage, einschließlich des Betriebserders der Spannungsquelle, 20 Ω beträgt.

C	**172,5 V**	**115 A**

	A	B	C	D	E
U_M in V	174,24	227,7	**172,5**	230	172,5
I_F in mA	116,16	115	**115**	153,33	0,115

A9: **Kreuzen Sie an**, wie groß die Berührungsspannung ist, die der Mensch überbrückt und wie groß der Strom ist, der durch ihn fließt.

Die Klemmenstelle des Außenleiteranschlusses einer Schutzkontaktsteckdose führt im Leerlauf gegen Erde ein Potential von 230 V. Ein Elektroinstallateur missachtet die Sicherheitsregeln, öffnet die Abdeckung der Steckdose und berührt mit der rechten Hand die Klemmstelle. Spätere Untersuchungen haben ergeben, dass der Mensch zum Zeitpunkt des elektrischen Unfalls einen Körperwiderstand von 1,5 kΩ hatte, auf einem Fußboden mit einem Standortwiderstand von 1,48 kΩ stand und der beteiligte Innenwiderstand der Anlage, einschließlich der des Betriebserders der Spannungsquelle, 20 Ω betrugt.

	A	B	C	D	E
U_M in V	115	228,47	230	**115**	230
I_F in mA	0,07667	76,67	153,33	**76,67**	76,67

A10: **Erreichen Sie** den Wert des Isolationswiderstandes und **bewerten Sie** ihn nach den in DIN VDE 0100 – 600 vorgegebenen Mindestwerten.
Kreuzen Sie die richtige Antwort **an**.

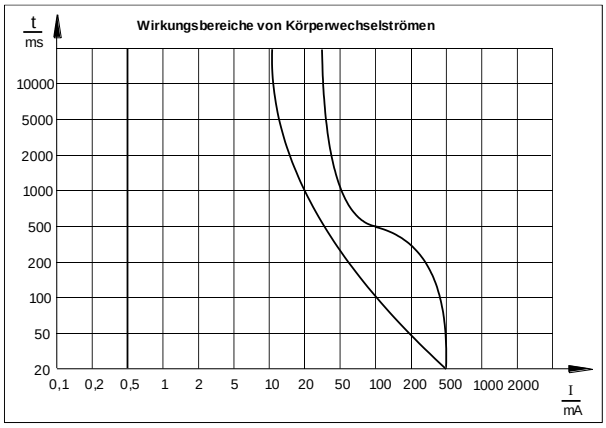
Der Isolationswiderstand zwischen einem Außenleiter und dem Schutzleiter eines TN-Systems soll gemessen werden. Es wird eine Prüfspannung von 500 V (DC) an die beiden Leiter angelegt, die einen messtechnisch ermittelten Strom mit der Stärke von 0,625 mA verursacht.

	R_{ISO} in kΩ	Der Isolationswiderstand ist …
A	∞	… in Ordnung
B	640	… nicht in Ordnung
C	800	… nicht in Ordnung, weil zu groß
D	**800**	**… nicht in Ordnung, weil zu klein**
E	800	… in Ordnung

A11: **Kreuzen Sie an**, wann die Loslassschwelle und die Flimmerschwelle überschritten wird.

Eine elektrische Anlage (BERLINER TN-System) hat eine Außenleiterspannung von 400 V/ 50 Hz. Der Netzinnenwiderstand einschließlich der des Betriebserders beträgt 3 Ω. Ein Mensch mit einem Körperwiderstand von 2,5 kΩ) überbrückt beim direkten Berühren eines Außenleiters eine Spannung von 125 V.

	Die Loslassschwelle wird …	Die Flimmerschwelle wird …
A	**… überschritten bei ungefähr 300 ms.**	**… überschritten bei etwa 1 sec.**
B	… nie überschritten.	… nie überschritten.
C	… überschritten bei ungefähr 70 ms.	… überschritten bei ungefähr 700 ms.
D	… nie überschritten, weil sofort der Tod eintritt.	… nie überschritten, weil sofort der Tod eintritt.
E	… überschritten nach ungefähr 300 ms.	… nie überschritten, weil bereits bei Tod eingetreten ist.



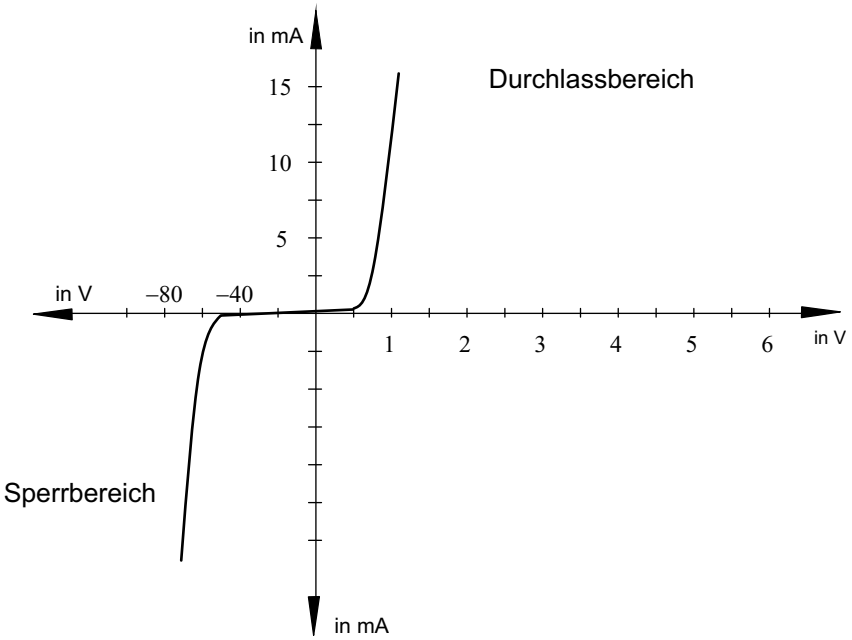
A12: **Erreichen Sie** den Wert des Isolationswiderstandes und **bewerten Sie** ihn nach den in DIN VDE 0100 – 600 vorgegebenen Mindestwerten.
Kreuzen Sie die richtige Antwort **an**.

In einem TN-System (Spannung zwischen Außenleiter gegen Außenleiter: 400 V; Außenleiterspannung gegen Erde: 230 V) soll der Isolationswiderstand zwischen einem Außenleiter und dem Schutzleiter gemessen werden. Es wird eine Prüfspannung von 500 V (DC) an die beiden Leiter angelegt, so dass zwischen ihnen ein Strom mit der Stärke von 312,5 µA fließt.

	R_{ISO} in kΩ	Der Isolationswiderstand ist …
A	**1600**	**… in Ordnung**
B	∞	… in Ordnung
C	1600	… nicht in Ordnung, weil zu groß
D	736	… nicht in Ordnung, weil zu klein
E	1280	… in Ordnung

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 5	**HS 5.2 Sicherheit von Betriebsmittel gewährleisten** Dioden- Diodenschaltungen	Name: Note: Klasse: Datum:

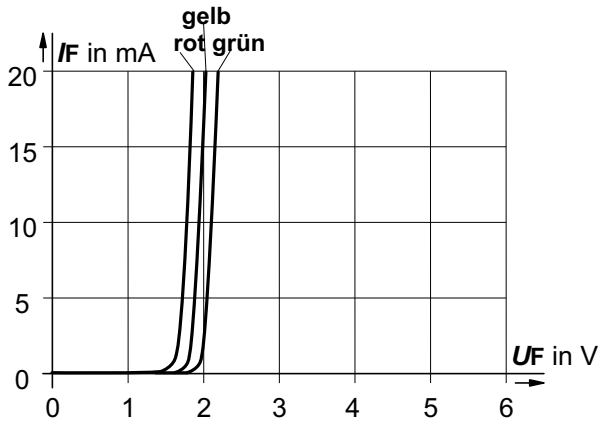
1. Bezeichnen Sie bei der gegebenen Diodenkennlinie die Achsen. Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Schleusen- , die max. Sperr- und die Durchbruchspannung. Tragen Sie die ermittelten Spannungen in das Diagramm ein.



2. Die SI- Diode mit der Diodenkennlinie in Aufgabe 1 soll in Durchlassrichtung mit einem Vorwiderstand von R = 270 Ω an eine Betriebsspannung von 4 V gelegt werden.
   a.) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild!
   b.) Zeichnen Sie in das Diagramm (in Aufgabe 1) die Widerstandskennlinie ein!
   c.) Bezeichnen Sie in Diagramm (Aufgabe 1) den sich einstellenden Arbeitspunkt der Schaltung!
   d.) Bestimmen Sie aus dem Diagramm für den Arbeitspunkt U_F, I_F !
   e.) Berechnen Sie die Leistung P_{Ap} im Arbeitspunkt.
   f.) Wie groß ist die Spannung am Vorwiderstand, wenn in die vorhandene Schaltung eine zweite SI- Diode in Reihe eingebaut wird.

3. Entwickeln Sie eine Verpolungsschutzanzeige mit zwei Leuchtdioden (LED).
Wird die Verpolungsschutzanzeige an eine Versorgungsspannung von 5V Gleichspannung angeschlossen, zeigt ...
die grüne LED richtige Polung an.
die rote LED falsche Polung an.
Die Kenndaten und -linien der LED´s sind gegeben.
a.) Berechnen Sie den Vorwiderstand bzw. die Vorwiderstände für die LED´s.
Wähle einen Widerstand aus der Normreihe E24.
b.) Zeichnen Sie den Schaltplan.

c.) Bauen Sie Schaltung im Labor auf.
Strombegrenzung auf 50 mA einstellen



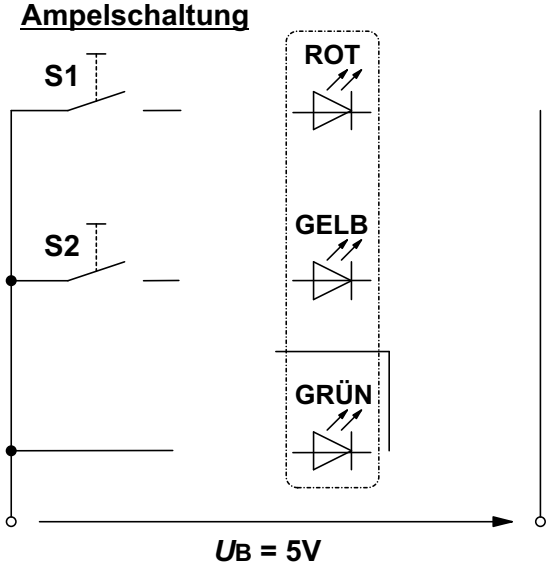
Kenndaten:
LED rot : $U_F = 1{,}8V; I_F = 10mA$
LED gelb : $U_F = 1{,}9V; I_F = 10mA$
LED grün : $U_F = 2{,}0V; I_F = 10mA$

4. Was passiert, wenn Sie die Verpolungsschutzschaltung aus Aufgabe 3 an 5V/ 50Hz anschliessen. Begründe deine Antwort!

5. Entwickeln Sie eine Ampelschaltung mit nur zwei Tastern und bestehend aus Widerständen, Dioden und LED´. Vervollständigen Sie dazu mit Bleistift den nebenstehenden Schaltplan.
Folgende Bedingungen sollen für die Ampelschaltung gelten:
S1 und S2 nicht betätigt --> grüne LED leuchtet
S1 betätigt --> Rote LED leuchtet
S2 betätigt --> Gelbe LED leuchtet.
S1 und S2 betätigt --> Gelbe u. rote LED leuchtet

Bauen Sie die Schaltung zur Kontrolle im Labor auf.

Ampelschaltung

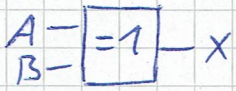


Digitale Verknüpfungen Lösung

Schaltungen und Wertetabelle ermitteln

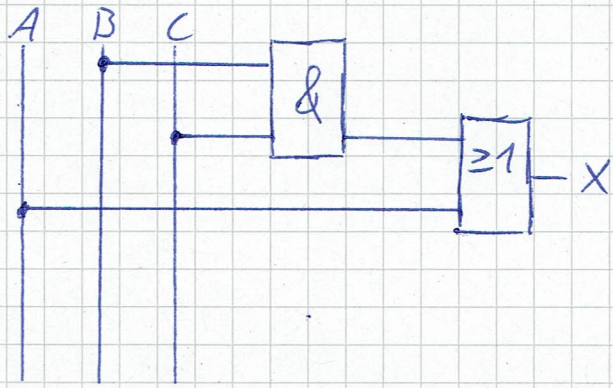
1)

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



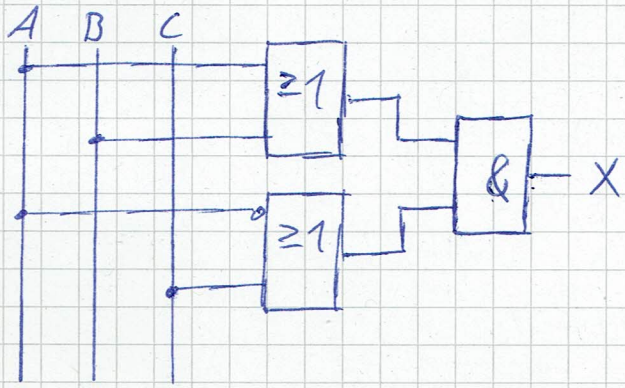
2)

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



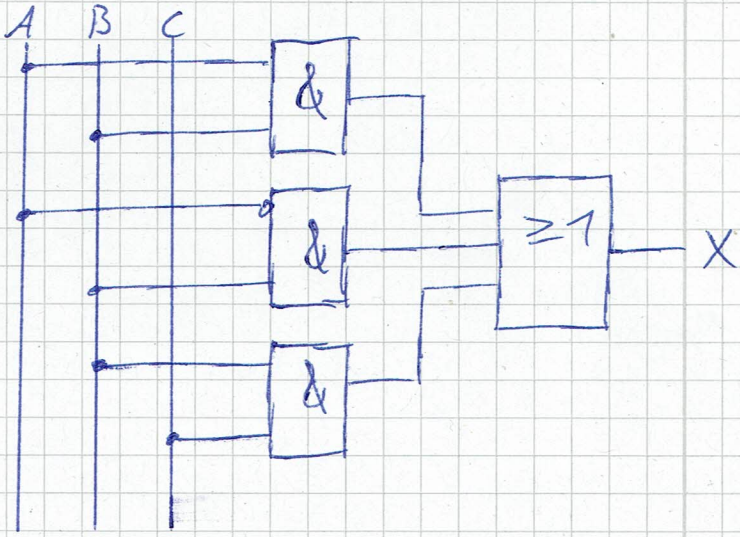
3)

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



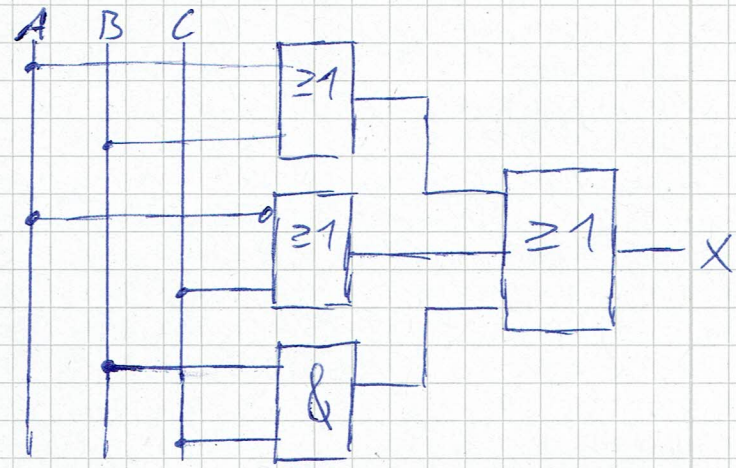
4)

A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



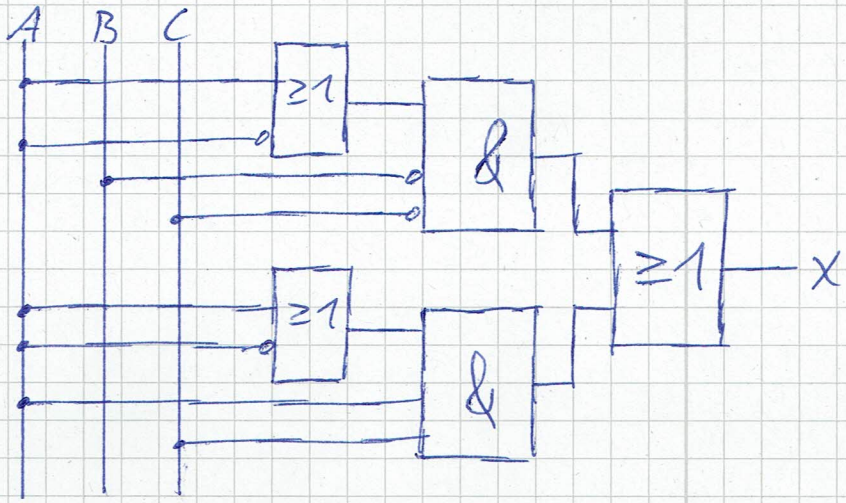
б)

A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



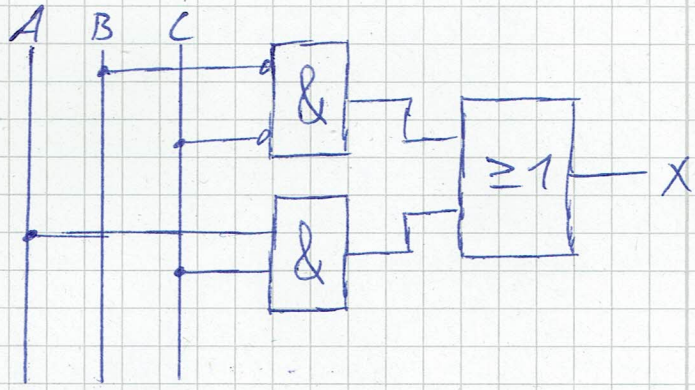
в)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



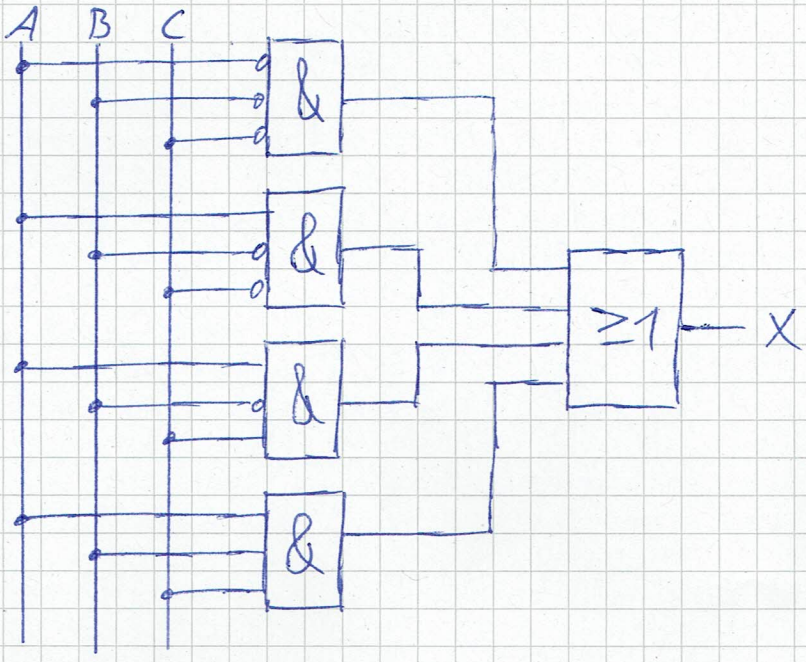
г)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



8)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**Spannungsteiler Übung**	**IE** **LF - 1**

Unbelasteter Spannungsteiler:

A1: Ein unbelasteter Spannungsteiler hat die Werte R_1 = 1,5 kΩ, R_2 = 5,5 kΩ und U = 12 V.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Spannung U_{20} im Leerlauf.

LSG: 9,43 V

A2: Der unbelastete Spannungsteiler mit den Widerständen R_1 = 25 kΩ und R_2 = 90 kΩ liegt an U = 15 V.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Leerlaufspannung U_{20}.

LSG: 11,74 V

Etwas Anspruchsvoller:

A3: Ein unbelasteter Spannungsteiler liegt an einer Spannung von 24 V.
Die Widerstande R_1 und R_2 verhalten sich wie 3:5.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Leerlaufspannung U_{20}.

LSG: 15 V

Belasteter Spannungsteiler:

A4: Ein belasteter Spannungsteiler hat R_1 = 100 Ω, R_2 = 35 Ω, R_L = 50 Ω und U = 30 V.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema a) U_2, b) I_L.

LSG: a) 5,12 V b) 0,102 A

A5: Der Spannungsteiler mit den Widerständen R 1 = 30 kΩ, R 2 = 12 kΩ und R L = 56 kΩ liegt an U = 6 V.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema:

- **a)** die Spannung am Lastwiderstand,
- **b)** den Laststrom I L und den Querstrom Iq,
- **c)** das Querstromverhältnis q.

LSG: a) 1,49 V b) 124,17 µA c) 4,7

Etwas Anspruchsvoller:

A6: Ein Spannungsteiler hat einen Gesamtwiderstand von 280 Ω und liegt an 24 V an. Er soll so eingestellt werden, dass sich die Widerstände R_1 und R_2 wie 3:1 verhalten.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema:

- **a)** die Teilwiderstände R_1 und R_2,
- **b)** die Spannung U_{20} an R_2 beim unbelasteten Spannungsteiler,
- **c)** die Spannung U_2 bei Belastung mit R_L = 200 Ω,
- **d)** den Querstrom,
- **e)** den Laststrom und
- **f)** das Querstromverhältnis.

LSG: a) 210 Ω und 70 Ω b) 6 V c) 4,75 V d) 68 mA e) 23,8 mA f) 2,9

Drehstromleitungen können symmetrisch oder unsymmetrisch belastet werden. Die Kenntnis der Belastungsart ist wichtig, da die Berechnungsmethoden von der jeweiligen Belastungsart abhängig sind.

A1: Nennen Sie die beiden Bedingungen, die eine symmetrische Belastung einer Drehstromleitung kennzeichnen.

In jeder Phase befindet sich ein Verbraucher gleicher Leistung.

Jeder Verbraucher hat den gleichen Wirkfaktor.

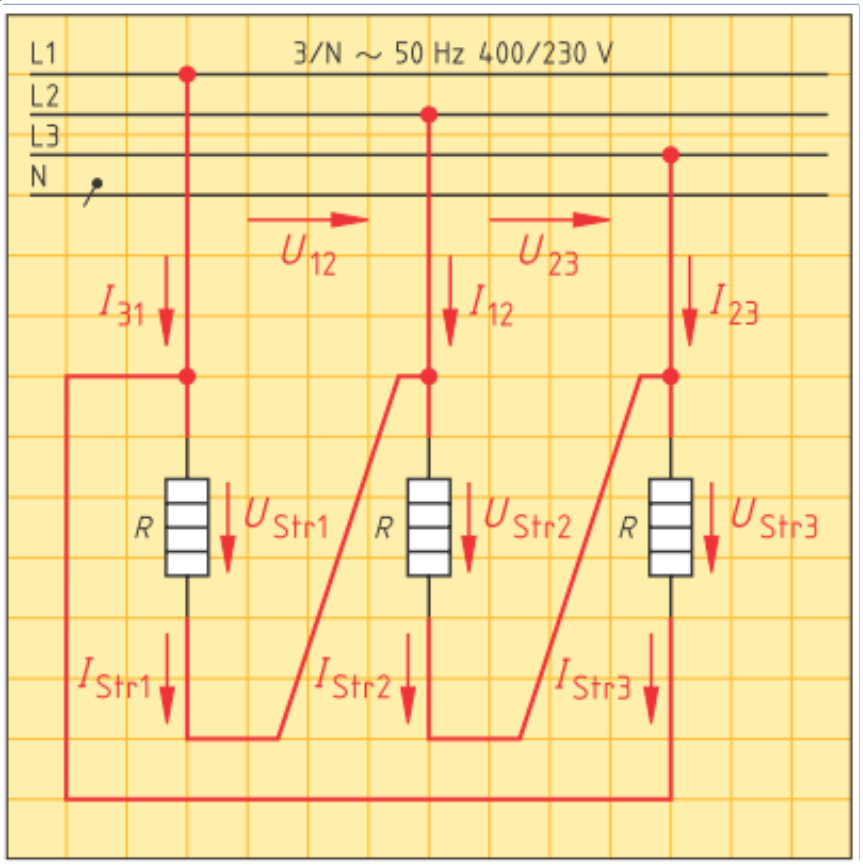


Abb. 1: Durchlauferhitzer

A2: Der Durchlauferhitzer in Abb. 1 ist ein Beispiel für symmetrische Belastung einer Drehstromleitung. **Nennen Sie** zwei weitere Beispiele für symmetrische Belastung einer Drehstromleitung.

- Drehstrommotoren
- Elektrische Raumheizung

A3: Ein elektrisches Heizgerät hat eine Leistung von 18 kW. Seine drei Heizwiderstände sind in Dreieck geschaltet und an ein Drehstromnetz 3/N ~ 50 Hz 400/230 V angeschlossen. **Zeichnen Sie** die Schaltung der drei Heizwiderstände und tragen Sie die Leiterspannung U, Die Strangspannung U_{Str}, die Leiterströme I und die Strangströme I_{Str} **ein**.



A4: **Ermitteln Sie** mithilfe der Angaben aus Aufgabe 3
a) die Leiterspannung, b) die Strangspannung, c) den Leiterstrom und d) den Strangstrom

Geg.: Drehstromnetz 3/N/PE ~ 50 Hz
400/230 V, $P = 18$ kW

Ges.: a) U, b) U_{Str}, c) I, d) I_{Str}

Lösung:

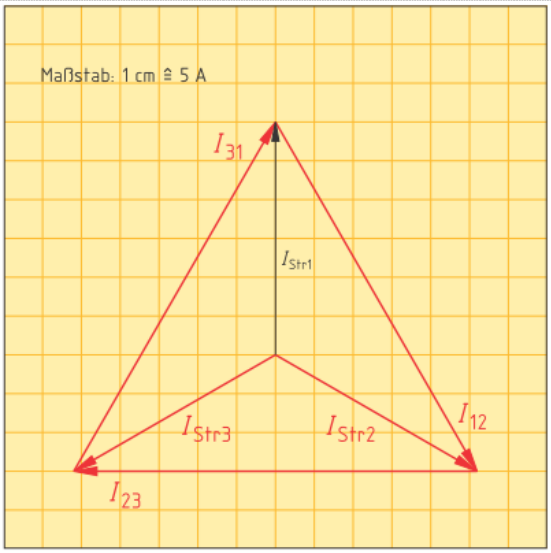
a) $U = 400\ V$

b) $U_{Str} = 230\ V$

c) $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{18\ kW}{\sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 1} = 26\ A$

d) $I_{Str} = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{26\ A}{\sqrt{3}} = 15\ A$

A5: **Zeichnen Sie** das Zeigerbild der in Aufgabe 4 berechneten Strang- und Leiterströme.



A6: **Ermitteln Sie** aus dem Zeigerbild durch geometrische Addition die Summe der Leiterströme I.

I = 0 A

A6: **Begründen Sie**, warum bei diesem Heizgerät kein Neutralleiter angeschlossen wird.

Bei symmetrischen Drehstromverbrauchern ist die Summe der Außenleiterströme gleich Null. Der Neutralleiter braucht deshalb nicht mitgeführt werden.

Symmetrische Belastung in Drehstromnetzen

Drehstromleitungen können symmetrisch oder unsymmetrisch belastet werden. Die Kenntnis der Belastungsart ist wichtig, da die Berechnungsmethoden von der jeweiligen Belastungsart abhängig sind.

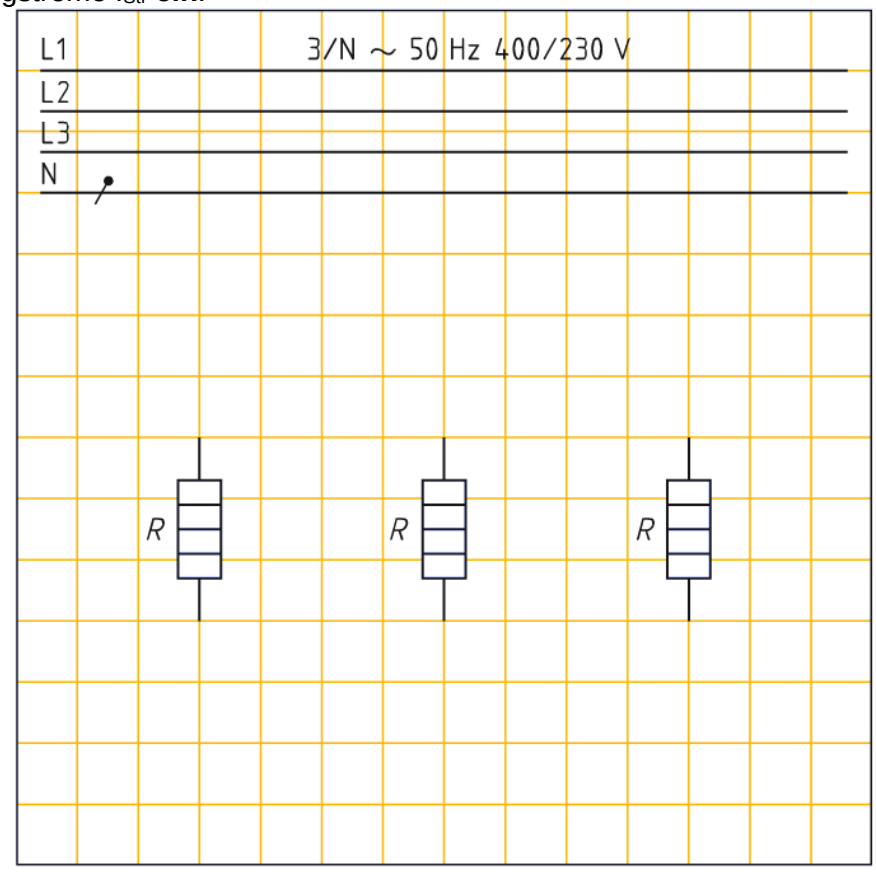
A1: Nennen Sie die beiden Bedingungen, die eine symmetrische Belastung einer Drehstromleitung kennzeichnen.



Abb. 1: Durchlauferhitzer

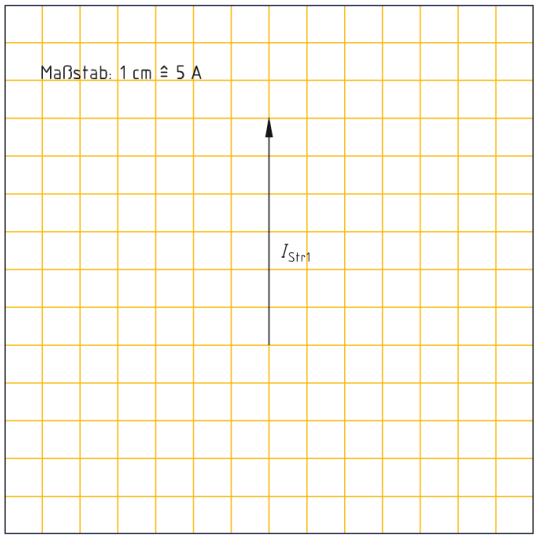
A2: Der Durchlauferhitzer in Abb. 1 ist ein Beispiel für symmetrische Belastung einer Drehstromleitung. **Nennen Sie** zwei weitere Beispiele für symmetrische Belastung einer Drehstromleitung.

A3: Ein elektrisches Heizgerät hat eine Leistung von 18 kW. Seine drei Heizwiderstände sind in Dreieck geschaltet und an ein Drehstromnetz 3/N ~ 50 Hz 400/230 V angeschlossen. **Zeichnen Sie** die Schaltung der drei Heizwiderstände und tragen Sie die Leiterspannung U, Die Strangspannung U_{Str}, die Leiterströme I und die Strangströme I_{Str} **ein**.



A4: **Ermitteln Sie** mithilfe der Angaben aus Aufgabe 3
a) die Leiterspannung, b) die Strangspannung, c) den Leiterstrom und d) den Strangstrom

A5: **Zeichnen Sie** das Zeigerbild der in Aufgabe 4 berechneten Strang- und Leiterströme.



A6: **Ermitteln Sie** aus dem Zeigerbild durch geometrische Addition die Summe der Leiterströme I.

A6: **Begründen Sie**, warum bei diesem Heizgerät kein Neutralleiter angeschlossen wird.

In Netzen werden die Wirkleistung p und die induktive Blindleistung Q_L übertragen. Als Maß dieser übertragenen Leistungen dient die Scheinleistung S, Sie ist eine reine Rechengröße. Der Verbraucher nutzt nur den Anteil der Wirkleistung. Der Wirkfaktor cos φ gibt hierbei an, wie groß die Anzahl der Wirkleistung an der übertragenen Scheinleistung ist. Rein ohmsche Verbraucher nehmen nur Wirkleistung auf, ihr Wirkfaktor ist daher immer 1.

Alle Aufgaben sind nach dem Lösungsschema auf einem <u>Extrablatt</u> zu erledigen.

A1: Ein 230 V Wechselstrommotor nimmt einen Strom von I = 5,2 A auf. Der Leistungsmesser zeigt eine Wirkleistung von 820 W an.
Ermitteln Sie a) die Scheinleistung S, **b)** den Wirkfaktor cos φ, **c)** die Blindleistung Q_L, **d)** den Wirkstrom I_W, **e)** den Blindstrom I_{bL} und **f)** die elektrische Arbeit W nach 10 Betriebsstunden.

a) $S = U \cdot I = 230\,V \cdot 5{,}2\,A = \mathbf{1196\,VA}$

b) $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{820\,W}{1196\,VA} = \mathbf{0{,}69} \Rightarrow \varphi = 46{,}72°$

c) $\varphi = 46{,}72° \Rightarrow \sin\varphi = 0{,}73$
$Q_L = S \cdot \sin\varphi = 1196\,VA \cdot 0{,}73 = \mathbf{870{,}64\,var}$

d) $I_W = I \cdot \cos\varphi = 5{,}2\,A \cdot 0{,}69 = \mathbf{3{,}59\,A}$

e) $I_{bL} = I \cdot \sin\varphi = 5{,}2\,A \cdot 0{,}73 = \mathbf{3{,}8\,A}$

f) $W = P \cdot t = 820\,W \cdot 10\,h = 8200\,Wh = \mathbf{8{,}2\,kWh}$

A2: Bei der Messung an einem Elektromotor zeigen die Messgeräte folgende Werte an: Strommesser I = 4,9 A, Spannungsmesser U = 230 V und der Leistungsmesser P = 750 W.
Berechnen Sie a) die Scheinleistung und **b)** die Blindleistung des Motors.

a) $S = U \cdot I = 230\,V \cdot 4{,}9\,A = \mathbf{1127\,VA}$

b) $Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(1127\,VA)^2 - (750\,W)^2} = \mathbf{841{,}21\,var}$

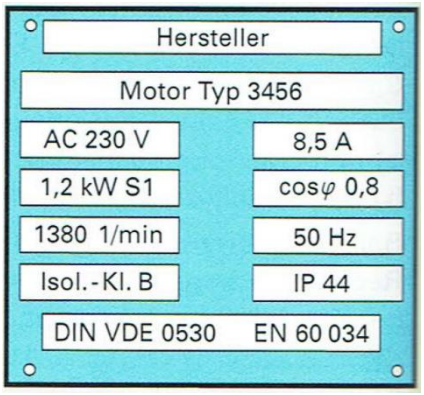
A3: Ein Notstromaggregat ist bei 228 V / 50 Hz mit 8,5 A belastet. Die Wirkleistung beträgt dabei 1,6 kW.
Berechnen Sie a) die Scheinleistung, **b)** den Wirkfaktor und **c)** die Blindleistung.

a) $S = U \cdot I = 228\,V \cdot 8{,}5\,A = \mathbf{1938\,VA}$

b) $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{1600\,W}{1938\,VA} = \mathbf{0{,}83}$

b) $Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(1938\,VA)^2 - (1600\,W)^2} = \mathbf{1093{,}55\,var}$

A4: **Berechnen Sie** aus dem Leistungsschild eines Wechselstrommotors **a)** die zugeführte Wirkleistung, **b)** den Wirkungsgrad, **c)** die Scheinleistung und **d)** die Blindleistung.



a) $P_{zu} = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 230\,V \cdot 8{,}5\,A \cdot 0{,}8 = \mathbf{1564\,W}$

b) $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{1200\,W}{1564\,W} = \mathbf{0{,}77}$

c) $S = U \cdot I = 230\,V \cdot 8{,}5\,A = \mathbf{1955\,VA}$

d) $Q_L = \sqrt{S^2 - P_{zu}^2} = \sqrt{(1955\,VA)^2 - (1564\,W)^2} = \mathbf{1173\,var}$

A5: Ein Heizkörper mit 2 kW Leistungsaufnahme und ein Einphasenmotor mit der Bemessungsleistung von 2,2 kW, cos φ = 0,74, η = 0,75 werden am 230 V Netz betrieben.
Ermitteln Sie a) die Stromaufnahme I, **b)** den Gesamtwirkfaktor cos φ, **c)** die Wirkleistung P, **d)** die Blindleistung Q_L und **e)** die elektrische Arbeit W, wenn der Motor 8 Stunden und der Heizkörper 10 Stunden im Betrieb waren.

Motor: $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \Rightarrow P_{Mzu} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{2200\,W}{0{,}75} = 2933{,}33\,W$

$\cos\varphi = \frac{P_{zu}}{S} \Rightarrow S_M = \frac{P_{zu}}{\cos\varphi} = \frac{2933{,}33\,W}{0{,}74} = 3963{,}96\,VA$

$Q_L = \sqrt{S_M^2 - P_{Mzu}^2} = \sqrt{(3963{,}96\,VA)^2 - (2933{,}33\,W)^2} = \mathbf{2666{,}19\,var}$

Gesamt:

$S = \sqrt{(P_{Mzu} + P_H)^2 + Q_L^2} = \sqrt{(2933{,}33\,W + 2000\,W)^2 + (2666{,}19\,var)^2} = 5607{,}7\,VA$

a) $I = \frac{S}{U} = \frac{5607{,}7\,VA}{230\,V} = \mathbf{24{,}38\,A}$

b) $\cos\varphi = \frac{P_{Mzu} + P_H}{S} = \frac{2933{,}33\,W + 2000\,W}{5607{,}72VA} = \mathbf{0{,}88}$

c) $P = P_{Mzu} + P_H = 2933{,}33\,W + 2000\,W = \mathbf{4933{,}33\,W}$

d) $Q_L = \sqrt{S^2 - P_{zu}^2} = \sqrt{(3{,}96\,VA)^2 - (2933{,}33\,W)^2} = \mathbf{2666{,}19\,var}$

e) $W_M = P_{Mzu} \cdot t_M = 2933{,}33\,W \cdot 8\,h = 23{,}47\,kWh$
$W_H = P_H \cdot t_H = 2000\,W \cdot 10\,h = 20\,kWh$
$W = W_M + W_H = (23{,}47 + 20)\,kWh = \mathbf{43{,}47\,kWh}$

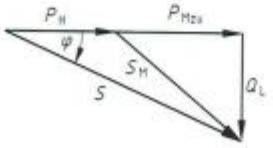


Diagramm nicht maßstabsgerecht

zu 121/4)

A6: Ein Wechselstrommotor mit dem Leistungsschild und ein Heizkörper mit P = 1 kW werden an 230 V angeschlossen.
Berechnen Sie a) den Strom I in der gemeinsamen Zuleitung und **b)** den Gesamtwirkungsfaktor cos φ.

CE	Hersteller Made in Germany	
1 ~ Mot.		
IP55	0,25 kW	cos φ 0,65
230 V	2,2 A	50 Hz
C_A 27 µF/450 V	C_B µF/ V	
2870 min^{-1}		EN 60034

a) $P_{Mzu} = U \cdot I \cdot \cos\varphi_M = 230\,V \cdot 2{,}2\,A \cdot 0{,}65 = 329\,W$
$S_M = U \cdot I = 230\,V \cdot 2{,}2\,A = 506\,VA$
$Q_L = \sqrt{S_M^2 - P_{Mzu}^2} = \sqrt{(506\,VA)^2 - (329\,W)^2} = 384\,var$
$P = P_H + P_{Mzu} = 1000\,W + 329\,W = 1329\,W$
$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2} = \sqrt{(1329\,W)^2 + (384\,var)^2} = 1383\,VA$
$I = \frac{S}{U} = \frac{1383\,VA}{230\,V} = \mathbf{6{,}01\,A}$

b) $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{1329\,W}{1383\,VA} = \mathbf{0{,}96}$

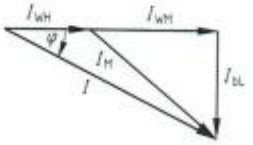


Diagramm nicht maßstabsgerecht

A7: Am 230 V / 50 Hz Netz werden zwei Wechselstrommotoren mit folgenden Daten betrieben:
Leistungsschild Motor 1: P = 1,1 kW, cos φ = 0,81, η = 0,73;
Leistungsschild Motor 2: P = 1,5 kW, I = 10,9 A, cos φ = 0,81.
Berechnen Sie a) den Strom I in der gemeinsamen Zuleitung, **b)** den Gesamtfaktor cos φ, **c)** den Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom und Spannung.

a) $P_{M1zu} = \frac{P_{M1}}{\eta_{M1}} = \frac{1100\,W}{0{,}73} = 1507\,W$

$P_{M2zu} = U \cdot I \cdot \cos\varphi_2 = 230\,V \cdot 10{,}9\,A \cdot 0{,}81 = 2031\,W$

$\cos\varphi_{M1} = 0{,}81 \Rightarrow \varphi_{M1} = 35{,}9°$

$Q_{M1} = P_{M1zu} \cdot \tan\varphi_{M1} = 1507\,W \cdot \tan 35{,}9° = 1091\,var$

$\cos\varphi_{M2} = 0{,}81 \Rightarrow \varphi_{M2} = 35{,}9°$

$Q_{M2} = P_{M2zu} \cdot \tan\varphi_{M2} = 2031\,W \cdot \tan 35{,}9° = 1470\,var$

$S = \sqrt{(P_{M1zu} + P_{M2zu})^2 + (Q_{M1} + Q_{M2})^2} =$

$= \sqrt{(1507\,W + 2031\,W)^2 + (1091\,var + 1470\,var)^2} =$

$= \sqrt{(3538\,W)^2 + (2561\,var)^2} = 4368\,VA$

$I = \frac{S}{U} = \frac{4368\,VA}{230\,V} = \mathbf{18{,}99\,A}$

b) $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P_{M1zu} + P_{M2zu}}{S} = \frac{1507\,W + 2031\,W}{4368\,VA} = \mathbf{0{,}81}$

c) $\varphi = \arccos 0{,}81 = \mathbf{35{,}9°}$

Wirk-, Blind- und Scheinleistung Übung

In Netzen werden die Wirkleistung p und die induktive Blindleistung Q_L übertragen. Als Maß dieser übertragenen Leistungen dient die Scheinleistung S, Sie ist eine reine Rechengröße. Der Verbraucher nutzt nur den Anteil der Wirkleistung. Der Wirkfaktor cos φ gibt hierbei an, wie groß die Anzahl der Wirkleistung an der übertragenen Scheinleistung ist. Rein ohmsche Verbraucher nehmen nur Wirkleistung auf, ihr Wirkfaktor ist daher immer 1.

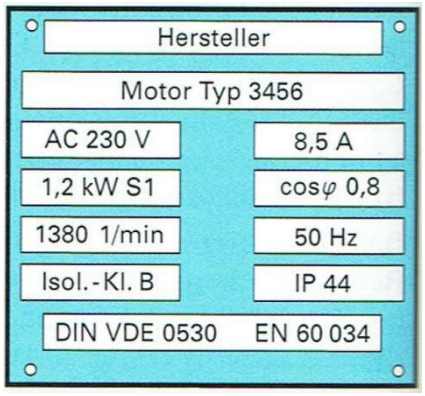
Alle Aufgaben sind nach dem Lösungsschema auf einem <u>Extrablatt</u> zu erledigen.

A1: Ein 230 V Wechselstrommotor nimmt einen Strom von I = 5,2 A auf. Der Leistungsmesser zeigt eine Wirkleistung von 820 W an.
Ermitteln Sie a) die Scheinleistung S, **b)** den Wirkfaktor cos φ, **c)** die Blindleistung Q_L, **d)** den Wirkstrom I_W, **e)** den Blindstrom I_{bL} und **f)** die elektrische Arbeit W nach 10 Betriebsstunden.

A2: Bei der Messung an einem Elektromotor zeigen die Messgeräte folgende Werte an: Strommesser I = 4,9 A, Spannungsmesser U = 230 V und der Leistungsmesser P = 750 W.
Berechnen Sie a) die Scheinleistung und **b)** die Blindleistung des Motors.

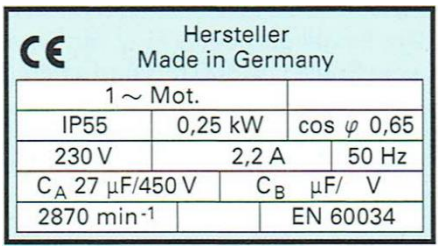
A3: Ein Notstromaggregat ist bei 228 V / 50 Hz mit 8,5 A belastet. Die Wirkleistung beträgt dabei 1,6 kW.
Berechnen Sie a) die Scheinleistung, **b)** den Wirkfaktor und **c)** die Blindleistung.

A4: **Berechnen Sie** aus dem Leistungsschild eines Wechselstrommotors **a)** die zugeführte Wirkleistung, **b)** den Wirkungsgrad, **c)** die Scheinleistung und **d)** die Blindleistung.



A5: Ein Heizkörper mit 2 kW Leistungsaufnahme und ein Einphasenmotor mit der Bemessungsleistung von 2,2 kW, cos φ = 0,74, η = 0,75 werden am 230 V Netz betrieben.
Ermitteln Sie a) die Stromaufnahme I, **b)** den Gesamtwirkfaktor cos φ, **c)** die Wirkleistung P, **d)** die Blindleistung Q_L und **e)** die elektrische Arbeit W, wenn der Motor 8 Stunden und der Heizkörper 10 Stunden im Betrieb waren.

A6: Ein Wechselstrommotor mit dem Leistungsschild und ein Heizkörper mit P = 1 kW werden an 230 V angeschlossen.
Berechnen Sie a) den Strom I in der gemeinsamen Zuleitung und **b)** den Gesamtwirkungsfaktor cos φ.



A7: Am 230 V / 50 Hz Netz werden zwei Wechselstrommotoren mit folgenden Daten betrieben:
Leistungsschild Motor 1: P = 1,1 kW, cos φ = 0,81, η = 0,73;
Leistungsschild Motor 2: P = 1,5 kW, I = 10,9 A, cos φ = 0,81.
Berechnen Sie a) den Strom I in der gemeinsamen Zuleitung, **b)** den Gesamtfaktor cos φ, **c)** den Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom und Spannung.

Kondensator, Spule mit Widerstand Lösung

RL-Reihenschaltung

1)

$$\cos\varphi = \frac{U_w}{U} \Rightarrow U = \frac{U_w}{\cos\varphi} = \frac{120\ V}{\cos 60°} = \frac{120\ V}{0{,}5} = \mathbf{240\ V}$$

$$U_{bL} = \sqrt{U^2 - U_w^2} = \sqrt{(240\ V)^2 - (120\ V)^2} = \sqrt{43200\ V^2} = \mathbf{208\ V}$$

2)

a) $Z = \frac{U}{I} = \frac{230\ V}{6{,}8\ A} = \mathbf{33{,}8\ \Omega}$

b) $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(33{,}8\ \Omega)^2 - (26\ \Omega)^2}$

$X_L = \sqrt{466{,}4\ \Omega^2} = \mathbf{21{,}6\ \Omega}$

c) $L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2\pi \cdot f} = \frac{21{,}6\ \Omega}{2\pi \cdot 50\ Hz} = \mathbf{68{,}8\ mH}$

d) $U_w = R \cdot I = 26\ \Omega \cdot 6{,}8\ A = \mathbf{177\ V}$

e) $U_{bL} = X_L \cdot I = 21{,}6\ \Omega \cdot 6{,}8\ A = \mathbf{147\ V}$

Bonus Reihenschaltung von zwei realen Spulen

a) $R = R_1 + R_2 = 20\ \Omega + 10\ \Omega = \mathbf{30\ \Omega}$

b) $X_{L1} = \omega \cdot L_1 = 2 \cdot \pi \cdot 50\ s^{-1} \cdot 0{,}02\ H = 6{,}28\ \Omega$; $X_{L2} = \omega \cdot L_2 = 15{,}7\ \Omega$

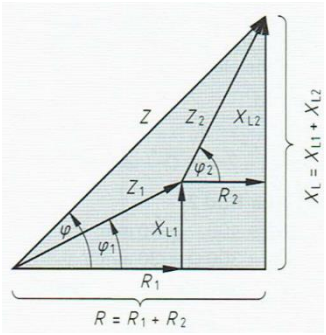
$X_L = X_{L1} + X_{L2} = 6{,}28\ \Omega + 15{,}7\ \Omega = \mathbf{22\ \Omega}$

c) $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{20^2\ \Omega^2 + 6{,}28^2\ \Omega^2} = \mathbf{21\ \Omega}$

$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{10^2\ \Omega^2 + 15{,}7^2\ \Omega^2} = \mathbf{18{,}6\ \Omega}$

d) $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{30^2\ \Omega^2 + 22^2\ \Omega^2} = \sqrt{1384\ \Omega^2} = \mathbf{37{,}2\ \Omega}$

e) $I = \frac{U}{Z} = \frac{230\ V}{37{,}2\ \Omega} = \mathbf{6{,}18\ A}$ f) $\tan\varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{22\ \Omega}{30\ \Omega} = 0{,}73 \Rightarrow \varphi = \mathbf{36{,}3°}$



RC-Reihenschaltung

3)

a) Maßstab: 1 cm ≙ 6 V

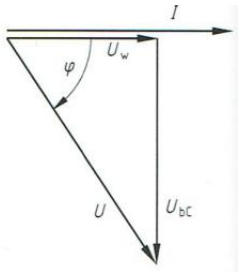
U ≙ 3,6 cm;

$\Rightarrow \mathbf{U = 21{,}6\ V}$

$\varphi = \mathbf{56°}$

b) $U = \sqrt{U_w^2 + U_{bC}^2} = \sqrt{12^2 V^2 + 18^2 V^2} = \mathbf{21{,}6\ V}$

$\tan\varphi = \frac{U_{bC}}{U_w} = \frac{18\ V}{12\ V} = 1{,}5 \Rightarrow \varphi = \mathbf{56{,}3°}$



4)

a) Maßstab: 1 cm ≙ 30 V

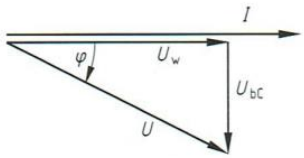
U_{bC} ≙ 14 mm; $\mathbf{U_{bC} = 42\ V}$

U ≙ 31 mm; $\mathbf{U = 93\ V}$

b) $\tan\varphi = \frac{U_{bC}}{U_w} \Rightarrow U_{bC} = U_w \cdot \tan\varphi$

$U_{bC} = 83\ V \cdot \tan 27° = \mathbf{42{,}3\ V}$

$U = \sqrt{U_w^2 + U_{bC}^2} = \sqrt{83^2 V^2 + 42{,}3^2 V^2} = \mathbf{93{,}2\ V}$



zu 106/2.a)

RL-Parallelschaltung

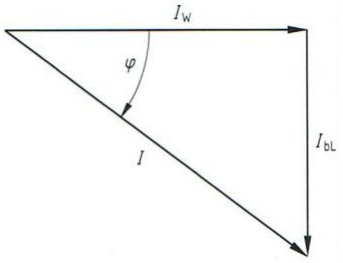
5) a) Maßstab: 1 cm ≙ 50 mA
I ≙ 50 mm
I = 250 mA
φ = 37°

b) $I = \sqrt{I_w^2 + I_{bL}^2} = \sqrt{(200\ mA)^2 + (150\ mA)^2}$

$I = \sqrt{62500\ (mA)^2} = \mathbf{250\ mA}$

$\tan\varphi = \frac{I_{bL}}{I_w} = \frac{150\ mA}{200\ mA} = 0{,}75$

$\varphi = \mathbf{36{,}9°}$

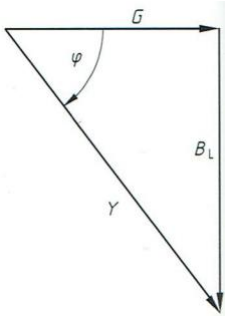


zu 110/1.a)

6) a) Maßstab: 1 cm ≙ 9 mS
G ≙ 30 mm
G = 27 mS
φ = 53°

b) $G = \sqrt{Y^2 - B_L^2} = \sqrt{(45\ mS)^2 - (36\ mS)^2} = \sqrt{729\ (mS)^2} = \mathbf{27\ mS}$

$\sin\varphi = \frac{B_L}{Y} = \frac{36\ mS}{45\ mS} = 0{,}8 \Rightarrow \varphi = \mathbf{53{,}1°}$



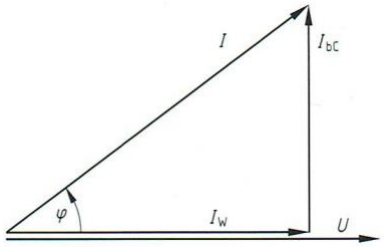
RC-Parallelschaltung

7) a) Maßstab: 1 cm ≙ 50 mA
I ≙ 5 cm
I = 250 mA
φ = 37°

b) $I = \sqrt{I_w^2 + I_{bC}^2}$

$I = \sqrt{(200\ mA)^2 + (150\ mA)^2} = \mathbf{250\ mA}$

$\tan\varphi = \frac{I_{bC}}{I_w} = \frac{150\ mA}{200\ mA} = 0{,}75 \Rightarrow \varphi = \mathbf{36{,}9°}$



8) a) $\tan\varphi = \frac{I_{bC}}{I_w} = \frac{2{,}5\ A}{1{,}8\ A} = 1{,}389 \Rightarrow \varphi = \mathbf{54{,}2°}$

b) $I = \sqrt{I_w^2 + I_{bC}^2} = \sqrt{(1{,}8\ A)^2 + (2{,}5\ A)^2} = 3{,}08\ A; \quad I'_w = \frac{I_w}{2} = \frac{1{,}8\ A}{2} = 0{,}9\ A$

$I' = \sqrt{I'^2_w + I_{bC}^2} = \sqrt{(0{,}9\ A)^2 + (2{,}5\ A)^2} = 2{,}66\ A; \quad 2{,}66\ A \triangleq \frac{100\% \cdot 2{,}66\ A}{3{,}08\ A} = 86{,}3\%$

Prozentuale Verringerung = 100% − 86,3% = **13,7%**

Lösen Sie die Aufgaben auf einem Extrablatt.

RL-Reihenschaltung

1) Eine Spule hat einen Phasenverschiebungswinkel φ = 60° zwischen der Gesamtspannung U und dem Strom I. Die Wirkspannung beträgt 120 V. **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema U und U_{bL}.
2) Eine Spule mit einem Wirkwiderstand von 26 Ω nimmt an 230 V / 50 Hz einen Strom von 6,8 A auf. **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema a) den Scheinwiderstand, b) den induktiven Blindwiderstand, c) die Induktivität, d) die Wirkspannung und e) die Blindspannung.

Bonus Reihenschaltung von zwei realen Spulen

In einer Reihenschaltung dürfen gleichartige Widerstände, z.B. Wirkwiderstände, arithmetisch addiert werden. Die geometrische Summe des Gesamtwiderstandes R und des induktiven Gesamtblindwiderstandes X_L ergibt den Gesamtscheinwiderstand Z.

Eine Spule mit einem Wirkwiderstand von 20 Ω und einer Induktivität von 0,02 H liegt in Reihe zu einer Spule mit einem Wirkwiderstand von 10 Ω und einer Induktivität von 0,05 H an 230 V 50 Hz. **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema a) den gesamten Wirkwiderstand R, b) den gesamten Blindwiderstand X_L, c) die Scheinwiderstände der Spulen Z_1 und Z_2, die Stromstärke I und f) den Phasenverschiebungswinkel φ. **Zeichnen Sie** das Zeigerbild zu der Reihenschaltung.

RC-Reihenschaltung

3) An einer Reihenschaltung von Kondensator und Wirkwiderstand werden folgende Spannungen gemessen U_W = 12 V, U_{bC} = 18 V. **Ermitteln Sie** a) zeichnerisch und b) nach Lösungsschema die Gesamtschema U und den Phasenverschiebungswinkel φ zwischen U_W und U.
4) Die Wirkspannung in einer Reihenschaltung beträgt 83 V. Mit dem Oszilloskop wurde eine Phasenverschiebung von 27° zwischen Wirk- und Gesamtspannung festgestellt. **Bestimmen Sie** zeichnerisch und nach dem Lösungsschema die Blindspannung U_{bC} und die Gesamtspannung U.

RL-Parallelschaltung

5) In einer Parallelschaltung aus einem Wirkwiderstand R und einem induktiven Blindwiderstand X_L betragen der Wirkstrom I_W = 200 mA und der Blindstrom I_{bL} = 150 mA. **Bestimmen Sie** nach dem Lösungsschema den Gesamtstrom I und den Phasenverschiebungswinkel φ. Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse zeichnerisch.
6) Eine Induktivität mit einem Blindleitwert B_L = 36 mS und ein Wirkwiderstand sind parallel geschaltet. Der Scheinleitwert der Schaltung beträgt Y = 45 mS. **Bestimmen Sie** nach dem Lösungsschema den Wirkleitwert und den Phasenverschiebungswinkel. **Weißen Sie** die Richtigkeit Ihrer Ergebnisse zeichnerisch **nach**.

RC-Parallelschaltung

7) Ein verlustfreier Kondensator und ein Wirkwiderstand sind parallel geschaltet. Im Widerstandszeig fließt ein Wirkstrom von I_W = 200 mA und im Kondensatorzweig ein Blindstrom von I_{bC} = 150 mA. **Bestimmen Sie** nach dem Lösungsschema a) zeichnerisch und b) rechnerisch den Gesamtstrom I und den Phasenverschiebungswinkel φ.
8) Ein Kondensator liegt parallel zu einem Wirkwiderstand. Der Wirkstrom beträgt 1,8 A der kapazitive Blindstrom 2,5 A. **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema a) die Phasenverschiebung zwischen Wirkstrom und Gesamtstrom. b) Um wieviel Prozent verringert sich der Gesamtstrom, wenn der Wirkwiderstand verdoppelt wird?

Name: *Klasse:*

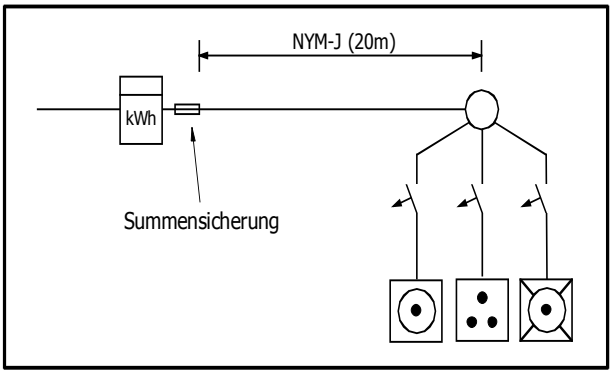
Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** Lernfeld 2	**Kenntnisse festigen**

An einen Wechselstromkreis sind jeweils über je einen Endstromkreis
- 1 Waschmaschine (230 V / 3200 W)
- 1 Elektroherdplatte (1-flammig; 230 V / 800 W)
- 1 Geschirrspüler (230 V / 3100 W)

geschaltet (siehe Installationsplan).

Die Endstromkreise sind mit LS- B 16 abgesichert. Die Steigeleitung, die den Stromkreisverteiler mit dem Zählerplatz verbindet, ist eine 20 m lange 3-adrige NYM- J.



Lösen Sie die folgenden Aufgaben in Partnerarbeit.

1. Ermitteln Sie für Dauerbetrieb aller 3 Geräte die Stärke des tatsächlich durch die Steigeleitung fließenden Stromes. Gehen Sie bei den Berechnungen von der Bemessungsspannung 230V aus.

2. Welcher Normquerschnitt muss für die Steigeleitung gemäß des errechneten Wertes von Aufgabe 1 in der Verlegeart C (Umgebungstemperatur 30 °C) verwendet werden?

Laut DIN 18015 und TAB darf der Spannungsfall über der Leitung vom Zähler bis zu den Verbrauchern 3% der Bemessungsspannung nicht überschreiten.
Wegen der Endstromkreisleitungen (niedrigerer Querschnitt, aber wesentlich geringere Leitungslänge) wird als höchster relativer Spannungsfall über der Steigeleitung vereinbarungsgemäß von 2% ausgegangen.

3. Ermitteln Sie auf Basis dieser Spannungsfallvorgabe den zu verwendenden Normleiterquerschnitt der Steigeleitung. Wählen Sie die Bemessungsstromstärke der Summensicherung aus.

Name: *Klasse:*

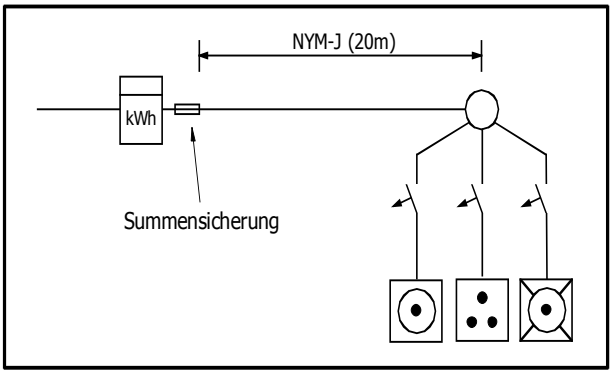
Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** Lernfeld 2	**Kenntnisse festigen**

An einen Wechselstromkreis sind jeweils über je einen Endstromkreis
- 1 Waschmaschine (230 V / 3200 W)
- 1 Elektroherdplatte (1-flammig; 230 V / 800 W)
- 1 Geschirrspüler (230 V / 3100 W)

geschaltet (siehe Installationsplan).

Die Endstromkreise sind mit LS- B 16 abgesichert. Die Steigeleitung, die den Stromkreisverteiler mit dem Zählerplatz verbindet, ist eine 20 m lange 3-adrige NYM- J.



Lösen Sie die folgenden Aufgaben in Partnerarbeit.

a) $I_{Hk} = \frac{P}{U}$

I_{WM} = 13,91 A I_H = 3,48 A I_{GS} = 13,48 A

$I_{ges} = I_{WM} + I_H + I_{GS}$ = 30,87 A

---

b) $I_{ges} \sim 30$ A ⇨ **q_n = 4 mm²**

Gemäß der Belastung der Leitung wäre ein Querschnitt von 4 mm² ausreichend, aber...

---

c) $q_r = \frac{2 \cdot l \cdot I_g \cdot 100\%}{\chi \cdot U \cdot 2\%}$ = **4,79 mm²** ⇨ **NYM-J 3x6**

... unter Beachtung des Spannungsfalls ist ein Querschnitt von mindestens 6 mm² auszuwählen.

Bei Berücksichtigung von anderen an diesen Außenleiter angeschlossenen Verbrauchern und wegen Schaffung von Reserven ist es zweckmäßig, einen größeren Querschnitt (10²) zu verwenden.

---

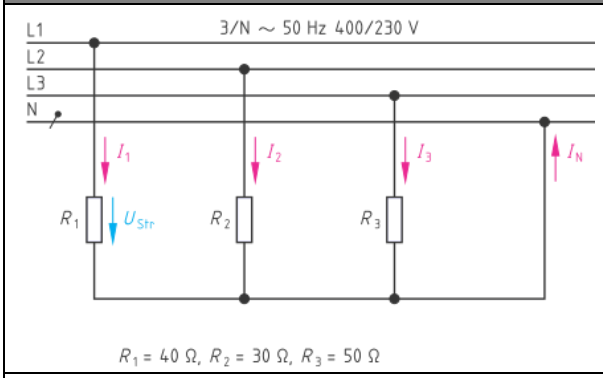
d) **I_n = 35 A**

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** LF - 5	**Unsymmetrisch Last in Drehstromnetzen Lösung**

Unsymmetrische Belastung in Drehstromnetzen kommt am häufigsten vor. Es können sowohl die Widerstandswerte als auch die Wirkfaktoren cos φ in den drei Außenleitern unterschiedliche Werte annehmen.

A1: **Lösen Sie** die folgenden Aufgaben für eine Stern- und eine Dreieckschaltung, wenn bei gleichem Wirkfaktor cos φ = 1 die Verbraucher in den drei Außenleitern unterschiedliche Widerstandswerte haben.

a) Sternschaltung



$R_1 = 40\ \Omega,\ R_2 = 30\ \Omega,\ R_3 = 50\ \Omega$

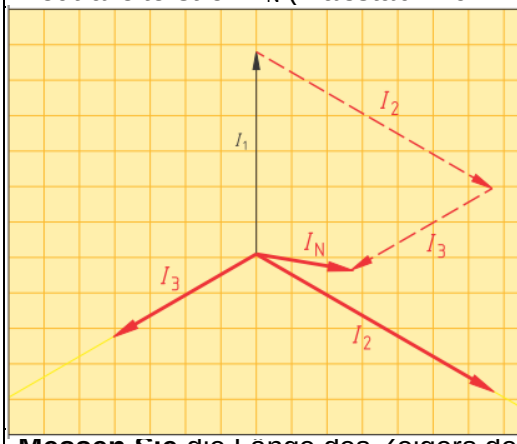
Berechnen Sie die drei Leiterströme I_1, I_2 und I_3.

$$I_1 = \frac{U_{Str}}{R_1} = \frac{230\ V}{40\ \Omega} = 5{,}75\ A$$

$$I_2 = \frac{U_{Str}}{R_2} = \frac{230\ V}{30\ \Omega} = 7{,}6\ A$$

$$I_3 = \frac{U_{Str}}{R_3} = \frac{230\ V}{50\ \Omega} = 4{,}6\ A$$

Zeichnen Sie das Zeigerbild der drei Leiterströme und **konstruieren Sie** durch geometrische Addition den Neutralleiterstrom I_N (Maßstab: 1 cm ≙ 2 A).

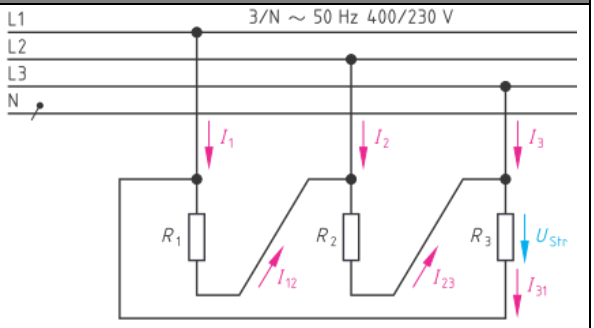


Messen Sie die Länge des Zeigers des Neutralleiterstromes I_N und **berechnen Sie** daraus seinen Wert.

Länge: l = 1,4 cm

Wert: I_N = 2,8 A

b) Dreieckschaltung



$R_1 = 40\ \Omega,\ R_2 = 25\ \Omega,\ R_3 = 35\ \Omega$

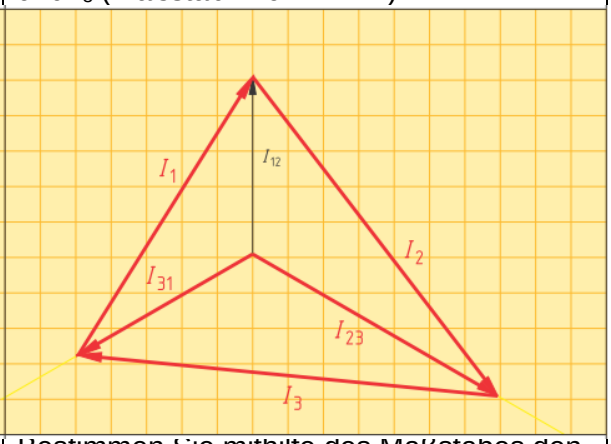
Berechnen Sie die drei Strangströme I_{12}, I_{23} und I_{31}.

$$I_{12} = \frac{U_{Str}}{R_1} = \frac{400\ V}{40\ \Omega} = 10\ A$$

$$I_{23} = \frac{U_{Str}}{R_2} = \frac{400\ V}{25\ \Omega} = 16\ A$$

$$I_{31} = \frac{U_{Str}}{R_3} = \frac{400\ V}{35\ \Omega} = 11{,}4\ A$$

Zeichnen Sie das Zeigerbild der drei Strangströme und **konstruieren Sie** durch geometrische Addition die Leiterströme I_1, I_2 und I_3 (Maßstab: 1 cm ≙ 4 A).



Bestimmen Sie mithilfe des Maßstabes den Wert der Leiterströme I_1, I_2 und I_3.

I_1 = 18,8 A

I_2 = 22,8 A

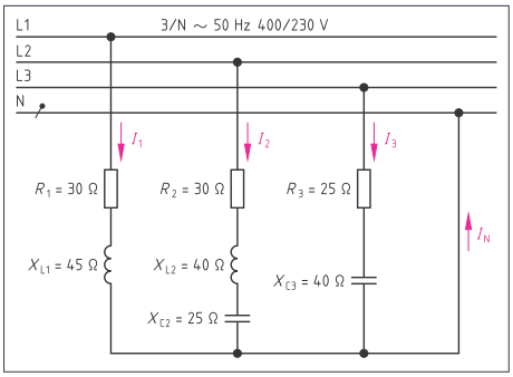
I_3 = 24 A

A2: **Erklären Sie** a) unsymmetrische, gleichartige Last und b) unsymmetrische, ungleichartige Last.

a) Die drei Strangwiderstände des Drehstromnetzes haben unterschiedliche Widerstandswerte und gleiche Wirkfaktoren cos φ.

b) Die drei Strangwiderstände des Drehstromnetzes haben unterschiedliche Widerstandswerte und unterschiedliche Wirkfaktoren cos φ.

A3: **Bestimmen Sie** rechnerisch für jeden Strang die Scheinwiderstände Z_1, Z_2 und Z_3 der abgebildeten Sternschaltung bei unsymmetrischer Belastung.



Lösung:

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_{L1}^2} = \sqrt{(30\ \Omega)^2 + (45\ \Omega)^2} = \mathbf{54{,}1\ \Omega}$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (X_{L2} - X_{C2})^2} = \sqrt{(30\ \Omega)^2 + (40\ \Omega - 25\ \Omega)^2} = \mathbf{33{,}5\ \Omega}$$

$$Z_3 = \sqrt{R_3^2 + X_{C3}^2} = \sqrt{(25\ \Omega)^2 + (40\ \Omega)^2} = \mathbf{47{,}2\ \Omega}$$

A4: **Ermitteln Sie** rechnerisch mit den Werten aus Aufgabe 3 a) die Ströme I_1, I_2 und I_3, b) die Wirkfaktoren cos φ_1, cos φ_2 und cos φ_3 und c) die Phasenverschiebungswinkel φ_1, φ_2 und φ_3.

a)

$$I_1 = \frac{U_{Str1}}{Z_1} = \frac{230\ V}{54{,}1\ \Omega} = \mathbf{4{,}25\ A}$$

$$I_2 = \frac{U_{Str2}}{Z_2} = \frac{230\ V}{33{,}5\ \Omega} = \mathbf{6{,}87\ A}$$

$$I_3 = \frac{U_{Str3}}{Z_3} = \frac{230\ V}{47{,}2\ \Omega} = \mathbf{4{,}87\ A}$$

b)

$$\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{Z_1} = \frac{30\ \Omega}{54{,}1\ \Omega} = \mathbf{0{,}555}$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2} = \frac{30\ \Omega}{33{,}5\ \Omega} = \mathbf{0{,}896}$$

$$\cos\varphi_3 = \frac{R_3}{Z_3} = \frac{25\ \Omega}{47{,}2\ \Omega} = \mathbf{0{,}53}$$

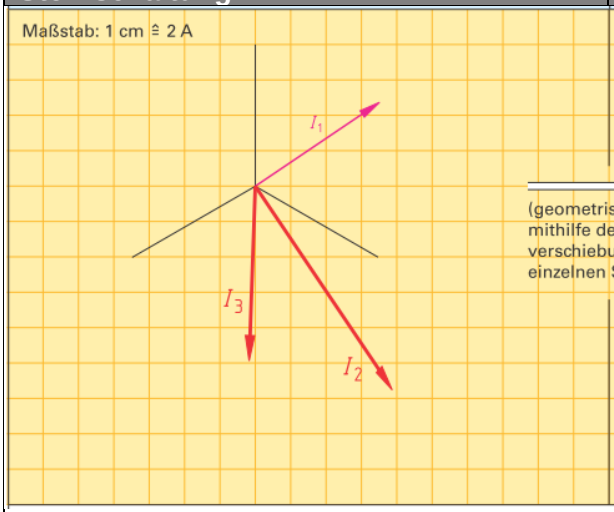
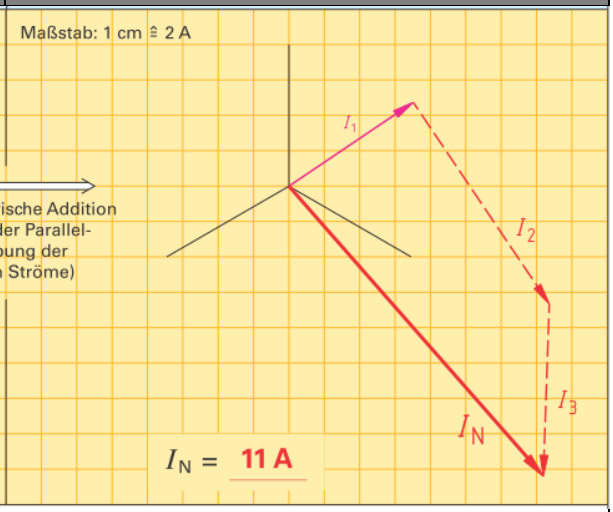
c)

$$\varphi_1 = \mathbf{56°}$$

$$\varphi_2 = \mathbf{26°}$$

$$\varphi_3 = \mathbf{-58°}$$

A5: a) **Zeichnen Sie** das Zeigerbild der Ströme in Sternschaltung entsprechend Aufgabe 4.
b) **Ermitteln Sie** geometrisch den Neutralleiterstrom I_N.
c) **Geben Sie** die Längen I_1, I_2, I_3 und I_N der gezeichneten Ströme **an**.

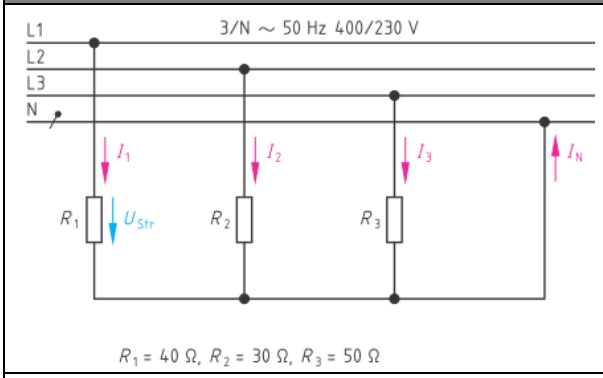
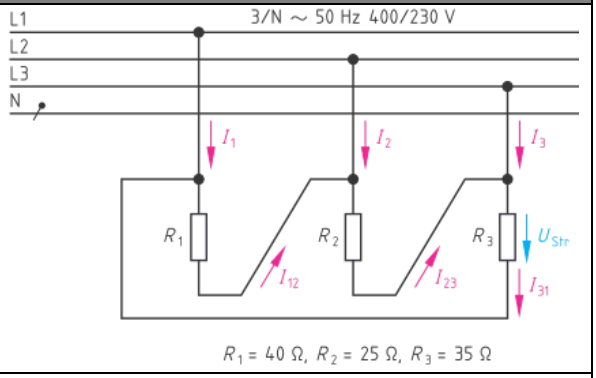
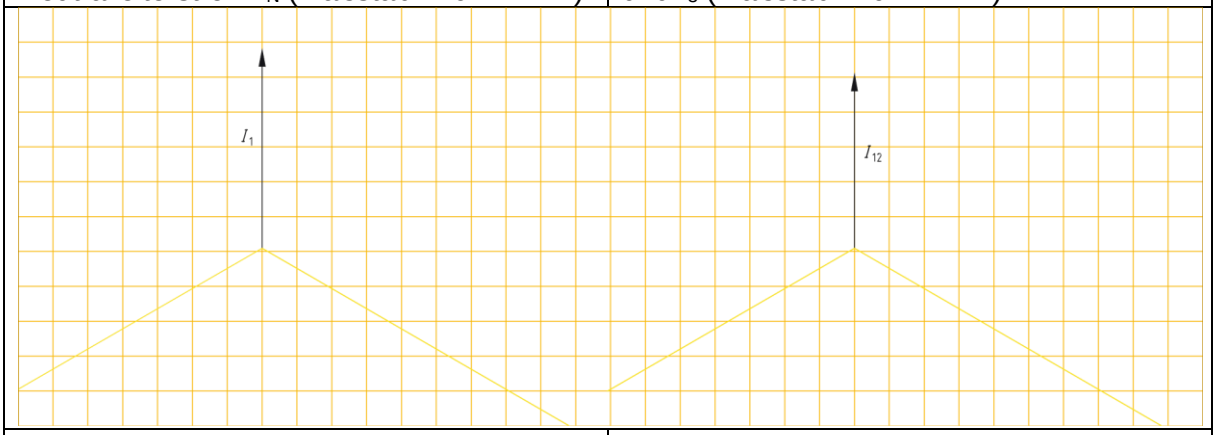
a) Strang- bzw. Leiterströme der Sternschaltung	b) Strom im N-Leiter der Sternschaltung
	

c) $l_1 = 2{,}13$ cm, $l_2 = 2{,}3$ cm, $l_3 = 2{,}44$ cm, $l_N = 5{,}45$ cm

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** LF - 5	**Unsymmetrisch Last in Drehstromnetzen**

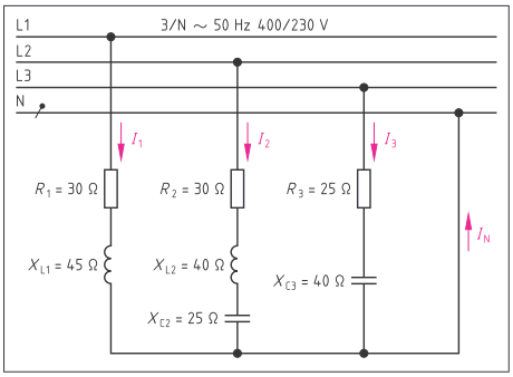
Unsymmetrische Belastung in Drehstromnetzen kommt am häufigsten vor. Es können sowohl die Widerstandswerte als auch die Wirkfaktoren cos φ in den drei Außenleitern unterschiedliche Werte annehmen.

A1: **Lösen Sie** die folgenden Aufgaben für eine Stern- und eine Dreieckschaltung, wenn bei gleichem Wirkfaktor cos φ = 1 die Verbraucher in den drei Außenleitern unterschiedliche Widerstandswerte haben.

a) Sternschaltung	**b) Dreieckschaltung**
 $R_1 = 40\ \Omega,\ R_2 = 30\ \Omega,\ R_3 = 50\ \Omega$	 $R_1 = 40\ \Omega,\ R_2 = 25\ \Omega,\ R_3 = 35\ \Omega$
Berechnen Sie die drei Leiterströme I_1, I_2 und I_3.	**Berechnen Sie** die drei Strangströme I_{12}, I_{23} und I_{31}.
Zeichnen Sie das Zeigerbild der drei Leiterströme und **konstruieren Sie** durch geometrische Addition den Neutralleiterstrom I_N (Maßstab: 1 cm ≙ 2 A).	**Zeichnen Sie** das Zeigerbild der drei Strangströme und **konstruieren Sie** durch geometrische Addition die Leiterströme I_1, I_2 und I_3 (Maßstab: 1 cm ≙ 4 A).
	
Messen Sie die Länge des Zeigers des Neutralleiterstromes I_N und **berechnen Sie** daraus seinen Wert. *Länge*: l = *Wert*: I_N =	Bestimmen Sie mithilfe des Maßstabes den Wert der Leiterströme I_1, I_2 und I_3. I_1 = I_2 = I_3 =

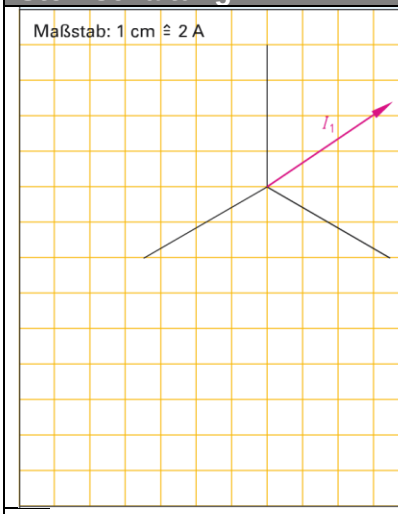
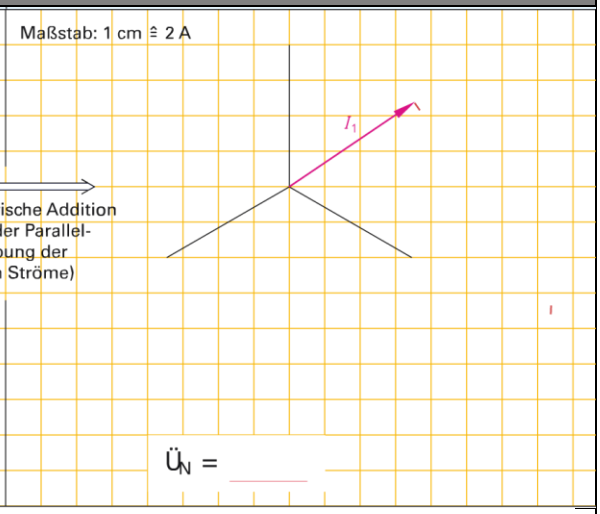
A2: **Erklären Sie** a) unsymmetrische, gleichartige Last und b) unsymmetrische, ungleichartige Last.

A3: **Bestimmen Sie** rechnerisch für jeden Strang die Scheinwiderstände Z_1, Z_2 und Z_3 der abgebildeten Sternschaltung bei unsymmetrischer Belastung.



A4: **Ermitteln Sie** rechnerisch mit den Werten aus Aufgabe 3 a) die Ströme I_1, I_2 und I_3, b) die Wirkfaktoren cos φ_1, cos φ_2 und cos φ_3 und c) die Phasenverschiebungswinkel φ_1, φ_2 und φ_3.

A5: a) **Zeichnen Sie** das Zeigerbild der Ströme in Sternschaltung entsprechend Aufgabe 4.
b) **Ermitteln Sie** geometrisch den Neutralleiterstrom IN.
c) **Geben Sie** die Längen I_1, I_2, I_3 und I_N der gezeichneten Ströme **an**.

a) Strang- bzw. Leiterströme der Sternschaltung	b) Strom im N-Leiter der Sternschaltung
	
c) I_1 = , I_2 = , I_3 = , I_N =	

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**Mathematik**	**Berechnungen an Wechselstromkreisen** **Anwendungsaufgaben**	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

1. Ein asiatischer Konsumgüterhersteller wollte Kaffeemaschinen für den nordamerikanischen Markt herstellen (Netzspannung $110V_{AC}$).
   In dieser Kaffeemaschine kam zum Anzeigen des Betriebszustandes eine Kontrolllampe (110V; 1,5W) zum Einsatz.

   Aufgrund politischer Einflussnahme wurde der Auftrag nicht erteilt.
   Der Hersteller möchte deshalb die Kaffeemaschinen für den europäischen Markt umrüsten.

   Um die Kontrolllampen nicht wegschmeißen zu müssen, beschließt der Hersteller, eine Spannungsanpassung an das europäische Stromnetz ($230V_{AC}$, 50Hz) mittels Reihenschaltung mit einem Kondensator zu realisieren.

   a) **Skizzieren Sie** die Schaltung (Lampe und Kondensator mit allen gegebenen und gesuchten Größen)!
   b) **Berechnen Sie**
      - den Widerstand der Lampe
      - den Stromfluss durch die Lampe
      - den Scheinwiderstand dieser Schaltung (ohne Heizwicklung der Kaffeemaschine)
      - den kapazitiven Blindwiderstand und die Kapazität des Kondensators
   c) **Geben Sie** den Effektivwert der Mindestspannungsfestigkeit des Kondensators **an**!

   Zusatzfrage:
   Welche sehr einfache Möglichkeit könnte der Kaffeemaschinenhersteller nutzen, um auch die Heizplatten für den europäischen Markt weiter verwenden zu können?

2. An eine Spannungsquelle (5V, 1kHz) sind ein Widerstand und eine Spule in Reihe angeschlossen.
   Weiterhin sind folgende Größen bekannt:
   Blindwiderstand = 1696,5Ω; Phasenverschiebungswinkel = 60°

   a) **Skizzieren Sie** die Schaltung mit allen gegebenen und gesuchten Größen!
   b) **Berechnen Sie**
      - die Spannungen U_R, U_L und die Stromstärke I
      - die Widerstände R und Z
      - die Leistungen P, Q und S!

Auf-gabe	
1b	R_H=8,066kΩ; I=13,64mA; Z= 16,87kΩ; X_C=14,813kΩ; C =214,9nF; U_C=202V
1c	U_{Cmin}=202V
2b	U_R=2,5V; U_L=4,3V ; I=2,6mA; R=980Ω; Z= 1959,2Ω; P=6,5mW; Q=11,18mvar; S=13mVA

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	Mathematik	Berechnen einer RC- Reihenschaltung Anwendungsaufgabe	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

1. Ein asiatischer Konsumgüterhersteller wollte Kaffeemaschinen für den nordamerikanischen Markt herstellen (Netzspannung $110V_{AC}$).
   In dieser Kaffeemaschine kam zum Anzeigen des Betriebszustandes eine Kontrolllampe (110V; 1,5W) zum Einsatz.

   Aufgrund politischer Einflussnahme wurde der Auftrag nicht erteilt.
   Der Hersteller möchte deshalb Kaffeemaschinen für den europäischen Markt herstellen.

   Um die Kontrolllampen nicht wegschmeißen zu müssen, beschließt der Hersteller, eine Spannungsanpassung an das europäische Stromnetz ($230V_{AC}$, 50Hz) mittels Reihenschaltung mit einem Kondensator zu realisieren.

   a) **Skizzieren Sie** die Schaltung (Lampe und Kondensator mit allen gegebenen und gesuchten Größen)!
   b) **Berechnen Sie**
      - den Widerstand der Lampe
      - den Stromfluss durch die Lampe
      - den Scheinwiderstand dieser Schaltung (ohne Heizwicklung der Kaffeemaschine)
      - den kapazitiven Blindwiderstand und die Kapazität des Kondensators
   c) **Geben Sie** die Mindestspannungsfestigkeit des Kondensators **an**!

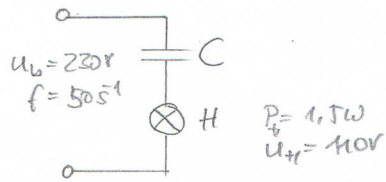
   Zusatzfrage:
   Welche sehr einfache Möglichkeit könnte der Kaffeemaschinenhersteller nutzen, um auch die Heizplatten für den europäischen Markt weiter verwenden zu können?

18:34

geg: $U_H = 110V$; $P_H = 1,5W$
$U_b = 230V$; $f = 50Hz = 50s^{-1}$

ges.: a) Schaltung
b) R_H, I, Z, X_C, C
c) $U_{C\,min}$

a)



Lösung:

b) $R_H = \frac{U_H^2}{P_H} = \frac{(110V)^2}{1,5W}$

$R_H = 8,06\overline{6}\,k\Omega$

$I = \frac{U_H}{R_H} = \frac{110V}{8,06\overline{6}\,k\Omega}$

$I = 13,6\overline{3}\,mA$

$Z = \frac{U_b}{I} = \frac{230V}{13,63mA}$

$Z = 16,8\overline{6}\,k\Omega$

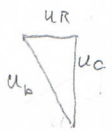
$X_C = \sqrt{Z^2 - R^2}$

$X_C = \sqrt{(16,8\overline{6}k\Omega)^2 - (8,06\overline{6}k\Omega)^2}$

$X_C = 14,813\,k\Omega$

$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50s^{-1} \cdot 14813\Omega}$

$C = 214,89\,nF$



$U_C = \sqrt{U_b^2 - U_R^2}$

$= \sqrt{(230V)^2 - (110V)^2}$

$U_C = 202\,V$

c) Die Mindestspannungsfestigkeit beträgt $U_C = 202V$.

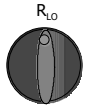
Zusatzaufgabe:
Durch das Hinzufügen einer Diode wird nur jede zweite Halbwelle genutzt. Dadurch reduziert sich U_{eff} an der Heizplatte um 50% und die Platte kann weiter genutzt werden.

18:49

mit dem Prüfgerät arbeiten

1. Durchgängigkeit des Schutzleiters

Anlage spannungsfrei, Abdeckungen entfernen

Drehschalter: 

Anschluß: rote und grüne Buchsen

Kompensation
der Messleitungen: ZERO mindestens 2 s betätigen

Messung:

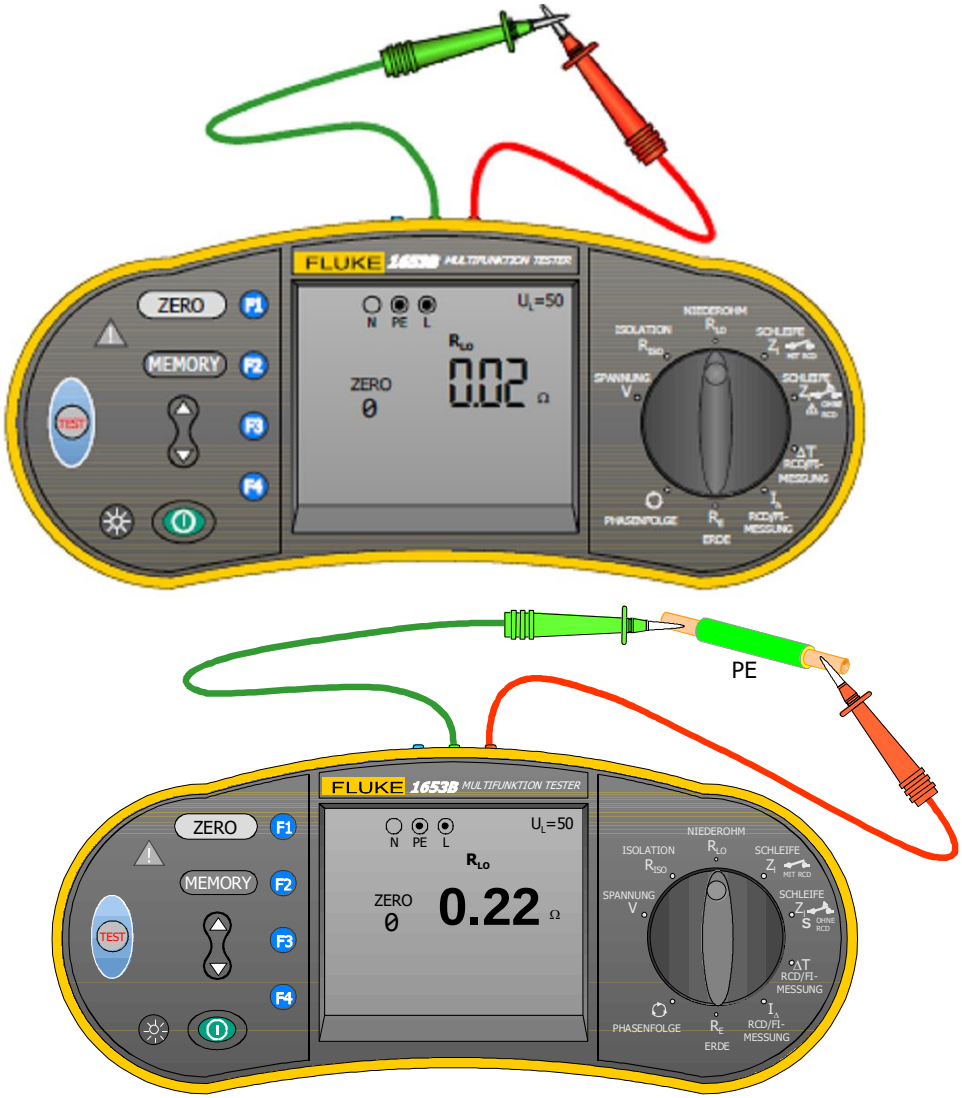
Schutzleiter, einschließlich der Schutzpotentialausgleichsleiter über die Haupterdungsschiene und der Leiter des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs

TEST betätigen

Bewertung:

Grenzwert: **nicht festgelegt**
(abhängig von Leiterlänge, Leiterquerschnitt und Leitermaterial)

erwarteter Wert: deutlich unter 1 Ω



2. Isolationsmessung

Anlage spannungsfrei, Abdeckungen schließen, LS offen, blaue Brücke bei TN-C-S-System entfernen

Drehschalter: 

Anschluß: rote und grüne Buchsen

Prüfspannung: (F4) 500 V einstellen

50 V
100 V
250 V
500 V
1000 V

Messung:

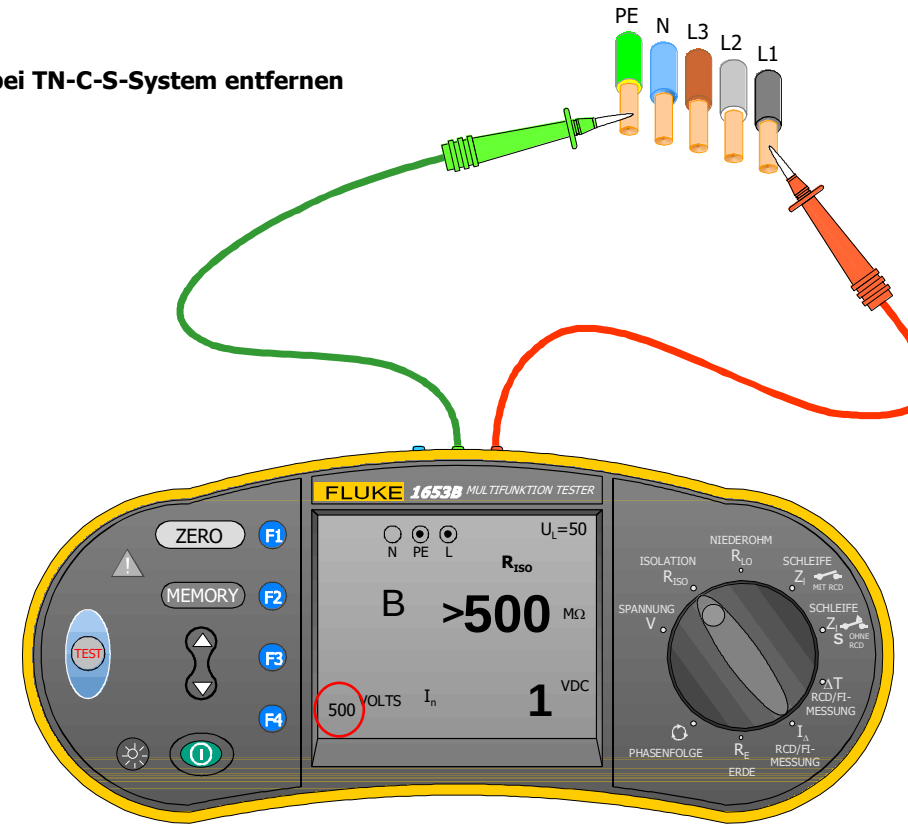
alle **L - PE** und **N - PE**

(TEST) betätigen

Bewertung:

Grenzwert: **≥ 1 MΩ**

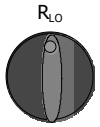
erwarteter Wert: deutlich über 1 MΩ



Messung zwischen allen Leitern (L -> N, L -> PE, N -> PE).

3. Schleifenimpedanz (bei Anlagen ohne RCD)

LS schließen, blaue Brücke bei TN-C-S-System hinzufügen, **Spannung einschalten**

Drehschalter: 

Anschluß: rote, güne und blaue Messleitungen oder Schukostecker mit ZERO-Adapter

Kompensation der Messleitungen: ZERO mindestens 2 s betätigen

---

Drehschalter: 

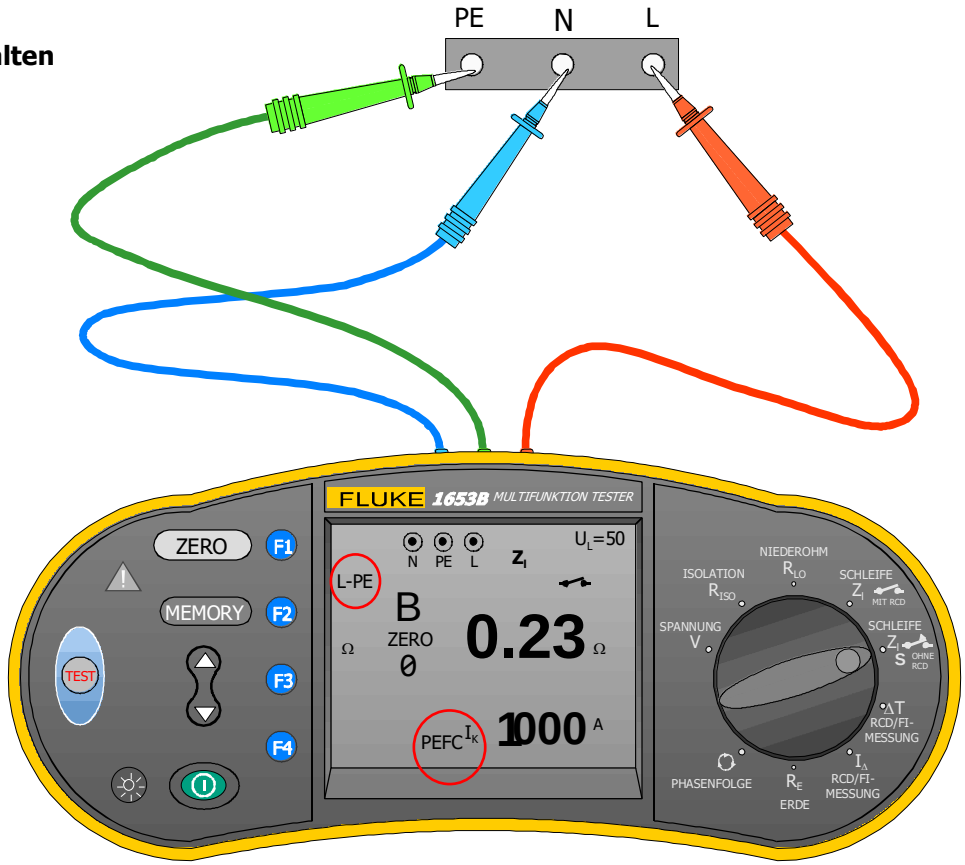
Anschluß: rote, güne und blaue Messleitungen oder Schukostecker

Messung:

F1 **L-PE** einstellen

TEST betätigen

L-PE -> PEFC I_K
(Prospective Earth Fault Current), unbeeinflusster Erdschlussstrom
L-N -> PSC IK
(Prospective Short Circuit), voraussichtlicher Kurzschlussstrom



Bewertung:

Grenzwert:

$$Z_S \leq \frac{2 \cdot U_0}{3 \cdot n \cdot I_{n\ \text{ÜSE}}}$$

oder

$$I_K \geq \frac{3}{2} \cdot n \cdot I_{n\ \text{ÜSE}}$$

(n - anhängig von Auslösecharakteristik)

erwarteter Wert: möglichst klein (in Berlin ≈ 1 Ω)

4. RCD Messung (Messung von Abschaltstrom, Auslösezeit und Berührungsspannung)

Drehschalter:  ΔT s

Anschluß: rote, güne und blaue Messleitungen oder Schukostecker

F1 **$I_{\Delta N}$** (Bemessungsdifferenzstrom auswählen)

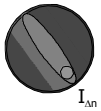
F2 **x1** (Prüfstrommultiplikator einstellen)

F3 ⎍ (Form des RCD-Prüfstromes einstellen)

F4 **0°** (Phasenwinkel auswählen)

Messung:

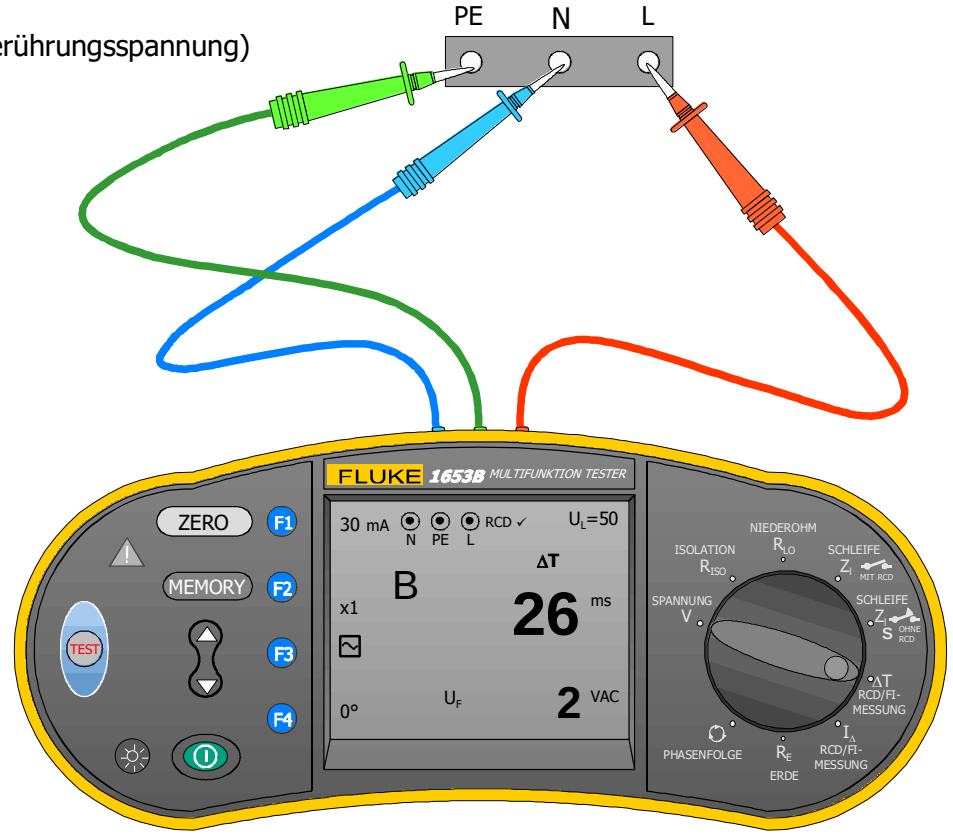
TEST betätigen → Auslösezeit

Drehschalter: 

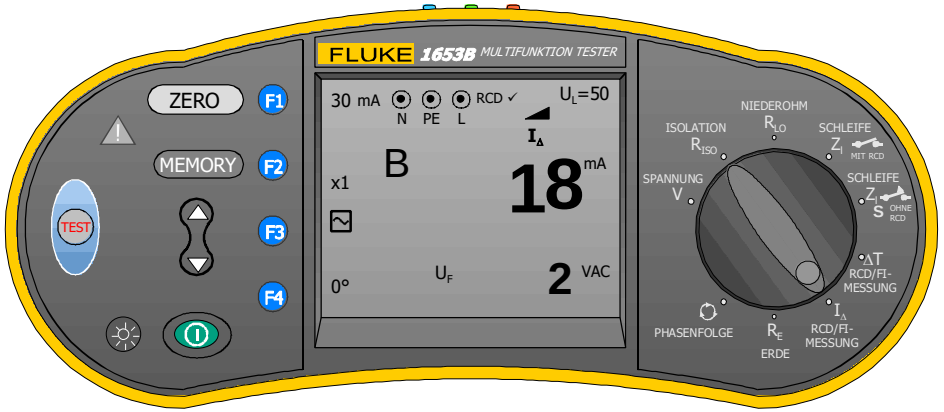
TEST betätigen → Auslösestrom

Bewertung:

Grenzwerte:	**t ≤ 400 ms**	**U_T ≤ 50 V**	**I_Δ = 0,5 ... 1 · $I_{\Delta n}$**
erwartete Werte:	ca. 40 ms	≈ 0 V	etwa $\frac{2}{3} \cdot I_{\Delta n}$

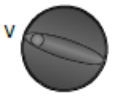


Anschlüsse s.O.



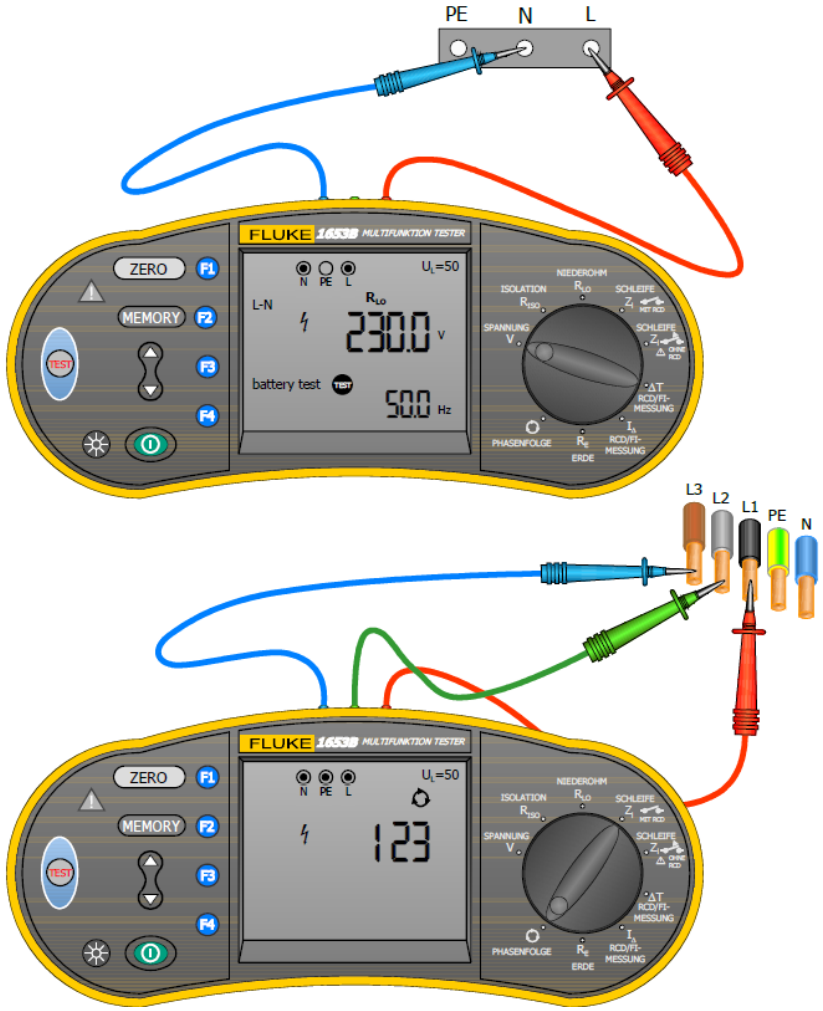
weitere Messungen:

für Spannung und Frequenzmessung:

Drehschalter: 

Anschluß: zwei beliebige Buchsen (rot, grün oder blau)
oder Schukostecker

F1 betätigen, um die Spannungsanzeige zwischen L-PE, L-N und N-PE umzuschalten



für Drehfeldmessung:

Drehschalter: 

Anzeige bei Messung:

- 123 für korrekte Phasenfolge (Rechtsdrehfeld),
- 321 für umgekehrte Phasenfolge (Linksdrehfeld),
- Bindestriche (---) an Stelle von Zahlen, falls die Spannung außerhalb des Eingangsbereiches liegt (oder kein Drehstromsystem) erkannt wird

Übersetzung der Spannung

Die Ausgangswicklung eines Transformators hat $N_2 = 84$, die Eingangswicklung $N_1 = 1610$ Windungen. Die Ausgangsspannung beträgt $U_2 = 12$ V.

Berechnen Sie:

a) die Eingangsspannung U_1 und
b) das Übersetzungsverhältnis ü.

a) $U_1 = \frac{N_1 \cdot U_2}{N_2} = \frac{1610 \cdot 12\,V}{84} = \mathbf{230\,V}$ b) $ü = \frac{U_1}{U_2} = \frac{230\,V}{12\,V} = \mathbf{19{,}17};\quad ü = \mathbf{19{,}2:1}$

Übersetzung der Stromstärke

Ein Klingeltransformator mit einem Übersetzungsverhältnis ü = 9,2 : 1 und der Eingangsspannung $U_1 = 230$ V nimmt einen Strom $I_1 = 540$ mA auf.

Berechnen Sie:

a) den Ausgangsstrom I_2 und
b) die Ausgangsspannung U_2.

a) $ü = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \mathbf{I_2} = I_1 \cdot ü = 0{,}54\,A \cdot 9{,}2 = \mathbf{5\,A}$ b) $\mathbf{U_2} = \frac{U_1}{ü} = \frac{230\,V}{9{,}2} = \mathbf{25\,V}$

Transformatorhauptgleichung

Ein Transformator hat einen Eisenkern von 30 mm x 30 mm. Der Eisenfüllfaktor beträgt $f_{Fe} = 0{,}9$.

Berechnen Sie:

a) den Kernquerschnitt A_K und
b) den nutzbaren Eisenquerschnitt A_{FE}.

a) $\mathbf{A_K} = 30\,mm \times 30\,mm = 900\,mm^2 = \mathbf{9\,cm^2}$
b) $\mathbf{A_{Fe}} = A_K \cdot f_{Fe} = 900\,mm^2 \cdot 0{,}9 = 810\,mm^2 = \mathbf{8{,}1\,cm^2}$

Wirkungsgrad von Transformatoren

Ein 300 kVA Transformator hat eine Eisenverlustleistung P_{vFe} = 2 kW und eine Wicklungsverlustleistung P_{vWi} = 6,5 kW. Der Wirkfaktor beträgt $cos\ \varphi_2$ = 0,6. Der Transformator ist im Jahr 5000 Stunden voll belastet und das ganze Jahr ununterbrochen in Betrieb.

Ermitteln Sie:

a) den Wirkungsgrad η
b) und den Jahreswirkungsgrad η_J (Jahresarbeitsgrad).

a) $P_{ab} = S_2 \cdot \cos\varphi_2 = 300\ \text{kVA} \cdot 0{,}6 = 180\ \text{kW}$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{ab} + P_{vFe} + P_{vWi}} = \frac{180\ \text{kW}}{180\ \text{kW} + 2\ \text{kW} + 6{,}5\ \text{kW}} = \mathbf{0{,}95}$$

b) $W_J = S_2 \cdot \cos\varphi_2 \cdot t_B = 300\ \text{kVA} \cdot 0{,}6 \cdot 5000\ \text{h} = 900000\ \text{kWh} = 900\ \text{MWh}$

$W_{Fe} = P_{vFe} \cdot t_E = 2\ \text{kW} \cdot 365 \cdot 24\ \text{h} = 17520\ \text{kWh} = 17{,}52\ \text{MWh}$

$W_{Wi} = P_{vWi} \cdot t_B = 6{,}5\ \text{kW} \cdot 5000\ \text{h} = 32500\ \text{kWh} = 32{,}5\ \text{MWh}$

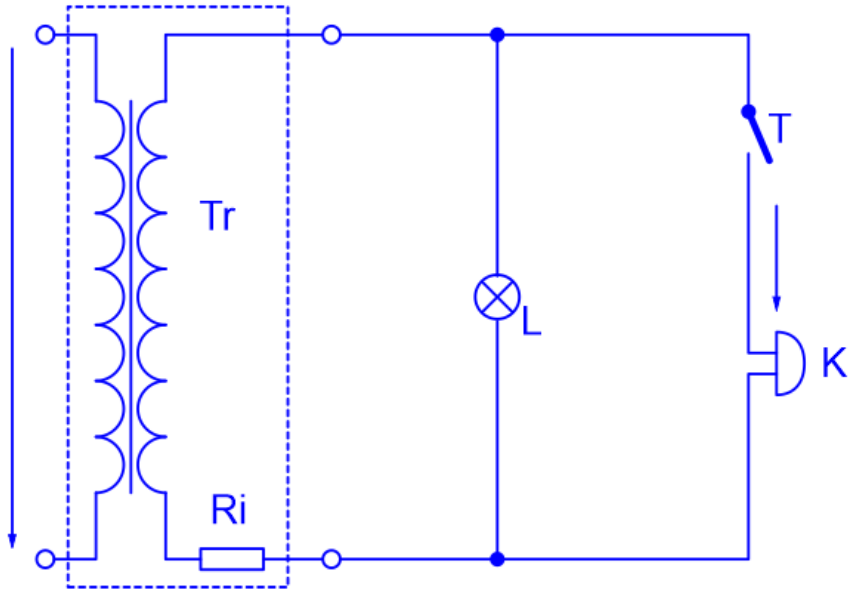
$$\eta_J = \frac{W_J}{W_J + W_{Fe} + W_{Wi}} = \frac{900\ \text{MWh}}{900\ \text{MWh} + 17{,}52\ \text{MWh} + 32{,}5\ \text{MWh}} = \mathbf{0{,}95}$$

Klingeltransformator

Ein Mehrfamilienhaus hat am Hauseingang beleuchtete Klingelschilder und in der Wohnung eine kleine Klingel.

Zeichnen Sie den Stromlaufplan für die Schaltung.

Hinweis: Innenwiderstand des Transformators nicht vergessen!



Übersetzung des Widerstandes

Ein Lautsprecher mit dem Scheinwiderstand (Impedanz) $Z_2 = 4\ \Omega$ soll mit einem Übertrager an den Ausgang eines Verstärkers angeschlossen werden, der für eine Belastung mit einer Impedanz $Z_1 = 16\ \Omega$ ausgelegt ist.

Berechnen Sie die Windungszahl N_2 welche der Übertrager ausgangsseitig haben muss, wenn die Eingangsseite $N_1 = 1200$ Windungen hat.

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \Rightarrow \mathbf{N_2} = N_1 \cdot \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} = 1200 \cdot \sqrt{\frac{4\ \Omega}{16\ \Omega}} = N_2 = \mathbf{600}$$

Übersetzung der Spannung

$$\ddot{U} = \frac{U_1}{U_2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

U_1	Leerlaufspannung der Eingangsseite (Primärseite)
U_2	Leerlaufspannung der Ausgangsseite (Sekundärseite)
N_1	Windungszahl der Eingangswicklung
N_2	Windungszahl der Ausgangswicklung
ü	Übersetzungsverhältnis

Die Ausgangswicklung eines Transformators hat N_2 = 84, die Eingangswicklung N_1 = 1610 Windungen. Die Ausgangsspannung beträgt U_2 = 12 V.

Berechnen Sie:

a) die Eingangsspannung U_1 und
b) das Übersetzungsverhältnis ü.

Übersetzung der Stromstärke

$$S_1 = S_2$$

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

$$\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

ü	Übersetzungsverhältnis
U_1	Eingangsspannung
U_2	Ausgangsspannung
N_1	Windungszahl der Eingangswicklung
N_2	Windungszahl der Ausgangswicklung
I_1	Eingangsstrom
I_2	Ausgangsstrom
S_1	Aufgenommene Scheinleistung
S_2	Abgegebenen Scheinleistung

Ein Klingeltransformator mit einem Übersetzungsverhältnis ü = 9,2 : 1 und der Eingangsspannung U_1 = 230 V nimmt einen Strom I_1 = 540 mA auf.

Berechnen Sie:

a) den Ausgangsstrom I_2 und
b) die Ausgangsspannung U_2.

Transformatorhauptgleichung

Die Transformatorhauptgleichung wendet man zur Berechnung der Spannungen oder der Windungszahlen eines unbelasteten Transformators an, wenn der Eisenquerschnitt und die magnetische Flussdichte im Transformatorenkern gegeben sind.

$$A_{Fe} = A_K \cdot f_{Fe}$$
$$U_0 = 4{,}44 \cdot \hat{B} \cdot A_{Fe} \cdot f \cdot N$$
$$[U_0] = T \cdot m^2 \cdot Hz = \frac{Vs \cdot m^2}{m^2 \cdot s} = V$$

U_0	Leerlaufspannung (Effektivwert)
$\hat{B}$	Magnetische Flussdichte (Scheitelwert)
F	Frequenz
N	Windungszahl
A_{Fe}	Eisenquerschnitt
A_K	Kernquerschnitt (gemessen)
f_{Fe}	Eisenfüllfaktor

Ein Transformator hat einen Eisenkern von 30 mm x 30 mm. Der Eisenfüllfaktor beträgt f_{Fe} = 0,9.

Berechnen Sie:

a) den Kernquerschnitt A_K und
b) den nutzbaren Eisenquerschnitt A_{FE}.

Wirkungsgrad von Transformatoren

$$P_v = P_{zu} - P_{ab}$$
$$P_{zu} = P_{ab} + P_{vFe} + P_{vWi}$$
$$P_{zu} = U_1 \cdot I_1 \cdot cos\ \varphi_1 = S_1 \cdot cos\ \varphi_1$$
$$P_{ab} = U_2 \cdot I_2 \cdot cos\ \varphi_2 = S_2 \cdot cos\ \varphi_2$$
$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_{ab}}{P_{ab} + P_{vFe} + P_{vWi}}$$
$$\eta_J = \frac{W_J}{W_J + W_{Fe} + W_{Wi}}$$
$$W_J = U_2 \cdot I_2 \cdot cos\ \varphi_2 \cdot t_B$$
$$W_{Fe} = P_{vFe} \cdot t_E; W_{Wi} = P_{vWi} \cdot t_B$$

η	Wirkungsgrad
P_{ab}	Abgegebene Leistung
P_{zu}	Zugeführte Leistung
P_{vFe}	Eisenverlustleistung
P_{vWi}	Wicklungsverlustleistung
S_1	Zugeführte Scheinleistung
S_2	Abgegebene Scheinleistung
η_J	Jahreswirkungsgrad
W_J	Arbeitsabgabe im Jahr
W_{Fe}	Eisenverlustarbeit im Jahr
W_{Wi}	Wicklungsverlustarbeit im Jahr
t_B	Belastungsdauer
t_E	Einschaltdauer
$cos\ \varphi_2$	Wirkfaktor der Ausgangsseite

Ein 300 kVA Transformator hat eine Eisenverlustleistung P_{vFe} = 2 kW und eine Wicklungsverlustleistung P_{vWi} = 6,5 kW. Der Wirkfaktor beträgt $cos\ \varphi_2$ = 0,6. Der Transformator ist im Jahr 5000 Stunden voll belastet und das ganze Jahr ununterbrochen in Betrieb.

Ermitteln Sie:

a) den Wirkungsgrad η
b) und den Jahreswirkungsgrad η_J (Jahresarbeitsgrad).

Klingeltransformator

Ein Mehrfamilienhaus hat am Hauseingang beleuchtete Klingelschilder und in der Wohnung eine kleine Klingel.

Zeichnen Sie den Stromlaufplan für die Schaltung.

Hinweis: Innenwiderstand des Transformators nicht vergessen!

Übersetzung des Widerstandes

$$Z_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad Z_2 = \frac{U_2}{I_2}$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{I_2}{I_1}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}; \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}; \quad \ddot{u} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{X_{L1}}{X_{L2}}} = \sqrt{\frac{X_{C1}}{X_{C2}}} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{\omega L_1}{\omega L_2}}; \quad \sqrt{\frac{\omega C_1}{\omega C_2}}$$

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}; \quad \ddot{u} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$$

ü	Übersetzungsverhältnis
U_1	Eingangsspannung
U_2	Ausgangsspannung
N_1	Windungszahl der Eingangswicklung
N_2	Windungszahl der Ausgangswicklung
I_1	Eingangsstrom
I_2	Ausgangsstrom
Z_1	Scheinwiderstand an der Eingangswicklung
Z_2	Scheinwiderstand an der Ausgangswicklung
R_1	Wirkwiderstand an der Eingangsseite
R_2	Wirkwiderstand an der Ausgangsseite
L_1	Induktivität an der Eingangsseite
L_2	Induktivität an der Ausgangsseite
C_1	Kapazität an der Eingangsseite
C_2	Kapazität an der Ausgangsseite
ω	Kreisfrequenz

Ein Lautsprecher mit dem Scheinwiderstand (Impedanz) $Z_2 = 4\ \Omega$ soll mit einem Übertrager an den Ausgang eines Verstärkers angeschlossen werden, der für eine Belastung mit einer Impedanz $Z_1 = 16\ \Omega$ ausgelegt ist.

Berechnen Sie die Windungszahl N_2 welche der Übertrager ausgangsseitig haben muss, wenn die Eingangsseite $N_1 = 1200$ Windungen hat.

Diodenschaltung Lösung

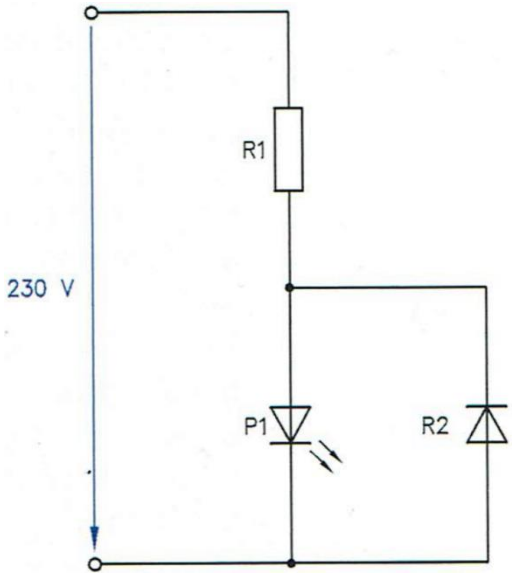
A1: Eine Leuchtdiode (LED) soll an 230 V betrieben werden. Die Bemessungsdaten der LED sind: U_F = 2,2 V, I_F = 20 mA, U_R = 5 V.

a) **Berechnen Sie** den Widerstandswert und die Leistung des Vorwiderstandes R_1.

b) **Ermitteln Sie** den Strom durch die Diode R_2.

c) Mit welcher Sperrspannung U_R wird die Diode R_2 belastet?

d) Welchen Zweck erfüllt R_2?



a) $R_V = \frac{U - U_F}{I} \cdot 0{,}45 = \frac{230\,V - 2{,}2\,V}{20\,mA} = 5{,}13\,k\Omega$

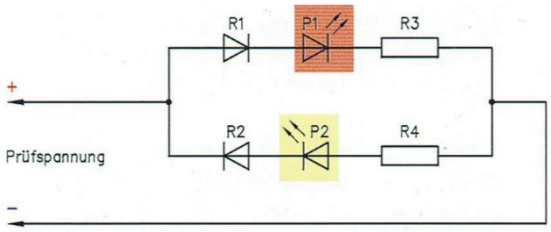
$P_{Rv} = U_{Qv} \cdot I = 227{,}8\,V \cdot 44\,mA = 10\,W$

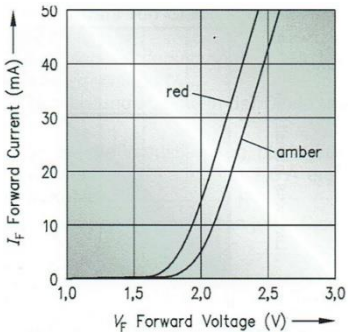
b) 20mA

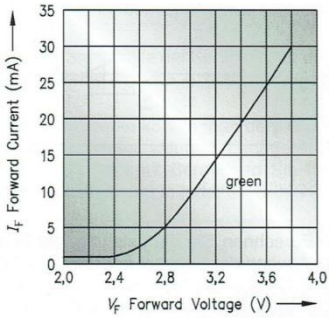
c) $U_R = 2{,}2\,V$

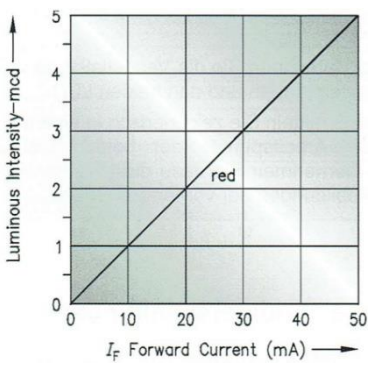
d) LED haben eine geringe Sperrspannung. R_2 senkt die Sperrspannung auf ca. 0,7 V.

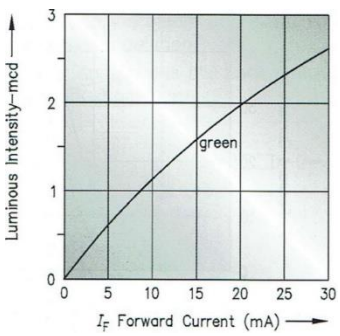
A2: Eine einfache Prüfschaltung zur Bestimmung der Polarität von Gleichspannungen soll dimensioniert werden.











Absolute Maximum Ratings at T_A = 25 °C

Parameter	Blue and Green	Red and Amber
DC Forward Current	30 mA	50 mA
Peak Pulsed Forward Current	100 mA	100 mA
Average Forward Current	30 mA	30 mA
Reverse Voltage (I_R = 100 µA)	5 V	5 V
Power Dissipation	120 mW	120 mW
LED Junction Temperature	100 °C	110 °C
Operating Temperature Range	−40 °C to +80 °C	−40 °C to +100 °C
Storage Temperature Range	−40 °C to +100 °C	−40 °C to +120 °C
Soldering Temperature	260 °C for 5 sec.	260 °C for 5 sec.

a) **Erklären Sie** die Funktion der Prüfschaltung.

b) Mit der Testschaltung sollen Gleichspannungen bis 50 V geprüft werden können. Bekannt sind die Datenblattangaben der Grenzwerte der LED und deren Kennlinien.
Mit 0,5 mcd (Milli-Candela) geben die LED ein deutlich erkennbares Lichtsignal ab.
R_1 und R_2 sind Dioden 1N4001 mit $U_F \approx 0{,}7$ V und $U_R = 50$ V.
Berechnen Sie die erforderlichen Vorwiderstandswert für R_3 und R_4.
Wählen Sie einen nächstliegenden Wert aus der E24-Reihe.

c) Welche Wärmeleistung P_{tot} müssen die Vorwiderstände umsetzen können?

d) Welche größte und kleinste Spannung kann man mit der Schaltung auf Polarität prüfen?

e) Welchen Zweck erfüllen die Dioden R_1 und R_2.

f) Aus Versehen legen Sie die Prüfspitzen an eine Wechselspannung U = 42 V.
Beschreiben Sie die Funktion der Schaltung.

a) Verbindet man die mit + gekennzeichnete Prüfspitze mit dem Pluspol, die mit – gekennzeichnete Spitze mit dem Minuspol, so zeigt die LED P1 (grün) Spannung und richtige Polarität.

b) LED grün: $I_{Fmax} = 30\,mA$

aus Kennlinie: $U_{Fmax} = 3{,}8\,V$

$$R_3 = \frac{U_{max} - U_{Fmax} - U_{FR1}}{I_{Fmax}} = \frac{50\,V - 3{,}8\,V - 0{,}7\,V}{30\,mA} = 1516\,\Omega$$

gewählt: 1,5 kΩ

LED rot: $I_{Fmax} = 50\,mA$

aus Kennlinie: $U_{Fmax} = 2{,}4\,V$

$$R_4 = \frac{50\,V - 2{,}4\,V - 0{,}7\,V}{50\,mA} = 938\,\Omega$$

gewählt: 910 Ω

c) $P_{totR3} = I^2 \cdot R_3 = (30\,mA)^2 \cdot 1{,}5\,k\Omega = 1{,}35\,W$

$P_{totR4} = (50\,mA)^2 \cdot 910\,\Omega = 2{,}275\,W$

d) größte Spannung ≈ 50 V
kleinste Spannung U_{min} für 0,5 mcd
LED grün: $I_F = 4\,mA$
aus Kennlinie: $U_F = 2{,}7\,V$

$U_{min} = I_F \cdot R_3 + U_{FLED} + U_{FR1}$

$U_{min} = 4\,mA \cdot 1{,}5\,k\Omega + 2{,}7\,V + 0{,}7\,V = 9{,}4\,V$

LED rot: $I_F = 5\,mA$
aus Kennlinie: $U_F = 1{,}8\,V$

$U_{min} = I_F \cdot R_4 + U_{FLED} + U_{FR2}$
$U_{min} = 7{,}05\,V$

e) Erhöhen die Sperrspannungen in den beiden Zweigen.

f) Beide LED leuchten.

A3: Zur Anzeige der beiden Betriebszustände „Laden" und „Entladen" sind im Ladegerät die LED P1, grün = „Laden", und P2, rot = „Entladen", eingebaut.
Die Kennlinien sind in Aufgabe 2 abgebildet.
Beide LED sollen mit 20 mA betrieben werden. Das Ansteuer-IC liefert 5 V.

a) Berechnen Sie die notwendigen Vorwiderstände.
b) Wählen Sie einen Widerstandswert aus der E12-Reihe.
c) Berechnen Sie die Verlustleistung P_{tot} an den Vorwiderständen und den beiden LED.
d) Ermitteln Sie zeichnerisch an einem U-I-Diagramm die Arbeitspunkte der beiden LED-Kennlinien (Kennlinien in A2 gegeben).

a) LED grün: $I_F = 20\,\text{mA}$

aus Kennlinie: $U_F = 3{,}4\,\text{V}$

$$R_V = \frac{U - U_F}{I_F} = \frac{5\,\text{V} - 3{,}4\,\text{V}}{20\,\text{mA}} = 80\,\Omega$$

b) gewählt: 82 Ω

LED rot : $I_F = 20\,\text{mA}$

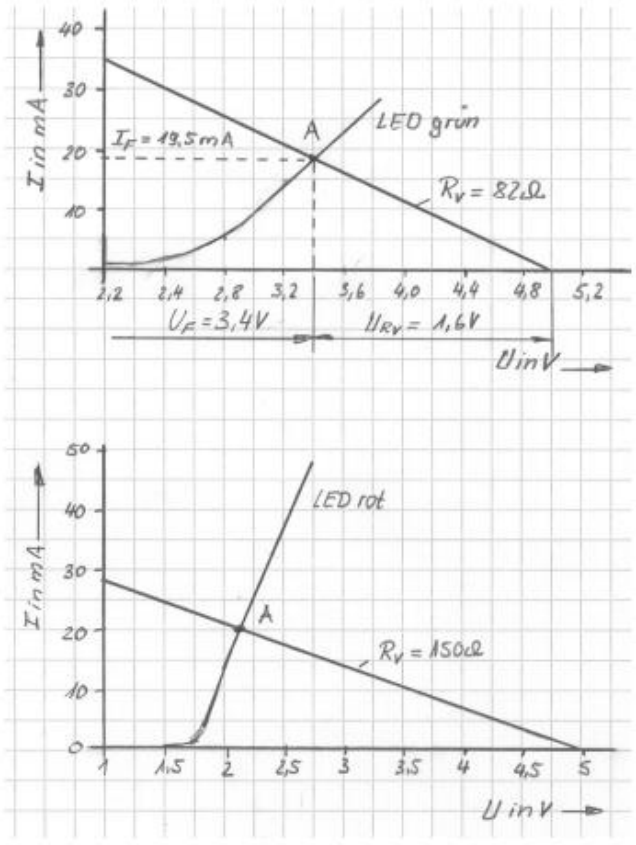
aus Kennlinie: $U_F = 2{,}1\,\text{V}$

$$R_V = \frac{5\,\text{V} - 2{,}1\,\text{V}}{20\,\text{mA}} = 145\,\Omega$$

b) gewählt: 150 Ω

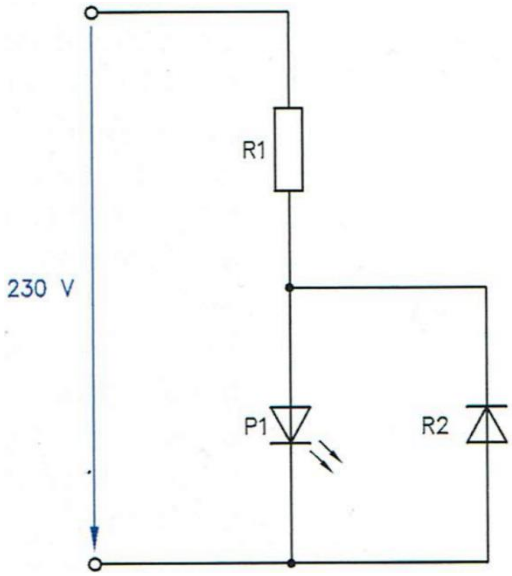
c) $P_{totR1} = I^2 \cdot R = (20\,\text{mA})^2 \cdot 82\,\Omega = 32{,}8\,\text{mW}$

$P_{totR2} = (20\,\text{mA})^2 \cdot 150\,\Omega = 60\,\text{mW}$



Diodenschaltung

A1: Eine Leuchtdiode (LED) soll an 230 V betrieben werden. Die Bemessungsdaten der LED sind: U_F = 2,2 V, I_F = 20 mA, U_R = 5 V.



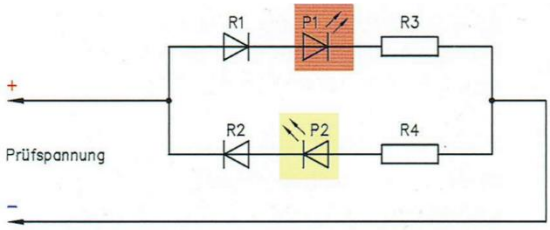
a) **Berechnen Sie** den Widerstandswert und die Leistung des Vorwiderstandes R_1.

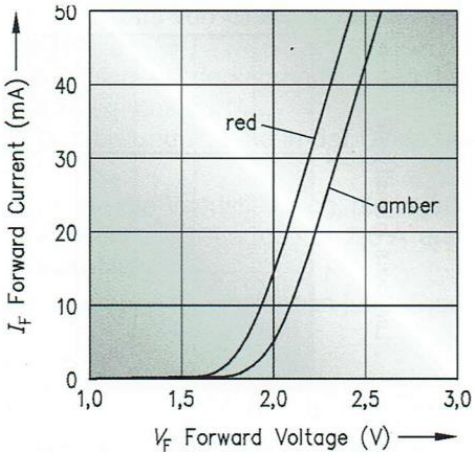
b) **Ermitteln Sie** den Strom durch die Diode R_2.

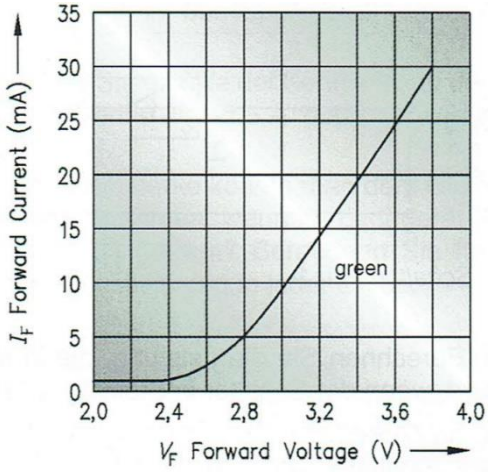
c) Mit welcher Sperrspannung U_R wird die Diode R_2 belastet?

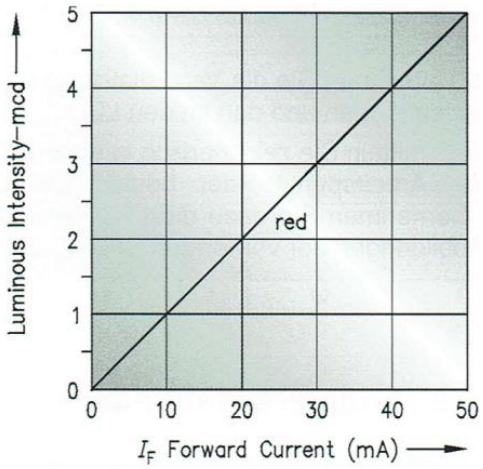
d) Welchen Zweck erfüllt R_2?

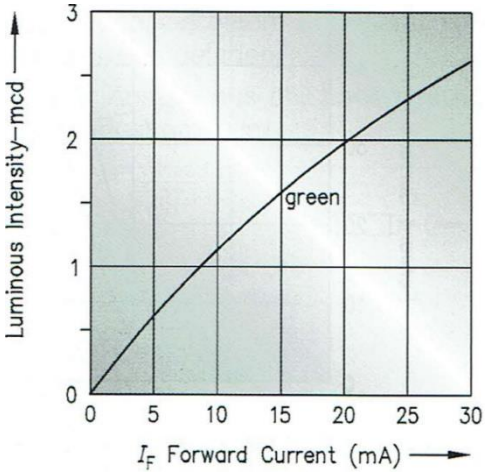
A2: Eine einfache Prüfschaltung zur Bestimmung der Polarität von Gleichspannungen soll dimensioniert werden.











Absolute Maximum Ratings at $T_A = 25\,^{\circ}C$

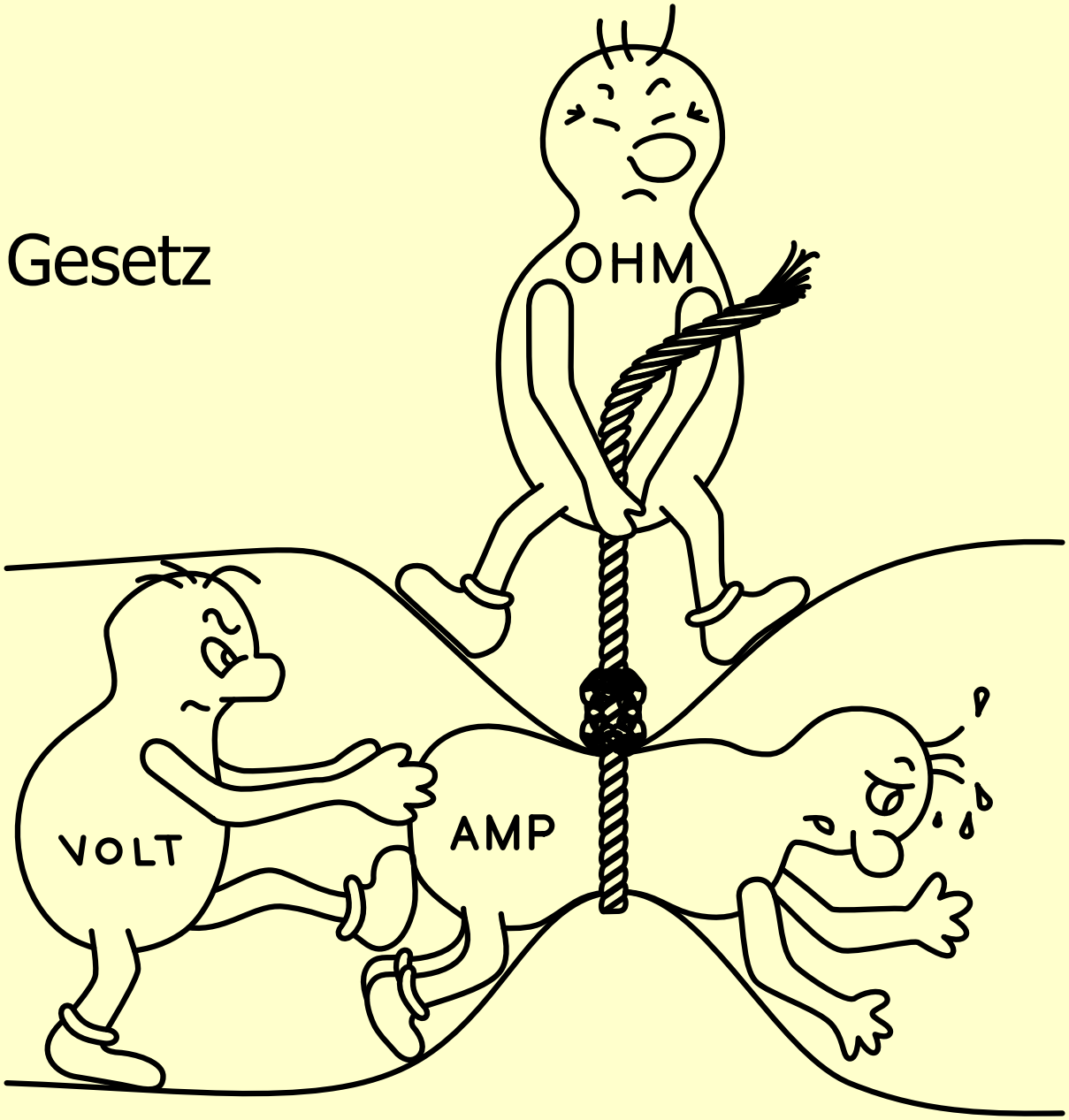
Parameter	Blue and Green	Red and Amber
DC Forward Current	30 mA	50 mA
Peak Pulsed Forward Current	100 mA	100 mA
Average Forward Current	30 mA	30 mA
Reverse Voltage ($I_R = 100\,\mu A$)	5 V	5 V
Power Dissipation	120 mW	120 mW
LED Junction Temperature	100 °C	110 °C
Operating Temperature Range	−40 °C to +80 °C	−40 °C to +100 °C
Storage Temperature Range	−40 °C to +100 °C	−40 °C to +120 °C
Soldering Temperature	260 °C for 5 sec.	260 °C for 5 sec.

a) **Erklären Sie** die Funktion der Prüfschaltung.
b) Mit der Testschaltung sollen Gleichspannungen bis 50 V geprüft werden können. Bekannt sind die Datenblattangaben der Grenzwerte der LED und deren Kennlinien.
Mit 0,5 mcd (Milli-Candela) geben die LED ein deutlich erkennbares Lichtsignal ab.
R_1 und R_2 sind Dioden 1N4001 mit $U_F \approx 0{,}7$ V und $U_R = 50$ V.
Berechnen Sie die erforderlichen Vorwiderstandswert für R_3 und R_4.
Wählen Sie einen nächstliegenden Wert aus der E24-Reihe.
c) Welche Wärmeleistung P_{tot} müssen die Vorwiderstände umsetzen können?
d) Welche größte und kleinste Spannung kann man mit der Schaltung auf Polarität prüfen?
e) Welchen Zweck erfüllen die Dioden R_1 und R_2.
f) Aus Versehen legen Sie die Prüfspitzen an eine Wechselspannung U = 42 V.
Beschreiben Sie die Funktion der Schaltung.

A3: Zur Anzeige der beiden Betriebszustände „Laden" und „Entladen" sind im Ladegerät die LED P1, grün = „Laden", und P2, rot = „Entladen", eingebaut.
Die Kennlinien sind in Aufgabe 2 abgebildet.
Beide LED sollen mit 20 mA betrieben werden. Das Ansteuer-IC liefert 5 V.

a) **Berechnen Sie** die notwendigen Vorwiderstände.
b) **Wählen Sie** einen Widerstandswert aus der E12-Reihe.
c) **Berechnen Sie** die Verlustleistung P_{tot} an den Vorwiderständen und den beiden LED.
d) **Ermitteln Sie** zeichnerisch an einem U-I-Diagramm die Arbeitspunkte der beiden LED-Kennlinien (Kennlinien in A2 gegeben).

Ohmsches Gesetz



1) Ein Transformator hat eine Ausgangswicklung mit N_2 = 250 Windungen. Seine Eingangsspannung beträgt U_1 = 230 V, die Ausgangsspannung U_2 = 25 V.

   Berechnen Sie a) die Windungszahl N_1 der Eingangswicklung und **b)** das Übersetzungsverhältnis ü.

2) Ein Transformator mit der Eingangsspannung U_1 = 230 V hat die Eingangswindungszahl N_1 = 1136. Die Ausgangsspannung beträgt 8 V.

   Berechnen Sie die Windungszahl der Ausgangswicklung.

3) Ein Netztransformator nimmt an U_1 = 230 V eine Scheinleistung S_1 = 100 VA auf. Seine Ausgangsspannung beträgt 50 V.

   Berechnen Sie bei vernachlässigten Transformatorverlusten a) das Übersetzungsverhältnis, b) den Eingangsstrom und c) den Ausgangsstrom.

4) Ein Wirkwiderstand R_1 = 8,5 kΩ und ein Kondensator C_1 = 4,7 pF liegen parallel an der Eingangsseite eines Transformators mit N_1 = 2200 und N_2 = 130 Windungen.

   Berechnen Sie bei f = 1 kHz den auf die Ausgangsseite übertragenen a) Wirkwiderstand und b) kapazitiven Blindwiderstand.

5) Der gemessene Kernquerschnitt eines Transformators beträgt 40 mm x 40 mm, der Eisenfüllfaktor ist f_{Fe} = 0,9. Die magnetische Flussdichte hat bei f = 50 Hz einen Scheitelwert von 1,4 T. Die Eingangswicklung hat 753, die Ausgangswicklung 164 Windungen.

   Berechnen Sie die Leerlaufspannung der Eingangs- und der Ausgangswicklung.

6) Auf einer Baustelle wird ein Betonrüttler an einem Trenntransformator 230 V / 230 V betrieben. Der Rüttler nimmt dabei eine Leistung von 800 W und den Strom I 0 4,2 A auf. Der Transformator hat einen Wirkungsgrad η =0,9. Der Wirkfaktor der Eingangsseite beträgt cos φ_1 = 0,86.

   Berechnen Sie für den Trenntransformator a) die Leistungsaufnahme P_{zu}, b) die Stromaufnahme I_1, c) den Wirkfaktor cos φ_2 der Ausgangsseite.

7) **Berechnen Sie** einen realen Transformator, der auf der Primärseite 230 V / 50 Hz, cos φ_1 = 1 angeschlossen wird.
   Die Sekundärseite soll eine Spannung von 13 V bei einer Stromstärke von 3 A abgeben.

   a) **Berechnen Sie** die Scheinleistung der Sekundärseite S_{ab}.
   b) **Bestimmen Sie** die Größe des Transformators aus der Tabelle.
   c) **Berechnen Sie** für die Primärseite: Scheinleistung S_{zu}, Windungszahl N_1, Stromstärke I_1, Drahtquerschnitt A_1 und Drahtdurchmesser d_1.

   d) **Berechnen Sie** für die Sekundärseite: Windungszahl N_2, Drahtquerschnitt A_2, Drahtdurchmesser d_2

1) Ein Transformator hat eine Ausgangswicklung mit $N_2 = 250$ Windungen. Seine Eingangsspannung beträgt $U_1 = 230\ V$, die Ausgangsspannung $U_2 = 25\ V$.

   Berechnen Sie a) die Windungszahl N_1 der Eingangswicklung und **b)** das Übersetzungsverhältnis ü.

a) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_1 = \frac{U_1 \cdot N_2}{U_2} = \frac{230\ V \cdot 250}{25\ V} = \mathbf{2300}$

b) $\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{230\ V}{25\ V} = 9{,}2; \quad \mathbf{\ddot{u} = 9{,}2:1}$

2) Ein Transformator mit der Eingangsspannung $U_1 = 230\ V$ hat die Eingangswindungszahl $N_1 = 1136$. Die Ausgangsspannung beträgt 8 V.

   Berechnen Sie die Windungszahl der Ausgangswicklung.

$$N_2 = \frac{U_2 \cdot N_1}{U_1} = \frac{8\ V \cdot 1136}{230\ V} = \mathbf{40}$$

3) Ein Netztransformator nimmt an $U_1 = 230\ V$ eine Scheinleistung $S_1 = 100\ VA$ auf. Seine Ausgangsspannung beträgt 50 V.

   Berechnen Sie bei vernachlässigten Transformatorverlusten a) das Übersetzungsverhältnis, b) den Eingangsstrom und c) den Ausgangsstrom.

a) $\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{230\ V}{50\ V} = \mathbf{4{,}6}; \quad \mathbf{\ddot{u} = 4{,}6:1};$ b) $I_1 = \frac{S_1}{U_1} = \frac{100\ VA}{230\ V} = \mathbf{0{,}435\ A}$

c) $I_2 = I_1 \cdot \ddot{u} = 0{,}435\ A \cdot 4{,}6 = \mathbf{2\ A}$ oder $I_2 = \frac{S_2}{U_2} = \frac{100\ VA}{50\ V} = \mathbf{2\ A}$

4) Ein Wirkwiderstand $R_1 = 8{,}5\ k\Omega$ und ein Kondensator $C_1 = 4{,}7\ pF$ liegen parallel an der Eingangsseite eines Transformators mit $N_1 = 2200$ und $N_2 = 130$ Windungen.

   Berechnen Sie bei f = 1 kHz den auf die Ausgangsseite übertragenen a) Wirkwiderstand und b) kapazitiven Blindwiderstand.

a) $R_2 = R_1 \cdot \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = 8500\ \Omega \cdot \left(\frac{130}{2200}\right)^2 = \mathbf{29{,}7\ \Omega}$ b) $\ddot{u} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$

$C_2 = C_1 \cdot \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 = 4{,}7 \cdot 10^{-12}\ F \cdot \left(\frac{2200}{130}\right)^2 = 1{,}35 \cdot 10^{-9}\ F = 1{,}35\ nF$

X_{C2} bei f = 1 kHz: $\mathbf{X_{C2}} = \frac{1}{\omega \cdot C_2} = \frac{1}{2\pi \cdot 1000\ s^{-1} \cdot 1{,}35 \cdot 10^{-9}\ F} = \mathbf{118{,}2\ k\Omega}$

5) Der gemessene Kernquerschnitt eines Transformators beträgt 40 mm x 40 mm, der Eisenfüllfaktor ist f_{Fe} = 0,9. Die magnetische Flussdichte hat bei f = 50 Hz einen Scheitelwert von 1,4 T. Die Eingangswicklung hat 753, die Ausgangswicklung 164 Windungen.

Berechnen Sie die Leerlaufspannung der Eingangs- und der Ausgangswicklung.

$$A_{Fe} = A_K \cdot f_{Fe} = 40\,\text{mm} \cdot 40\,\text{mm} \cdot 0{,}9 = 1440\,\text{mm}^2 = 14{,}4\,\text{cm}^2$$
$$\mathbf{U_{01}} = 4{,}44 \cdot f \cdot \hat{B} \cdot A_{Fe} \cdot N_1 = 4{,}44 \cdot 50\,\text{s}^{-1} \cdot 1{,}4\,\text{T} \cdot 14{,}4 \cdot 10^{-4}\,\text{m}^2 \cdot 753 = \mathbf{337\ V}$$
$$\mathbf{U_{02}} = \frac{U_{01} \cdot N_2}{N_1} = \frac{337\,\text{V} \cdot 164}{735} = \mathbf{75\ V}$$

6) Auf einer Baustelle wird ein Betonrüttler an einem Trenntransformator 230 V / 230 V betrieben. Der Rüttler nimmt dabei eine Leistung von 800 W und den Strom I 0 4,2 A auf. Der Transformator hat einen Wirkungsgrad η =0,9. Der Wirkfaktor der Eingangsseite beträgt cos φ_1 = 0,86.

Berechnen Sie für den Trenntransformator a) die Leistungsaufnahme P_{zu}, b) die Stromaufnahme I_1, c) den Wirkfaktor cos φ_2 der Ausgangsseite.

a) $\mathbf{P_{zu}} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{800\,\text{W}}{0{,}9} = \mathbf{889\ W}$

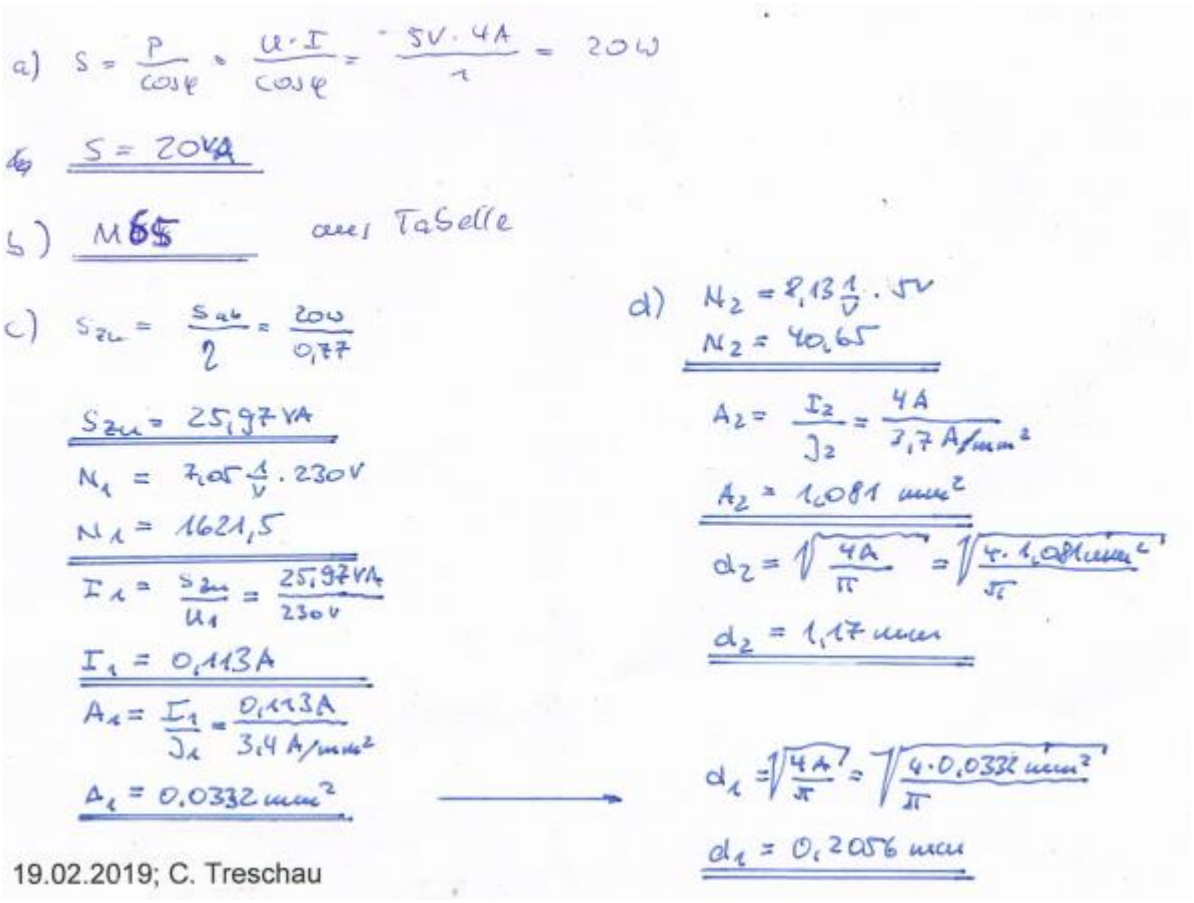
b) $\mathbf{I_1} = \frac{S_1}{U_1} = \frac{P_{zu}}{\cos\varphi_1 \cdot U_1} = \frac{889\,\text{W}}{0{,}86 \cdot 230\,\text{V}} = \mathbf{4{,}5\ A}$

c) $\mathbf{\cos\varphi_2} = \frac{P_{ab}}{U_2 \cdot I_2} = \frac{800\,\text{W}}{230\,\text{V} \cdot 4{,}2\,\text{A}} = \mathbf{0{,}83}$

7) **Berechnen Sie** einen realen Transformator, der auf der Primärseite 230 V / 50 Hz, cos φ_1 = 1 angeschlossen wird.
Die Sekundärseite soll eine Spannung von 5 V bei einer Stromstärke von 4 A abgeben.

a) **Berechnen Sie** die Scheinleistung der Sekundärseite S_{ab}.
b) **Bestimmen Sie** die Größe des Transformators aus der Tabelle.
c) **Berechnen Sie** für die Primärseite: Scheinleistung S_{zu}, Windungszahl N_1, Stromstärke I_1, Drahtquerschnitt A_1 und Drahtdurchmesser d_1.

d) **Berechnen Sie** für die Sekundärseite: Windungszahl N_2, Drahtquerschnitt A_2, Drahtdurchmesser d_2



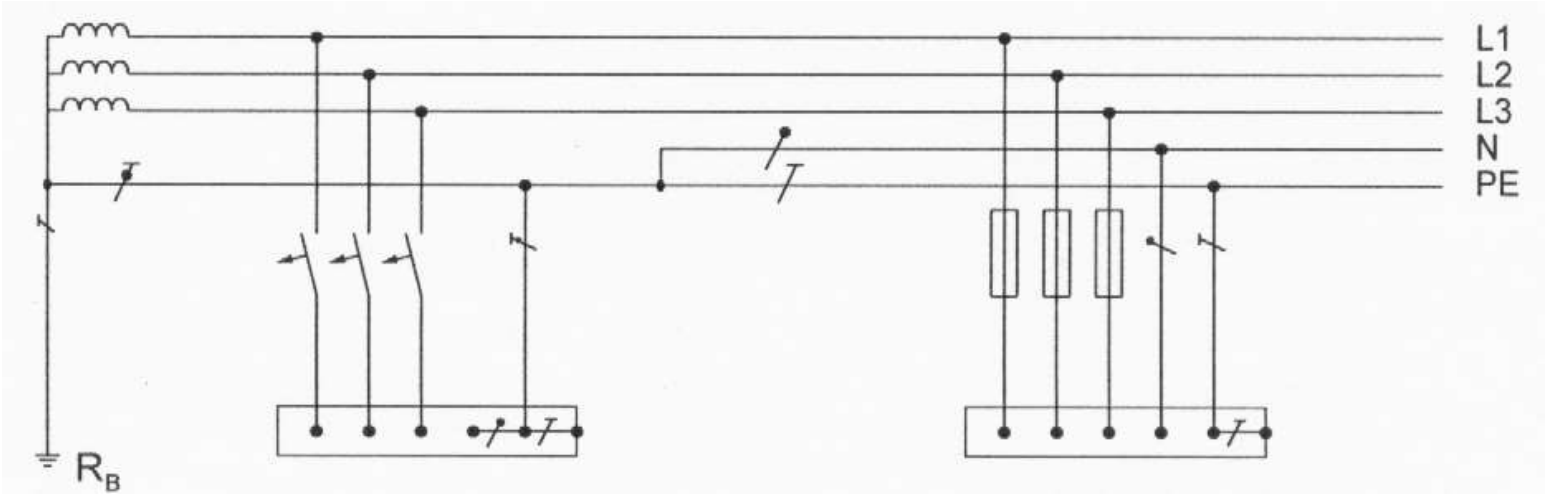
Schutzmaßnahme: Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

Allgemeines:

Viele elektrische Betriebsmittel lassen sich nicht der Schutzklasse II oder gar der Schutzklasse III zuordnen. Deshalb kommt trotz einer Vielzahl elektrischer Schutzmaßnahmen dem „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" eine enorme Bedeutung zu. Ziel dieser Schutzmaßnahme ist es, im Fehlerfall (z.B. Körperschluss an einem Betriebsmittel der Schutzklasse I) eine gefährliche Berührungsspannung innerhalb kurzer Zeit zu beseitigen. Abhängig von der Art der Erdverbindungen unterscheidet man die Schutzmaßnahmen „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" im TN-, TT- oder IT-System.

Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System:

Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist an bestimmte Voraussetzungen gebunden. So müssen z.B. die Körper der Betriebsmittel mit der Schutzklasse I an einen Schutzleiter angeschlossen werden. Dabei sind Normvorgaben entsprechend seiner Bemessung, Kennzeichnung und Verlegung zu beachten (DIN VDE 0100 Teil 540).



Funktionsprinzip:

Abschaltzeiten:

Um den Menschen vor einem elektrischen Schlag schützen zu können, müssen die Sicherheitseinrichtungen den Fehler schnell abschalten. Unter Berücksichtigung des Verlaufs der Flimmerschwelle (siehe auch Diagramm „Wirkungsbereiche von Körperwechselströmen") wurden maximale Abschaltzeiten festgelegt (DIN VDE 0100 Teil 410). Dabei ist U_0 die Leiter-Erde-Spannung.

50 V ¢ U_0 [120 V		**120 V ¢ U_0 [230 V**		230 V ¢ U_0 [400 V		U_0 $ 400 V	
AC	DC	**AC**	DC	AC	DC	AC	DC
0,8 s	*[1]	**0,4 s**	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s

*[1] Eine Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein

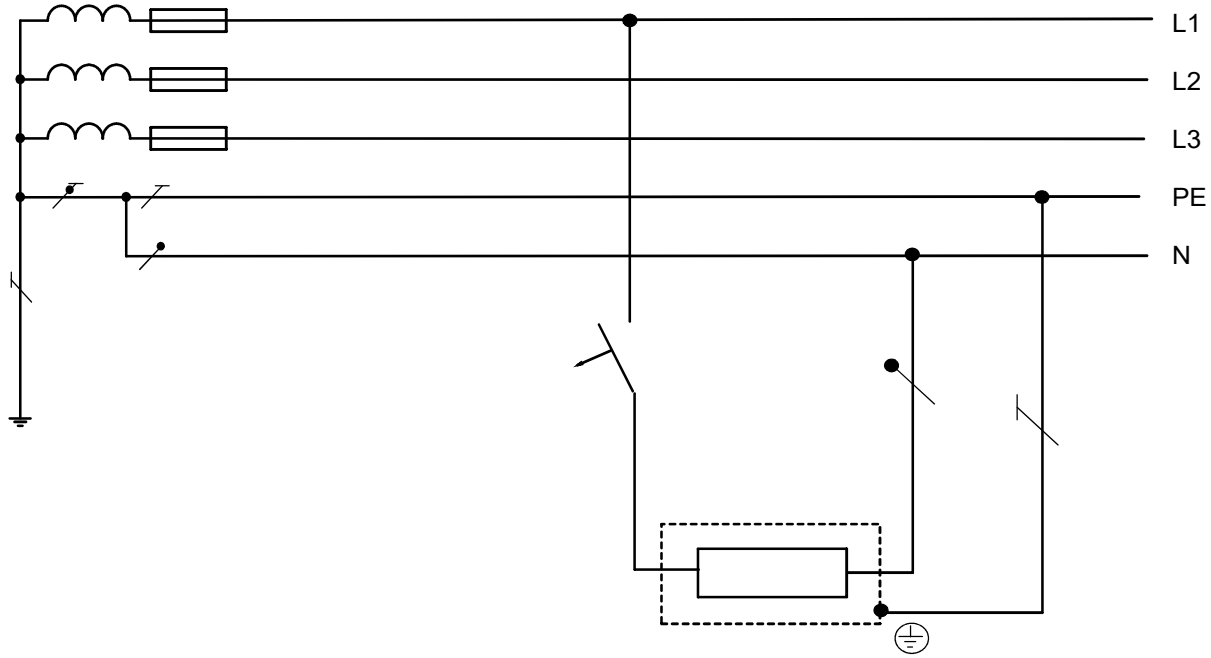
Für Verteilungsstromkreise ist im TN-System eine Abschaltzeit nicht länger als 5s erlaubt. Verteilungsstromkreise sind Stromkreise, die Verteiler/Unterverteiler versorgen und an die nicht direkt Verbrauchsmittel angeschlossen sind. Verteilungsstromkreise, die als Freileitungen oder im Erdreich verlegt sind, müssen im Überlastbereich innerhalb der Bedingungen des großen Prüfstromes (1h bis 4 h) abschalten.
In Stromkreisen in denen die Abschaltzeit nicht erreicht werden kann, müssen zusätzliche Schutzpotenzialausgleichsleiter errichtet werden.

Zusammenfassung der Abschaltzeiten bei Bemessungsspannung von 230 V im Wechselstromsystem:

Art der Stromkreise	Abschaltzeit
.....	
.....	
.....	

Was ist die Schleifenimpedanz?

Die Schleifen- oder Netzschleifenimpedanz Z_s ist die Summe der Impedanzen (Scheinwiderstände) durch die im Fehlerfall der Kurzschlussstrom fließt. Dazu zählen die Impedanzen der Stromquelle (z.B. Scheinwiderstand der sekundärseitigen Transformatorspule), des Außenleiters bis zur Messstelle und die Impedanzen der Rückleitung (z.B. Impedanzen von PE und PEN) einschließlich aller Übergangswiderstände an Klemmstellen. Im links stehenden Bild ist der Stromweg für den Fehlerfall farbig gezeichnet. Alle Widerstände, die in diesem „Stromweg liegen" bilden die Schleifenimpedanz. Da bei gängigen Messverfahren zur Bestimmung der Netzschleifenimpedanz nur der ohmsche Anteil der Impedanz gemessen wird, spricht man mit hinreichender Genauigkeit manchmal auch nur vom Schleifenwiderstand R_S (Gilt allerdings nicht für Anlagen in unmittelbarer Umgebung von Transformatoren!).



Abschaltbedingung:

Die Schleifenimpedanz muss so klein sein, dass im Fehlerfall der Kurzschlussstrom I_K am entferntesten Punkt des Netzes mindestens den erforderlichen Abschaltstrom I_a der vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung erreicht. Dieser Abschaltstrom bewirkt ein Abschalten innerhalb der vorgeschriebenen Abschaltzeiten. Da der Kurzschlussstrom, die Netzspannung und die Schleifenimpedanz nach dem ohmschen Gesetz miteinander verknüpft sind, ergibt sich der neben stehende Zusammenhang.

Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100-410

Wird bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" eine RCD eingesetzt, erfolgt das Abschalten bei wesentlich kleineren Strömen, da der Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$ der RCD gleich dem Abschaltstrom ist. Dadurch kann auch der Schleifenwiderstand wesentlich höhere Werte aufweisen.

wichtiger Hinweis:

Bei der Erstprüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-610 muss die Schleifenimpedanz gemessen werden. Da die Erstprüfung vor Inbetriebnahme der Anlage erfolgt, sind die Widerstände der Leiter "kalt". Die Abschaltbedingung muss aber auch für den Betriebsfall gelten("warme Leiter"). Aus diesem Grund ist in dieser Norm DIN VDE 0100-610 ein Korrekturfaktor von 2/3 zu berücksichtigen, der den Anstieg des Widerstandes bei steigender Temperatur beschreibt (Kaltleiterprinzip).

Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100-600

Zusätzlicher Schutz von Endstromkreisen für Außenbereich und Steckdosen:

In der Norm DIN VDE 0100-410 (2007) steht dazu:
"In Wechselspannungssystemen muss ein zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) vorgesehen werden für:

- Steckdosen mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 20 A, die für die Benutzung durch Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind. Eine Ausnahme darf gemacht werden für:
    a) Steckdosen, die durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen überwacht werden, wie z.B. in einigen gewerblichen oder industriellen Anlagen, oder
    b) Steckdosen, die jeweils für den Anschluss nur eines bestimmten Betriebsmittels errichtet werden.
- Endstromkreise für im Außenbereich verwendete tragbare Betriebsmittel mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32 A."

Das Schutzziel dieser Forderungen besteht darin, möglichst alle Steckdosenstromkreise mit einem zusätzlichen Schutz durch Fehlerstromschutzeinrichtungen zu versehen. In der Regel können an Steckdosen beliebige steckerfertige Verbrauchsmittel angeschlossen werden, so dass unabhängig vom zu betreibenden Gerät der Stromkreis einen Personenschutz bietet. Da auch Drehstromsteckdosen Wechselspannungssteckdosen sind (nur mit anderer Polzahl), gelten die Forderungen der Norm auch für diese Betriebsmittel.
Mit der im Punkt b) beschriebenen Ausnahme ist vorrangig an die Gefriertruhe gedacht worden, um Unannehmlichkeiten bei bei Fehlauslösungen zu vermeiden. Ebenso könnte der Computer eine Ausnahme bilden, der immer an der gleichen Steckdose betrieben wird und bei dem ein ungewolltes Ausschalten zum Datenverlust führen könnte. Auf jeden Fall soll die formulierte Ausnahme auch eine Ausnahme bleiben und nicht jedes Betriebsmittel, das immer an der gleichen Steckdose betrieben wird darf vom Schutz durch Fehlerstromschutzeinrichtungen ausgenommen werden (z.B. Waschmaschine).

Abschaltzeiten:

50 V ¢ U_0 [120 V		**120 V ¢ U_0 [230 V**		230 V ¢ U_0 [400 V		U_0 $ 400 V	
AC	DC	**AC**	DC	AC	DC	AC	DC
0,8 s	*[1]	**0,4 s**	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s

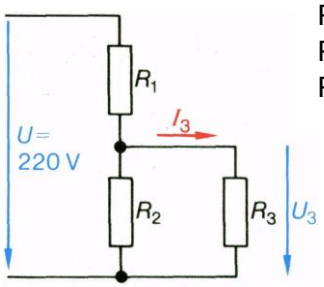
*[1] Eine Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein

Art der Stromkreise	Abschaltzeit
Endstromkreise bis einschließlich 32 A	**0,4 s**
Endstromkreise über 32 A	**5 s**
Verteilungsstromkreise (unabhängig von der Stromstärke)	**5 s**

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 1	**Spannungsteiler berechnen**	Name: Note: Klasse: Datum:

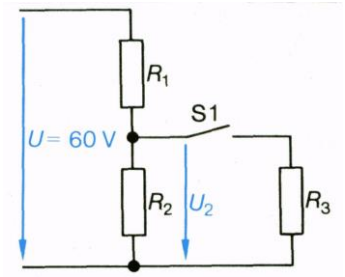
Verwenden Sie zur Berechnung die Gleichungen zum unbelasteten und belasteten Spannungsteiler.

1. a) Wie groß sind U_3 und I_3 bei dem belasteten Spannungsteiler in der Abbildung?
   b) Welchen Wert nimmt U_3 an, wenn R_2 aus der Schaltung entfernt wird?



$R_1 = 2{,}2\ k\Omega$
$R_2 = 4{,}7\ k\Omega$
$R_3 = 8{,}2\ k\Omega$

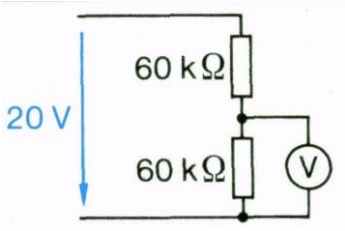
2. Ermitteln Sie den Wert von U_2, wenn die Schaltung als unbelasteter und belasteter Spannungsteiler betrieben wird?



$R_1 = 100\ k\Omega$
$R_2 = 47\ k\Omega$
$R_3 = 15\ k\Omega$

3. Mit dem Spannungsmessgerät wird die Spannung am 60 kΩ Widerstand gemessen.
   a) Das Messgerät besitzt einen Innenwiderstand von 120 kΩ. Welcher Spannungswert wird vom Messgerät angezeigt?

   b) Wie verändert sich der Messwert, wenn ein Messgerät mit einem wesentlich höheren Innenwiderstand z.B. 120 MΩ verwendet wird?



   c) Welchen Wert des Innenwiderstandes muss ein Spannungsmessgerät haben, damit eine genaue Messung erfolgt?

Steuerung für eine Hebebühne entwerfen

Für eine Kfz-Werkstatt soll eine Steuerung für eine Hebebühne entworfen werden.
Die Steuerung wird mittels VPS (Verbindungsprogrammierte Steuerung) und Schützen realisiert.

Entwickeln Sie die Schützsteuerungen unter Berücksichtigung der notwendigen. Sicherheitsaspekte.



Abbildung 1 Modell einer Hebebühne

1. Aufbau und Funktion

1.1. Allgemeine Beschreibung

Diese Säulen-Hebebühne besteht aus zwei Säulen, zwei Trägern mit Hebearmen und einer Motoreinheit. Der Motor wird mittels 24 V AC an der Steuereinheit mit 4mm Laborsteckern angesteuert. Die Betriebsspannung beträgt 9 V DC und wird per Steckernetzteil bereitgestellt.

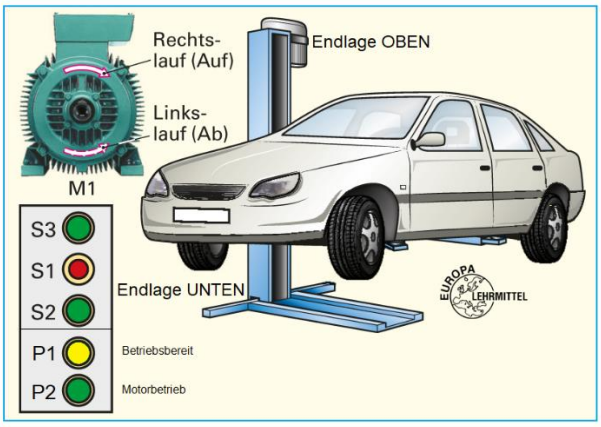


Abbildung 2 Funktion der Hebebühne

Um eine Beschädigung der Hebebühne zu vermeiden sind oben und unten Endlagenschalter (NO) installiert.

Es muss sichergestellt werden, dass der Motor niemals gleichzeitig Auf und Ab angesteuert wird.

1.2. Interface und Bedienung

Die Hebebühne wird über das Bedienelement (Abbildung 2) mit zwei Maschinentastern hoch- und heruntergefahren (S2, S3). Mit dem Not-Schalter (S1) wird die Steuerung im Notfall abgeschaltet. Die Meldeleuchte P1 zeigt die Betriebsbereitschaft und P2 den Motorbetrieb an.

Am Anschlussinterface wird die Hebebühne mit der Steuerung verbunden. Die Endlagentaster sind oben und unten an der Hebebühne installiert und Öffner (NC).

Die Hebebühne darf nur fahren, wenn S2 bzw. S3 aktiv betätigt werden.

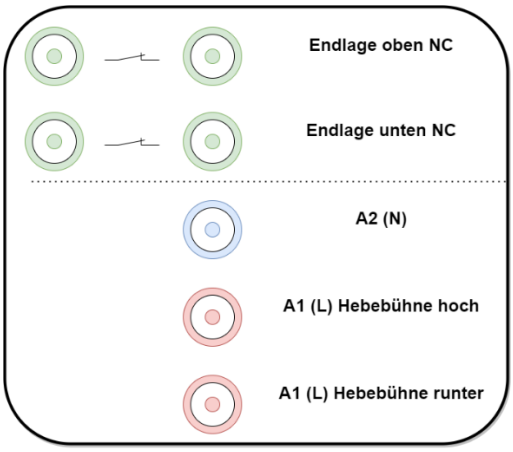


Abbildung 3 Anschlussinterface für Laborleitungen

2. Aufbau und Funktion der Betriebsmittel

2.1. Maschinen-Drucktaster

In industriellen Anwendungen dienen Drucktaster & Betätigungselement als Schaltmechanismus zur Steuerung von Anwendungen und Prozessen von Maschinen. Maschinen-Drucktaster haben meistens einen Schließer- und einen Öffnerkontakt.



Zeichnen Sie das Schaltbild für einen Maschinentaster mit Öffner und Schließer. Bezeichnen Sie die Kontakte.



Schaltzeichen 1 Maschinentaster

Quelle: TRU COMPONENTS TC-10091020 ONPOW26-11/G Druckschalter 380 V 10 A 1 x Ein/(Ein) tastend IP40 1 St. kaufen (conrad.de)

2.2. Endlagenschalter

Beschreiben Sie den Aufbau und die Funktion der Endlagenschalter. Welcher Vorteil hat die Nutzung von *Schließern NO* im Vergleich zu *Öffnern NC*?



Abbildung 4 Endlagenschalter

Zeichnen Sie das Schaltzeichen des Endlagenschalters:

Schaltzeichen 2 Endlagenschalter Öffner

Schaltzeichen 3 Endlagenschalter Schließer

2.3. Schütze

Das Schütz, auch Schaltschütz, ist ein elektrisch oder elektromagnetisch betätigter Schalter für große elektrische Leistungen und ähnelt einem Relais.

Schütze unterscheiden sich in folgenden Merkmalen von Relais:

- Relais sind für geringere Schaltleistung ausgelegt, sie besitzen meist keine Funkenlöschkammern.
- Die Schaltkontakte von Relais sind einfach unterbrechend, während sie bei Schützen immer doppelt unterbrechend sind.
- Relais benutzen oft Klappanker, Schütze hingegen meist Zuganker zwecks größerer mechanischer Schaltkraft, die für die höheren Schaltleistungen und massiveren Kontakte erforderlich ist.
- Alle vorstehenden Unterscheidungsmerkmale sind jedoch nicht zwingend, eine klare Abgrenzung ist nicht möglich. Ein allgemein gültiges Unterscheidungsmerkmal ist, dass Schütze nur Öffner- und Schließerkontakte haben, Relais dagegen auch Wechslerkontakte (Umschalter) besitzen können.[1]

Schütze werden nach Art der Schaltkontakte in zwei Gruppen unterteilt.

Lastschütze
• schalten Hauptstromkreise für Gleich- und Wechselstromvebraucher
• werden zum Steuern von Motoren, Kondensatoren, Heiz- und Lichtstromkreisen verwendet
• können Lastströme bis ca. 600 A schalten

Hilfsschütze
• schalten Hilfsstromkreise (z. B. Steuerstromkreise für Hauptschütze oder Meldegeräte)
• Schaltkontakte sind meist nur für Schaltströme bis ca. 10 A ausgelegt
• besondere Hilfsschütze sind z. B. Zeit- und Sicherheitsrelais

Bezeichnen Sie die Bestandteile eines Schützes:

1 _____
2 _____
3 _____
4 _____
5 _____
6 _____
7 _____
8 _____
9 _____
10

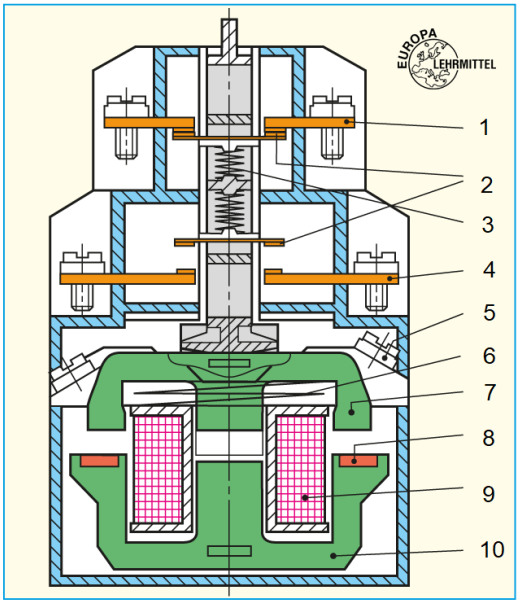


Abbildung 5 Aufbau eines Leistungsschützes

[1] Fachkunde Elektroberufe. Bildungsverlag EINS, Troisdorf 2006, S. 231

Ergänzen Sie die fehlenden Begriffe und Betriebsmittelkennzeichnungen:

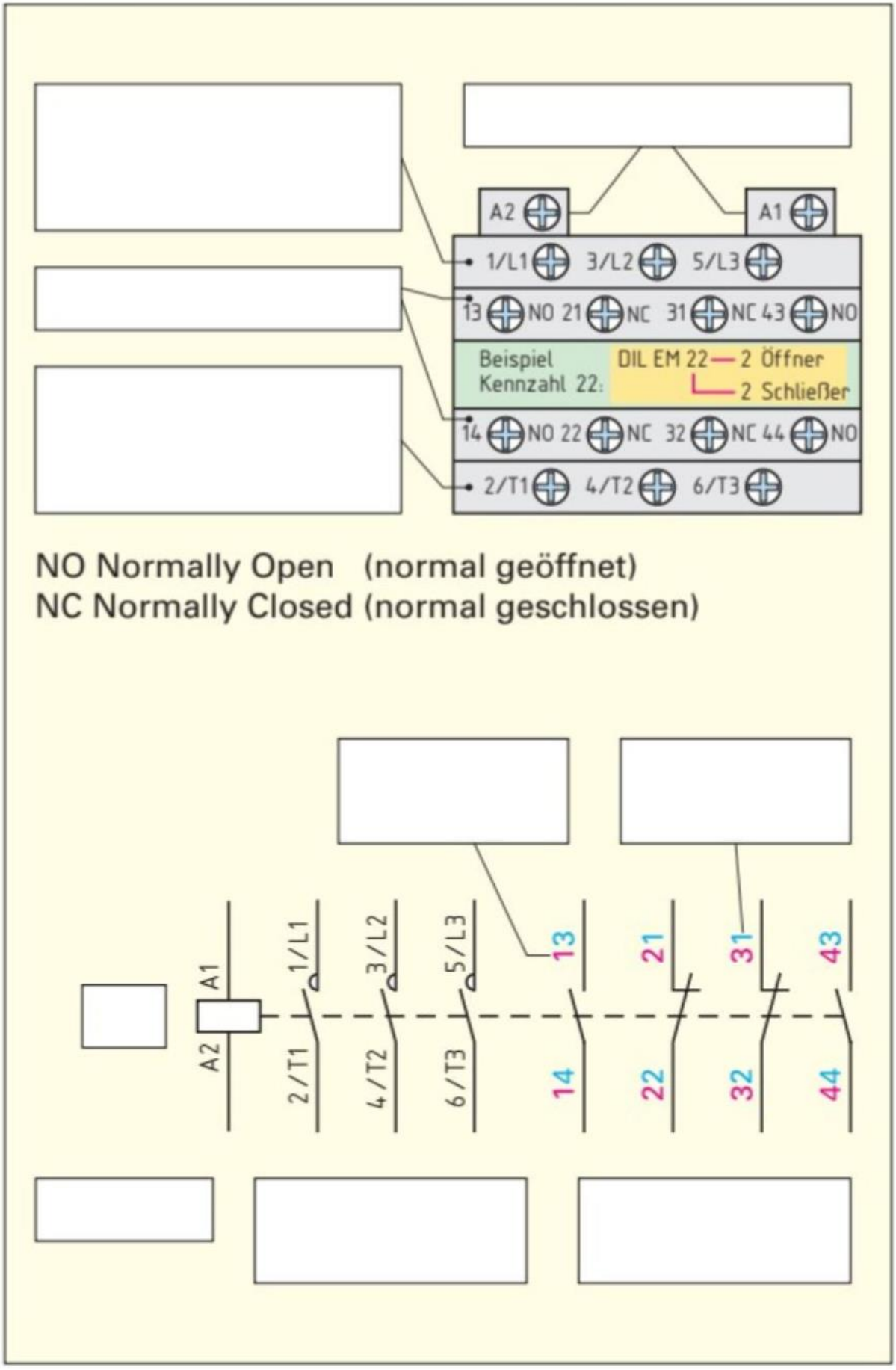
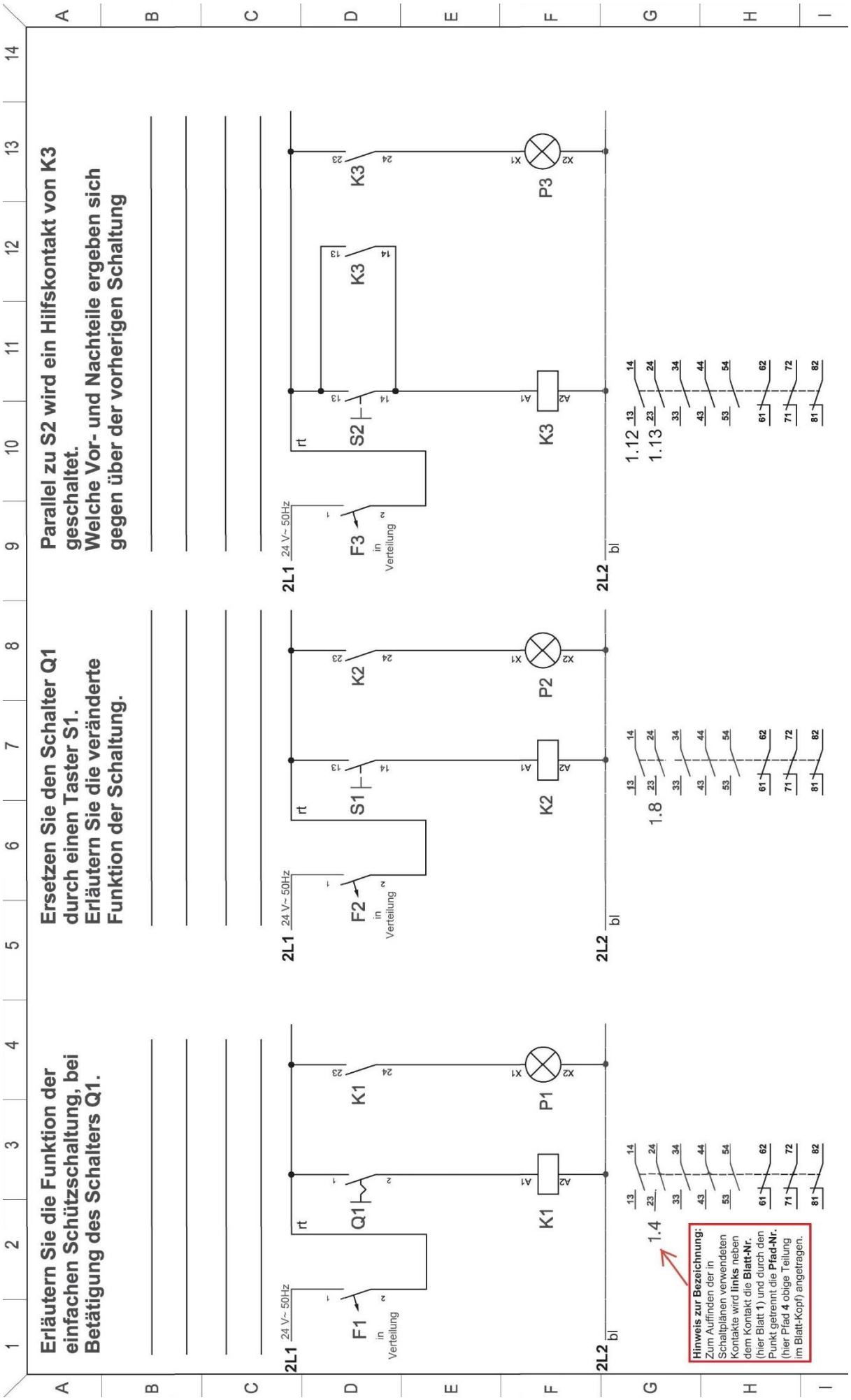


Abbildung 6 Kontaktbezeichnungen beim Leitungsschütz © Europa Lehrmittel


Erläutern Sie die Funktion der einfachen Schützschaltung, bei Betätigung des Schalters Q1.
Ersetzen Sie den Schalter Q1 durch einen Taster S1. Erläutern Sie die veränderte Funktion der Schaltung.
Parallel zu S2 wird ein Hilfskontakt von K3 geschaltet. Welche Vor- und Nachteile ergeben sich gegen über der vorherigen Schaltung
2L1
2L2
24 V~ 50Hz
bl
rt
F1
F2
F3
Q1
S1
S2
K1
K2
K3
P1
P2
P3
in Verteilung
1.4
1.8
1.12
1.13
Hinweis zur Bezeichnung: Zum Auffinden der in Schaltplänen verwendeten Kontakte wird links neben dem Kontakt die Blatt-Nr. (hier Blatt 1) und durch den Punkt getrennt die Pfad-Nr. (hier Pfad 4 obige Teilung im Blatt-Kopf) angetragen.

Grundschaltung: _____

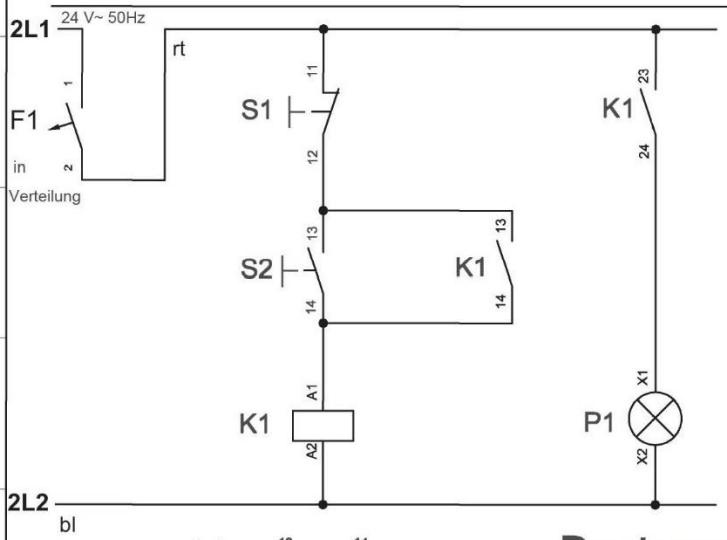
Beschreiben Sie die Grundschaltung.

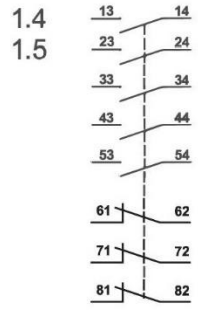
_____

_____

_____

_____





Praxisanwendung:

Grundschaltung: _____

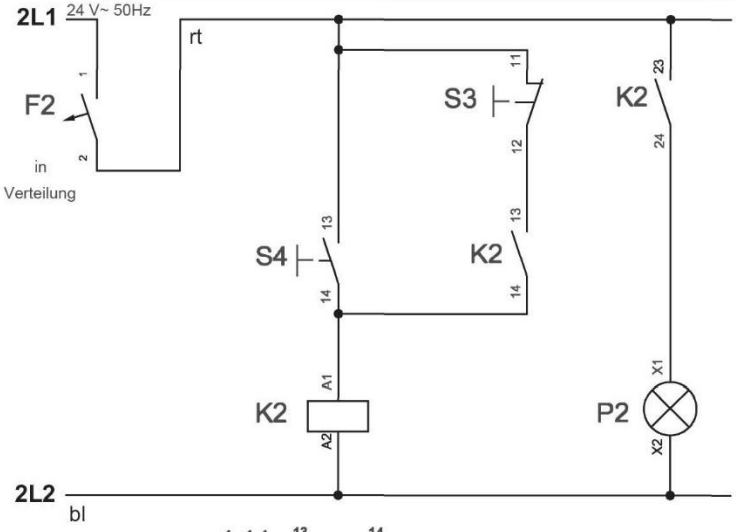
Beschreiben Sie die Grundschaltung.

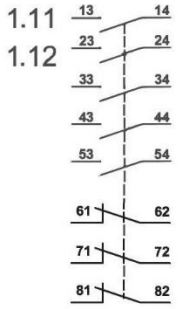
_____

_____

_____

_____



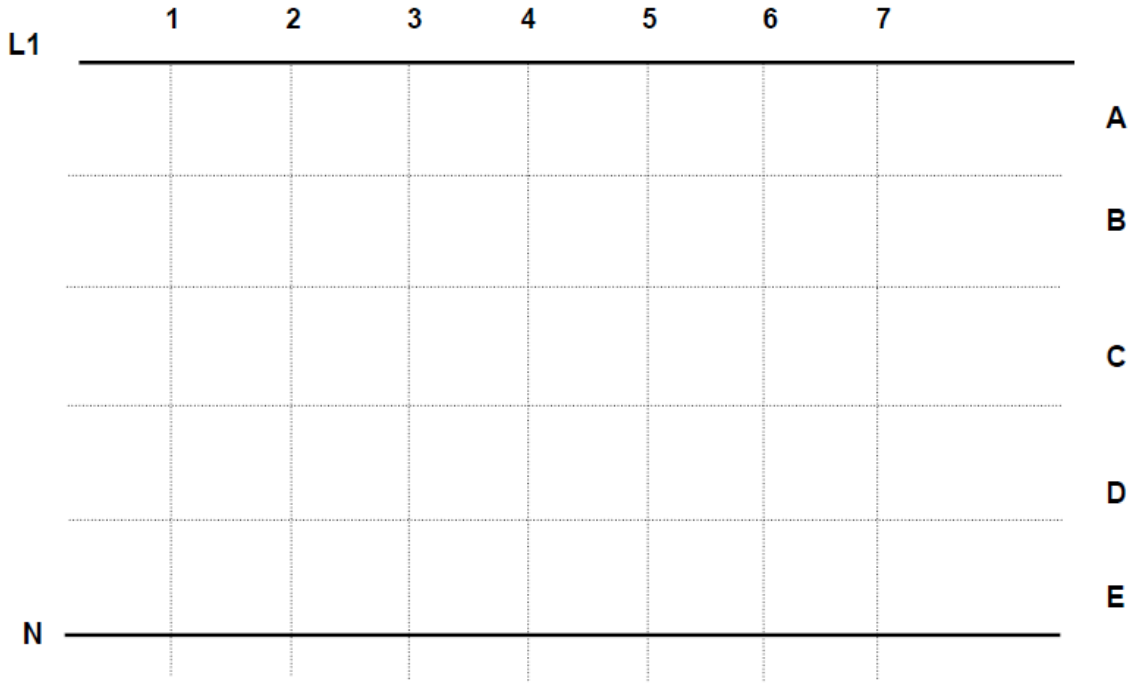


3. Planung der Schaltung

Regeln und Sicherheitsaspekte:

- Schaltungen werden im spannungslosen Zustand gezeichnet.
- Senkrechte Leitungsverbindungen müssen in den Strompfaden liegen.
- Betriebsmittel und Schaltkontakte müssen in waagerechten Ebenen liegen.
- Betriebsmittel sind mit Kennbuchstaben zu kennzeichnen.
- Die Kontakte der Betriebsmittel sind mit Ordnungsziffern zu kennzeichnen.

A 1: Zeichnen Sie unter Beachtung der Regeln und Sicherheitsaspekte für Schützschaltungen die Stromlaufpläne für den Tippbetrieb:

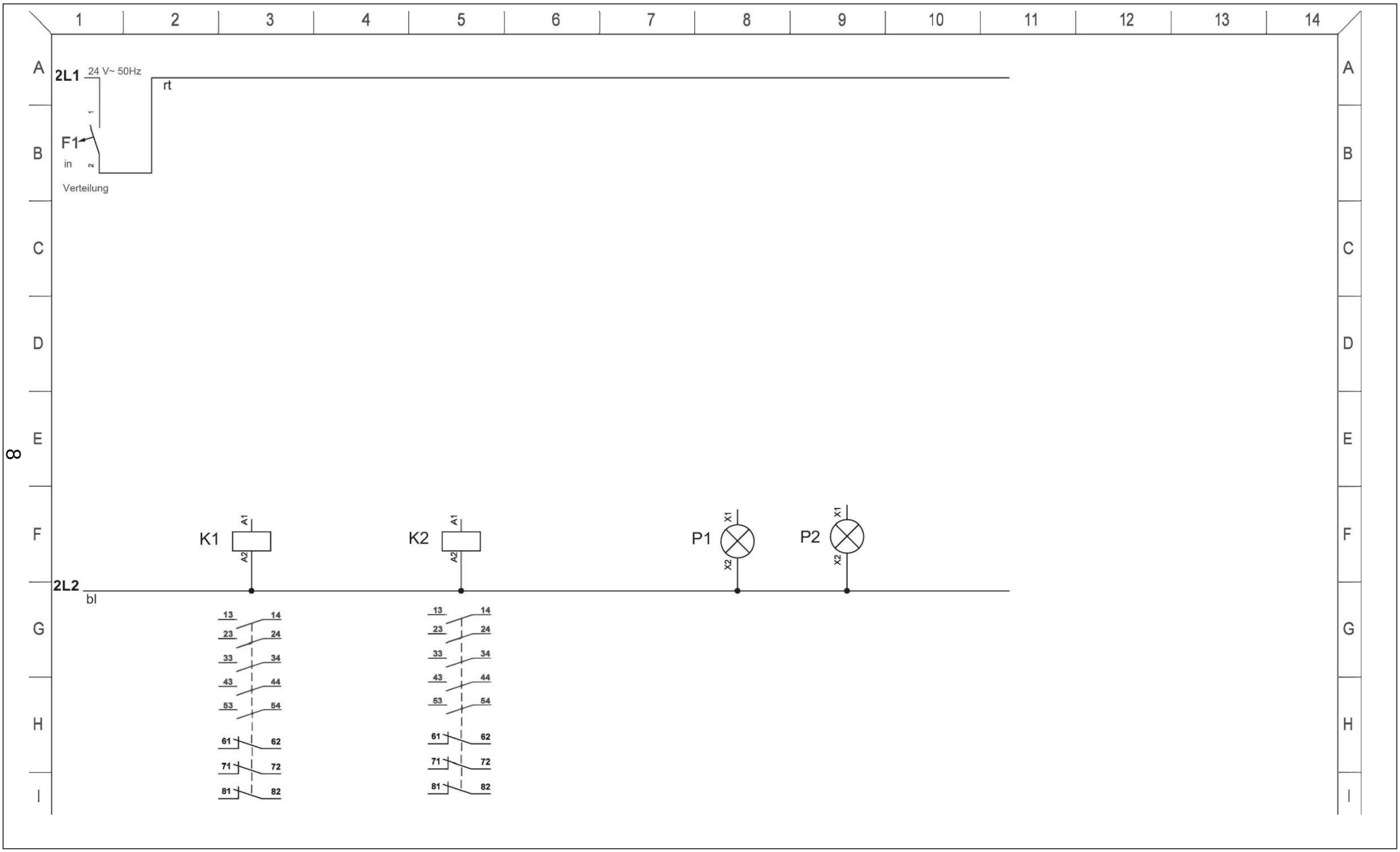


Ergänzen Sie folgende **Merksätze** zu Grundregeln der Entwicklung von Schützschaltungen.

- Der Befehl „Aus“ hat …….. vor dem Befehl „Ein“.
- Durch die ……. bleibt ein Betriebsmittel so lange eingeschaltet, bis ein Abschaltbefehl erfolgt.
- Mehrere Ein- Taster sind ……. zu schalten.
- Mehrere Aus- Taster sind …… zu schalten.

Erstellen Sie die Steuerung für die Hebebühne im Tippbetrieb.

- Erstellen Sie zunächst eine Skizze auf einem extra Blatt
- Simulieren Sie ihren Aufbau mit dem Programm ***Relais.exe***
- Zeichnen! Sie die Schaltung in die Vorlage auf der nächsten Seite
- Bauen Sie die Schaltung im Labor auf.


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
A B C D E F G H I
2L1
24 V~ 50Hz
rt
F1
in
1
2
Verteilung
K1
A1
A2
K2
A1
A2
P1
X1
X2
P2
X1
X2
2L2
bl
13 14
23 24
33 34
43 44
53 54
61 62
71 72
81 82
13 14
23 24
33 34
43 44
53 54
61 62
71 72
81 82

1. Aufbau und Funktion der Betriebsmittel

1.1. Maschinen-Drucktaster: Verriegelung

In industriellen Anwendungen dienen Drucktaster & Betätigungselement als Schaltmechanismus zur Steuerung von Anwendungen und Prozessen von Maschinen. Maschinen-Drucktaster haben meistens einen Schließer- und einen Öffnerkontakt.



Quelle: TRU COMPONENTS TC-10091020 ONPOW26-11/G Druckschalter 380 V 10 A 1 x Ein/(Ein) tastend IP40 1 St. kaufen (conrad.de)

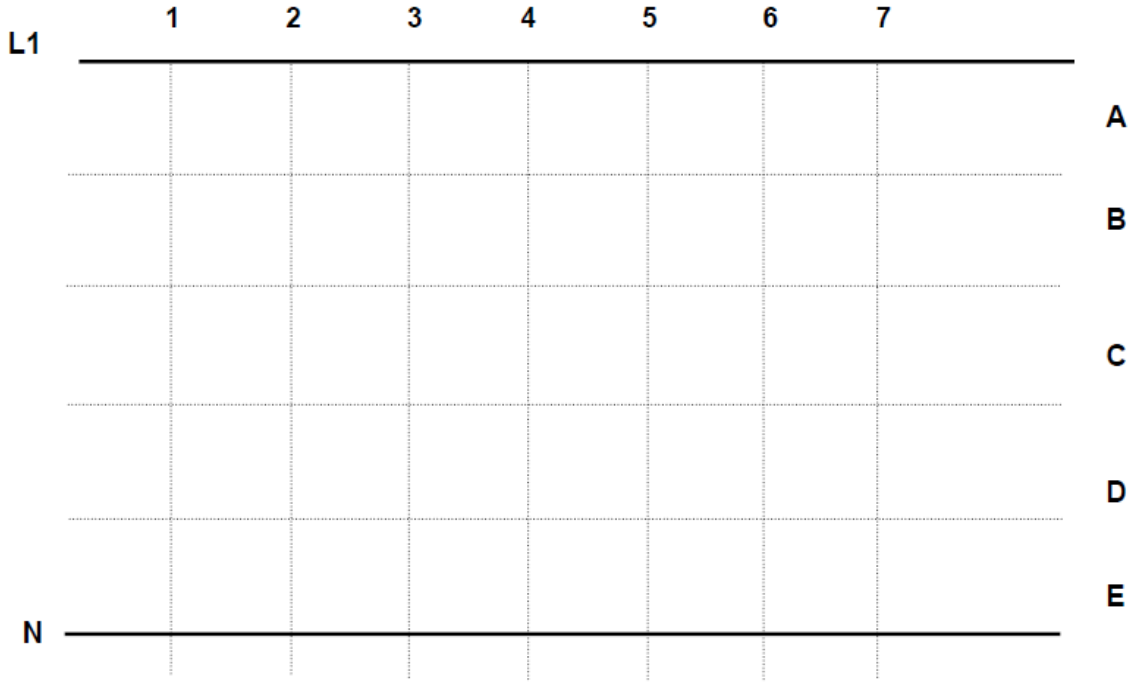
Taster können sich mit den Öffner-Kontakten gegenseitig verriegeln.

Zeichnen Sie einen Schaltplan mit zwei Maschinen-Drucktaster „EIN“ S1 und S2 (jeweils ein Öffner und ein Schließer) und zwei Meldeleuchten P1 und P2.

- S1 soll P1 einschalten, S2 soll P2 einschalten.
- Der Öffner-Kontakt von S2 liegt in Reihe zum Schließer von S1 und der Öffner-Kontakt von S1 liegt in Reihe zum Schließer von S2.

Beschreiben Sie die Funktion der Schaltung.

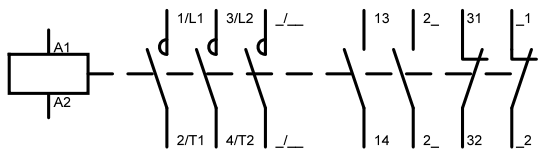
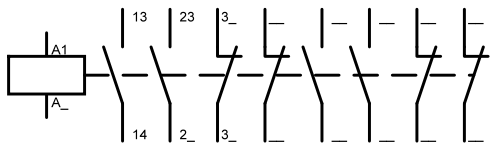
Zeichnen Sie die Schaltung. Achten Sie auf die korrekte Kontaktbezeichnung.



2. Schütze

Aufgabe:

1. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen Last und Hilfsschütz.
2. Vervollständigen Sie den Kontaktspiegel vom Lastschütz und vom Hilfsschütz mithilfe ihres Fachkunde Buchs (6.3.2 Schütze).
3. Kennzeichnen Sie die Spulen, die Hauptstromkontakte und die Steuerkontakte
4. Geben Sie die Anzahl der Kontakte an.

Lastschütze	**Hilfsschütze**
• Kennbuchstabe: ___ • Kontaktspiegel:	• Kennbuchstabe: ___ • Kontaktspiegel:
	

Lastkontakte	
Steuerkontakt NO	
Steuerkontakt NC	

Lastkontakte	
Steuerkontakt NO	
Steuerkontakt NC	

Aufgabe: Beschreiben Sie, ob es sich bei dem Schütz in Abbildung 1 um ein Last- oder ein Hilfsschütz handelt? Woran lässt sich das Erkennen? Kennzeichnen Sie von Außen sichtbaren Teile des Schützes und zeichnen Sie den zugehörigen Kontaktspiegel.

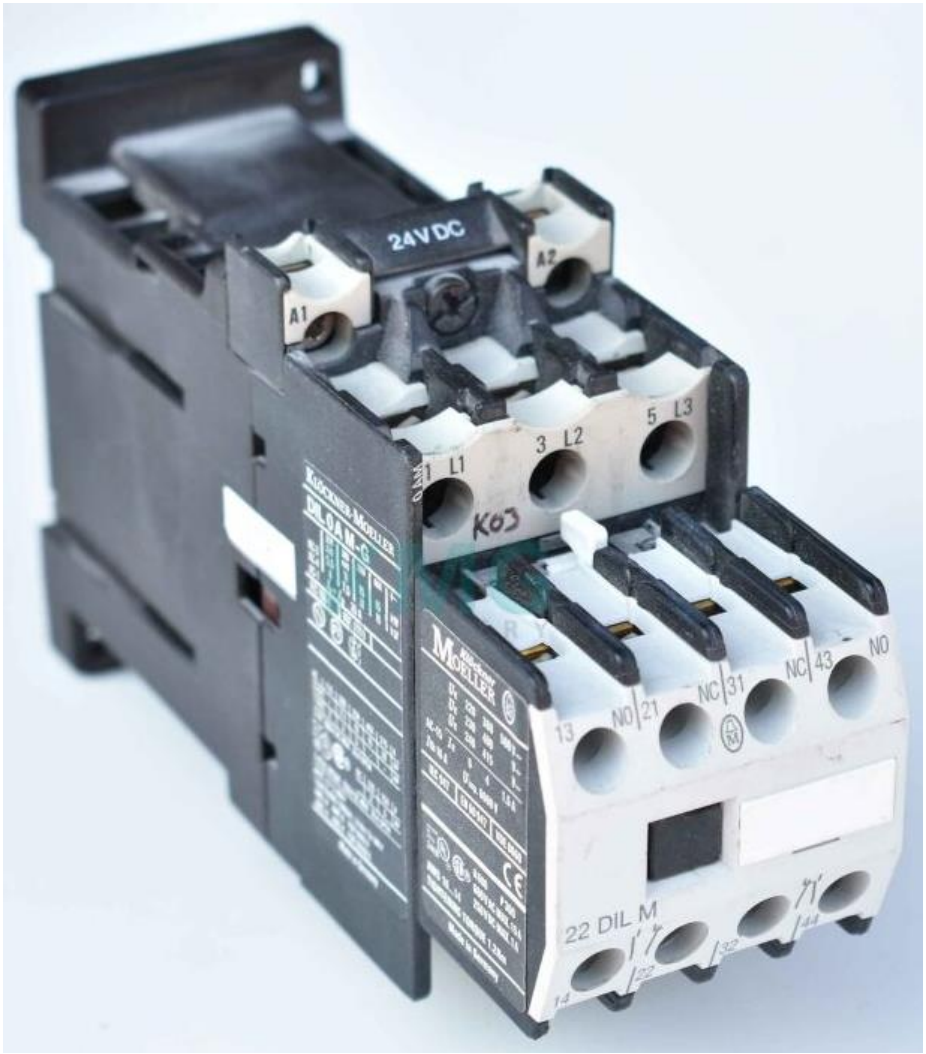
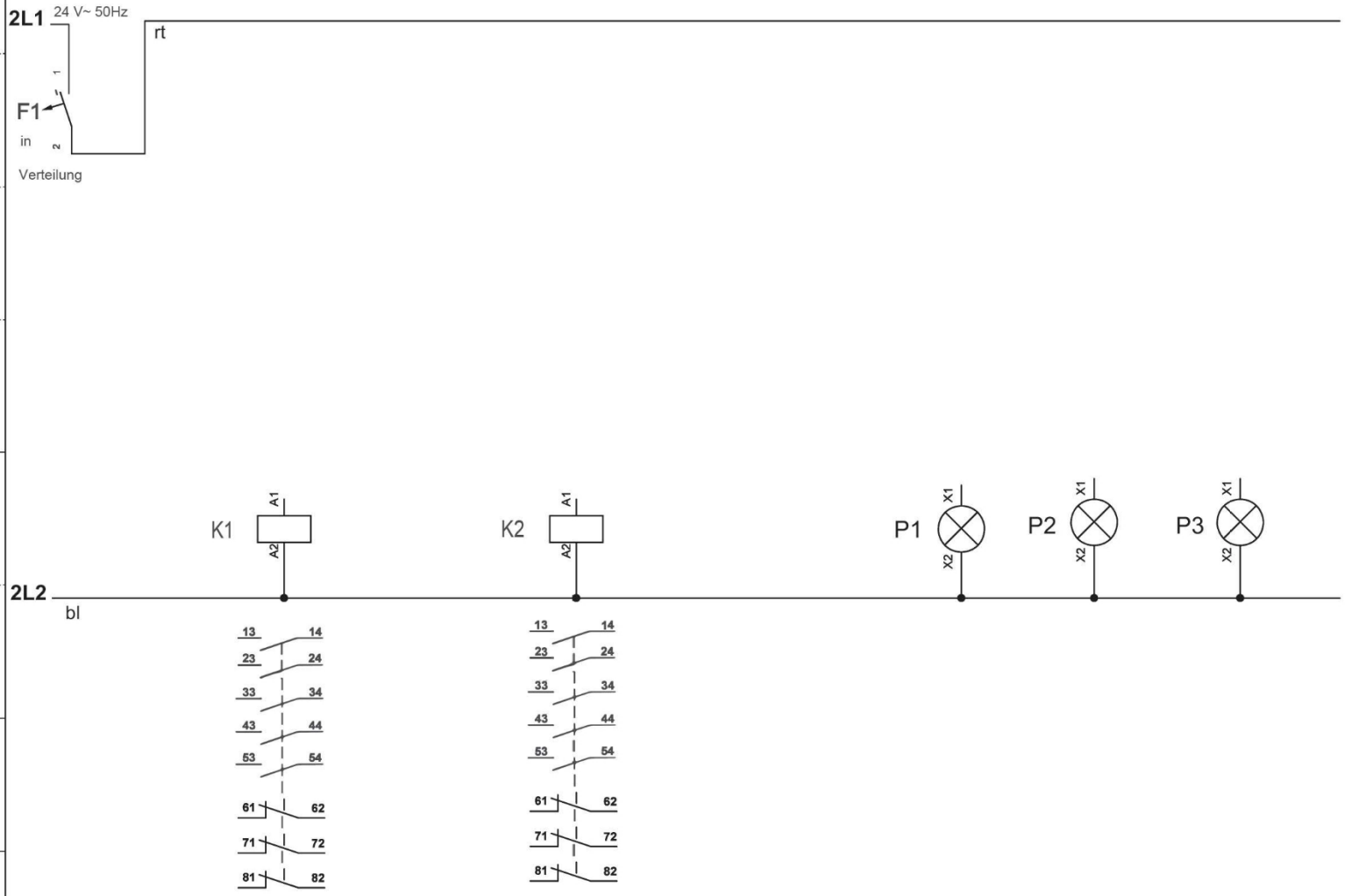


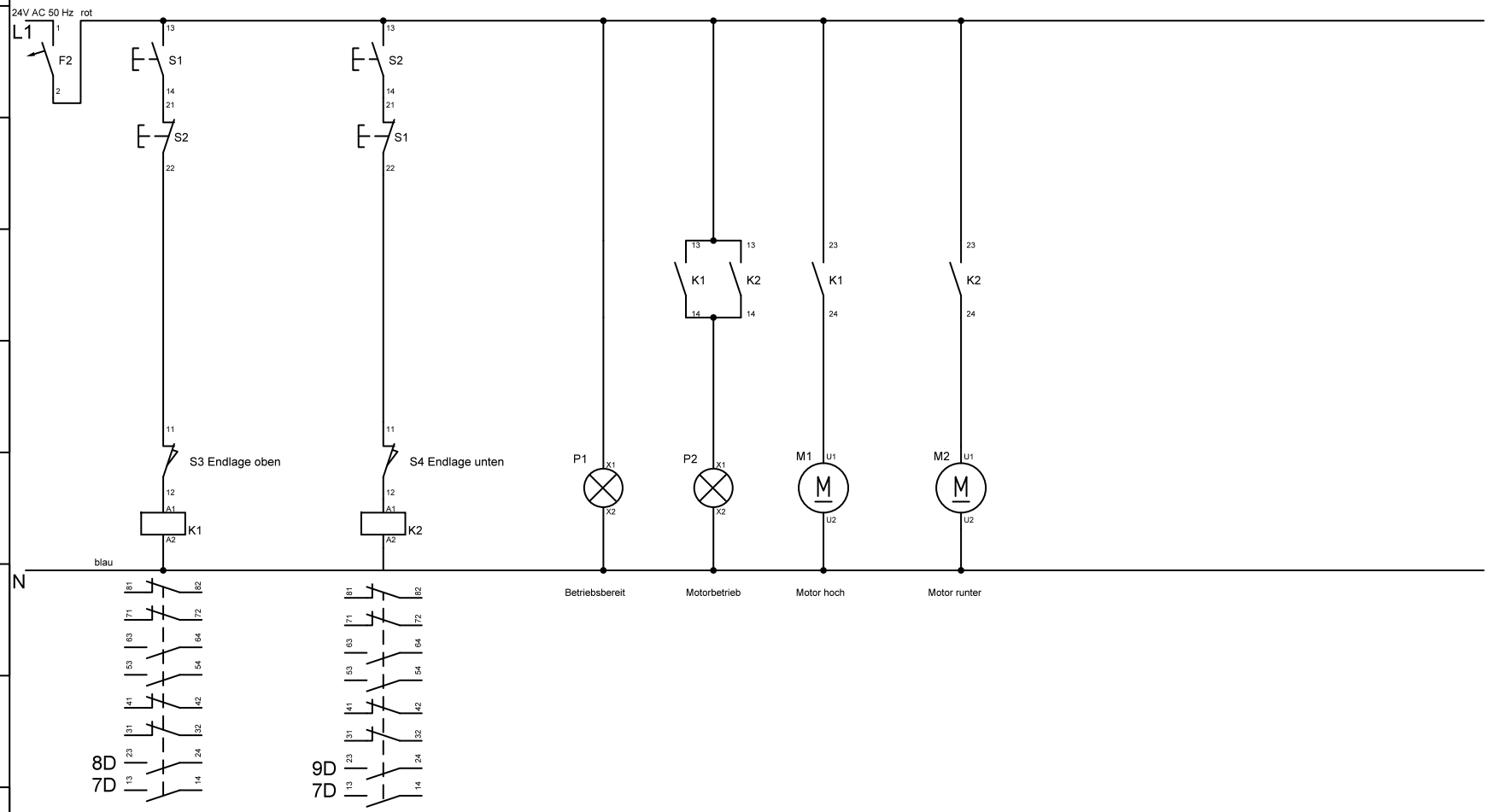
Abbildung 1 Moeller Leistungsschütz DIL0AM-G 22DILM © (kmg-industry.de)

Wird der "**EIN**"-Taster **S2 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S3** soll das Schütz **K2 eingeschaltet werden** und sich **selbst halten**. Mit dem "**AUS**"-Taster **S1** werden beide Schütze **ausgeschaltet**. Die Meldeleuchte **P1** soll den **Aus**-Zustand beider Schütze **anzeigen**. Die Meldeleuchte **P2 leuchtet**, wenn das Schütze **K1 angezogen** hat. Die Meldeleuchte **P3 leuchtet**, wenn das Schütze **K2 angezogen** hat.

Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



Beispiellösung für die Hebebühne im Tippbetrieb.
S1 Hoch, S2 Runter, S3 Endlage oben, S4 Endlage unten



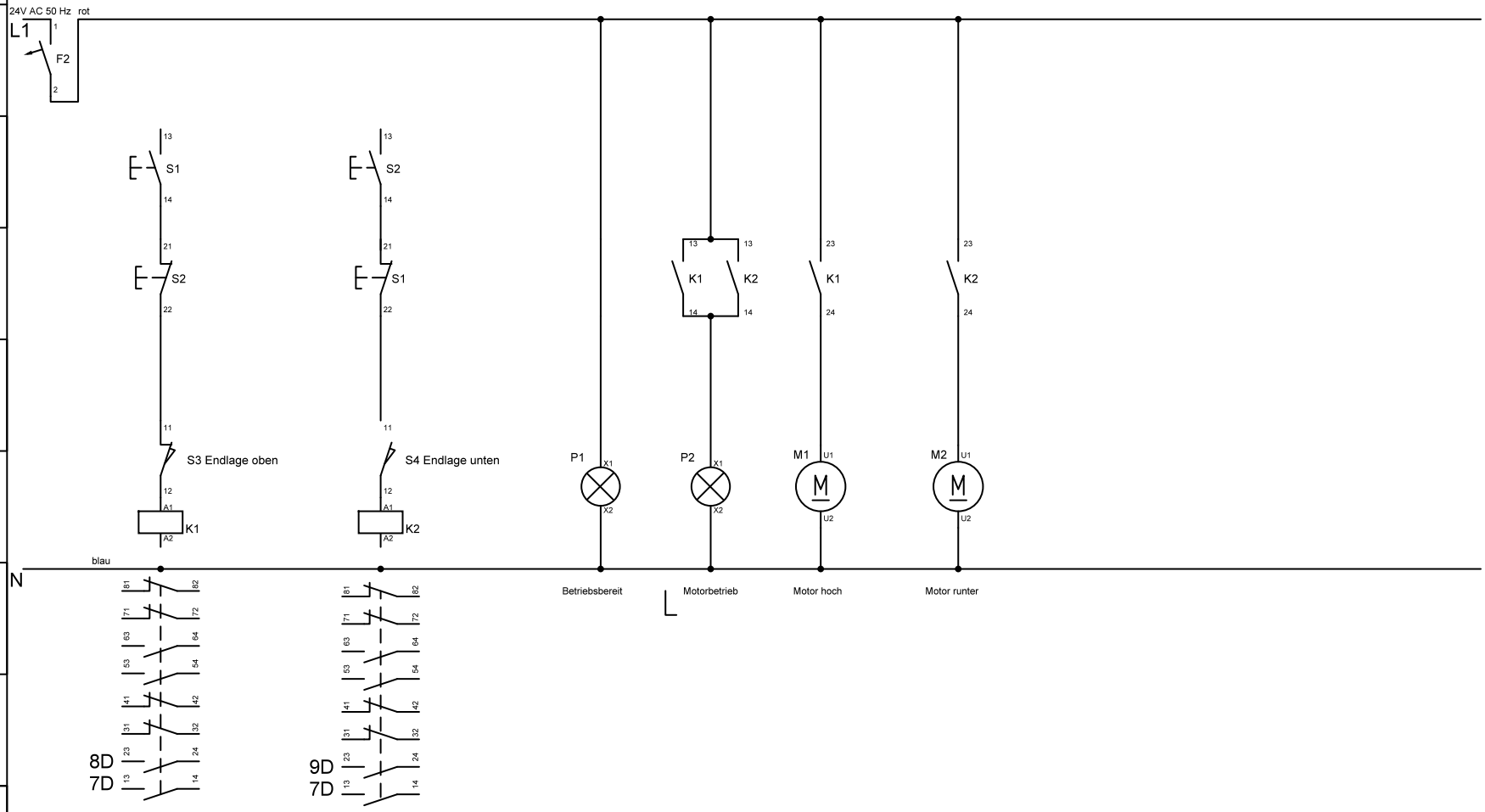
Änderungen			Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Datum	Name	gez.:			Hebebühne Tippbetrieb	
		gepr.:				
		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von

HEIN MOELLER SCHULE
OBERSTUFENZENTRUM ENERGIETECHNIK II

Elektrotechnik
1. VPS & Schütze: Elektrische Hebebühne
LF3: Steuerungen analysieren und anpassen

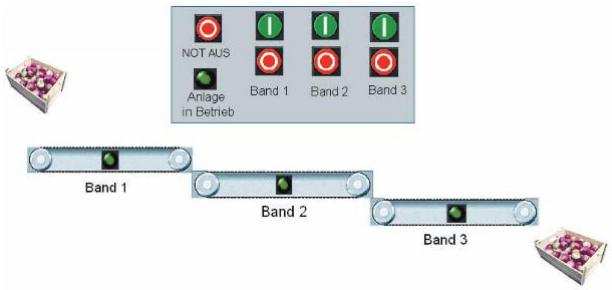
Datum:

Erweitern Sie die Schaltung der Hebebühne, damit diese automatisch nach oben und unten fährt,
bis die Endlage erreicht ist oder mit dem Taster S5 (rot) gestoppt wird.



Änderungen			Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Datum	Name	gez.:			Hebebühne mit Selbsthaltung	
		gepr.:				
		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von

Steuerung für eine Förderbandanlage entwerfen



Im Unternehmen Ökolandbau sollen mit einer Förderbandanlage Äpfel zur Weiterverarbeitung über drei Förderbänder transportiert werden. Sie erhalten den Auftrag, für diese Anlage die Steuerung mit Schützen mit folgende Vorgaben zu realisieren:

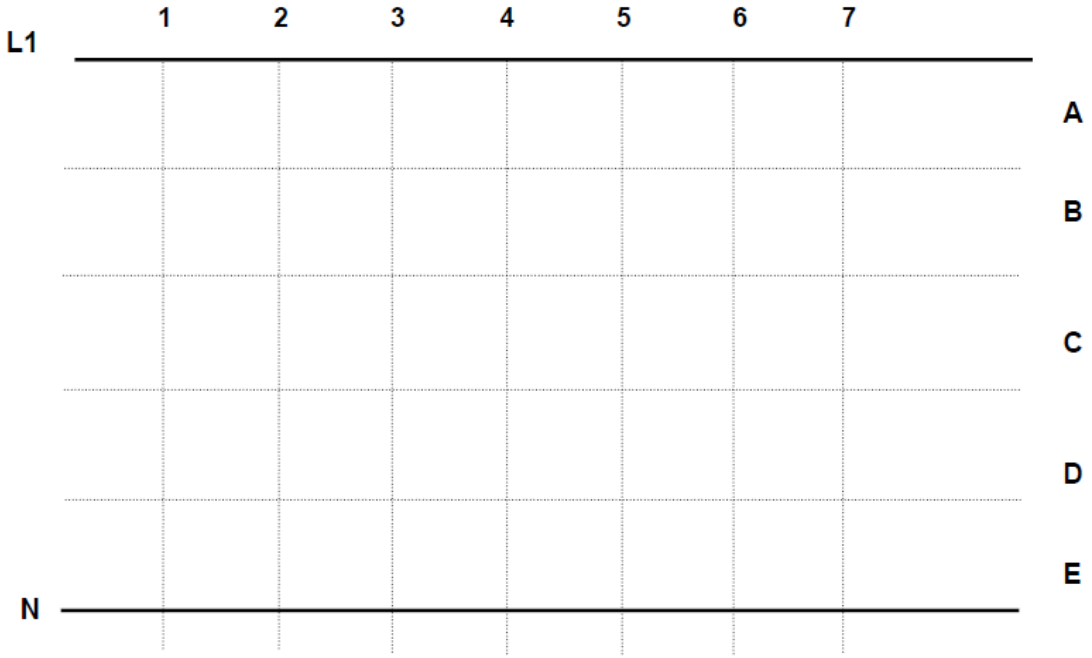
- Wenn der Not-Aus-Tasters betätigt wird, müssen alle Antriebe sofort stillgesetzt werden.
- Sobald eines der Förderbänder läuft, soll das durch eine Meldeleuchte angezeigt werden.
- Eingeschaltet werden soll in der Reihenfolge Band 3, Band 2 und Band 1.
- Ausgeschaltet werden soll in der Reihenfolge Band 1, Band 2 und Band 3.

Die Laststromkreise der Motoren sind schon angeschlossen.

Das Unternehmen erwartet von ihnen die Dokumentation der Steuerung.

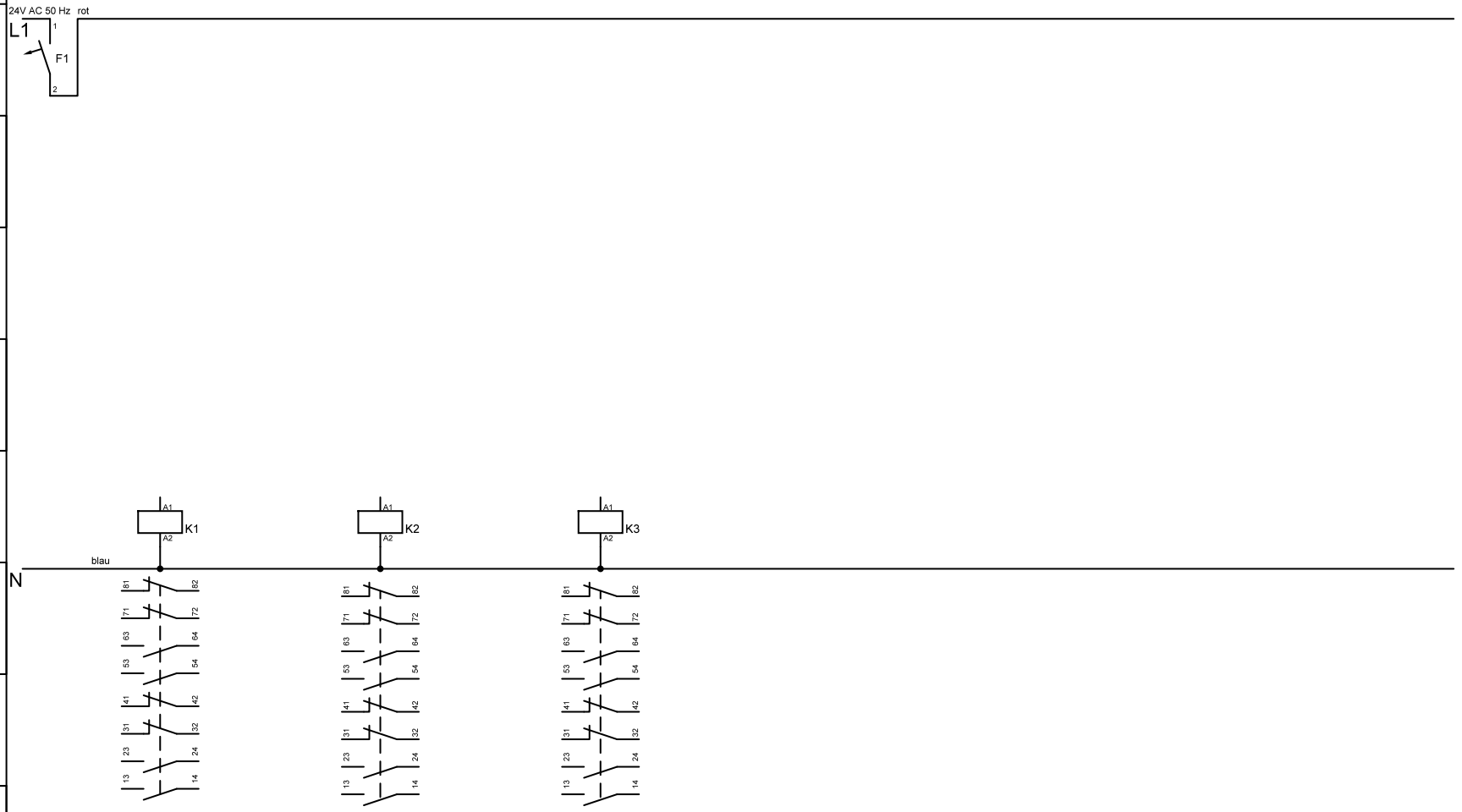
Aufgabe:

Zeichnen Sie eine Folgeschaltung mit zwei Schützen (K1 und K2).
K2 kann nur eingeschaltet werden, wenn K1 angezogen ist.
- S1 schaltet K1 ein (K1 hält sich selbst)
- S2 schaltet K2 ein (K2 hält sich selbst)
- S3 schaltet K1 und K2 aus



Schützgrundschaltung 1 Folgeschaltung

Erweitern Sie die Schaltung der Förderanlage.
S0 - Notaus
S1 - Laufband 1 Ein, S2 - Laufband 2 Ein, S3 - Laufband 3 Ein,
S4 - Laufband 1 Aus, S5 - Laufband 2 Aus, S6 - Laufband 3 Aus

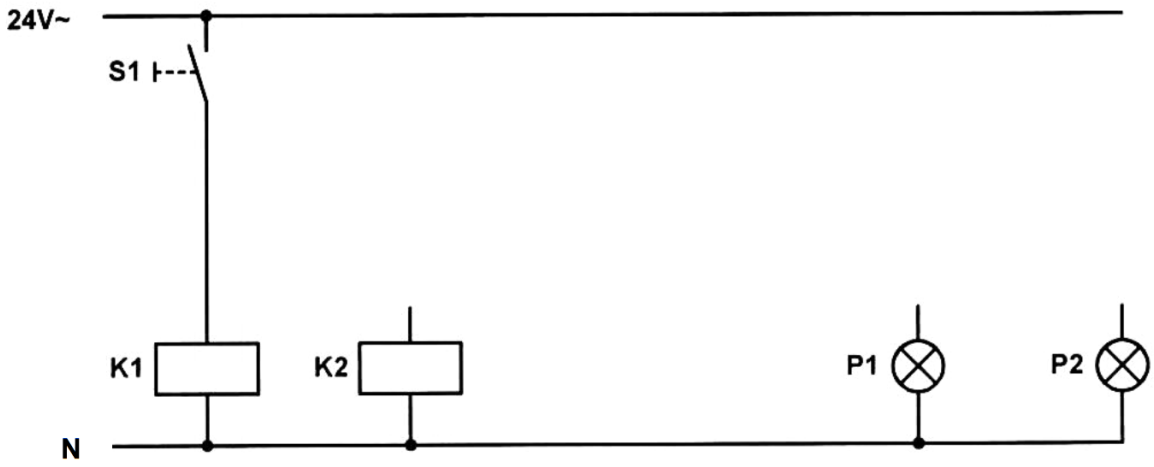


Änderungen			Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Datum	Name	gez.:			Hebebühne Selbsthaltung	
		gepr.:				
		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von

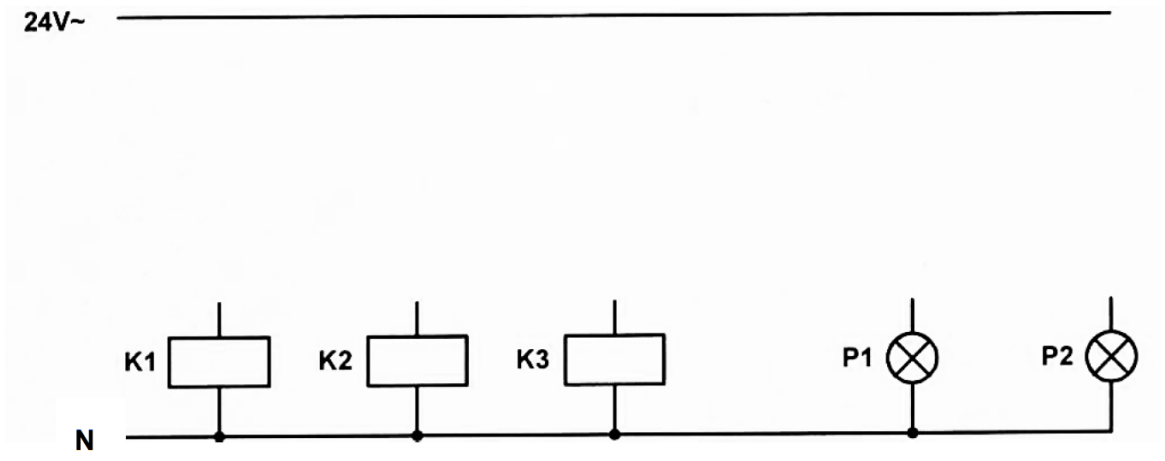
Übungsaufgaben zur Folgeschaltung

Zeichnen Sie die Stromlaufpläne in aufgelöster Darstellung.

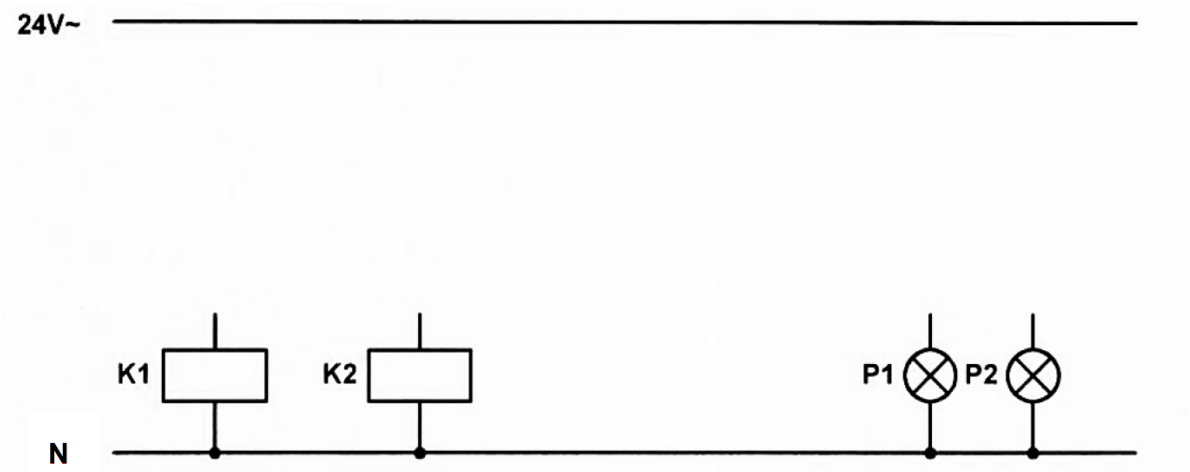
1. Bevor der Bearbeitungsvorgang einer Presse ausgelöst werden kann, soll über eine Sicherheitsabfrage dafür gesorgt werden, dass beide Hände des Arbeiters sich außerhalb des Pressenbereichs befinden. Deshalb muss zunächst die linke Hand den Taster S1 drücken, angezeigt durch den Leuchtmelder P1. Nur dann kann anschließend mit der rechten Hand über den Taster S2, angezeigt durch P2, die Presse eingeschaltet werden.



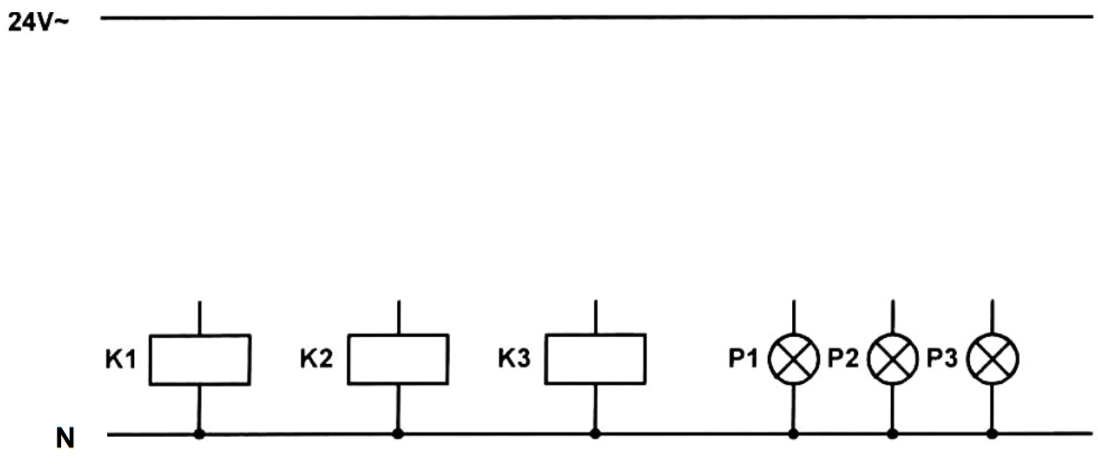
2. Die Schütze K1, K2 und K3 lassen sich nur in der genannten Reihenfolge durch die dazugehörigen Schließer S1, S2 und S3 eintasten und halten sich selbst. Der gemeinsame Öffner S0 schaltet die jeweilig betätigten Schütze ab. Der Leuchtmelder P1 leuchtet, wenn das Schütz K1 erregt ist. Wenn die Schütze K1 und K2 betätigt sind, leuchtet nur der Leuchtmelder P2. Die Leuchtmelder P1 und P2 leuchten, wenn alle drei Schütze betätigt sind.



3. Wird der Taster S2 betätigt, dann soll das Schütz K1 anziehen und sich solange selbst halten bis der Taster S1 betätigt wird. Ist das Schütz K1 eingeschaltet und wird nun der Taster S4 betätigt, dann soll das Schütz K2 anziehen und sich solange selbst halten bis der Taster S3 betätigt wird. Schütz K2 soll also nur bei angezogenem K1 einschaltbar sein. Es soll nicht abfallen, wenn K1 abgeschaltet wird.
   Der Leuchtmelder P1 soll leuchten, wenn das Schütz K1 angezogen ist. Der Leuchtmelder P2 soll leuchten, wenn K2 angezogen ist.



4. Der Leuchtmelder P1 zeigt den Ruhezustand der Schaltung an. Wird der Taster S1 betätigt, soll das Schütz K1 anziehen und sich selbst halten. P1 erlischt und P2 leuchtet auf. Nur wenn das Schütz K1 angezogen hat, kann mit Taster S2 das Schütz K2 erregt werden. K2 hält sich selbst. Angezeigt wird dieser Schaltzustand durch die Leuchtmelder P2 und P3. Erst jetzt ist es möglich mit dem Taster S3 das Schütz K3 zu betätigen, welches die Schaltung wieder in den Ruhezustand versetzt.



4. Erweiterung auf Tippbetrieb

Der Kunde möchte die Hebebühne komfortabler bedienen und sicherer machen.

Erweitern Sie Steuerung mit einer Selbsthaltung, dass die Hebebühne automatisch hoch- bzw. herunterfährt, bis die Endlage erreicht ist oder der Vorgang mit dem Schalter S5 (rot) unterbrochen wird und mit einer elektrischen Verriegelung im Lastkreis.

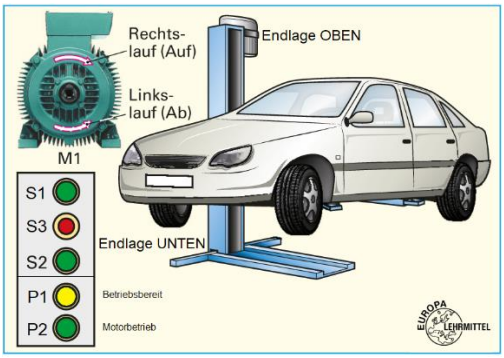
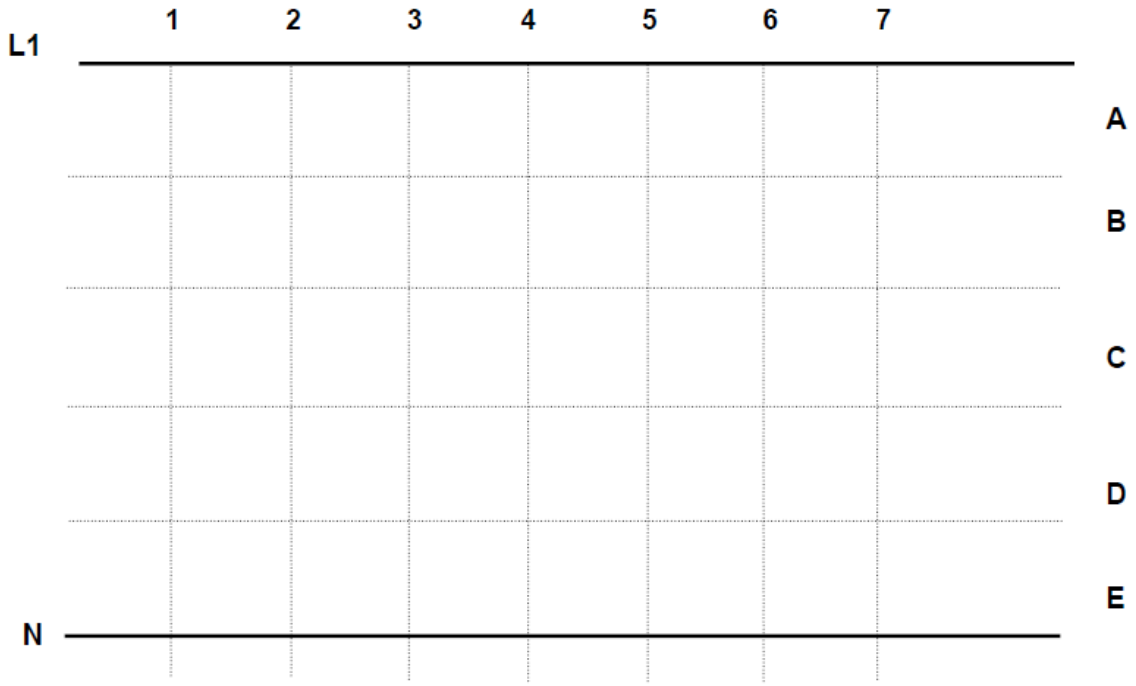


Abbildung 7 Hebebühne mit erweiterter Steuerung

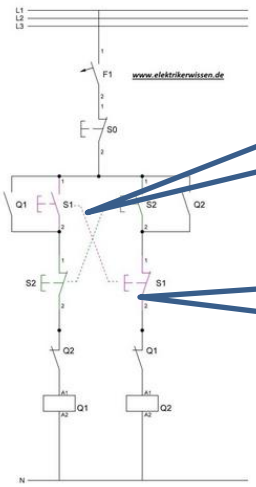
Bei einer Selbsthaltefunktion wird mit einem kurzen Schaltbefehl ein dauernder Zustandswechsel ausgelöst.

Zeichnen Sie die Grundschaltung: Selbsthaltung (Fachkunde 6.3.3) für einen Taster S1 (Ein), S2 (Aus) einen Schütz K1, eine Meldeleuchte P1. Der Taster erregt die Spule K1 und der Schließkontakt von K1 schaltet die Meldeleuchte P1 ein.



Schützgrundschaltung 3 Selbsthaltung

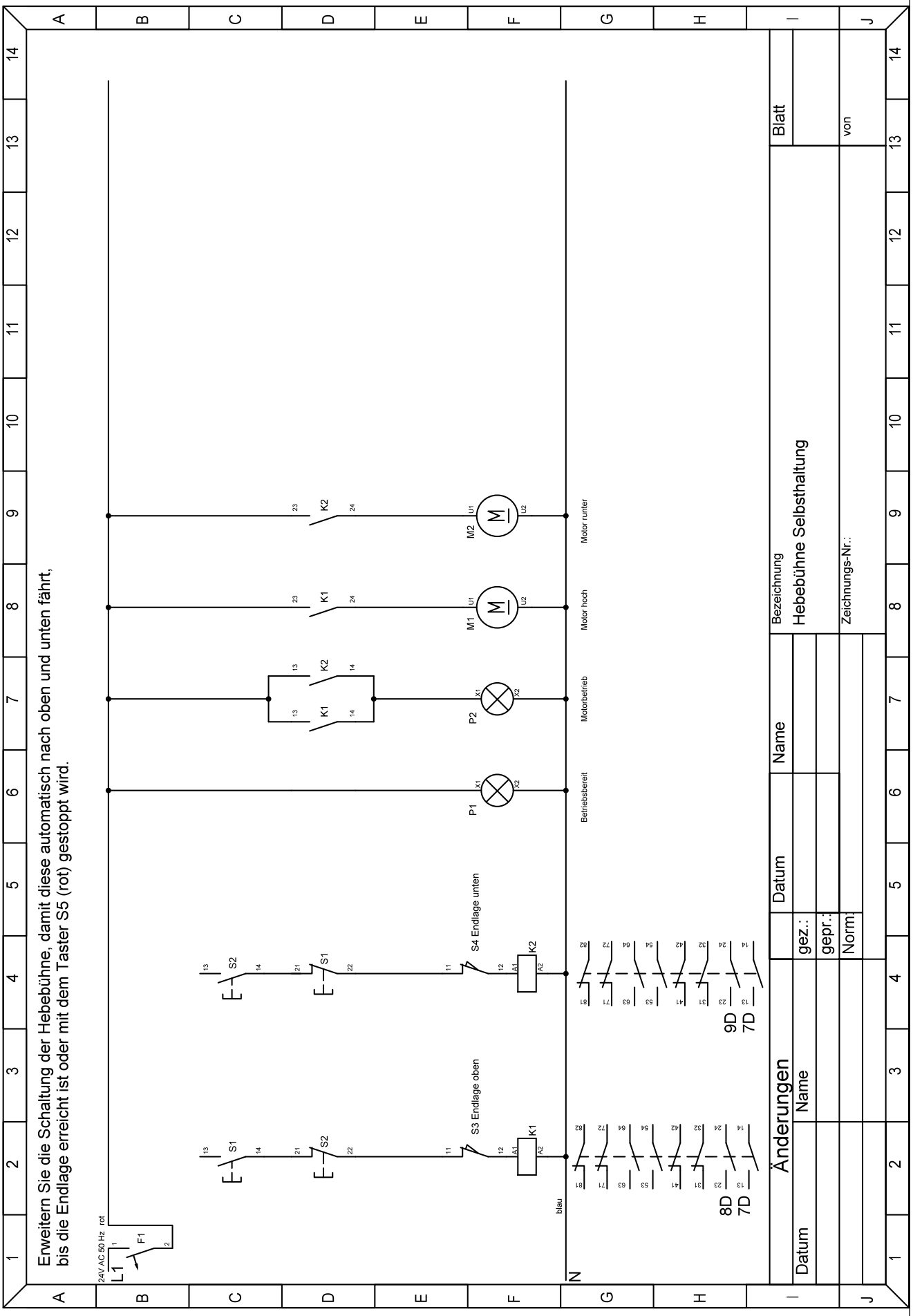
Verriegelung:



mechanische Tasterverriegelung:
Der Öffnerkontakt des Taster S1 wird in Reihe zum Schließerkontakt von Taster S2 geschaltet.
Der Öffnerkontakt des Taster S2 wird in Reihe zum Schließerkontakt von Taster S1 geschaltet.

elektrische Schützverriegelung:
In Reihe vor dem Anschluss A 1 des Schützes Q 1 wird ein Öffnerkontakt des Schützes Q2 angeschlossen.
In Reihe vor dem Anschluss A 1 des Schützes Q 2 wird ein Öffnerkontakt des Schützes Q1 angeschlossen.

Schaltplan für die Hebebühne mit Selbsthaltung

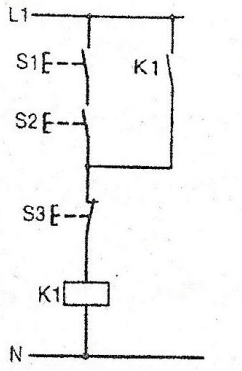


Name: *Klasse:*

Datum:

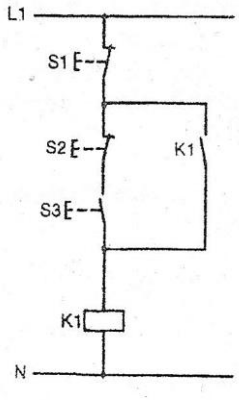
Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** Lernfeld 3	**Schützschaltungen analysieren**

1. Welche Behauptung über die Funktion der Schaltung ist richtig?



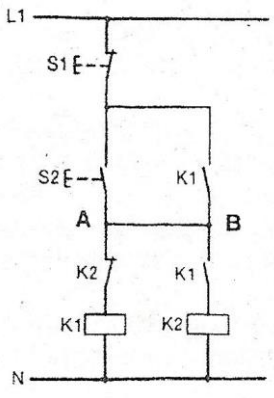
1. Wird S1 oder S2 betätigt, dann zieht K1 solange an, wie der Taster betätigt ist.
2. Wird S1 oder S2 betätigt, dann zieht K1 an und hält sich selbst.
3. Wird S1 und S2 betätigt, dann zieht K1 solange an, wie die Taster gedrückt sind.
4. Wird S1 und S2 betätigt, dann zieht K1 an und hält sich selbst.
5. Werden S1, S2 und S3 gleichzeitig gedrückt, dann zieht K1 an und hält sich selbst.

2. Welche Behauptung über die Schaltung ist richtig?
Das Schütz wird eingeschaltet, wenn



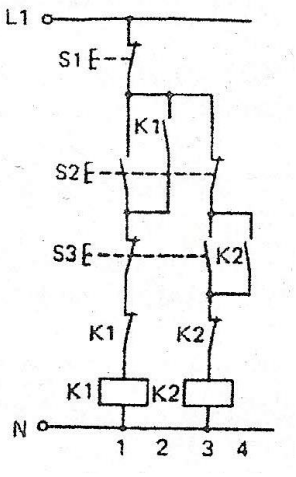
1. die Taster S2 und S3 gleichzeitig betätigt werden.
2. die Taster S1 und S2 gleichzeitig betätigt werden.
3. der Taster S3 betätigt wird.
4. die Taster S1 und S3 gleichzeitig betätigt werden.
5. der Taster S2 betätigt wird.

3. Nach kurzer Betätigung des Tasters S2 sollen K1 und K2 erregt bleiben. Welche Änderung der Schaltung ist notwendig, um diese Funktion zu erreichen?



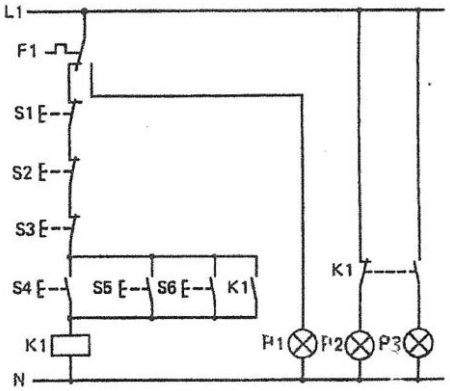
1. Die leitende Verbindung zwischen den Klemmen A und B muss entfallen.
2. Der Öffner K2 vor der Spule K1 muss wegfallen.
3. Das Schütz K1 muss anzugsverzögert sein.
4. Das Schütz K2 muss anzugsverzögert sein.
5. Parallel zu S1 muss ein Schließer von K1 geschaltet werden.

4. Die Schaltung dient der Steuerung eines Drehstrommotors für Rechts- und Linkslauf. Welchen Fehler enthält die Schaltung?



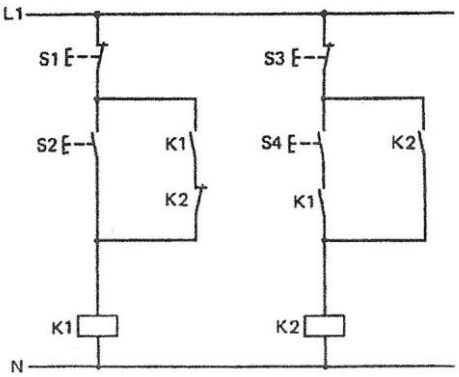
1. Die Öffnerkontakte K1 und K2 in den Strompfaden 1 und 3 sind vertauscht angeschlossen.
2. Für den Kontakt K1 im Strompfad 2 muss ein Öffner eingesetzt werden.
3. Für den Kontakt K2 im Strompfad 4 muss ein Öffner eingesetzt werden.
4. Für den Kontakt K2 im Strompfad 3 muss ein Schließer eingesetzt werden.
5. Am Taster S2 wurden Öffner und Schließer vertauscht angeschlossen.

5. Der Leuchtmelder P2 leuchtet auf. Wie ist der Betriebszustand der Anlage kurz zu beschreiben.



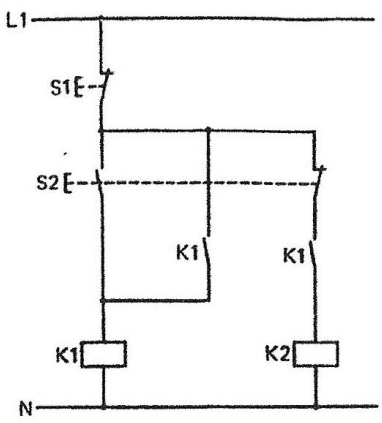
1. „Schütz K1 erregt“
2. „Störung“
3. „Steuerspannung vorhanden, Schütz nicht erregt.
4. „Netz ausgefallen“
5. „Steuerspannung ausgefallen“

6. Welche Behauptung über die Schaltung ist falsch?



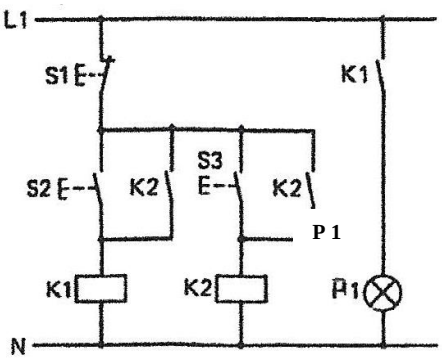
1. Schütz K1 lässt sich ohne Verriegelung einschalten. Es hält sich nur selbst, wenn Schütz K2 ausgeschaltet ist.
2. Schütz K2 hält sich selbst, auch wenn Schütz K1 ausgeschaltet wird.
3. Schütz K1 lässt sich nur einschalten, wenn Schütz K2 nicht eingeschaltet ist.
4. Schütz K2 lässt sich nur einschalten, wenn Schütz K1 bereits eingeschaltet ist.
5. Schütz K2 fällt sofort ab, wenn S3 betätigt wird.

7. Welche Behauptung über die Schaltung ist richtig?



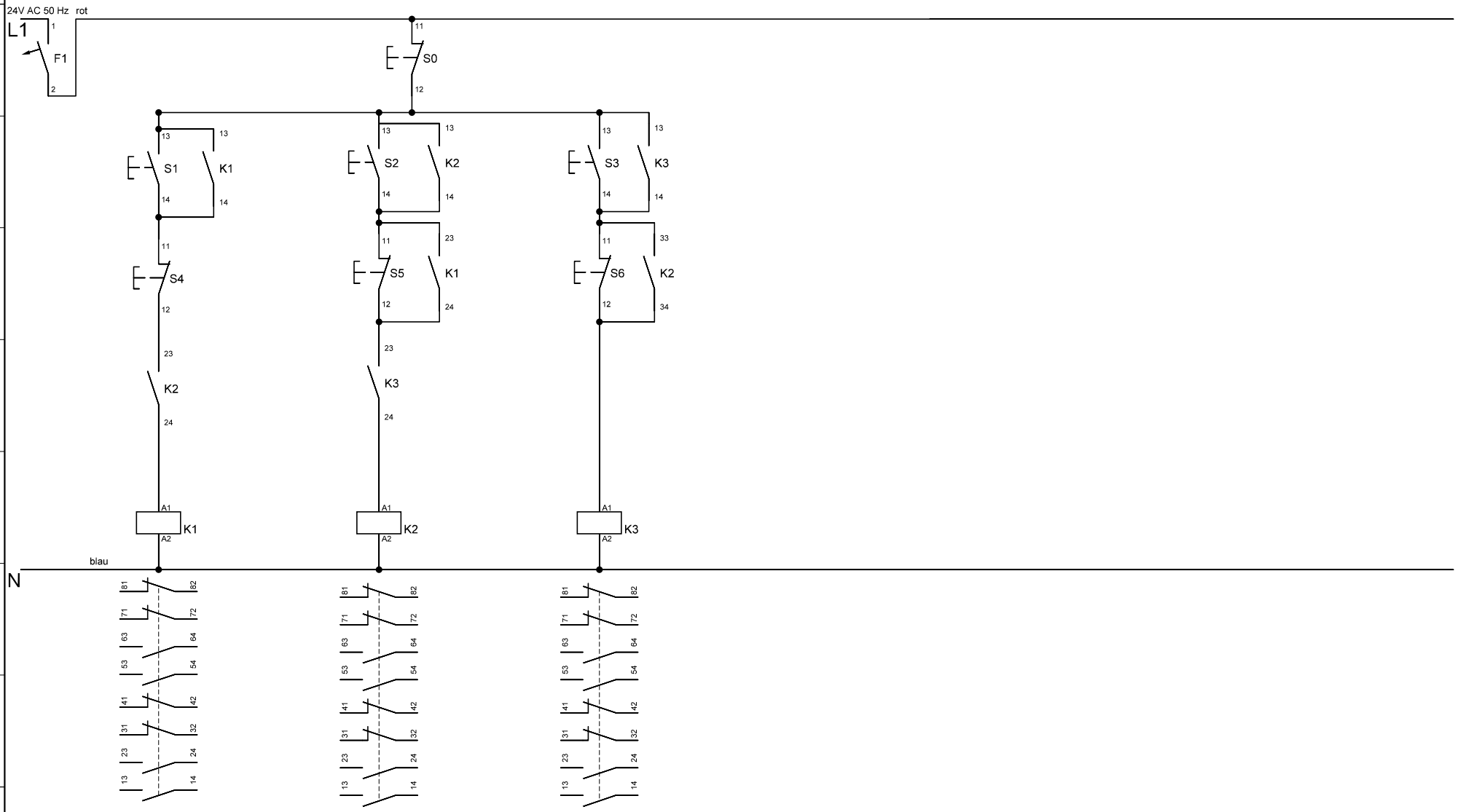
1. Wird S2 gedrückt, dann ziehen beide Schütze sofort an und halten sich auch nach dem Loslassen von selbst.
2. Wird S2 gedrückt, dann zieht K1 an. Wird S2 losgelassen, dann zieht K2 an und K1 fällt ab.
3. Wird S2 gedrückt, dann ziehen beide Schütze an und fallen nach dem Loslassen von S2 wieder ab.
4. Wird S2 gedrückt, dann zieht zuerst K2 an und erst nach dem Loslassen von S2 das Schütz K1.
5. Wird S2 gedrückt, dann zieht K1 an. Wird S2 losgelassen, dann zieht K2 zusätzlich an.

8. Welche Behauptung über die Schaltung ist <u>falsch</u>?



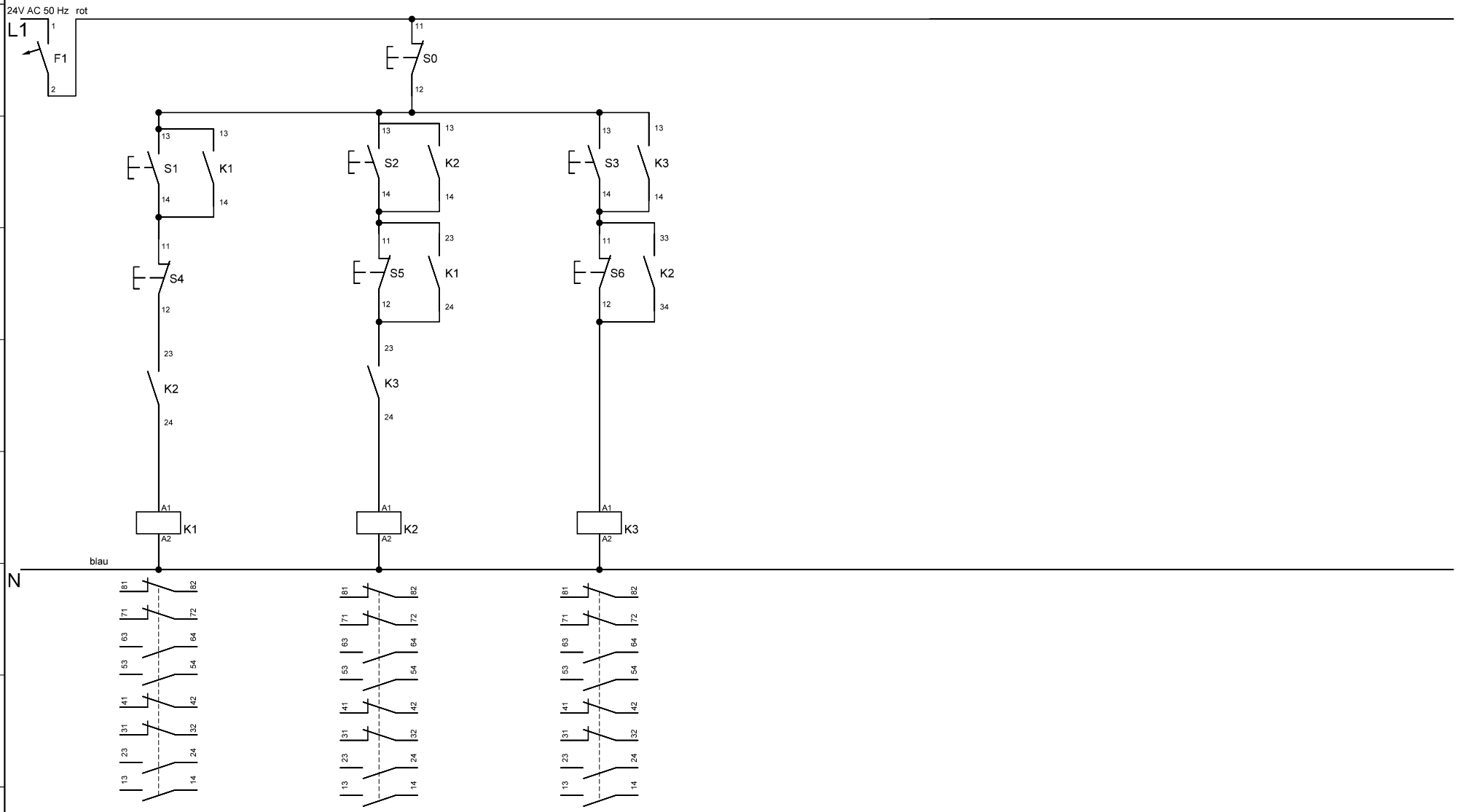
1. Bei Betätigen von S2 leuchtet P1 so lange, wie der Taster gedrückt ist („Tippen“).
2. Bei Betätigung von S3 leuchtet P1 auch dann weiter, wenn der Taster freigegeben wird.
3. Wenn S1 und S2 gleichzeitig betätigt werden, leuchtet P1 nicht.
4. Wenn S2 und S3 gleichzeitig betätigt werden, leuchtet P1 nicht.
5. Wenn S1 und S3 gleichzeitig betätigt werden,

Erweitern Sie die Schaltung der Förderanlage.
S0 - Notaus
S1 - Laufband 1 Ein, S2 - Laufband 2 Ein, S3 - Laufband 3 Ein,
S4 - Laufband 1 Aus, S5 - Laufband 2 Aus, S6 - Laufband 3 Aus



Änderungen			Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Datum	Name	gez.:			Folgeschaltung	
		gepr.:				
		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von

Erweitern Sie die Schaltung der Förderanlage.
S0 - Notaus
S1 - Laufband 1 Ein, S2 - Laufband 2 Ein, S3 - Laufband 3 Ein,
S4 - Laufband 1 Aus, S5 - Laufband 2 Aus, S6 - Laufband 3 Aus



Änderungen			Datum	Name	Bezeichnung	Blatt
Datum	Name	gez.:			Folgeschaltung	
		gepr.:				
		Norm:			Zeichnungs-Nr.:	von

In der Steuerungstechnik gibt es grundlegende Schützschaltungen, die in Steuerungen **(Bild 1)** verwendet werden. Bei der Planung einer Steuerung muss je nach Anforderung die richtige Steuerschaltung ausgewählt und der dazugehörige Stromlaufplan erstellt werden können.

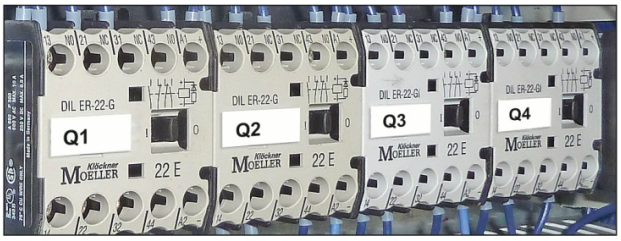


Bild 1: Steuerung mit Schützschaltung

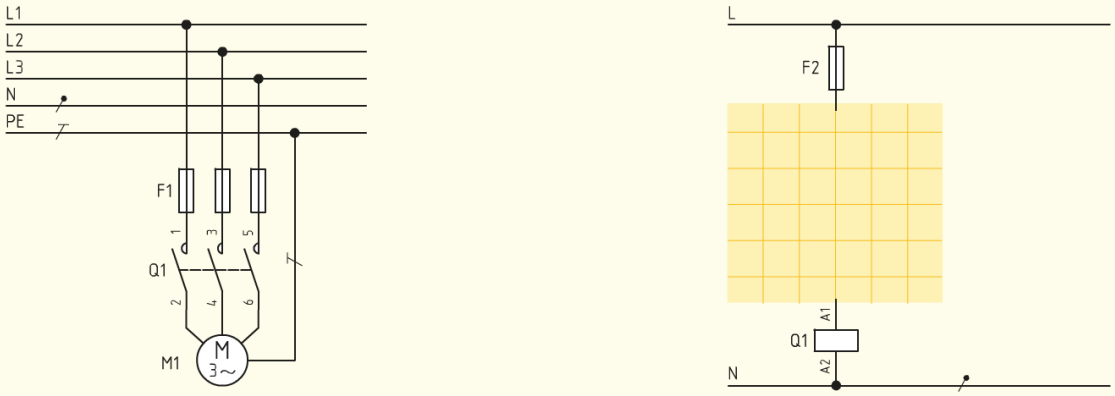
1. Ein Motor soll solange in Betrieb sein, wie der Taster S1 betätigt wird.

a) Nennen Sie die Bezeichnung der Schaltung,
b) geben Sie ein Anwendungsbeispiel dafür an,
c) vervollständigen Sie den Stromlaufplan und
d) bezeichnen Sie die beiden Stromkreise.

a)

b) Anwendungsbeispiel:

c)



d)

Bild 2: Schützschaltung für Tippbetrieb

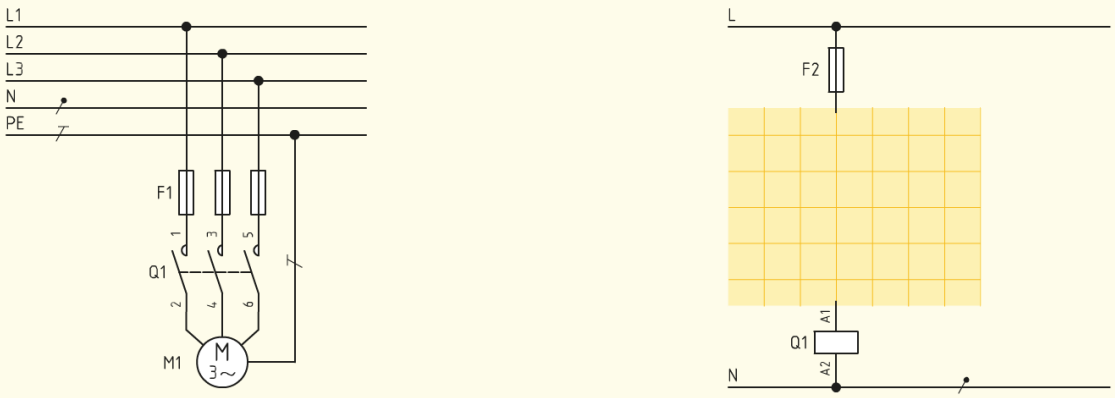
2. Ein Motor soll durch kurzzeitige Betätigung des Taster S1 eingeschaltet werden und eingeschaltet bleiben. Durch kurzzeitigen Druck auf den Taster S2 soll der Motor wieder ausgeschaltet werden.

a) Nennen Sie die Bezeichnung der Schaltung,
b) geben Sie ein Anwendungsbeispiel dafür an,
c) vervollständigen Sie den Stromlaufplan und
d) begründen Sie, warum die Schaltung einen Schutz vor selbstständigem Wiederanlauf nach einem Stromausfall gewährt.

a)

b) Anwendungsbeispiel:

c)



d)

Bild 3: Schützschaltung für Selbsthaltung

Abbildung 1 © Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik

3. Zwei Beleuchtungen sollen jeweils einzeln, aber nie gleichzeitig in Betrieb gehen können.
a) Nennen Sie die Bezeichnung der Schaltung und **b)** vervollständigen Sie den Stromlaufplan.

a) _____

b)

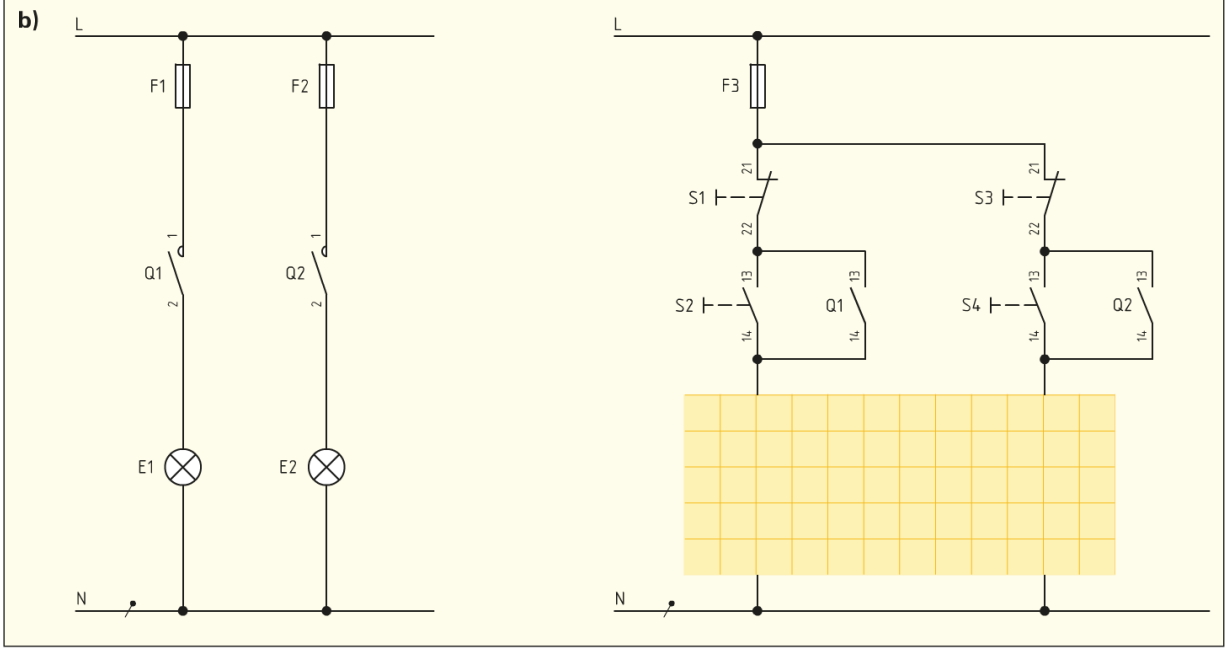


Bild 1: Schützschaltung mit Verriegelung

4. Die Drehrichtung eines Drehstrommotors soll mit S1, S2 und S3 geschaltet werden können ohne dass die Stopp-Taste gedrückt werden muss. Dabei muss sichergestellt sein, dass niemals beide Schütze gleichzeitig anziehen.
a) Nennen Sie die Bezeichnung der Schaltung und **b)** vervollständigen Sie den Stromlaufplan.

a) _____

b)

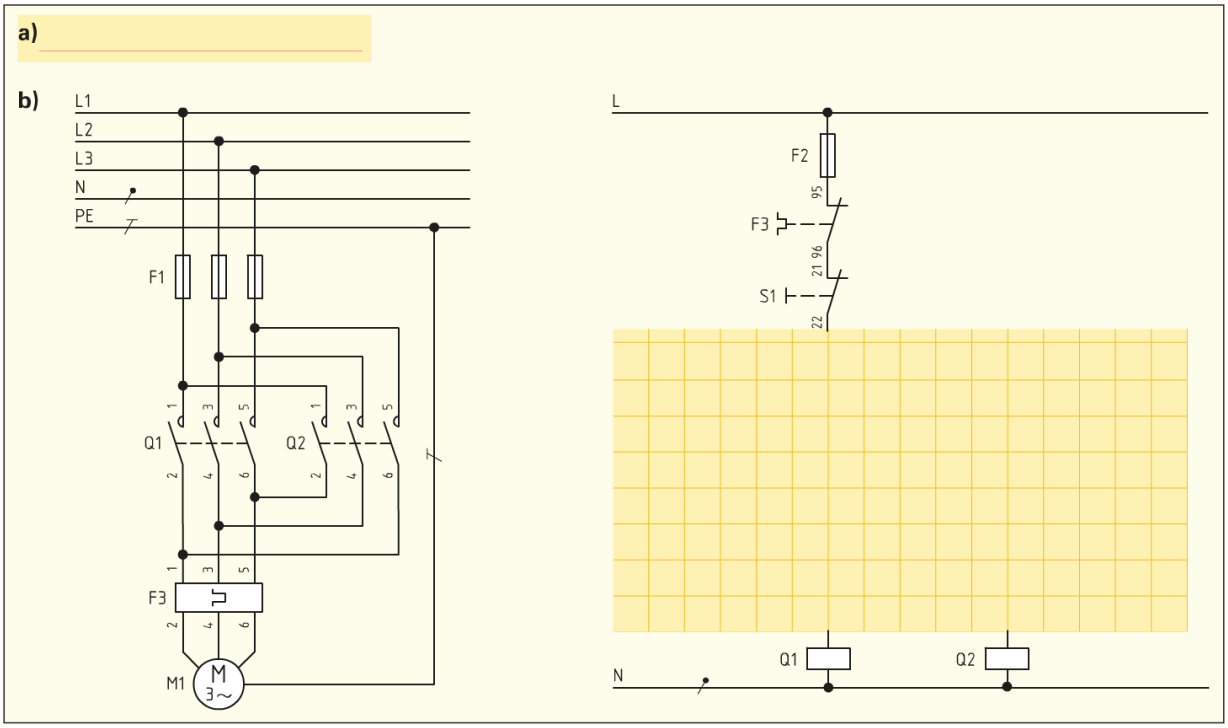


Bild 2: Schützschaltung zur Umschaltung der Drehrichtung eines Motors

5. Welche Bezeichnung und welche Aufgabe hat das Betriebsmittel **a)** F1 und **b)** F3?

a) _____

b) _____

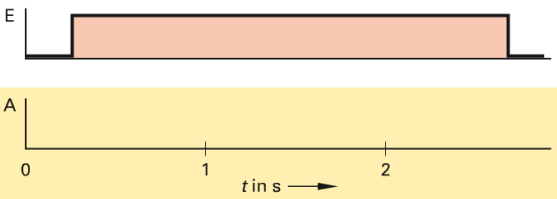
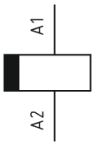
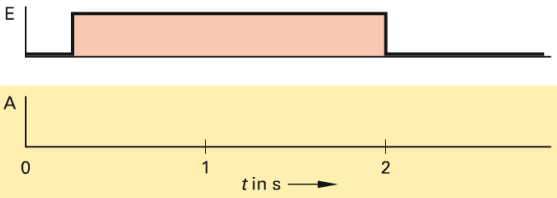
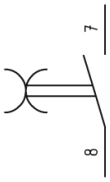
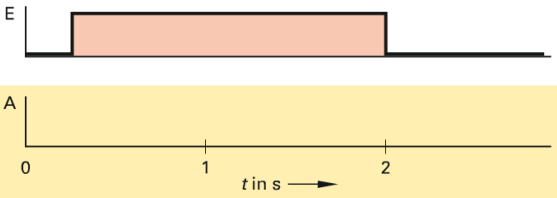
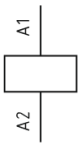
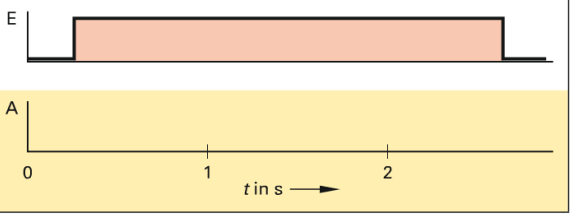
Zur Umsetzung von zeitgeführten Steuerungen werden Zeitrelais **(Bild 1)** benötigt. Damit können Verzögerungen, z. B. Ansprechverzögerungen oder Rückfallverzögerungen, erzeugt werden. Zum Beispiel soll bei einer Motor-Anlaufschaltung ein Motor zunächst in Sternschaltung eingeschaltet und nach einer bestimmten Zeit automatisch über ein Zeitrelais in Dreieckschaltung umgeschaltet werden.



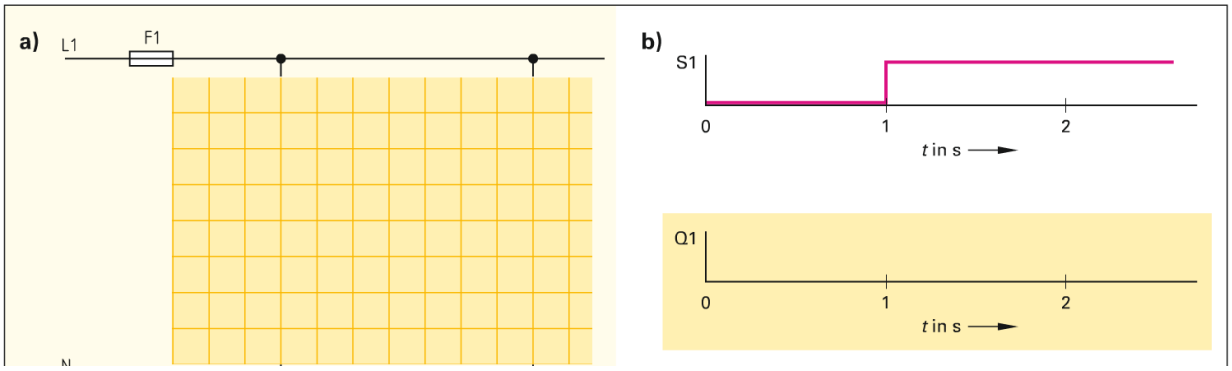
Bild 1: Zeitrelais

1. Ergänzen Sie in der **Tabelle** die fehlenden Schaltzeichen und zeichnen Sie das Zeitablaufdiagramm für den Ausgang A des jeweiligen Zeitrelais.

Tabelle: Schaltzeichen und Zeitablaufdiagramme von Zeitrelais

Funktion	Schaltzeichen für Spule	Schaltzeichen für Kontakt	Zeitablaufdiagramm
Ansprechverzögerung von einer Sekunde			
Rückfallverzögerung von 500 ms			
Ansprechverzögerung von 500 ms und Rückfallverzögerung von 250 ms			
Blinkend mit einer Frequenz von 2 Hz			

2. Bei einem Steuerstromkreis mit Zeitrelais **(Bild 2)** soll eine Sekunde nach dem Betätigen des Tasters S1 das Schütz Q1 anziehen. **a)** Vervollständigen Sie den Steuerstromkreis und **b)** zeichnen Sie das Zeitablaufdiagramm.



3. Für den Anlauf eines Drehstrommotors soll eine automatische Stern-Dreieck-Schützschaltung verwendet werden. Ergänzen Sie den Stromlaufplan für den Steuerstromkreis **(Bild)**.

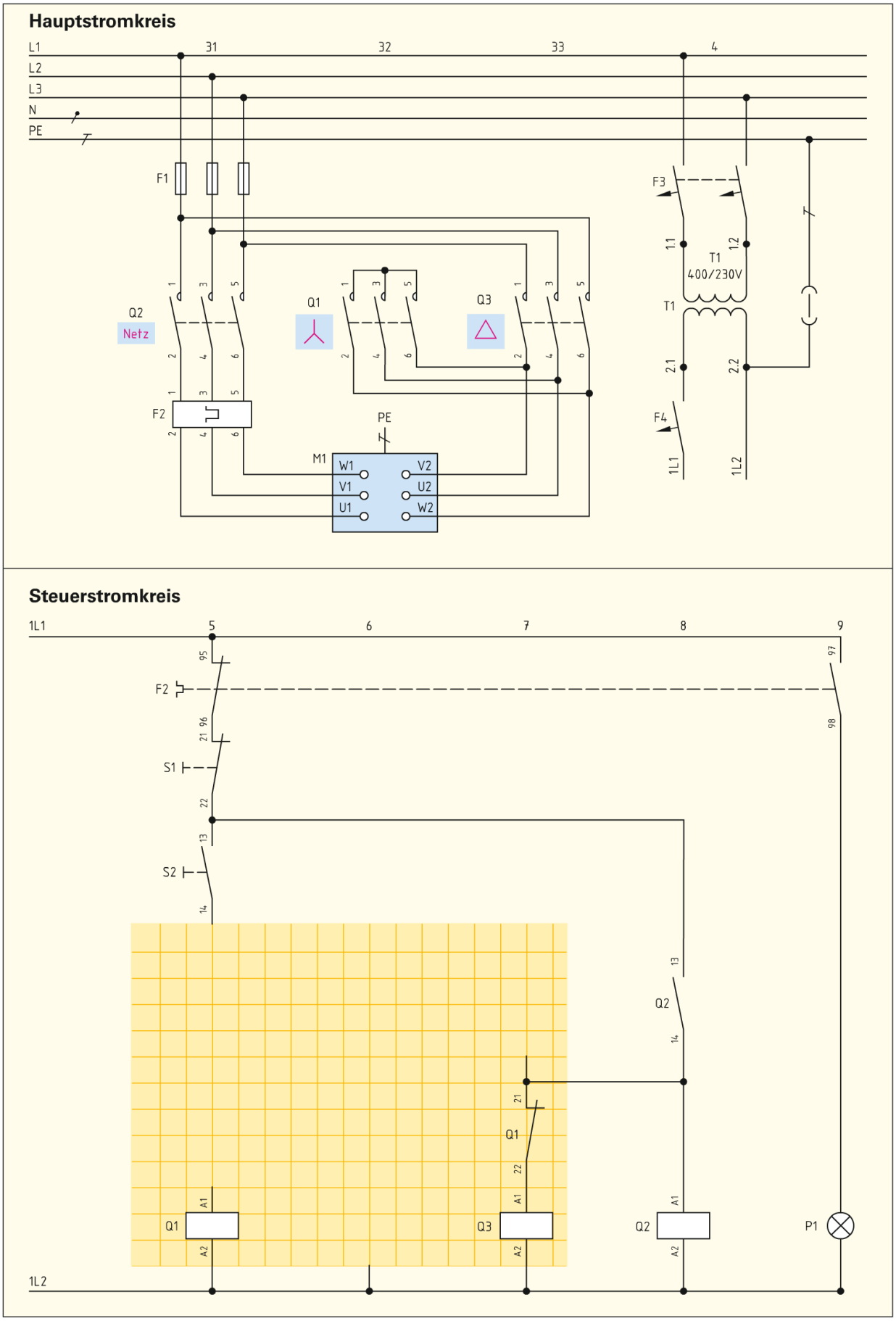
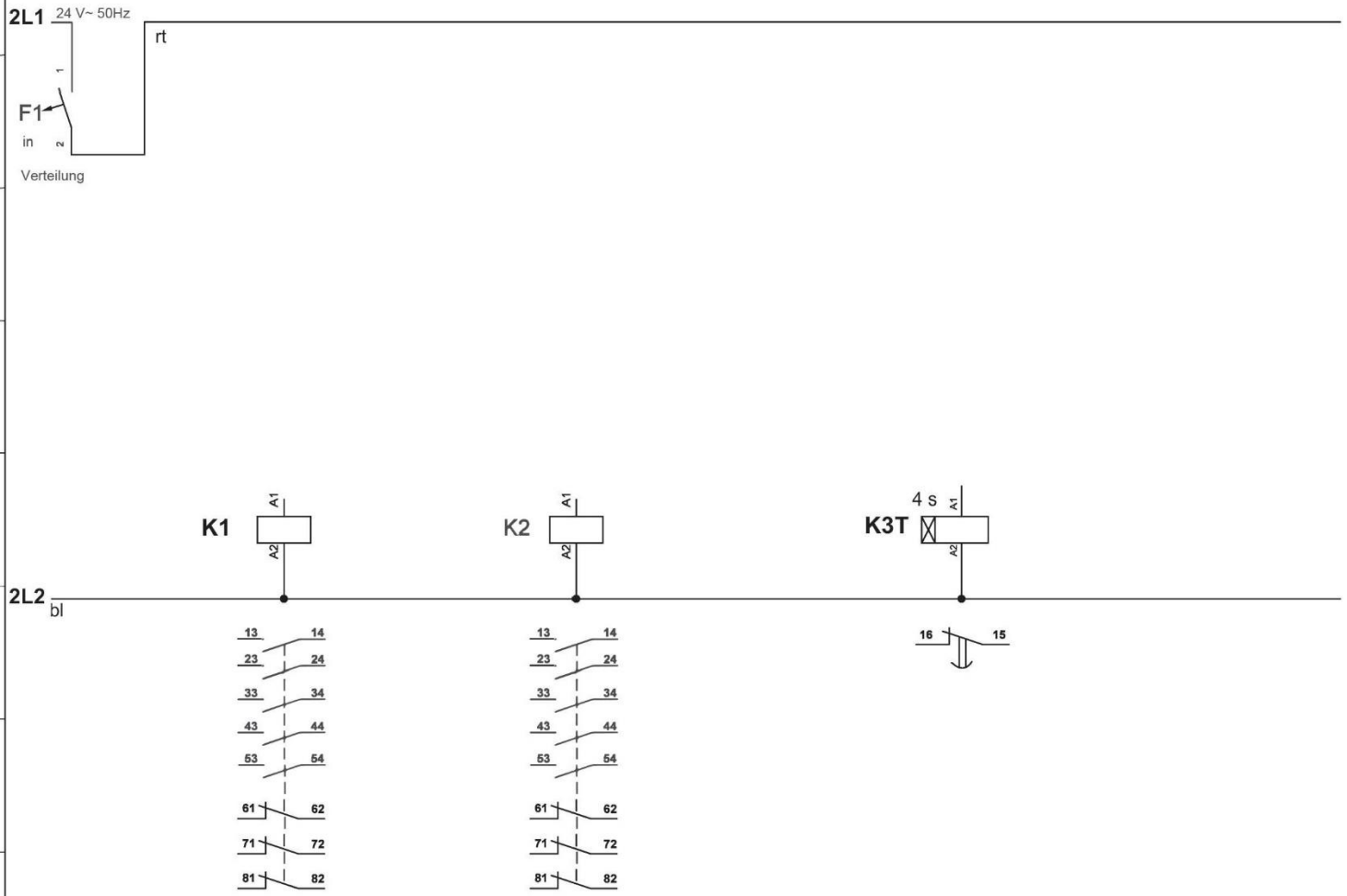


Bild: Steuer- und Hauptstromkreis für Stern-/Dreieckanlauf

Wird der "**EIN**"-Taster **S1 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S2** kann das Schütz **K2** erst dann **eingeschaltet werden**, **wenn** Schütz **K1 angezogen ist**. **K2** soll sich ebenfalls **selbst halten. Gleichzeitig wird** das anzugsverzögerte Zeitrelais **K3T** eingeschaltet**.** Nach Ablauf der Einstellzeit **4s des Zeitrelais K3T** wird das Schütz **K1 und** somit auch das Schütz **K2 abgeschaltet.**

Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



	Datum	Name
gez.:		

LF 3

Schützsteuerung Übung 6

Blatt **1/1**

HEIN MOELLER SCHULE
OBERSTUFENZENTRUM ENERGIETECHNIK II

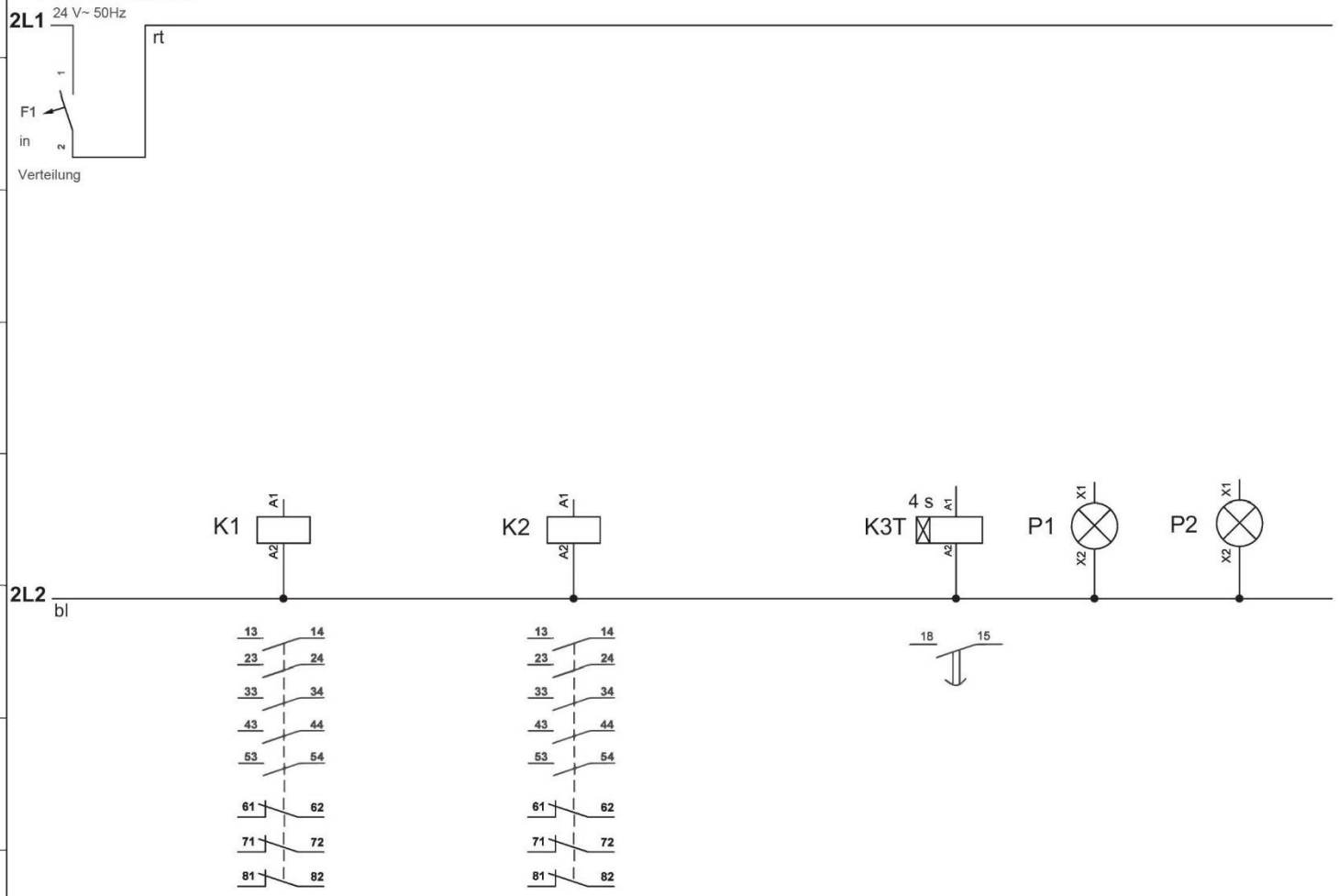
Elektrotechnik
4. VPS & Schütze: Zeitschaltrelais
LF3: Steuerungen analysieren und anpassen

Datum:

23

Wird der Stellschalter **Q1 betätigt**, dann sollen die Schütze **K1** und **K2 anziehen** und der Leuchtmelder **P1 leuchten**. Wird der Stellschalter **Q1** wieder ausgeschaltet, wird das Schütz **K1 abfallen**. Das Schütz **K2** soll sich jedoch weiter **selbst halten.** Gleichzeitig wird das anzugsverzögerte Zeitrelais **K3T eingeschaltet.** Nach Ablauf der Einstellzeit **4s des Zeitrelais K3T** wird das Schütz **K2** und der Leuchtmelder **P1 abgeschaltet.**

Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



	Datum	Name	
gez.:			Blatt 1/1

LF 3

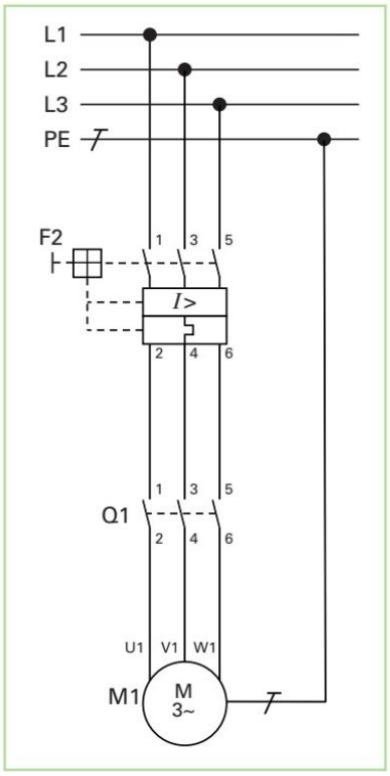
Schützsteuerung Übung 9

2 Schützschaltungen

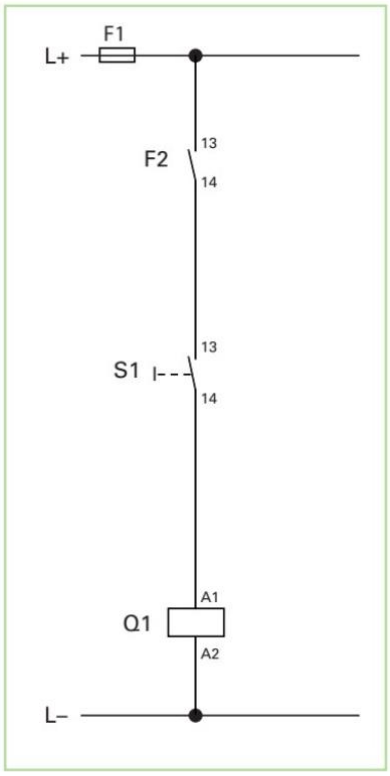
2.1 Übersicht Schützschaltungen

Motor direkt einschalten

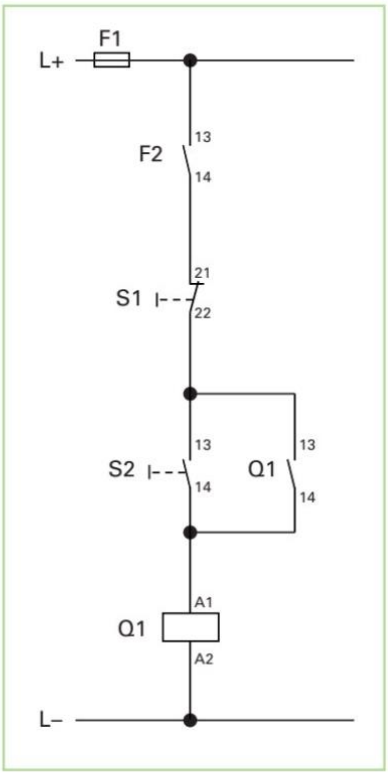
Hauptstromkreis



Tippbetrieb

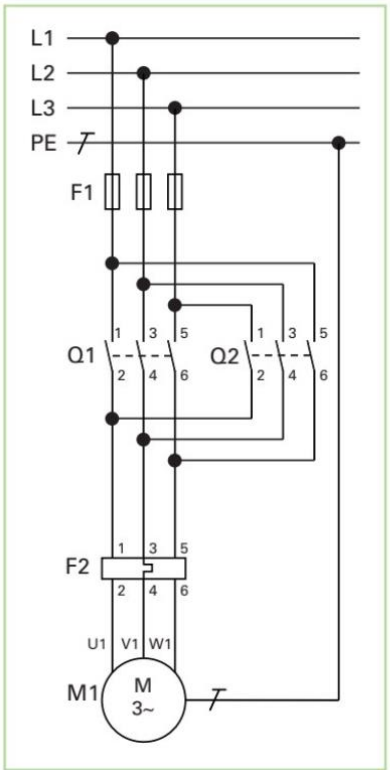


mit Selbsthaltung

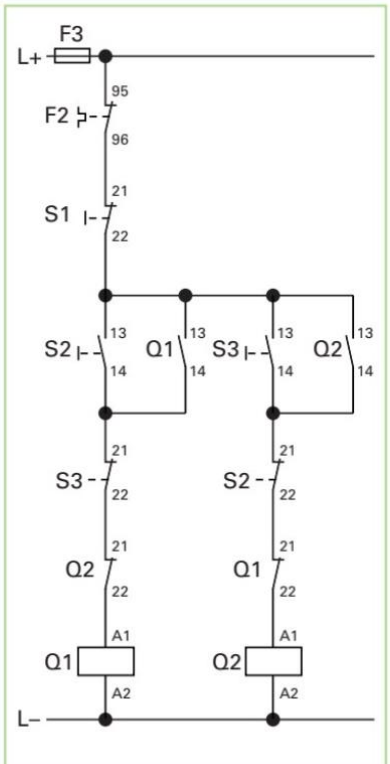


Motor mit Drehrichtungsumkehr (Wendeschütz-Schaltung)

Hauptstromkreis



Direktes Umschalten



Umschalten über Aus

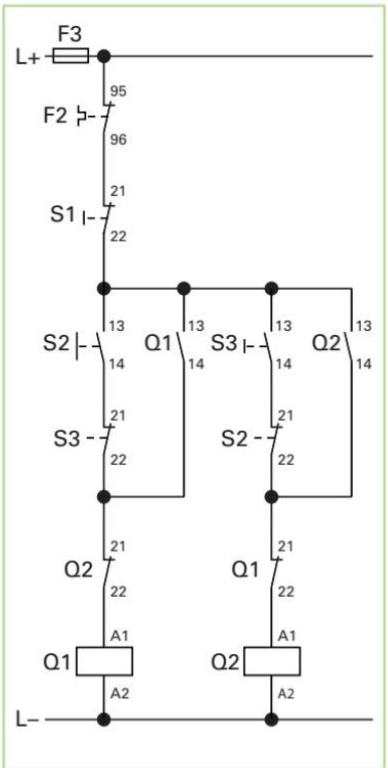
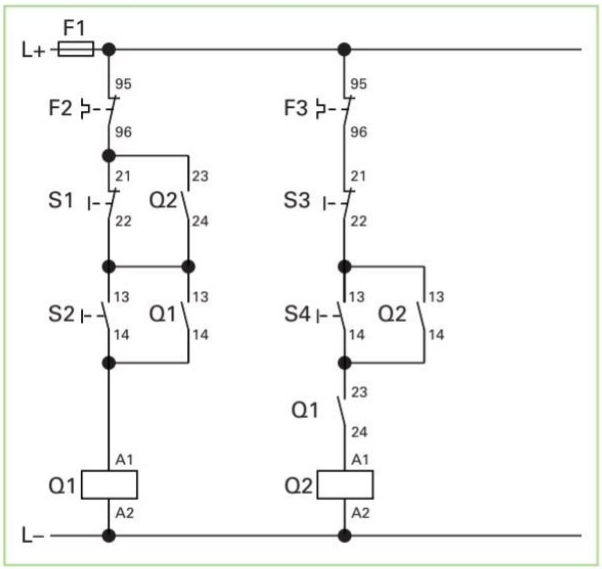


Abbildung 2 Schützgrundschaltungen © Europaverlag: Schalten, Steuern und Automatisieren: Aufgabensammlung

Folge- und Verriegelungsschaltungen

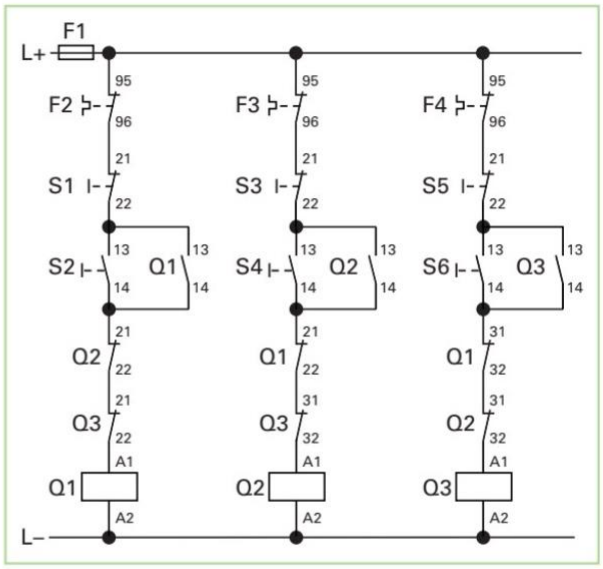
Folgeschaltung

Einschaltfolge: Zuerst Q1, dann Q2.
Ausschaltfolge: Zuerst Q2, dann Q1.



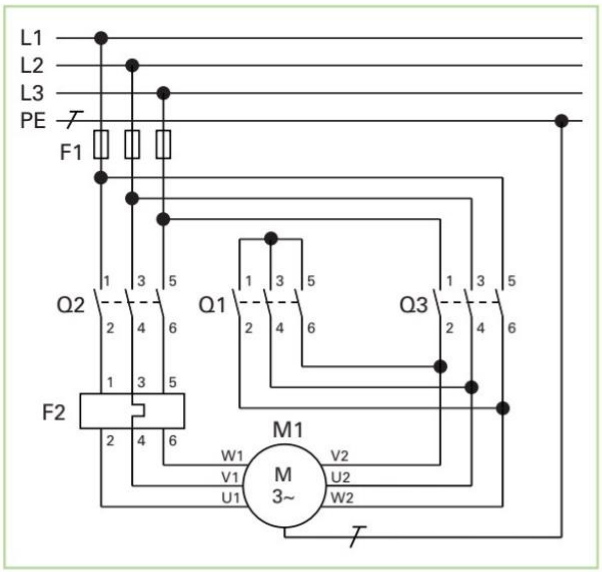
Verriegelungsschaltung

Nur eins von drei Schützen kann angezogen sein.

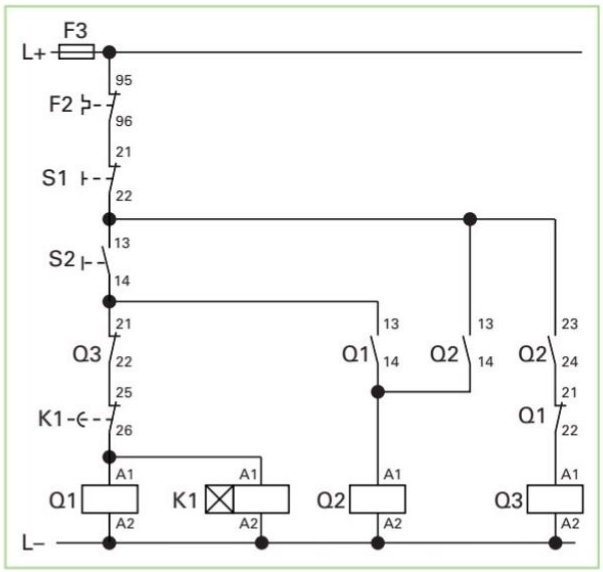


Stern-/Dreieck-Schaltung (Begrenzung des Anlaufstromes)

Hauptstromkreis



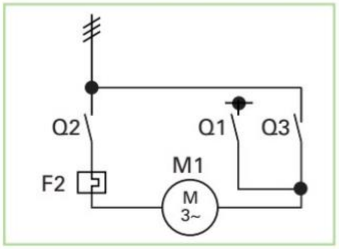
Steuerstromkreis

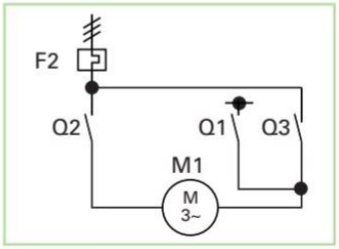


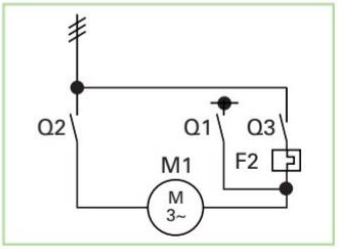
Motorschutz bei der Stern-Dreieckschaltung

Anordnung

Q1: Sternschütz
Q2: Netzschütz
Q3: Dreieckschütz







Einstellung	$0{,}58 \cdot I_{Nenn}$	$1 \cdot I_{Nenn}$	$0{,}58 \cdot I_{Nenn}$
Vorteil	Motorschutz in der Sternschaltung	längere Anlaufzeit	Sehr lange Anlaufzeiten
Nachteil	Kleine Anlaufzeit	Geringer Schutz beim Anlauf	Kein Motorschutz in Sternschaltung
Anwendung	Normalanlauf	Schweranlauf	Schwerstanlauf

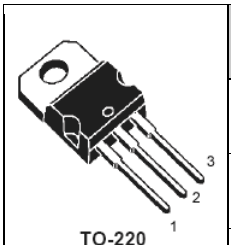
Integrierte Festspannungsregler (78xx/79xx) [1]

Bei Anwendungen mit ständiger Spannungsstabilisierung und geringer, sowie stabiler Stromentnahme reicht eine einfache Schaltung mit Vorwiderstand und Z-Diode aus. Wenn allerdings größere Ströme, genauere und stabilere Spannungswerte gefordert werden, kommen integrierte Festspannungsregler zum Einsatz. Die bestehen aus verschiedenen Stabilisierungsschaltungen und mehreren Verstärkerstufen. Zusätzlich haben sie eine interne Strombegrenzung, die bei Überlastung und Kurzschluss auslöst. Bei einem Kurzschluss regelt der Festspannungsregler seine Ausgangsspannung automatisch herunter. Wird der Kurzschluss aufgehoben, stabilisiert sich die Ausgangsspannung wieder auf ihren festen Wert. Eine thermische Schutzschaltung verhindert die Zerstörung des ICs durch Überhitzung.

78xx-/79xx-Serie

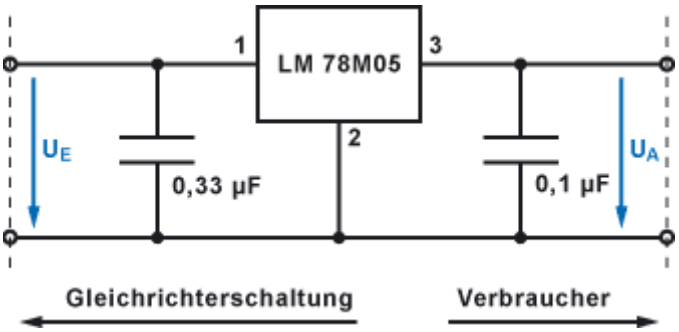
Die bekanntesten Festspannungsregler sind die 78xx-Serie für positive und die 79xx-Serie für negative Spannungen. Die Ausgangsspannungen dieser Serien können 5, 6, 8, 9, 12, 15, 18 oder 24 V betragen. Damit die Spannungsregler arbeiten muss die Eingangsspannung mindestens zwischen 2 bis 3 V über der Ausgangsspannung liegen. Bei diesen Reglern sollte die Eingangsspannung nicht mehr als 36 V betragen. Die Differenz der Eingangsspannung zur Ausgangsspannung sollte nicht viel höher sein als 3 V, sonst ist die Verlustleistung am Festspannungsregler zu groß. Die Verlustleistung macht sich als Wärmeentwicklung bemerkbar. Das erfordert eine Kühlung durch ein Kühlblech.

Pinbelegung



Pins	78xx	79xx
1	Ein	GND
2	GND	Ein
3	Aus	Aus

Beschaltung



Einzige notwendige Beschaltung des Festspannungsreglers sind zwei Kondensatoren. Jeweils am Eingang und am Ausgang sollten sie auf kurzer Strecke mit dem Festspannungsregler verbunden sein.
Vor dieser Schaltung befindet sich die Gleichrichterschaltung. Nach der Schaltung befindet sich die übrige Schaltung oder der Verbraucher.

[1] https://www.elektronik-kompendium.de/sites/bau/0204301.htm

9.5.4 Spannungsstabilisierung mit Spannungsreglern

Spannungsregler **(Bild 1)** geben eine konstante Gleichspannung und einen maximalen Strom ab. Soll die Ausgangsspannung einstellbar sein, wird der Spannungsregler mit einem Spannungsteiler R_1, R_2 beschaltet **(Bild 2)**.

Polarität und Ausgangsspannung U_2 von Festspannungsreglern kann man an der Bezeichnung erkennen.

Beispiele:

a) 7805 ⇒ 78; U_2 positiv; 05: U_2 = 5 V

b) 7912 ⇒ 79; U_2 negativ; 12: U_2 = 12 V

Beispiel

Ein Spannungsregler LM 317 ist mit R_1 = 240 Ω und R_2 =1 kΩ **(Bild 2)** beschaltet. Der Referenzstrom beträgt I_0 = 0,1 mA und die Referenzspannung ist U_0 =1,25 V. Berechnen Sie die Ausgangsspannung.

Lösung:

$$\boldsymbol{U_2} = U_0 + \frac{R_2 \cdot U_0}{R_1} + I_0 \cdot R_2 = 1{,}25\,\text{V} + \frac{1000\,\Omega \cdot 1{,}25\,\text{V}}{240\,\Omega} + 0{,}1\,\text{mA} \cdot 1000\,\Omega$$

$$= \mathbf{6{,}56\,V}$$

Aufgaben zu 9.5.4

1 Ein Spannungsregler LM 317 Z **(Bild 2** und **Tabelle)** mit U_0 = 1,25 V und I_0 = 0,1 mA ist mit dem Widerstand R_1 = 270 Ω und dem Potenziometer R_2 beschaltet. Das Potenziometer ist auf R_2 = 600 Ω eingestellt. Berechnen Sie die Ausgangsspannung U_2.

2 An einen Spannungsregler 7812 **(Tabelle)** ist ein Lastwiderstand R_L = 100 Ω angeschlossen. **a)** Welche Ausgangsspannung U_2 gibt der Spannungsregler ab? Berechnen Sie **b)** den Laststrom I_2 und **c)** den minimalen Lastwiderstand R_L, damit der Spannungsregler nicht überlastet wird.

3 Ein stabilisiertes Netzteil mit dem Spannungsregler LM 317 Z **(Tabelle)** und R_2 = 2,2 kΩ soll eine konstante Spannung von U_2 = 9 V abgeben. Berechnen Sie R_1.

4 Zur Erzeugung einer einstellbaren Spannung **(Bild 2)** ist der Spannungsregler LM 317 Z **(Tabelle)** mit R_1 = 240 Ω beschaltet. Potenziometer R_2 ist von 200 Ω bis 3,3 kΩ einstellbar. Ermitteln Sie **a)** den Ausgangsspannungsbereich, **b)** den maximalen Laststrom I_2.

161/1. $\boldsymbol{U_2} = U_0 + \frac{R_2 \cdot U_0}{R_1} + I_0 \cdot R_2 = 1{,}25\,\text{V} + \frac{600\,\Omega \cdot 1{,}25\,\text{V}}{270\,\Omega} + 0{,}1\,\text{mA} \cdot 600\,\Omega = \mathbf{4{,}09\,V}$

161/2. **a)** 7812 ⇒ $\boldsymbol{U_2}$ = **12 V**

b) $\boldsymbol{I_2} = \frac{U_2}{R_L} = \frac{12\,\text{V}}{100\,\Omega} = \mathbf{0{,}12\,A}$

c) I_{2max} = 1 A ⇒ $\boldsymbol{R_{Lmin}} = \frac{U_2}{I_{2max}} = \frac{12\,\text{V}}{1\,\text{A}} = \mathbf{12\,\Omega}$

161/3. $\boldsymbol{R_1} = \frac{R_2 \cdot U_0}{U_2 - U_0 - I_0 \cdot R_2} = \frac{2200\,\Omega \cdot 1{,}25\,\text{V}}{9\,\text{V} - 1{,}25\,\text{V} - 0{,}1\,\text{mA} \cdot 2200\,\Omega} = \mathbf{365\,\Omega}$

161/4. **a)** $\boldsymbol{U_{2min}} = U_0 + \frac{R_{2min} \cdot U_0}{R_1} + I_0 \cdot R_{2min} = 1{,}25\,\text{V} + \frac{200\,\Omega \cdot 1{,}25\,\text{V}}{240\,\Omega} + 0{,}1\,\text{mA} \cdot 200\,\Omega = \mathbf{2{,}3\,V}$

$\boldsymbol{U_{2max}} = U_0 + \frac{R_{2min} \cdot U_0}{R_1} + I_0 \cdot R_{2max} = 1{,}25\,\text{V} + \frac{3300\,\Omega \cdot 1{,}25\,\text{V}}{240\,\Omega} + 0{,}1\,\text{mA} \cdot 3300\,\Omega = \mathbf{18{,}8\,V}$

$\boldsymbol{U_2}$ ist zwischen **2,3 V** und **18,8 V** einstellbar.

b) $I_v = \frac{U_0}{R_1} = \frac{1{,}25\,\text{V}}{240\,\Omega} = 5{,}2\,\text{mA}$

$\boldsymbol{I_2} = I_a - I_v = 100\,\text{mA} - 5{,}2\,\text{mA} = \mathbf{94{,}8\,mA}$

Spannungsregler mit konstanter Ausgangsspannung

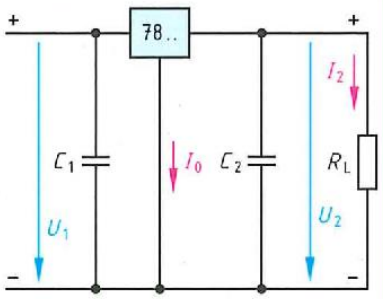


Bild 1

Spannungsregler mit einstellbarer Ausgangsspannung

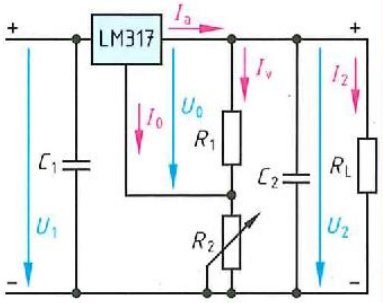


Bild 2

$$U_2 = U_0 + \frac{R_2 \cdot U_0}{R_1} + I_0 \cdot R_2$$

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot U_0}{U_2 - U_0 - I_0 \cdot R_2}$$

$$R_1 = \frac{U_0}{I_v}$$

$$R_2 = \frac{U_2 - U_0}{I_v + I_0}$$

$$I_2 = I_a - I_v$$

U_0	Referenzspannung
U_1	Eingangsspannung
U_2	Ausgangsspannung
R_1, R_2	Spannungsteilerwiderstände
I_a	Ausgangsstrom
I_0	Referenzstrom
I_2	Laststrom
I_v	Vorstrom

Quelle: Rechenbuch Elektrotechnik Ein Lehr- und Übungsbuch zur Grund- und Fachstufe 22. Auflage 2020; Europa-Nr.: 30766; ISBN: 978-3-8085-3826-5

Quelle: Methodische Lösungswege zu 30766 22. Auflage 2022 Europa-Nr.: 30960 ISBN: 978-3-8085-3939-2

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LDR – Fotowiderstand (Lösung)**	**ET** LF - 6

76/1. **a)** Aus Kennlinie:

$U_{oben} = 12\,V$

$U_{unten} = 11\,V$

b) $\Delta U = \pm \frac{U_{oben} - U_{unten}}{2} = \pm \frac{12\,V - 11\,V}{2} = \pm\,\mathbf{0{,}5\,V}$

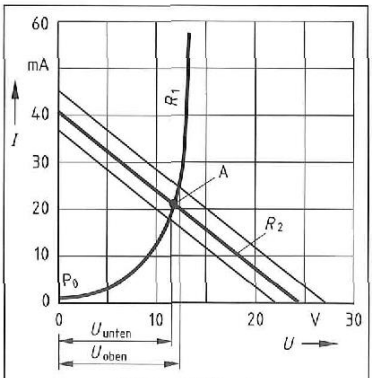


Bild zu 76/1. a)

76/2. **a)** NTC 891 / 20 k; $R_{25} = 20\,k\Omega$

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \Rightarrow R_2 = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_3} = \frac{20\,k\Omega \cdot 33\,k\Omega}{22\,k\Omega} = 30\,k\Omega$

$\vartheta = 40\,°C$: $\Rightarrow R_{40} = 10\,k\Omega$ (aus Kennlinie); $I_{1,2} = \frac{U_b}{R_{40} + R_2} = \frac{6\,V}{10\,k\Omega + 30\,k\Omega} = 0{,}15\,mA$

$U_1 = I_{1,2} \cdot R_{40} = 0{,}15\,mA \cdot 10\,k\Omega = 1{,}5\,V$; $U_2 = 4{,}5\,V$

$I_{3,4} = \frac{U_b}{R_3 + R_4} = \frac{6\,V}{22\,k\Omega + 33\,k\Omega} = 0{,}11\,mA$

$U_3 = I_{3,4} \cdot R_3 = 0{,}11\,mA \cdot 22\,k\Omega = 2{,}4\,V$

$U_4 = 3{,}6\,V$

Maschenregel: $U_1 + U_{AB} - U_3 = 0$

$\Rightarrow U_{AB} = U_3 - U_1$

$\mathbf{U_{AB}} = 2{,}4\,V - 1{,}5 = \mathbf{+0{,}9\,V}$

b) $\vartheta = 0\,°C$: $\Rightarrow R_0 = 60\,k\Omega$ (aus Kennlinie)

$I_{1,2} = 0{,}067\,mA \Rightarrow U_1 = 4\,V$; $\mathbf{U_2 = 2\,V}$

$\mathbf{U_{AB}} = U_3 - U_1 = 2{,}4\,V - 4\,V = \mathbf{-1{,}6\,V}$

76/3. **a)** Aus Kennlinie: $\boldsymbol{E} = \mathbf{1000\,lx}$

b) Aus Kennlinie: Relais fällt ab bei $\boldsymbol{E} = \mathbf{300\,lx}$

c) $\mathbf{U_2 = 7\,V}$

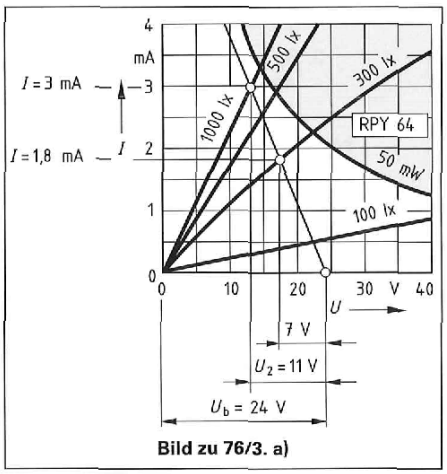


Bild zu 76/3. a)

Quelle: Methodische Lösungswege zu 30766 22. Auflage 2022
Europa-Nr.: 30960
ISBN: 978-3-8085-3939-2

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LDR - Fotowiderstand**	**ET**
		LF - 6

Ein Fotowiderstand ist ein Halbleiter, dessen Widerstandswert lichtabhängig ist. Er wird auch LDR (Light Dependent Resistor) genannt.
Alle Halbleitermaterialien sind lichtempfindlich und würden sich deshalb gut für eine Fotowiderstand eignen. Da dieser Effekt nicht in jedem Halbleiter gleich stark in Erscheinung tritt, gibt es spezielle Halbleitermischungen, bei denen dieser Effekt besonders stark auftritt.
Neben Cadmiumsulfid (CdS) gibt es für Fotowiderstände auch Bleisulfid (PbS), Bleiselenid (PbSe), Indiumarsenid (InAs), Germanium (Ge) oder Silizium (Si). Diese Halbleitermischungen haben einen besonders starken inneren fotoelektrischen Effekt. Je nach elektrischen Eigenschaften und Hersteller gibt es noch viele weitere Halbleitermischungen.

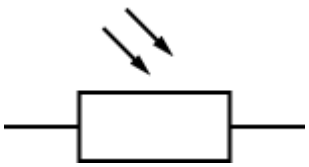
Ein LDR besteht aus zwei Kupferkämmen, die auf einer isolierten Unterlage (weiß) aufgebracht sind. Dazwischen liegt das Halbleitermaterial in Form eines gewundenen Bandes (rot). Fällt das Licht (Photonen) auf das lichtempfindliche Halbleitermaterial, dann werden die Elektronen aus ihren Kristallen herausgelöst (Paarbildung). Der LDR wird leitfähiger, das heißt, sein Widerstandswert wird kleiner. Je mehr Licht auf das Bauteil fällt, desto kleiner wird der Widerstand und desto größer wird der elektrische Strom. Dieser Vorgang ist allerdings sehr träge. Die Verzögerung dauert mehrere Millisekunden.

Empfindlichkeit

Licht ist nicht gleich Licht. Jedes Licht hat nicht nur eine unterschiedliche Intensität, sondern auch eine andere Farbgebung. Fotowiderstände reagieren sehr unterschiedlich auf die Lichtwellenlänge (Farbe). Es gibt Fotowiderstände, die für ein bestimmtes gefärbtes Licht ihr Empfindlichkeitsmaximum haben.
Es gibt auch spezielle Fotowiderstände, die im Ultraviolett- oder Infrarotbereich ihr Empfindlichkeitsmaximum haben.

Farbe	Wellenlänge
Ultraviolett	0,38 λ/µm
Violett	0,4 λ/µm
Blau	0,435 λ/µm
Cyan	0,489 λ/µm
Grün	0,546 λ/µm
Gelb	0,576 λ/µm
Orange	0,615 λ/µm
Rot	0,7 λ/µm
Infrarot	0,77 λ/µm

Schaltzeichen

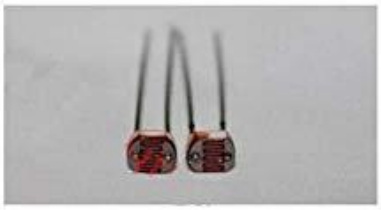


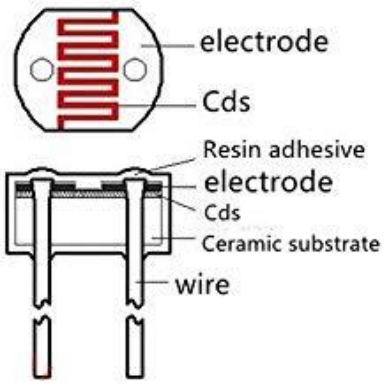
Anwendung

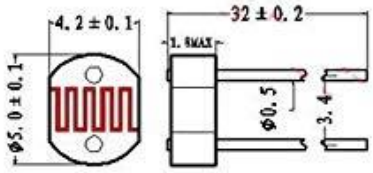
Der Fotowiderstand befindet sich in Gleich- und Wechselstromkreisen im Einsatz.
Wenn die Trägheit keine Rolle spielt, dann wird ein Fotowiderstand als Beleuchtungsstärkemesser, Flammenwächter, Dämmerungsschalter und als Sensor in Lichtschranken verwendet.

Quelle: LDR - Fotowiderstand (elektronik-kompendium.de)

Light Sensitive Resistor 5MM 5528 Photoresistor







MODEL	voltage(Max) (VDC)	power consumption (mW)	Ambient temperature (℃)	Spectral peak (nm)	Bright resistance (10Lux) (KΩ)	Dark resistance (MΩ)	100 γ 10	Response time Ms	
								rise	decline
5506	150	100	-30~+70	540	2-5	0.2	0.6	20	30
5518	150	100	-30~+70	540	5-10	0.5	0.6	20	30
5528	150	100	-30~+70	540	8-20	1	0.8	20	30
5537	150	100	-30~+70	540	18-50	2	0.7	20	30
5539	150	100	-30~+70	540	30-90	5	0.9	20	30
5649	150	100	-30~+70	560	45-140	10	0.9	20	30

Abbildung 1 https://www.amazon.de/dp/B0BN1MSYHL?psc=1&ref=ppx_yo2ov_dt_b_product_details

In Reihenschaltungen von linearen und nichtlinearen Widerständen **(Bild 1)** verwendet man zur zeichnerischen Lösung die Widerstandskennlinie des nichtlinearen Widerstandes und die Arbeitsgerade des linearen Widerstandes **(Bild 2)**.

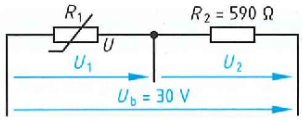


Bild 1: Reihenschaltung von VDR und Widerstand

Beispiel

Ein nichtlinearer Widerstand R_1 (Varistor, Abk.: VDR) und ein linearer Widerstand $R_2 = 590\ \Omega$ liegen in Reihe an $U_b = 30$ V **(Bild 1)**. Eine Messung im Versuch ergab am Varistor die Werte: 2 V/0 mA, 4 V/1 mA, 6 V/2 mA, 8 V/3 mA, 10 V/5 mA, 11 V/10 mA, 12 V/28 mA, 13 V/50 mA.

a) Zeichnen Sie die Kennlinie des Varistors R_1 und die Arbeitsgerade des Widerstandes R_2. Bestimmen Sie grafisch

b) den Strom I und

c) die Spannungen U_1 und U_2.

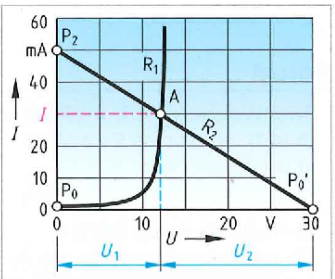


Bild 2: Arbeitspunktermittlung, VDR und Widerstand (Maßstab verkleinert)

Lösung:

a) Aus Bild 2: Maßstab: 1 cm ≙ 5 V, 1 cm ≙ 10 mA

1. Zeichnen der Kennlinie des VDR entsprechend der Messreihe.
2. Konstruieren der Arbeitsgeraden von R_2.

Werte: $P_0' \triangleq U_b = 30$ V; $P_2 \triangleq \frac{U_b}{R_2} = \frac{30\ \text{V}}{590\ \Omega} = 50$ mA

b) Stromachse: I = **30 mA**

c) Spannungsachse: U_1 = **12 V**; U_2 = **18 V**

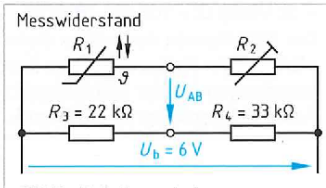


Bild 3: Brückenschaltung

Aufgaben zu 4.4.2

1 Ein Varistor (VDR) mit der Kennlinie **(Bild 2)** liegt in Reihe mit $R_2 = 590\ \Omega$ **(Bild 1)** und soll zur Stabilisierung der Spannung U_1 eingesetzt werden. Bei $U_b = 24$ V treten Eingangsspannungsänderungen von $\Delta U_b = \pm 2{,}4$ V auf. Bestimmen Sie **a)** grafisch den oberen bzw. unteren Spannungswert U_1 am VDR und **b)** die Spannungsänderung ΔU.

2 In der Brückenschaltung **(Bild 3)** ist ein NTC S891/20 k **(Bild 3, Seite 73)** als Messfühler eingesetzt. Die Brücke wurde bei einer Umgebungstemperatur von 25°C auf $U_{AB} = 0$ V abgeglichen. Bestimmen Sie die Spannung U_{AB} bei **a)** 40°C und **b)** 0°C.

3 Ein SMD-Miniatur-Relais ist in Reihe mit einem Fotowiderstand (LDR) an $U_b = 24$ V angeschlossen. Die Spule nimmt bei $U_2 = 11$ V einen Strom von 3 mA auf. **a)** Welche Beleuchtungsstärke E ist notwendig, damit das Relais einschaltet **(Bild 4)? b)** Bei welcher Beleuchtungsstärke fällt das Relais ab, wenn der Relaishaltestrom 1,8 mA beträgt? **c)** Wie groß ist dann die Spannung am Relais?

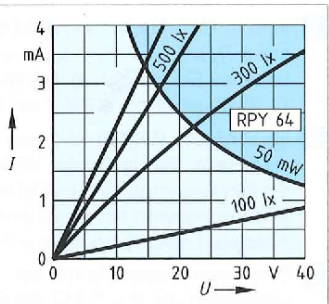


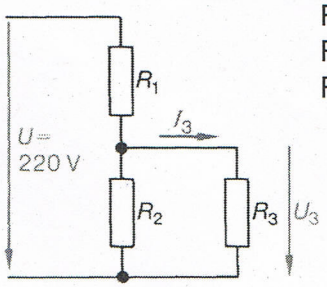
Bild 4: Kennlinie eines LDR

Quelle: Rechenbuch Elektrotechnik Ein Lehr- und Übungsbuch 22. Auflage 2020; Europa-Nr.: 30766; ISBN: 978-3-8085-3826-5

Hein-Moeller-Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 1	Spannungsteiler berechnen (14)	Name: Note: Klasse: Datum:

Verwenden Sie zur Berechnung die Gleichungen zum unbelasteten und belasteten Spannungsteiler.

1. a) Wie groß sind U_3 und I_3 bei dem belasteten Spannungsteiler in der Abbildung?
   b) Welchen Wert nimmt U_3 an, wenn R_2 aus der Schaltung entfernt wird?



$R_1 = 2{,}2\ k\Omega$
$R_2 = 4{,}7\ k\Omega$
$R_3 = 8{,}2\ k\Omega$

a) belasteter Spannungsteiler

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{4{,}7k\Omega \cdot 8{,}2k\Omega}{4{,}7k\Omega + 8{,}2k\Omega} = 2{,}988k\Omega$$

$$U_3 = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} \cdot U = \frac{2{,}988k\Omega}{(2{,}2 + 2{,}988)k\Omega} \cdot 220V$$

$$U_3 = 126{,}707\ V$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{126{,}707V}{8{,}2k\Omega} = 15{,}45\ mA$$

$$I_3 = 15{,}45\ mA$$

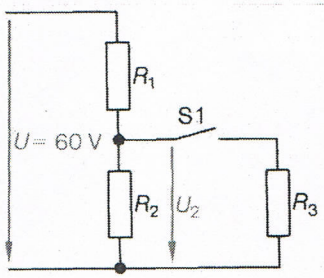
b) unbelasteter Spannungsteiler

$$U_3 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} \cdot U$$

$$= \frac{8{,}2k\Omega}{2{,}2k\Omega + 8{,}2k\Omega} \cdot 220V$$

$$U_3 = 173{,}46\ V$$

2. Ermitteln Sie den Wert von U_2, wenn die Schaltung als unbelasteter und belasteter Spannungsteiler betrieben wird?



$R_1 = 100\ k\Omega$
$R_2 = 47\ k\Omega$
$R_3 = 15\ k\Omega$

unbelasteter Spannungsteiler:

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U$$

$$U_2 = \frac{47k\Omega}{(100 + 47)k\Omega} \cdot 60V$$

$$U_2 = 19{,}184\ V$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{47k\Omega \cdot 15k\Omega}{47k\Omega + 15k\Omega}$$

$$R_{23} = 11{,}371k\Omega$$

belasteter Spannungsteiler

$$\frac{U_{23}}{U} = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}}$$

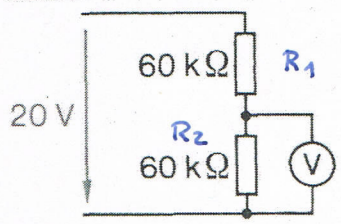
$$U_{23} = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} \cdot U$$

$$U_{23} = \frac{11{,}371k\Omega}{(100 + 11{,}371)k\Omega} \cdot 60V$$

$$U_{23} = 6{,}12\ V$$

3. Mit dem Spannungsmessgerät wird die Spannung am 60 kΩ Widerstand gemessen.
   a) Das Messgerät besitzt einen Innenwiderstand von 120 kΩ. Welcher Spannungswert wird vom Messgerät angezeigt?

   b) Wie verändert sich der Messwert, wenn ein Messgerät mit einem wesentlich höheren Innenwiderstand z.B. 120 MΩ verwendet wird?



$R_i = 120\,k\Omega$ a)
$R_i = 120\,M\Omega$ b)

   c) Welchen Wert des Innenwiderstandes muss ein Spannungsmessgerät haben, damit eine genaue Messung erfolgt?

a) $R_2 \| R_i = \frac{R_2 \cdot R_i}{R_2 + R_i} = \frac{60\,k\Omega \cdot 120\,k\Omega}{(60+120)\,k\Omega}$

$R_2 \| R_i = 40\,k\Omega$

$\frac{U_{2i}}{U} = \frac{R_2 \| R_i}{R_{ges}}$

$U_{2i} = \frac{R_2 \| R_i}{R_{ges}} \cdot U$

$U_{2i} = \frac{40\,k\Omega}{60\,k\Omega + 40\,k\Omega} \cdot 20V$

$U_{2i} = 8V$

b) $R_2 \| R_i = \frac{60\,k\Omega \cdot 120\,M\Omega}{60\,k\Omega + 120\,M\Omega}$

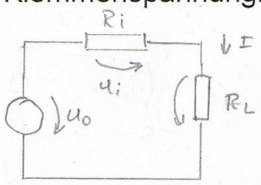
$R_2 \| R_i = 59{,}970\,k\Omega$

$U_{2i} = \frac{59{,}970\,k\Omega}{60\,k\Omega + 59{,}970\,k\Omega}$

$U_{2i} = 5{,}9975\,V$

Hein-Moeller-Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 1	2 (1) **Belastete Spannungsquellen berechnen**	Name: Note: / Klasse: Datum:

1. Eine Batterie hat eine Quellenspannung von 1,5 V. Der Innenwiderstand beträgt 0,25 Ω. Durch den Lastwiderstand fließt ein Strom von 750 mA. Berechnen Sie die Klemmenspannung.



geg.: $U_0 = 1{,}5\,V$
$R_i = 0{,}25\,\Omega$
$R_L = 750\,mA$

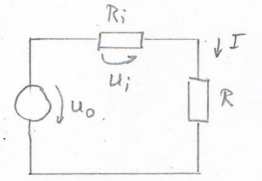
ges.: U

Lösung: $U = U_0 - I \cdot R_i = 1{,}5\,V - (0{,}25\,A \cdot 0{,}25\,\Omega)$
$= 1{,}5\,V - 0{,}1875\,V$

$U = 1{,}3125\,V$

2. Die Leerlaufspannung einer Batterie beträgt 9 V. Die Batterie hat einen Innenwiderstand von 200 mΩ. An die Spannungsquelle wird ein Verbraucher mit einem Widerstandswert von 200 Ω angeschlossen. Welcher Strom fließt in diesem Stromkreis?

16:00



geg.: $U_0 = 9\,V$
$R_i = 200\,m\Omega$
$R = 200\,\Omega$

ges.: I

Lösung: $R_{ges} = R_i + R = 200\,m\Omega + 200\,\Omega$
$R_{ges} = 200{,}2\,\Omega$

$I = \frac{U_0}{R_{ges}}$

$I = \frac{9\,V}{200{,}2\,\Omega}$

$I = 44{,}955\,mA$

16:03

3. Der Innenwiderstand und der äußere Widerstand eines Grundstromkreises betragen jeweils 600 mΩ. Die Belastung des Stromkreises beträgt 10 A.
Welche Leerlaufspannung hat die Spannungsquelle?

geg.: $R_i = R_a = 600\,m\Omega$
$I = 10\,A$

ges.: U_0

Lösung: $R_{ges} = R_i + R_a$
$= 0{,}6\,\Omega \cdot 2$
$R_{ges} = 1{,}2\,\Omega$

$U = I \cdot R$
$U = 10\,A \cdot 1{,}2\,\Omega$
$U = 12\,V$

16:05

4. Die Spannungsquelle liefert eine Leerlaufspannung 230 V. Bei Belastung des Stromkreises mit 5 A sinkt die Spannung am Verbraucher auf 228 V.
Wie groß ist der Innenwiderstand des Stromkreises?

geg.: $U_0 = 230\,V$
$U = 228\,V$
$I = 5\,A$

ges.: R_i

Lösung: $U_i = U_0 - U = 230\,V - 228\,V$
$U_i = 2\,V$
$R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{2\,V}{5\,V}$

$R_i = 0{,}4\,\Omega$

16:07

5. Dem Leistungsschild eines Verbrauchers sind die Bemessungsgrößen 230 V /2 kW zu entnehmen. Die Spannungsquelle liefert eine Spannung von 230 V. Der innere Widerstand der Quelle beträgt 1 Ω. Welcher Strom fließt im Stromkreis?
Welche elektrische Leistung (in Watt) nimmt der Verbraucher auf?

geg.: Verbraucher $U = 230\,V$
$P = 2\,kW$
$R_i = 1\,\Omega$, $U_0 = 230\,V$

ges.: I
P_V

Lösung: $R_V = \frac{U^2}{P} = \frac{(230\,V)^2}{2\,kW}$

$R_V = 26{,}45\,\Omega$

$R_{ges} = R_i + R_V$
$= 1\,\Omega + 26{,}45\,\Omega$

$R_{ges} = 27{,}45\,\Omega$

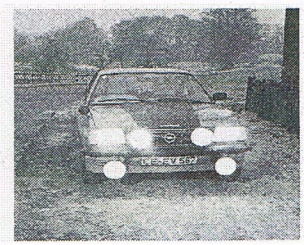
$I = \frac{U_0}{R_{ges}}$
$= \frac{230\,V}{27{,}45\,\Omega}$

$I = 8{,}379\,A$

$P_V = I^2 \cdot R_V$
$P_V = (8{,}379\,A)^2 \cdot 26{,}45\,\Omega$

$P_V = 1856{,}93\,W$

Hein-Moeller-Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 1	2 (3) **Kenntnisse zu Grundschaltungen anwenden**	Name: Note: / Klasse: Datum:



Enrico schaltete vor dem Starten seines Autos die Scheinwerferanlage ein. Während des Startvorganges nahm die Helligkeit der Scheinwerfer deutlich ab und normalisierte sich sofort als der Motor lief. Die Ursache für diesen Effekt konnte er sich nicht erklären, denn der Autoakku war neu.

Bemessungswerte des Akkumulators:
- Leerlaufspannung U_0 = 12 V
- Klemmenspannung unbelastet U = 12 V
- Kapazität K = 56 Ah
- Innenwiderstand des Akkumulators R_i = 30 mΩ

Bemessungsstrom des Anlassers: I = 175 A
Bemessungswerte der Scheinwerferlampen: 6 x je 12 V / 55 W.

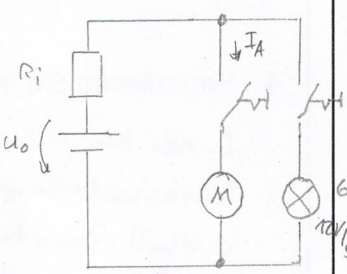
Lösen Sie zur Erklärung der Ursache die folgenden Aufgaben. Nutzen Sie zur Berechnung die technischen Daten.

1. Berechnen Sie die Klemmenspannung vor dem Starten bei eingeschalteter Beleuchtung.
   a) Fertigen Sie eine Skizze an.
   b) Berechnen Sie den Widerstand der Beleuchtungsanlage.
   c) Berechnen Sie die Klemmenspannung.

b) geg.: 6 Lampen 12V/55W
ges.: R
Lösung: $R_L = \frac{U^2}{P}$
$R_L = \frac{(12V)^2}{55W}$
$R_L = 2,618\,\Omega$
$R_{LG} = R_L : 6$
$R_{LG} = 0,4364\,\Omega$

c) geg.: $R_i = 30\,m\Omega$
ges.: U
Lösung: $R_{ges} = R_{LG} + R_i$
$= 0,4364\,\Omega + 0,03\,\Omega$
$R_{ges} = 0,4664\,\Omega$
$I = \frac{U_0}{R_{ges}} = \frac{12V}{0,4664\,\Omega}$
$I = 25,731\,A$
$U = U_0 - I \cdot R_i = 12V - 25,731A \cdot 0,03\,\Omega$
$U = 11,228\,V$

a)

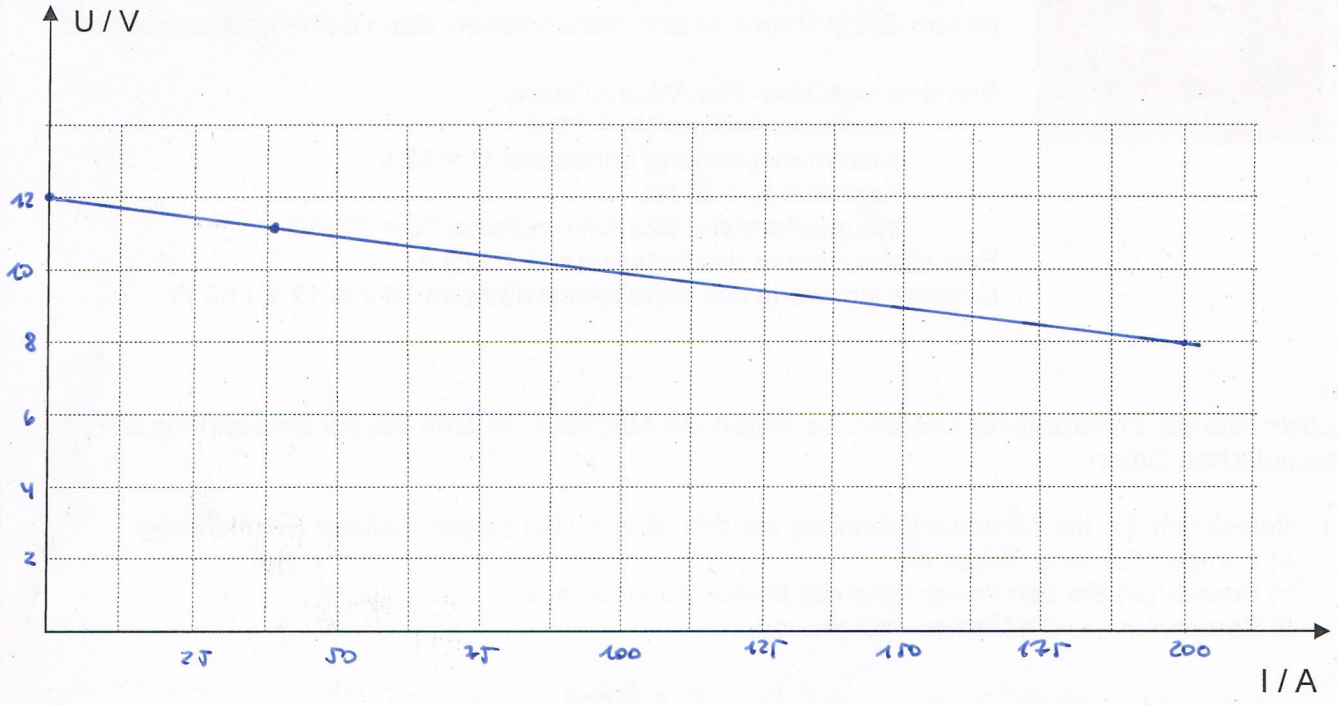


2. Berechnen Sie die Klemmenspannung beim Starten mit eingeschalteter Beleuchtung.
   a) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand von Beleuchtung und Anlasser.
   b) Berechnen Sie die Klemmenspannung.

a) geg.: $I_{Anl} = 175\,A$
ges.: $R_{ges2} = R_{Anl} + R_{LG}$
Lösung: $R_{Anl} = \frac{U_0}{I_{Anl}} = \frac{12V}{175A}$
$R_{Anl} = 68,571\,m\Omega$
$R_{ges2} = R_{LG} \parallel R_{Anl}$
$= \frac{436,4\,m\Omega \cdot 68,571\,m\Omega}{436,4\,m\Omega + 68,571\,m\Omega}$
$R_{ges} = 59,253\,m\Omega$

b) ges.: U
Lösung: $U = U_0 - \frac{U_0}{R_{ges2} + R_i} \cdot R_i$
$U = 12V - \frac{12V}{59,253m\Omega + 30m\Omega} \cdot 30m\Omega$
$U = 7,9668\,V$

3. Stellen Sie die Abhängigkeit der Klemmenspannung vom Laststrom in einer Kennlinie dar. Tragen Sie dazu die Stromwerte bei Leerlauf, Beleuchtung ohne Anlasser und Beleuchtung mit Anlasser ein.



4. Formulieren Sie, warum die Helligkeitsschwankung beim Startvorgang normal ist.

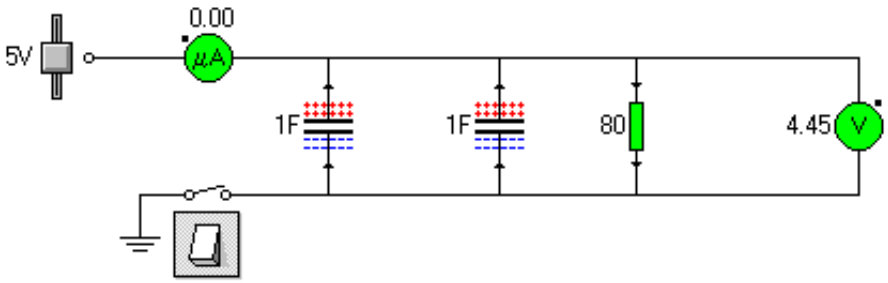
Durch den hohen Startstrom des Anlassers kommt es auf Grund des Innenwiderstandes der Batterie zu einem höheren Spannungsabfall innerhalb der Batterie. D.h., die Klemmspannung sinkt und die Lampen werden dunkler.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	Staatlich geprüfte/r Elektrotechnische/r Assistent/in Schwerpunkt: Elektronik und Datentechnik Ziele: - die Schüler kennen die Grundgrößen der Wechselspannung - kennen Reihen- und Parallelschaltung von Spannungsquellen und Kondensatoren	Name:	
		Klasse: OBFd53	Note:

Hilfsmittel: Taschenrechner, Tabellenbuch

AT Klassenarbeit 14.03.2016

1. Folgende Schaltung ist gegeben:



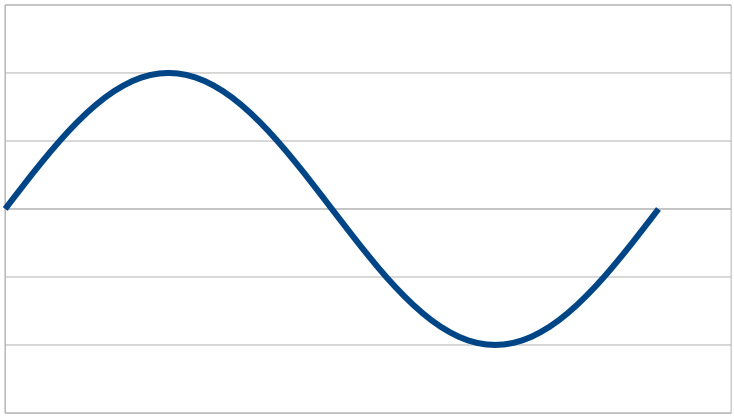
1.1.1. Beschreiben Sie den dargestellten Zustand der Schaltung. [4]
1.1.2. Zeichnen Sie alle elektrischen Größen in die Schaltung. [4]
1.1.3. Was würde passieren, wenn ein Kondensator umgepolt wird? [2]
1.1.4. Beschreiben Sie kurz, was sich ändert, wenn beide Kondensatoren in Reihe geschaltet werden. [2]

1.2. Berechnen Sie die Gesamtkapazität der Schaltung? [3]

1.3. Wie ändert sich die Kapazität eines Kondensators, wenn
1.3.1. die Spannung erhöht wird, [1]
1.3.2. die Plattenoberfläche vergrößert wird, [1]
1.3.3. das Dielektrikum von Luft auf $\varepsilon_R = 7$ verändert wird, [1]
1.3.4. der Abstand der Platten verringert wird. [1]

1.4.1. Berechnen Sie die Zeitkonstante für die Schaltung. [2]
1.4.2. Nach welcher Zeit gelten die Kondensatoren als entladen? [2]

1.5. Die Schaltung wird an 5V~ 50Hz Wechselspannung angeschlossen.
1.5.1. Zeichnen Sie die typischen Werte in das Diagramm und benennen Sie die Achsen korrekt. [3]
1.5.2. Welche Spitzenspannung müssen die Kondensatoren aushalten? [2]
1.5.3. Wie viel Zeit hat ein Kondensator, sich aufzuladen bei dieser Spannung? [2]

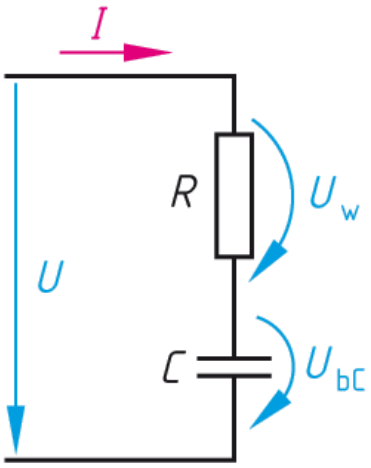


Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	Staatlich geprüfte/r Elektrotechnische/r Assistent/in Schwerpunkt: Elektronik und Datentechnik Ziele: - die Schüler kennen RC- und RL-Schaltungen - Grundlagen des Trafos und der Gleichstrommotoren sind bekannt	Name:	
		Klasse: OBFd53	Note:

Hilfsmittel: Taschenrechner, Tabellenbuch

AT Klassenarbeit 27.06.2016

1. Gegeben ist die folgende Schaltung:



1.1. Berechnen Sie die Zeitkonstante, wenn R = 10kΩ und C = 10nF. [3]

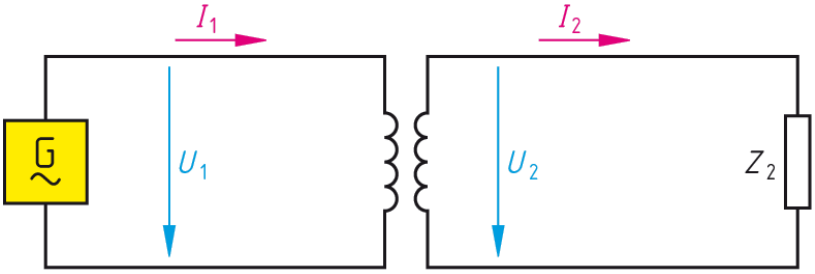
1.2. Berechnen Sie den Gesamtwiderstand der Schaltung. [5]

1.3. Zeichnen Sie das Zeigerbild der Schaltung. [4]

1.4. Wie ändert sich das Zeigerbild, wenn C durch L ersetzt wird? [2]

2. Ein Transformator ist ein Energiewandler.

2.1. Erläutern Sie kurz, wo welche Energien im Trafo gewandelt werden. [3]



2.2. Wofür kann der Trafo eingesetzt werden? [4]

☐ Zeitwandler ☐ Impedanzwandler ☐ Gestaltwandler
☐ Temperaturwandler ☐ Spannungswandler ☐ Formatwandler

2.3. Berechnen Sie den Strom I_2, wenn folgende Werte gegeben sind: [3]

$N_1 = 50000$, $N_2 = 1$, $U_1 = 230V$, $I_1 = 1A$

3. Gleichstrom-Reihenschlussmotor (GRM)

3.1. Erläutern Sie an der Kennlinie die Arbeitsweise und den Einsatz des Motors. [5]

3.2. Nennen Sie 3 Möglichkeiten zum Bremsen von Motoren. [3]

3.3. Warum hat die Reihenschlusswicklung nur Wenige Windungen? [3]



Quelle:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/71/Kennlinie_Reihenschluss-Gleichstrommaschine.svg/2000px-Kennlinie_Reihenschluss-Gleichstrommaschine.svg.png

Gemischte Schaltungen

5. Die Widerstände $R_1 = 40\,\Omega$ und $R_2 = 120\,\Omega$ liegen parallel an 150 V. Dazu in Reihe liegt der Widerstand $R_3 = 18\,\Omega$. a) Skizzieren Sie die Schaltung. Berechnen Sie b) den Ersatzwiderstand, c) die Teilströme, d) den Gesamtstrom, e) die Spannung an R3, f) die Gesamtspannung.

6. Die Widerstände $R_1 = 18\,\Omega$, $R_2 = 24\,\Omega$ und $R_3 = 36\,\Omega$ liegen in Reihe an 220 V. Parallel zu R2 und R3 liegt $R_4 = 30\,\Omega$. a) Skizzieren Sie die Schaltung. Berechnen Sie b) den Ersatzwiderstand, c) die Spannung am Widerstand R4, d) den Strom durch den Widerstand R2.

7. Die Widerstände $R_1 = 5{,}6\,\text{k}\Omega$ und $R_2 = 4{,}7\,\text{k}\Omega$ sind parallelgeschaltet und liegen in Reihe zu den parallelgeschalteten Widerständen $R_3 = 1{,}2\,\text{k}\Omega$ und $R_4 = 1{,}8\,\text{k}\Omega$. Die Spannung an R1 beträgt 3,7 V. a) Zeichnen Sie die Schaltung. Berechnen Sie b) den Ersatzwiderstand, c) die Spannung an R4, d) die Teilströme, e) den Gesamtstrom, f) die Gesamtspannung.

8. Die parallelgeschalteten Widerstände $R_1 = 680\,\Omega$ und $R_2 = 390\,\Omega$ sind parallelgeschaltet mit den in Reihe liegenden Widerständen $R_3 = 560\,\Omega$ und $R_4 = 1{,}2\,\text{k}\Omega$. Die gesamte Schaltung liegt an 24 V. a) Zeichnen Sie die Schaltung. Berechnen Sie b) den Ersatzwiderstand, c) den Strom in der Zuleitung, d) die Teilströme und e) die Teilspannungen.

9. Vier Widerstände sind nach **Bild 71/1** geschaltet. Bestimmen Sie durch Rechnung a) die fehlenden Spannungen, b) die Widerstände und c) die Stromstärken.

10. Die Widerstände R1 bis R4 sind nach **Bild 71/2** geschaltet und liegen an 24 V. Berechnen Sie die fehlenden Teilströme, Teilspannungen und Widerstände.

11. Berechnen Sie a) den Ersatzwiderstand der Schaltung **(Bild 71/3)**, b) den Strom durch R5, c) die Spannung an R2.

12. Bestimmen Sie a) den Ersatzwiderstand der Schaltung **(Bild 71/4)**, b) die Spannung an R4, c) die Gesamtstromstärke.

13. Sechs Widerstände von je 2 kΩ sind nach **Bild 71/5** geschaltet. Berechnen Sie den Ersatzwiderstand der Schaltung.

14. Die Widerstände R1 bis R6 sind nach **Bild 71/6** geschaltet. Berechnen Sie a) die Gesamtspannung, b) die Spannung an R5, c) den Strom durch den Widerstand R4.

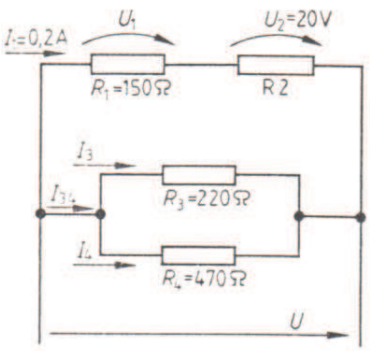


Bild 71/1: Gemischte Schaltung

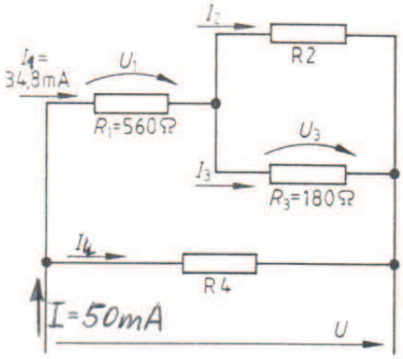


Bild 71/2: Gemischte Schaltung

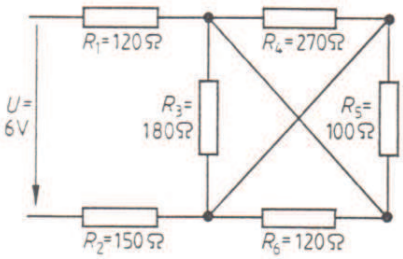


Bild 71/3: Netzwerk

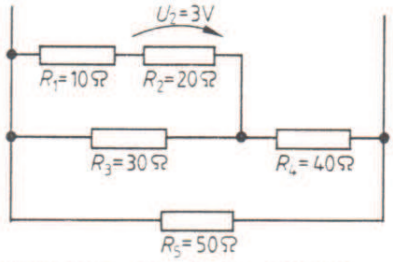


Bild 71/4: Gemischte Schaltung

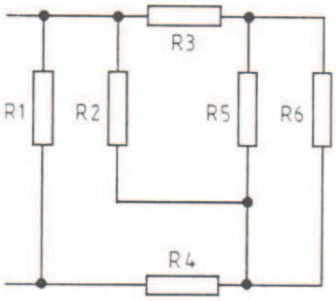


Bild 71/5: Netzwerk

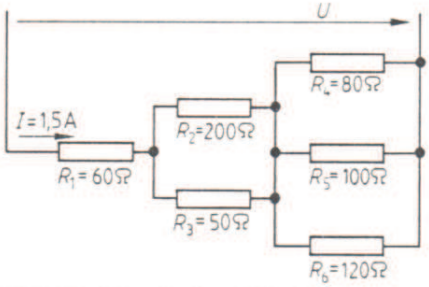


Bild 71/6: Gemischte Schaltung

Aufg. 15.

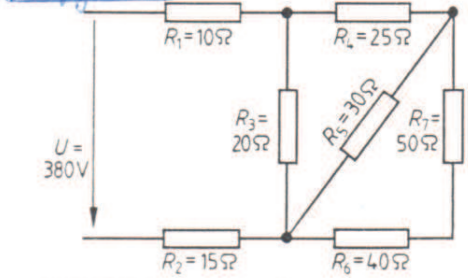


Bild 71/7: Netzwerk

Gemischte Schaltungen

16. Drei gleich große Widerstände sind im Dreieck geschaltet. Der Gesamtwiderstand wird durch Messen an 2 Ecken zu 10 Ω ermittelt. Wie groß ist jeder der 3 Widerstände?

17. Die Widerstände $R_1 = 270\,\Omega$, $R_2 = 390\,\Omega$ und $R_3 = 470\,\Omega$ sind parallelgeschaltet. Dazu in Reihe liegt die Parallelschaltung von $R_4 = 120\,\Omega$ und $R_5 = 220\,\Omega$. Parallel zur Gesamtschaltung liegt die Reihenschaltung aus $R_6 = 150\,\Omega$ und $R_7 = 100\,\Omega$. Durch den Widerstand R4 fließt ein Strom von 30 mA. a) Zeichnen Sie die Schaltung. Berechnen Sie b) die Spannung an R1, c) die Stromstärke in R2, d) den Gesamtstrom, e) die Gesamtspannung.

18. Den menschlichen Körper kann man vereinfacht als „gemischte Schaltung von Widerständen" **(Bild 72/1)** betrachten. Berechnen Sie, welcher Strom bei einer Berührungsspannung von 50 V durch den menschlichen Körper fließt, wenn er mit den Punkten a) A und C, b) B und D, c) A und D, d) A und B an Spannung gerät.

19. Das Meßgerät **Bild 72/2** hat einen Meßwerkwiderstand von 10 Ω. Bei einem Meßwerkstrom von 10 mA erfolgt Vollausschlag. Berechnen Sie die Widerstände R_{p1}, R_{p2} und R_{p3} für den Fall, daß der ursprüngliche Meßbereich auf das 10fache, 50fache und 250fache erweitert wird.

20. Durch ein Gleichstromrelais **(Bild 72/3)** fließt bei geöffnetem Taster S1 ein Strom von 8 mA. Wird der Tastschalter S1 geschlossen, dann sinkt die Spannung an der Relaisspule um 8 V. Berechnen Sie a) die Widerstände R1 und R2, b) den Strom, der bei geschlossenem Taster S1 durch die Relaisspule fließt.

21. Die 10 Widerstände eines Netzwerkes sind nach **(Bild 72/4)** geschaltet. Die Schaltung ist an 220 V Gleichspannung angeschlossen. Berechnen Sie a) den Ersatzwiderstand, b) die Teilspannung an R4 und c) die Stromstärke in R7.

22. Die 6 Widerstände der Schaltung **Bild 72/5** haben folgende Werte: $R_1 = 180\,\Omega$, $R_2 = 270\,\Omega$, $R_3 = 120\,\Omega$, $R_4 = 150\,\Omega$, $R_5 = 470\,\Omega$ und $R_6 = 220\,\Omega$. Die Schaltung wird an 9 V angeschlossen. Berechnen Sie den Ersatzwiderstand, die Teilspannungen und Teilströme für den Anschluß zwischen den Punkten a) A – B, b) A – C, c) A – D, d) B – C, e) B – D und f) C – D.

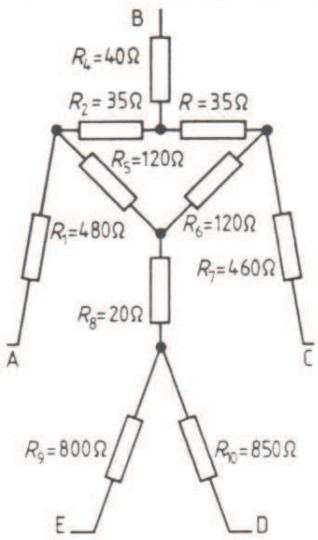


Bild 72/1: Widerstandsmodell eines menschlichen Körpers

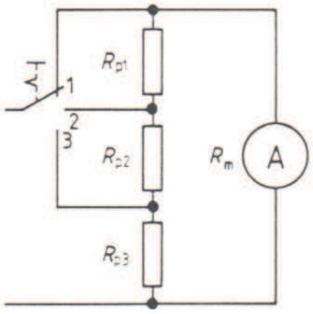


Bild 72/2: Strommesser mit Ringschaltung

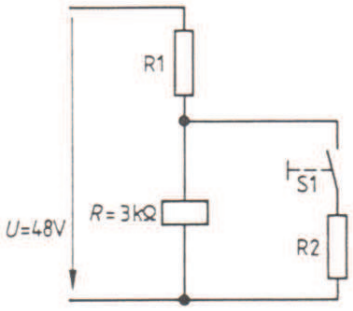


Bild 72/3: Relaisschaltung

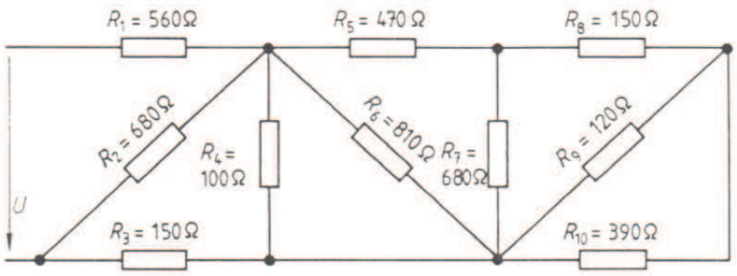


Bild 72/4: Netzwerk

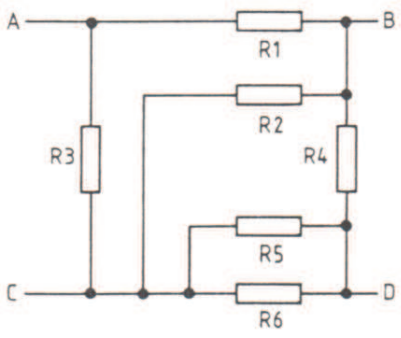


Bild 72/5: Netzwerk

Lösungen zu den „Gemischten Schaltungen":

5.a) Schaltskizze; b) $R = 48\,\Omega$; c) $I_1 = 3{,}75\,A$; $I_2 = 1{,}25\,A$;
d) $I = 5\,A$; e) $U_3 = 90\,V$; f) $U = 240\,V$.

6.a) Schaltskizze; b) $R = 38\,\Omega$; c) $U_4 = 115{,}8\,V$; d) $I_2 = 1{,}93\,A$.

7.a) Schaltskizze; b) $R = 3{,}275\,k\Omega$; c) $U_4 = 1{,}043\,V$;
d) $I_1 = 661\,\mu A$; $I_2 = 787\,\mu A$; $I_3 = 869\,\mu A$; $I_4 = 579\,\mu A$;
e) $I = 1{,}448\,mA$; f) $U = 4{,}74\,V$.

8.a) Schaltskizze; b) $R = 217{,}3\,\Omega$; c) $I = 110{,}5\,mA$;
d) $I_1 = 35{,}29\,mA$; $I_2 = 61{,}54\,mA$; $I_3 = 13{,}64\,mA$;
e) $U_3 = 7{,}64\,V$; $U_4 = 16{,}37\,V$.

9.a) $U_1 = 30\,V$; $U = 50\,V$; b) $R_2 = 100\,\Omega$; $R = 93{,}69\,\Omega$;
c) $I = 533{,}7\,mA$; $I_3 = 227{,}3\,mA$; $I_{34} = 333{,}7\,mA$; $I_4 = 106{,}4\,mA$.

10.) $U_1 = 19{,}49\,V$; $U_2 = 4{,}51\,V$; $I_2 = 9{,}7\,mA$; $I_3 = 25{,}1\,mA$; $I_4 = 15{,}2\,mA$;
$R = 480\,\Omega$; $R_2 = 465\,\Omega$; $R_4 = 1{,}579\,k\Omega$;

11.a) $R = 306{,}24\,\Omega$; b) $I_5 = 7{,}11\,mA$; c) $U_2 = 2{,}94\,V$.

12.a) $R = 26{,}19\,\Omega$; b) $U_4 = 13\,V$ c) $I = 630\,mA$.

13.) $R = 1{,}23\,k\Omega$;

14.a) $U = 198{,}6\,V$; b) $U_5 = 48{,}6\,V$; c) $I_4 = 0{,}608\,A$.

15.a) $R = 39{,}07\,\Omega$; b) $U_3 = 136{,}9\,V$; 145,9V; $U_1 = 97{,}25\,V$;
c) $I = 9{,}72\,A$; $I_3 = 6{,}84\,A$; $I_4 = 2{,}882\,A$; $I_5 = 2{,}162\,A$;

16. $R = 15\,\Omega$;

17.a) Skizze; b) $U_1 = 5{,}52\,V$; c) $I_2 = 14{,}16\,mA$;
17.d) $I = 82{,}85\,mA$; e) $U = 9{,}12\,V$.

18.a) $I_{AC} = 50{,}29\,mA$; b) $I_{BD} = 50{,}6\,mA$; c) $I_{AD} = 35{,}12\,mA$; d) $I_{AB} = 90{,}74\,mA$

19.a) $R_{P1} = 888{,}9\,m\Omega$; b) $R_{P2} = 177{,}8\,m\Omega$; c) $R_{P3} = 44{,}4\,m\Omega$.

20a) $R_3 = 3\,k\Omega$; $R_2 = 3\,k\Omega$; b) $I_{R1} = 5{,}3\,mA$.

21.a) $R = 730{,}9\,\Omega$; b) $U_4 = 17{,}64\,V$; c) $I_7 = 7{,}13\,mA$.

22.a) $R = 106{,}7\,\Omega$; $I_{AB} = 84{,}34\,mA$; $U_2 = 4{,}879\,V$; $U_3 = 4{,}121\,V$; $U_4 = 2{,}441\,V$

b) $R_{AC} = 87{,}426\,\Omega$; $I = 102{,}94\,mA$; $U_1 = 5{,}03\,V$; $U_2 = 3{,}97\,V$; $U_4 = 1{,}986\,V$

c) ($\Delta \rightarrow Y$) $R_{AD} = 149{,}92\,\Omega$; $I = 60{,}842\,mA$; $I_1 = 26{,}29\,mA$; $I_2 = 2{,}16\,mA$; $I_3 = 34{,}56\,mA$; $I_4 = 28{,}453\,mA$; $U_1 = 4{,}732\,V$; $U_2 = 0{,}585\,V$; $U_3 = 4{,}147\,V$; $U_4 = 4{,}268\,V$

22d) $R_{BC} = 96{,}41\,\Omega$

$I_1 = 30\,mA$
$I_2 = 33{,}\overline{3}\,mA$
$I_4 = 30{,}01\,mA$

$U_1 = 5{,}4\,V$
$U_3 = 3{,}6\,V$
$U_4 = 4{,}502\,V$
$U_5 = 4{,}498\,V.$

22e) $R_{BD} = 99{,}09\,\Omega$

$I_4 = 60\,mA$
$I_{1\text{-}3} = I_{56} = 30{,}84\,mA =$
$I_6 = 21{,}0\,mA \quad I_5 = 9{,}83\,mA$
$I_1 = 14{,}6\,mA$
$I_2 = 16{,}22\,mA$

$U_1 = 2{,}628\,V$
$U_2 = 4{,}38\,V$
$U_{56} = 4{,}62\,V$

22f) $R_{CD} = 99{,}04\,\Omega;$

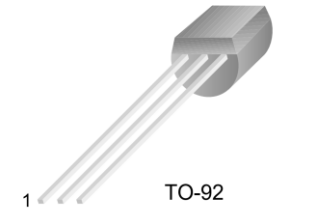
$I_1 = 14{,}6\,mA$ } I_4
$I_2 = 16{,}22\,mA$ }
$I_5 = 19{,}15\,mA$
$I_6 = 40{,}91\,mA$

$U_1 = 2{,}63\,V$; $U_3 = 1{,}75\,V$
$U_2 = 4{,}38\,V$
$U_4 = 4{,}62\,V$

Quelle: *Übersetzt und zusammengestellt aus:*
2002 Fairchild Semiconductor Corporation www.fairchildsemi.com
BC546 / BC547 / BC548 / BC549 / BC550 Rev. 1.1.1

Absolute Maximalwerte

Eine Überschreitung der absoluten Maximalwerte kann das Gerät beschädigen. Die ordnungsgemäße Funktion des Geräts kann über den empfohlenen Betriebsbedingungen und das Belasten der Teile auf diese Niveaus hinaus beeinträchtigt werden, was nicht empfohlen wird. Zusätzlich kann eine langfristige Einwirkung von Spannungen über den empfohlenen Betriebsbedingungen die Zuverlässigkeit des Geräts beeinträchtigen. Die absoluten Maximalwerte sind ausschließlich Stresswerte und gelten bei einer Temperatur von TA = 25°C, sofern nicht anders angegeben.

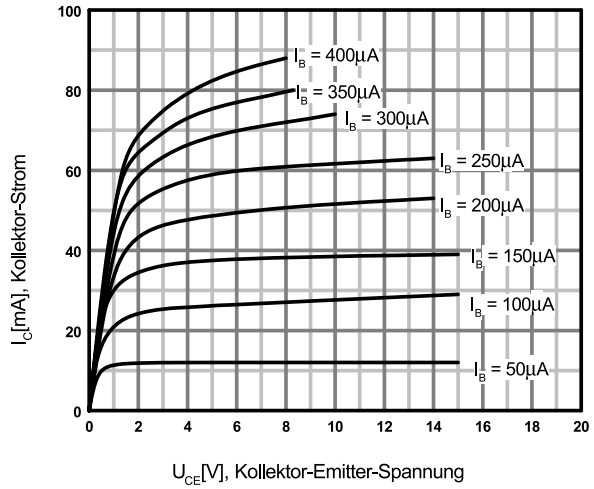


Formel-zeichen	Größe	Wert	Einheit
U_{CB}	Kollektor-Basis Spannung	50	V
U_{CE}	Kollektor-Emitter Spannung	45	V
U_{EB}	Emitter-Basis Spannung	6	V
I_C	Kollektorstrom	100	mA
P_C	Kollektor-Leistungsverlust	500	mW
T_J	Sperrschichttemperatur	150	°C
T_{STG}	Lagertemperaturbereich	-65 bis +150	°C

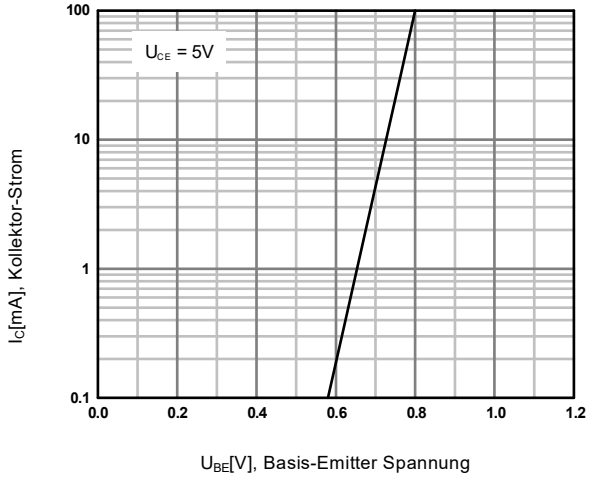
Elektrische Eigenschaften

Die Werte gelten bei TA = 25°C, sofern nicht anders angegeben.

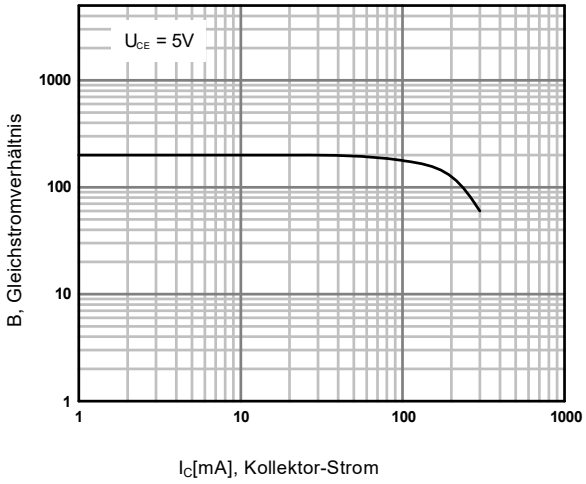
Formel-zeichen	Größe	Bedingung	Min.	Typ.	Max.	Einheit
I_{CBO}	Kollektor-Sperrstrom	U_{CB} = 30 V, I_E = 0			15	nA
B	Gleichspannungs-verstärkung	U_{CE} = 5 V, I_C = 2 mA	110		800	
$U_{CE(Sät)}$	Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung	I_C = 10 mA, I_B = 0,5 mA		90	250	mV
		I_C = 100 mA, I_B = 5 mA		250	600	
$U_{BE(Sät)}$	Basis-Emitter-Sättigungsspannung	I_C = 10 mA, I_B = 0,5 mA		700		mV
		I_C = 100 mA, I_B = 5 mA		900		
$U_{BE(Ein)}$	Basis-Emitter-Durchlassspannung	U_{CE} = 5 V, I_C = 2 mA	580	660	700	mV
		U_{CE} = 5 V, I_C = 10 mA			720	
f_T	Stromverstärkungs-Bandbreitenprodukt	U_{CE} = 5 V, I_C = 10 mA, f = 100 MHz		300		MHz
C_{ob}	Ausgangskapazität	U_{CE} = 10 V, I_E = 0, f = 1 MHz		3,5	6,0	pF
C_{ib}	Eingangskapazität	U_{EB} = 0,5 V, I_C = 0, f = 1 MHz		9		pF



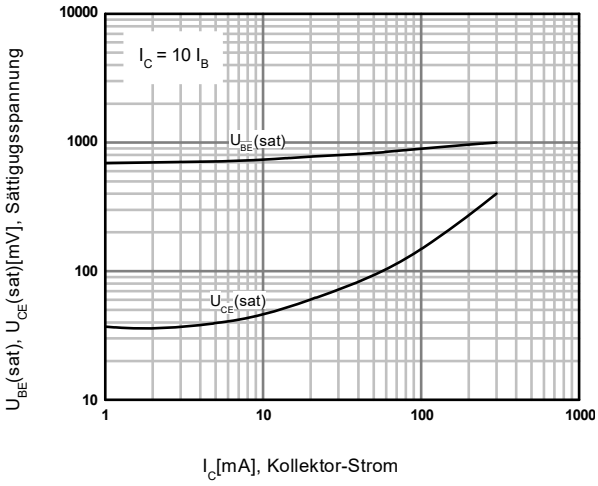
Kennlinie 1. Statische Charakteristik



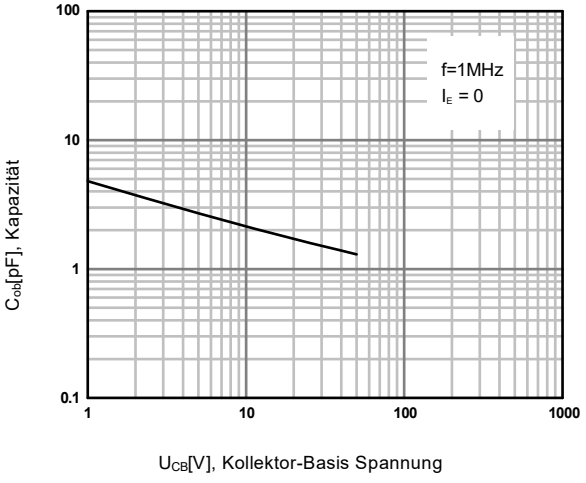
Kennlinie 2. Übertragungscharakteristik



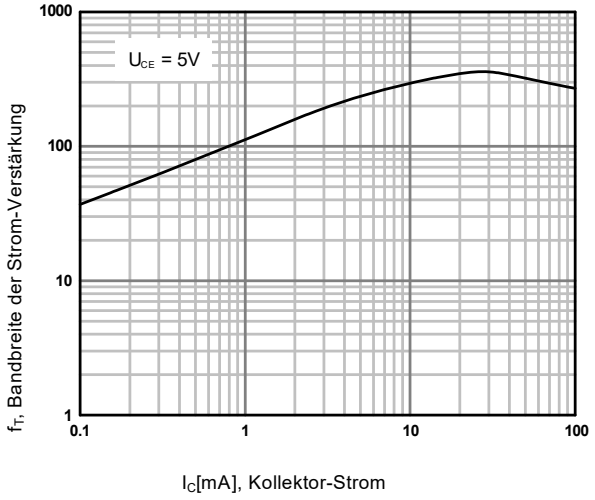
Kennlinie 3. Gleichstromverstärkung



Kennlinie 4. Basis-Emitter-Sättigungsspannung und Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung



Kennlinie 5. Ausgangskapazität



Kennlinie 6. Stromverstärkungs-Bandbreitenprodukt



Die grundlegendsten Schaltzustände sind „An“ und „Aus“. Diese Zustände lassen sich auch in ein Zahlensystem mit „1“ und „0“ umsetzen. Dieses Zahlensystem besteht aus diesen zwei Zahlen und wird daher **duales** oder **binäres Zahlensystem** genannt.

Eine einzelne Schaltinformation (An oder Aus bzw. 1 oder 0) wird in der Informatik auch **Bit** genannt. Acht Bits bilden gemeinsam ein **Byte**.

8 Bit ≙ 1 Byte

Mit einem Byte können 255 Informationen gespeichert werden oder im dualen Zahlensystem 11111111.

1	1	1	1	1	1	1	1
$1\cdot2^7$	$1\cdot2^6$	$1\cdot2^5$	$1\cdot2^4$	$1\cdot2^3$	$1\cdot2^2$	$1\cdot2^1$	$1\cdot2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1

128+64+32+16+8+4+2+1=255

Wie bei dezimalen Zahlen, ist der Zahlenwert nach links aufsteigend. Zur Umrechnung von dualen Zahlen werden die einzelnen Werte aufsummiert. Jede Stelle einer Dualzahl hat einen festen Wert wie in der oberen Tabelle dargestellt ist.

Im folgenden Beispiel wird die Zahl 10101010 in eine Dezimalzahl konvertiert:

1	0	1	0	1	0	1	0
$1\cdot2^7$	$0\cdot2^6$	$1\cdot2^5$	$0\cdot2^4$	$1\cdot2^3$	$0\cdot2^2$	$1\cdot2^1$	$0\cdot2^0$
128	0	32	0	8	0	2	0

128+0+32+0+8+0+2+0=170

Kochrezept zum Umrechnen einer Dualzahl in eine Dezimalzahl

Schritt 1
Dualzahl: 1001101
zerlegen in
Vielfache von Potenzen mit der Basis 2: $\mathbf{1}\cdot 2^6 + \mathbf{0}\cdot 2^5 + \mathbf{0}\cdot 2^4 + \mathbf{1}\cdot 2^3 + \mathbf{1}\cdot 2^2 + \mathbf{0}\cdot 2^1 + \mathbf{1}\cdot 2^0$

Schritt 2
Potenzen ausrechnen: $1\cdot\mathbf{64} + 0\cdot\mathbf{32} + 0\cdot\mathbf{16} + 1\cdot\mathbf{8} + 1\cdot\mathbf{4} + 0\cdot\mathbf{2} + 1\cdot\mathbf{1}$

Schritt 3
mit Vielfachen multiplizieren: 64 +0 +0 + 8 +4 + 0 +1

Schritt 4
Summe bilden: 77

A.1: Wandeln Sie die Dualzahl **11011** in eine Dezimalzahl um.

a) Setzen Sie die Vielfachen ein.

$\_\_\_\cdot 2^5 + \_\_\_\cdot 2^4 + \_\_\_\cdot 2^3 + \_\_\_\cdot 2^2 + \_\_\_\cdot 2^1 + \_\_\_\cdot 2^0$

b) Berechnen Sie die Potenzen.

c) Multiplizieren Sie die Potenzen mit den Vielfachen.

d) Bilden Sie die Summe.

A.2: Wandeln Sie die Dualzahl **110101** in eine Dezimalzahl um.

a) Formen Sie die Zahl in eine Addition aus Vielfachen von Potenzen der Basis 2 um.

b) Berechnen Sie die Potenzen

c) Multiplizieren Sie die Potenzen mit den Vielfachen.

d) Bilden Sie die Summe.

A.3: Wandeln Sie die Dualzahl **1011010** in eine Dezimalzahl um.

A.4:

Wandeln Sie die Dualzahl **11010100** in eine Dezimalzahl um.

Addieren von Dualzahlen

Im Dezimalsystem ist die größte Ziffer 9. Addiert man 9 und 1 erhält man 10.

Schriftliche Addition mit Übertrag:

```
  9
+ 1
 10
```

Im Dualsystem ist die größte Ziffer 1. Addiert man 1 und 1 erhält man 10.

Schriftliche Addition mit Übertrag:

```
  1
+ 1
 10
```

Beispiel: 101 + 11

```
  101
+  11
 1000
```

Übungen – Addition dualer Zahlen

A.5: 101 + 10

A.6: 1011 + 1

A.7: 10101 + 110

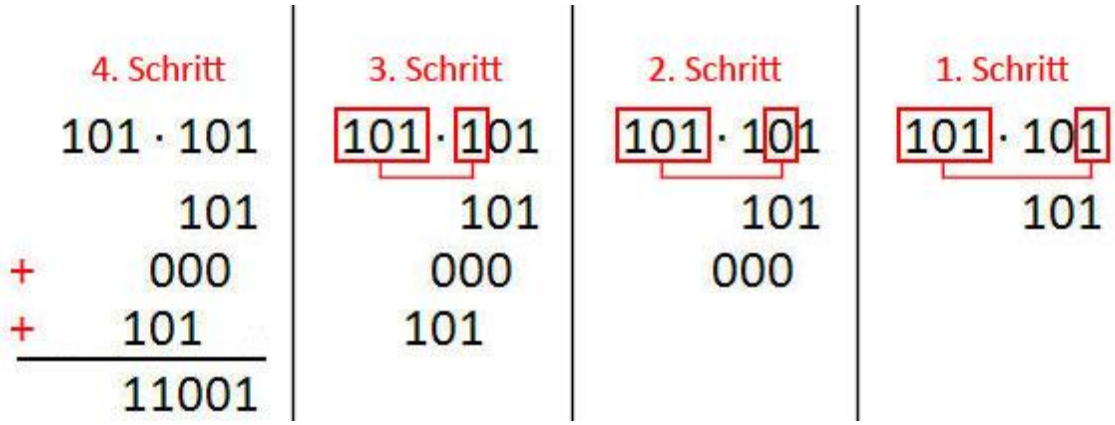
A.8: 11011 + 10101

Multiplizieren von Dualzahlen

Rechenregeln für die Multiplikation von Dualzahlen:

0	·	0	=	0
1	·	0	=	0
0	·	1	=	0
1	·	1	=	1

Vorgehensweise Multiplikation von Dualzahlen:



A.9: Berechnen Sie: 01010 ·1101

A.10: Berechnen Sie: 101010 ·1101

9.11.1 Zahlensysteme

Zur Darstellung von Zahlen verwendet man **Ziffern** oder Zahlenzeichen. Die Anzahl der Ziffern innerhalb eines Zahlensystems nennt man **Basis *B* (Tabelle 1)**. Die erste Ziffer links vom Komma hat den Stellenwert B^0, die zweite Ziffer links davon hat den Stellenwert B^1, die *n*-te Ziffer den Stellenwert B^{n-1}. Die erste Stelle rechts vom Komma hat den Stellenwert B^{-1}, die *n*-te Stelle den Stellenwert B^{-n}. Der **Potenzwert** einer Ziffer ist das Produkt aus Ziffer und Stellenwert **(Tabelle 2)**.

Dezimalsystem. Das Dezimalsystem hat die zehn Ziffern von 0 bis 9 und damit die Basis $B = 10$ **(Tabelle 2)**.

Beispiel

Welche Stellenwerte und Potenzwerte haben die Ziffern der Dezimalzahl 954,5?

Lösung:

954,5 =	900	+50	+4	+0,5
Stelle:	3	2	1	1
Stellenwert:	$10^2 = 100$	$10^1 = 10$	$10^0 = 1$	$10^{-1} = 0{,}1$
Potenzwert:	$9 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^1$	$4 \cdot 10^0$	$5 \cdot 10^{-1}$

Dualsystem. Das Dualsystem (Zweiersystem) hat nur die Ziffern 0 und 1 und damit die Basis $B = 2$. Die Stellenwerte in Potenzschreibweise sind $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$, $2^3 = 8$ usw. **(Tabelle 3)**.

Oktalsystem. Das Oktalsystem hat die Ziffern 0 bis 7 und damit die Basis $B = 8$.

Sedezimalsystem (Hexadezimalsystem). Es hat die Basis $B = 16$. Zur Darstellung der 16 Ziffern verwendet man die Zahlenzeichen 0 bis 9 und zusätzlich die Buchstaben A bis F **(Tabelle 4)**.

➡ Potenzen: **Seite 13**

Aufgaben zu Zahlensysteme

1 Welche Ziffern hat das **a)** Dezimalsystem, **b)** Dualsystem und **c)** Sedezimalsystem?

2 Welchen Stellenwert und Potenzwert hat die Ziffer 2 an der dritten Stelle links vom Komma **a)** im Dezimalsystem, **b)** im Sedezimalsystem?

3 Welche Basis haben die Zahlensysteme mit den Ziffern **a)** 0 und 1, **b)** 0 bis 7, **c)** 0 bis 9 und A bis F?

4 Welchen Stellenwert hat die zweite Stelle rechts vom Komma im **a)** Dezimalsystem, **b)** im Dualsystem?

Tabelle 1: Zahlensysteme (Übersicht)

System	Basis	Ziffern
Dual	2	0, 1
Oktal	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Dezimal	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Sedezimal	16	0, 1, 2, … , 9, A, B, C, D, E, F

Tabelle 2: Aufbau der Dezimalzahl

Beispiel	3	8	5	2	,	2	5
Benennung	Tausender	Hunderter	Zehner	Einer		Zehntel	Hunderstel
Stelle	4	3	2	1		1	2
Stellenwert	$10^3 = 1000$	$10^2 = 100$	$10^1 = 10$	$10^0 = 1$		$10^{-1} = 0{,}1$	$10^{-2} = 0{,}01$
Potenzwert	$3 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^0$		$2 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$

Tabelle 3: Aufbau der Dualzahl

Beispiel	1	0	1	1	,	0	1
Benennung	Achter	Vierer	Zweier	Einer		Halbe	Viertel
Stelle	4	3	2	1		1	2
Stellenwert	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$		$2^{-1} = \frac{1}{2}$	$2^{-2} = \frac{1}{4}$
Potenzwert	$1 \cdot 2^3$	$0 \cdot 2^2$	$1 \cdot 2^1$	$1 \cdot 2^0$		$0 \cdot 2^{-1}$	$1 \cdot 2^{-2}$

Tabelle 4: Vergleich von Zahlensystemen

Dezimal		Dual					Oktal		Sedezimal	
10^1	10^0	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	8^1	8^0	16^1	16^0
	0					**0**		**0**		**0**
	1					**1**		**1**		**1**
	2				1	0		**2**		**2**
	3				1	1		**3**		**3**
	4			1	0	0		**4**		**4**
	5			1	0	1		**5**		**5**
	6			1	1	0		**6**		**6**
	7			1	1	1		**7**		**7**
	8		1	0	0	0	1	0		**8**
	9		1	0	0	1	1	1		**9**
1	0		1	0	1	0	1	2		**A**
1	1		1	0	1	1	1	3		**B**
1	2		1	1	0	0	1	4		**C**
1	3		1	1	0	1	1	5		**D**
1	4		1	1	1	0	1	6		**E**
1	5		1	1	1	1	1	7		**F**
1	6	1	0	0	0	0	2	0	1	0

1 Wandeln Sie nach dem Potenzwert-Verfahren folgende Dualzahlen in Dezimalzahlen um:

a) 110 **b)** 11010 **c)** 101011 **d)** 1100101 **e)** 1010011

f) 111,1 **g)** 10111,101 **h)** 1101,1101 **i)** 1110111,1 **j)** 101,001

9.11.2 Rechnen mit Dualzahlen

Bei der Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division von Dualzahlen **(Tabelle 1)** gelten ähnliche Regeln wie im Dezimalsystem.

Aufgaben zu 9.11.2

1 Addieren bzw. subtrahieren Sie folgende Dualzahlen:

a) 1101 + 1001 **b)** 11101 + 10010

c) 111011 + 10011 **d)** 10101 + 1100010

e) 1101 – 100 **f)** 10101 – 1111

g) 110110 – 10011 **h)** 111011 – 1010

2 Berechnen Sie:

a) 11011 + 101010 – 110

b) 1010100 – 111001 + 11010

3 Berechnen Sie:

a) 101 · 11 **b)** 10111 · 1101 **c)** 1011 · 1101

d) 1010 · 111 **e)** 1110 · 1110 **f)** 1011 · 111

4 Wandeln Sie die Dezimalzahlen in Dualzahlen um und berechnen Sie:

a) 18 · 12 **b)** 25 · 9 **c)** 121 · 42

d) 11 · 32 **e)** 152 · 47 **f)** 256 · 12

5 Lösen Sie folgende Aufgaben:

a) 1000 : 10 **b)** 101010 : 111 **c)** 11101 : 100

6 Wandeln Sie die Dezimalzahlen in Dualzahlen um und berechnen Sie:

a) 27 : 3 **b)** 420 : 6 **c)** 198 : 11

Tabelle 1: Rechnen mit Dualzahlen

Rechenregeln	Beispiele:
Addition 0 + 0 = 0 0 + 1 = 1 1 + 0 = 1 1 + 1 = 10 Übertrag 1	Berechnen Sie: 110 + 101 110 +101 Übertrag 1 **1011**
Subtraktion 0 – 0 = 0 1 – 0 = 1 1 – 1 = 0 10 – 1 = 1	Berechnen Sie: 1110 – 101 1110 –101 Übertrag 1 **1001**
Multiplikation 1 · 1 = 1 0 · 1 = 0	Berechnen Sie: 111 · 101 111 · 101 111 000 111 Übertrag 111 **100011**
Division 0 : 1 = 0 1 : 1 = 1	Berechnen Sie: 101101 : 101 101101 : 101 = **1001** 101 101 101 000

9.11.1 Zahlensysteme

177/1.

Zahlensystem	Basis	kleinste Ziffer	größte Ziffer
a) Dezimalsystem	10	0	9
b) Dualsystem	2	0	1
c) Sedezimalsystem	16	0	F

178/1.

a) Zahl 1 1 0
Stelle: 3 2 1
Potenzwert: $1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 6$

b) Zahl: 1 0 1 0
Stelle: 5 4 3 2 1
Potenzwert: $1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 26$

c) Zahl: 1 0 1 0 1 1
Stelle: 6 5 4 3 2 1
Potenzwert: $1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2_0 = 43$

Weitere Ergebnisse: d) 101 e) 83

f) Zahl: 1 1 1 1
Stelle: 3 2 1 1
Potenzwert: $1 \cdot 2^2 \quad 1 \cdot 2^1 \quad 1 \cdot 2^0 \quad 1 \cdot 2^{-1} = 75$

g) Zahl: 1 0 1 1 1 0 1
Stelle: 5 4 3 2 1 2 3
Potenzwert: $1 \cdot 2^4 \quad 0 \cdot 2^3 \quad 1 \cdot 2^2 \quad 1 \cdot 2^1 \quad 1 \cdot 2^0 \quad 1 \cdot 2^{-1} \quad 0 \cdot 2^{-2} \quad 1 \cdot 2^{-3} = 23,625$

Weitere Ergebnisse: h) 13,8125 i) 119,5 j) 5,125

Stellenwert und Potenzwert der Ziffer 2 an der dritten Stelle links vom Komma:

Zahlensystem	Stellenwert	Potenzwert
a) Dezimalsystem	$10^2 = 100$	$2 \cdot 10^2 = 200$
b) Sedezimalsystem	$16^2 = 256$	$2 \cdot 16^2 = 512$

a) Basis = 2 (Dualsystem)
b) Basis = 8 (Oktalsystem)
c) Basis = 16 (Sedezimalsystem)

Stellenwert der zweiten Stelle rechts vom Komma:

Zahlensystem	Stellenwert
a) Dezimalsystem	$10^{-2} = 0,01$
b) Dualsystem	$2^{-2} = 0,25$

9.11.2 Rechnen mit Dualzahlen

180/1. a) 1101 + 1001 = 10110
b) 11101 + 10010 = 101111
c) 111011 + 10011 = 1001110
d) 10101 + 1100010 = 1110111
e) 1101 – 100 = 1001
f) 10101 – 1111 = 110
g) 110110 – 10011 = 100011
h) 111011 – 1010 = 110001

180/2. a) 11011 + 101010 = 1000101 – 110 = 0111111
b) 1010100 – 111001 + 11010 = 110101

180/3. a) 101 · 11 = 1111
b) 10111 · 1101 = 10111 · 101 = 10111 · 1 = 100101011
c) 10001111
d) 1000110
e) 11000100
f) 1001101

180/4. a) 18 · 12 = 10010 · 1100 = **11011000**
b) 25 · 9 = 11001 · 1001 = **11100001**
c) **1001111011010**
d) **101100000**
e) **1101111101000**
f) **110000000000**

Klasse: Name: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	IE Ma	**Kurztest zum ersten Schuljahr**

Bruchrechnung

1) Berechnen Sie die Dezimalzahl ohne Komma (a-e) oder den kleinstmöglichen Bruch (f-n).

a) $\frac{65}{13}$; b) $\frac{169}{-13}$; c) $\frac{88}{-11}$; d) $\frac{-232}{-8}$; e) $\frac{156}{-12}$;

f) $\frac{1}{4}+\frac{2}{5}+\frac{5}{6}$; g) $\frac{3}{5}-\frac{2}{15}+\frac{7}{30}$; h) $\frac{3}{4}-\frac{1}{8}+\frac{1}{16}$; i) $\frac{17}{18}-\frac{7}{9}+\frac{11}{12}-\frac{1}{4}$;

j) $\frac{2}{53}\cdot 8$; k) $\frac{5}{7}:\frac{3}{4}$ l) $\frac{8}{21}\cdot 1\frac{2}{5}$; m) $\frac{3}{9}:\frac{4}{8}$ n) $\frac{\frac{7}{75}}{\frac{8}{5}}$;

2) Wandeln Sie in Dezimalzahlen **um**.

a) $\frac{3}{5}$; b) $\frac{4}{15}$; c) $\frac{12}{125}$; d) $\frac{35}{55}$; e) $\frac{154}{224}$

3) Wandeln Sie in Brüche **um**.

a) $0{,}25$; b) $0{,}875$; c) $1{,}23$; d) $0{,}0075$

4) Berechnen Sie.

a) $(\frac{5}{6}-\frac{5}{9})\cdot(2\frac{2}{5}-\frac{5}{4})$; b) $(4\frac{4}{5}-3\frac{1}{4})\cdot(2\frac{1}{5}+1\frac{5}{6})$; c) $\frac{8\frac{7}{5}-6\frac{5}{8}}{3\frac{8}{9}+2\frac{2}{5}}$

Potenzrechnung

5) Berechnen Sie die Werte folgender Potenzen.

a) 10^{6}; b) 10^{-3}; c) 10^{-1} d) 10^{1}

6) Bilden Sie die Kehrwerte.

a) 10^{-6}; b) 10^{7}; c) 10^{9}; d) 10^{-12};

7) Schreiben Sie als Produkt mit einer Zehnerpotenz.

a) 24000; b) $0{,}0023$; c) 700000; d) $0{,}00012$

8) Berechnen Sie.

a) $10^{13}:10^{9}$; b) $10^{6}\cdot 10^{5}$; c) $10^{-12}\cdot 10^{12}$; d) $10^{3}\cdot 10^{-6}$

9) Berechnen Sie für folgende Brüche den Wert als Dezimalzahl.

a) $\frac{10\cdot 10^{6}}{10^{-3}\cdot 10^{6}}$; b) $\frac{10^{-3}\cdot 10^{6}}{10^{-4}\cdot 10^{5}}$; c) $\frac{10^{3}\cdot(10^{-6})^{2}}{10^{-9}\cdot 10^{-2}}$

Maßvorsätze

10) Wandeln Sie um.

a) $44200\,mV \rightarrow V$; b) $0{,}002\,A \rightarrow mA$; c) $840\,\mu V \rightarrow mV$; d) $825\,ns \rightarrow s$

11) Ein Isolationswiderstand beträgt 820 Millionen Ω. Wie viel kΩ sind das?

Formeln umstellen

12) Stellen Sie nach x **um**.

a) $\frac{1}{x}=a-b$; b) $x^2=a^2+2\,a\cdot b+b^2$; c) $x-2\cdot y=\frac{D}{2}$; d) $\frac{y}{x}=\frac{5\cdot a}{3\cdot b}$

13) Stellen Sie nach h **um**.

a) $A=\frac{(d+e)\cdot h}{2}$; b) $V=\frac{h^2\cdot\pi\cdot l}{4}$; c) $Z=\sqrt{h^2+\left(\omega\cdot L-\frac{1}{\omega\cdot C}\right)^2}$; d) $t=\sqrt{\frac{2\cdot\sin(h)}{g}}$

Prozentrechnung

14) Berechnen Sie die jeweils fehlende Größe.

G	2500	300		1200	5800	
W		15	315	30		1250
p %	5 %		25 %		120 %	250 %

15) Kim schafft beim Computerspiel durchschnittlich 3800 Punkte. Nur am letzten Sonntag hat Kim 23 % weniger Punkte geschafft als der Durchschnittswert.

Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die von Kim letzten Sonntag erreichten Punkte.

16) Ein Windkraft erzeugt im ersten Jahr 2400 kW. Im nächsten Jahr sind es 2700 kW.

Berechnen Sie nach dem Lösungsschema, um wie viel Prozent der Energieertrag gesteigert werden konnte.

Flächenberechnung

17) Berechnen Sie die fehlenden Größen.

Art	**Quadrat**	**Dreieck**	**Kreis**	**Quadrat**	**Trapez**	**Kreis**
Gegeben	l = 4 cm	l = 2 cm b = 3 cm	d = 5 cm	A = 36 cm^2	l_m = 20 mm h = 5 mm	r = 5 mm
Gesucht	A, u, e	A	A, u	l, u, e	A	A, u

e = Diagonale des Quadrates

Lernsituation: Temperatur mit temperaturabhängigem Widerstand in einer Brückenschaltung erfassen

Die Gärtnerei Immergrün möchte, dass sich in ihrem neu gebauten Gewächshaus **(Bild 1)** die beiden Dachfenster, abhängig von der Innentemperatur, automatisch öffnen oder schließen. Der Elektroinstallationsbetrieb, in dem Sie arbeiten, hat den Auftrag zur Installation einer Kleinsteuerung erhalten, welche die beiden Dachfenstermotoren temperaturabhängig ansteuert. Dazu muss die Temperatur im Gewächshaus erfasst und in eine Spannung umgewandelt werden.

Von Ihrem Meister erhalten Sie die folgenden Informationen:

- Zur Temperaturerfassung wird ein temperaturabhängiger Widerstand benutzt, der in eine Brückenschaltung eingebaut wird **(Bild 2)**.
- Die Brückenspannung U_{AB} soll an den Klemmen A und B der Brückenschaltung abgegriffen und durch die Eingänge (Spannungen 0 V ... 10 V) der Kleinsteuerung erfasst werden.
- Bei der Brückenspannung U_{AB1} öffnet und bei der Brückenspannung U_{AB2} schließt die Kleinsteuerung die Dachfenster.



Bild 1: Gewächshaus mit geöffneten Dachfenstern

Kleinsteuerung Seite 111 und Seite 182.

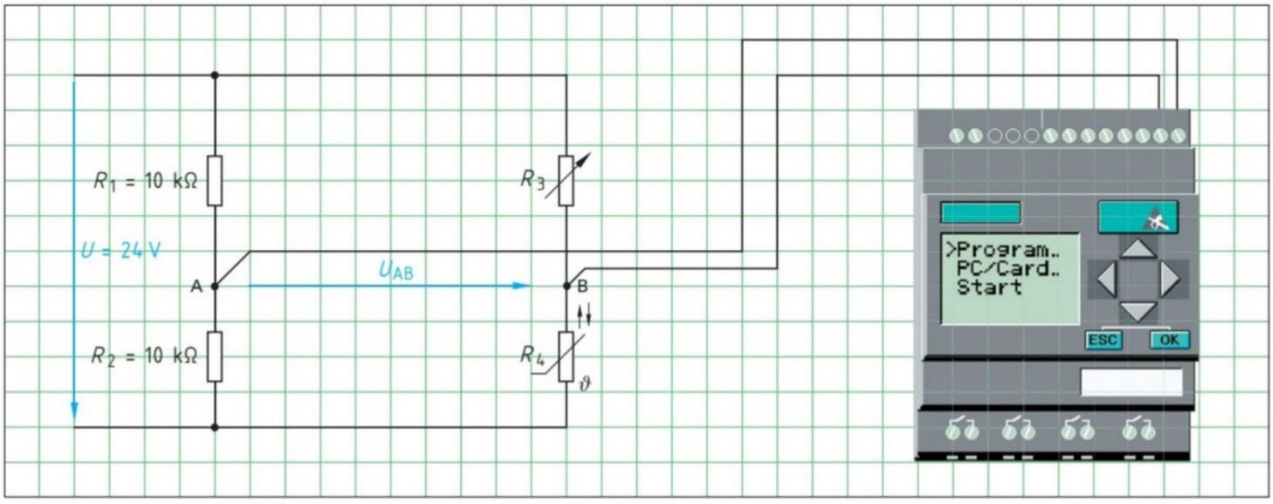


Bild 2: Temperaturerfassung mit temperaturabhängigem Widerstand in einer Brückenschaltung und Kleinsteuerung

Ihr Meister gibt Ihnen die Anweisung, die Schaltung so zu dimensionieren, dass bei einer Temperatur von 0° C die Brückenspannung $U_{AB} = 0$ V beträgt. Außerdem sollen Sie die Brückenspannungen U_{AB1} und U_{AB2} für die beiden Temperaturen bestimmen, bei denen die Dachfenster von der Kleinsteuerung mithilfe der Motoren geöffnet oder geschlossen werden. Die Temperaturvorgabe der Gärtnerei für das Öffnen beträgt 25° C und für das Schließen 20° C.

Arbeitsauftrag 1: Funktionsweise der Temperaturerfassung in der Brückenschaltung beschreiben

1. Beschreiben Sie, wie die Widerstände der Brückenschaltung zueinander geschaltet sind.

2. Tragen Sie die Spannungen U_1 bis U_4 an den Widerständen sowie den Gesamtstrom I, den Strom I_1 durch R_1 und den Strom I_3 durch R_3 in der Brückenschaltung **(Bild 2)** ein.

3. Begründen Sie, warum (bei fest eingestelltem R_3) eine Temperaturänderung eine Änderung der Brückenspannung U_{AB} bewirkt.

Arbeitsauftrag 2: Kennlinien von temperaturabhängigen Widerständen auswerten

1. Beschreiben Sie, wie bei dem in der Brückenschaltung eingebauten, temperaturabhängigen Widerstand der Widerstandswert R von der Temperatur ϑ abhängt **(Bild a)**.

2. Warum werden Widerstände mit dieser Temperaturabhängigkeit auch Heißleiter genannt? Geben Sie die Bezeichnung für den Heißleiter **(Bild b)** an.

3. Erklären Sie, wie Sie einen NTC-Widerstand an seinem Schaltzeichen erkennen **(Bild b)**.

4. NTC-Widerstände werden mit einem bestimmten Wert gekennzeichnet. Was bedeuten in diesem Zusammenhang z. B. die Kennzeichnungen 2,2 k **(Bild a)** und 2K2 **(Bild c)**?

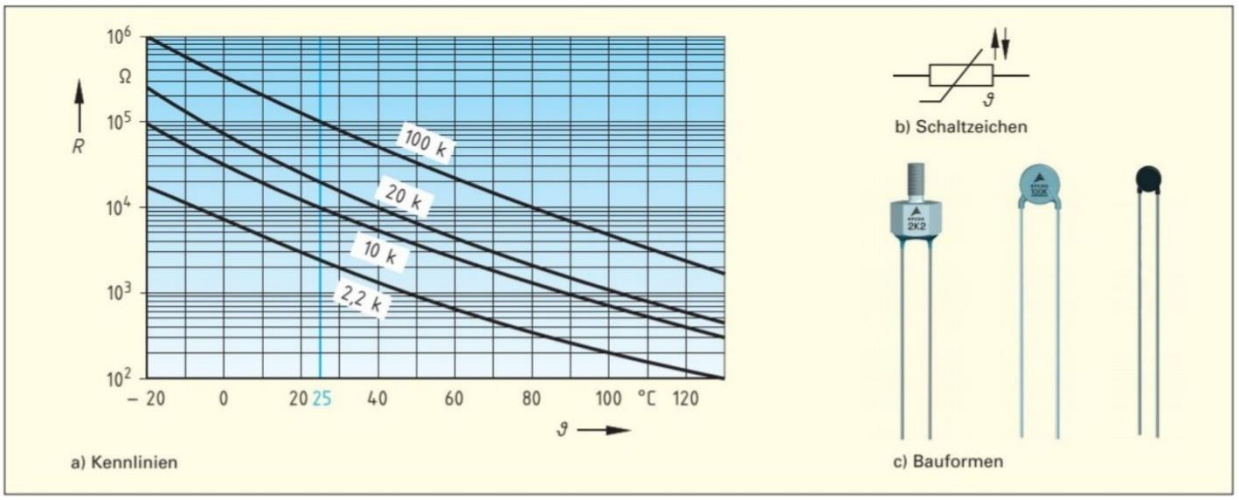


Bild: Kennlinien, Schaltzeichen und Bauformen von NTC-Widerständen

5. Lesen Sie aus der Kennlinie des 2,2 k NTC-Widerstandes **(Bild a)** die Widerstandswerte für die angegebenen Temperaturen ab:

$\vartheta = 0\ °C \rightarrow R =$ _____ ; $\vartheta = 20\ °C \rightarrow R =$ _____ ; $\vartheta = 25\ °C \rightarrow R =$ _____

Arbeitsauftrag 3: Widerstände, Ströme und Spannungen in der Brückenschaltung berechnen

Für die Realisierung der Temperaturerfassung sollen Sie laut Vorgabe ihres Meisters den 2,2 k NTC-Widerstand **(Bild c)** benutzen. Bearbeiten Sie die folgenden Arbeitsschritte, um die Brückenschaltung (Bild 2, Seite 31) zu dimensionieren und die benötigten Brückenspannungen U_{AB1} für das Öffnen und U_{AB2} für das Schließen der Dachfenster zu bestimmen.

1. Bei einer Temperatur von $\vartheta = 0\ °C$ soll die Brückenspannung $U_{AB} = 0\ V$ betragen.
   a) Wie wird dieser Zustand der Brückenschaltung genannt?

   b) Berechnen Sie den Wert, auf den der Widerstand R_3 eingestellt werden muss.

R_3 soll für alle nachfolgenden Arbeitsschritte auf diesem Wert eingestellt bleiben!

2. Berechnen Sie für die Temperatur $\vartheta = 25\ °C$ **a)** die Ströme I_1 und I_3 und **b)** die Spannungen U_1 und U_3 in der Brückenschaltung (Bild 2, Seite 31).

3. Tragen Sie die berechneten Spannungen U_1 und U_3 in den Auszug aus der Brückenschaltung ein **(Bild 1)**. Berechnen Sie dann mithilfe der Maschenregel die Brückenspannung U_{AB1} und tragen Sie auch diesen Wert in **Bild 1** ein.

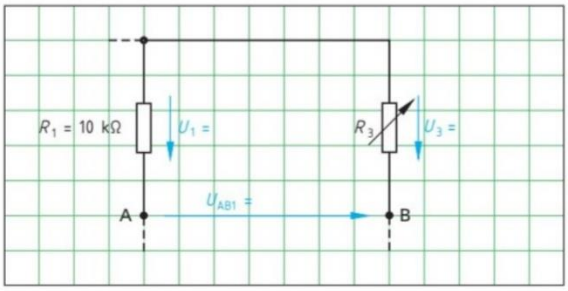


Bild 1: Spannungen bei $\vartheta = 25\ °C$

Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel: Reihenschaltung (Maschenregel)

4. Berechnen Sie für die Temperatur $\vartheta = 20\ °C$ **a)** die Ströme I_1 und I_3 und **b)** die Spannungen U_1 und U_3 in der Brückenschaltung (Bild 2, Seite 31).

5. Tragen Sie die berechneten Spannungen U_1 und U_3 in den Auszug aus der Brückenschaltung ein **(Bild 2)**. Berechnen Sie dann mithilfe der Maschenregel die Brückenspannung U_{AB2} und tragen Sie auch diesen Wert in Bild 2 ein.

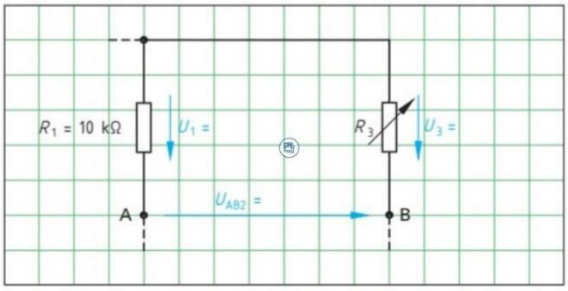


Bild 2: Spannungen bei $\vartheta = 20\ °C$

6. Geben Sie zusammenfassend an, bei welchen Brückenspannungen U_{AB1} und U_{AB2} die Kleinsteuerung **a)** ein Öffnen und **b)** ein Schließen der Dachfenster bewirkt.

a)

b)

7. Beschreiben Sie, wie sich ein Vertauschen der Widerstände R_3 und R_4 (Bild 2, Seite 31) auf die Brückenspannung U_{AB} bei **a)** $\vartheta = 0\ °C$ und bei **b)** $\vartheta > 0\ °C$ auswirken würde.

a)

b)

Testen Sie Ihre Fachkompetenz

1. Bestimmen Sie für die Brückenschaltung (Bild 2, Seite 31) die Temperatur ϑ, bei der die Brückenspannung U_{AB} = 10 V betragen würde (R_3 = 7 kΩ, R_4 = 2,2 kΩ bei 25 °C). Berechnen Sie im Unterschied zu Arbeitsauftrag 3 dafür keine Ströme, sondern wenden Sie die Regel an, dass in einer Reihenschaltung das Verhältnis der Spannungen zueinander gleich dem Verhältnis der zugehörigen Widerstände ist (Spannungsteilung).

2. Berechnen Sie für die Brückenschaltung (Bild 2, Seite 31 den Ersatzwiderstand R der vier Widerstände R_1, R_2, R_3 und R_4 bei einer Temperatur von 25 °C **a)** aus Gesamtspannung U und Gesamtstrom I der Schaltung und **b)** durch wiederholtes Zusammenfassen der Einzelwiderstände von Reihen- und Parallelschaltungen zu Ersatzwiderständen. Verwenden Sie, wo nötig, die in den Arbeitsaufträgen 2 und 3 bestimmten Werte.

3. Berechnen Sie für die Brückenschaltung **(Bild 1)** den Widerstandswert R_3, wenn das Messgerät keinen Ausschlag zeigt.

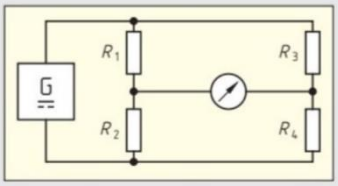


Bild 1: Brückenschaltung

Geg.: R_1 = 100 Ω; R_2 = 82 Ω; R_4 = 56 Ω Ges.: R_3

4. In hochwertigen Lichterketten, bei denen die Lampen in Reihe geschaltet sind, leuchten trotz defekter Lampen die restlichen, nicht defekten Lampen weiter. Beschreiben Sie den Aufbau eines Teiles einer solchen Lichterkette **(Bild 2)** und erklären Sie die Wirkungsweise des NTC-Widerstandes.

Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel: NTC-Widerstand, Internetrecherche

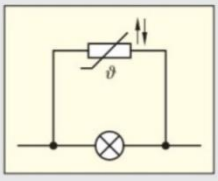


Bild 2: Teil einer Lichterkette

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Fachbereich-Grundlagen	**G 11.0** **NTC - Widerstandsverhalten**	Name:	
		Blatt-Nr. 1/1	Klasse:
			Datum:

PROBLEM:

Es soll das elektrische Verhalten eines NTC-Widerstandes untersucht werden.

BAUTEILE UND GERÄTE:

1 x NTC-Widerstand
1 x Glühlampe 12V/0,1A (grün)
1 x Taster (Wechsler)
1 x Spannungskonstanter mit Strombegrenzung
2 x Vielfachmessinstrument (analog+digital)
1 x Universalsteckbrett

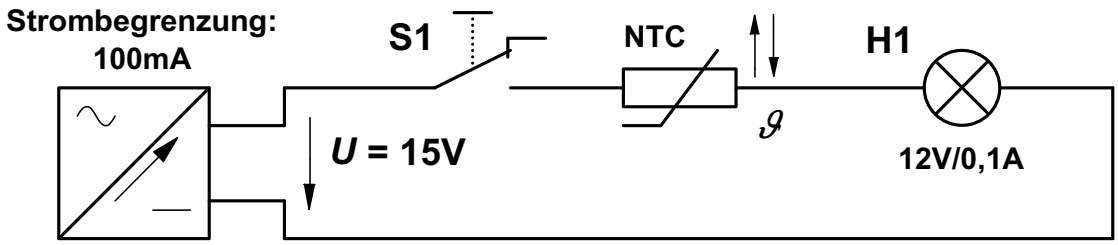
ACHTUNG:

Sehr sorgfältig mit der Strombegrenzung umgehen, da im Versuchsteil 2 die Stromeinstellung bei jeder Messung neu vorgewählt wird. Den Maximalwert von 100 mA niemals überschreiten!

Messen Sie zunächst mit dem digitalen Vielfachmessinstrument den NTC-Widerstandswert bei Raumtemperatur:

R_{NTC} = ... Ω

MESSSCHALTUNG 1:



Halten Sie den Taster S1 eine Zeit lang gedrückt und beobachten Sie die Glühlampe H1.

BEOBACHTUNG:

.....

.....

.....

ERKENNTNIS:

.....

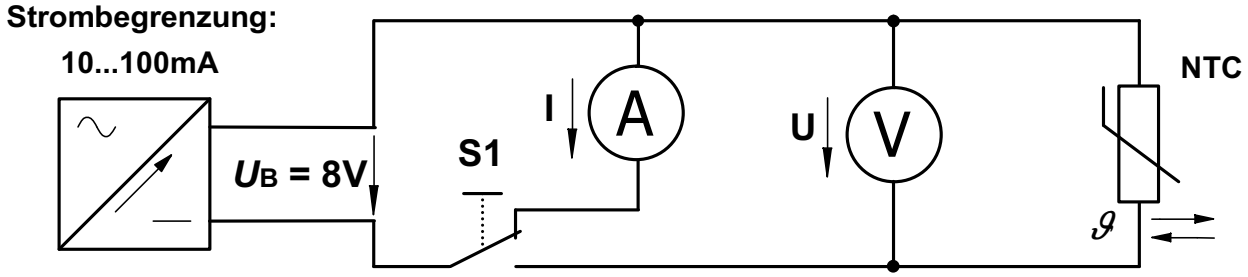
.....

.....

.....

MESSSCHALTUNG 2:

1. Stellen Sie am Gleichspannungskonstanter die Betriebsspannung auf U_B = 8V ein.
2. Bauen Sie die Messschaltung auf.
3. Stellen Sie die Strombegrenzung auf 10mA und halten Sie anschließend S1 solange gedrückt, bis die Spannungsanzeige sich beruhigt hat (**mind. 45s**). Lesen Sie dann den entsprechenden Spannungswert ab. Bringen Sie den Taster S1 wieder in die Ruhestellung.
4. Verfahren Sie mit den anderen Stromwerten in gleicher Weise.



MESSWERTE:

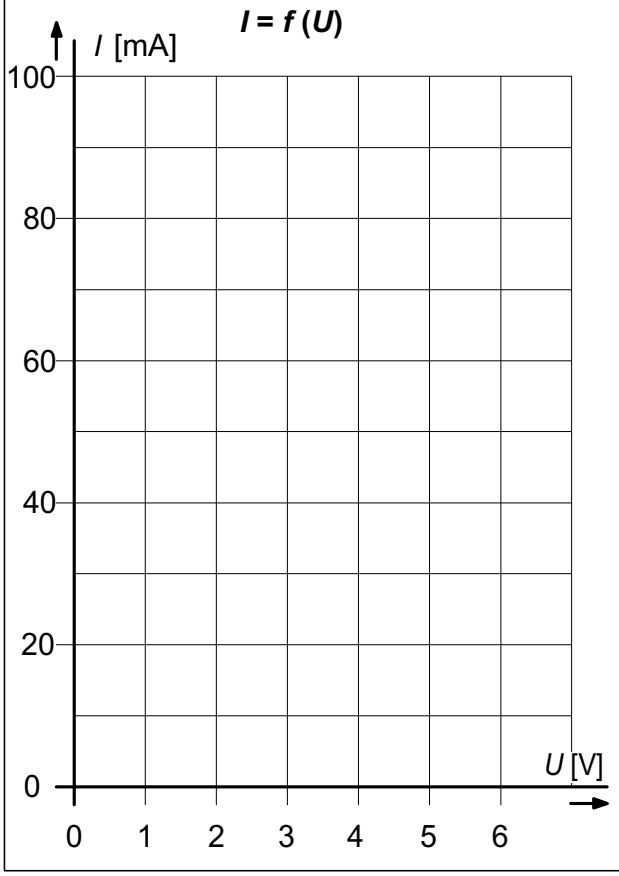
einstellen	***I*** in mA	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
messen	***U*** in V	0										
rechnen	***P*** in mW	0										
	R in Ω	*										

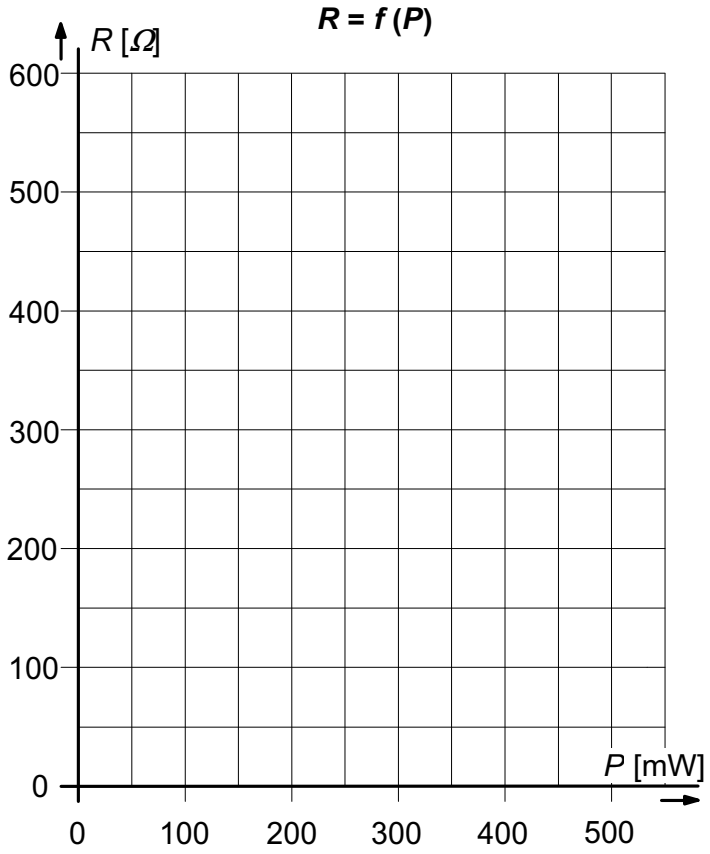
* Hier den NTC-Widerstanswert bei Raumtemperatur eintragen! (siehe Vorderseite)

AUSWERTUNG:

1. Zeichnen Sie die Kennlinie ***I = f (U)***.
Tragen Sie außerdem in dieses Diagramm die **Widerstandsgerade** eines Festwiderstandes mit dem gemessenen NTC-Widerstandswert bei Raumtemperatur ein.

2. Zeichnen Sie die Kennlinie ***R = f (P)*** .

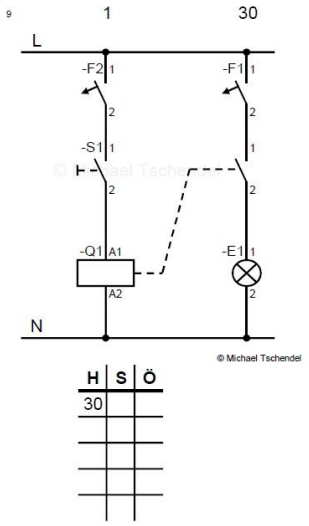




Die gängigsten Schützschaltungen

Die folgende Reihe beschäftigt sich mit den gängigsten Schützschaltungen. Wir beginnen mit dem Grundwissen sowie den Grundschaltungen und steigern uns bis hin zu komplexen Schaltungen.

1. Die einfache Schützschaltung



1 Taster und 1 Schütz

Einschalten über Taster

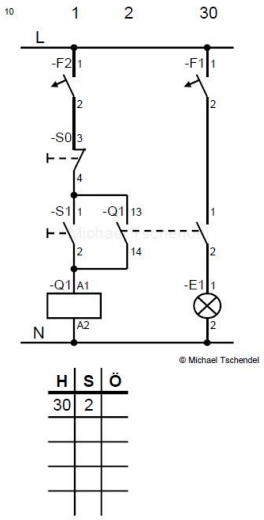
Der Taster S1 schließt den Steuerstromkreis über den Schütz Q1. Somit zieht das Schütz Q1 an und schließt seine Hilfskontakte für die Lampe E1.

Lampe leuchtet. Sobald der Taster nicht mehr betätigt wird, fällt das Schütz ab. Der Hilfskontakt öffnet sich und die Lampe leuchtet nicht mehr.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade(Zahlen) sind ganz oben, über der Schaltung gekennzeichnet.

2. Schützschaltung mit Selbsthaltung



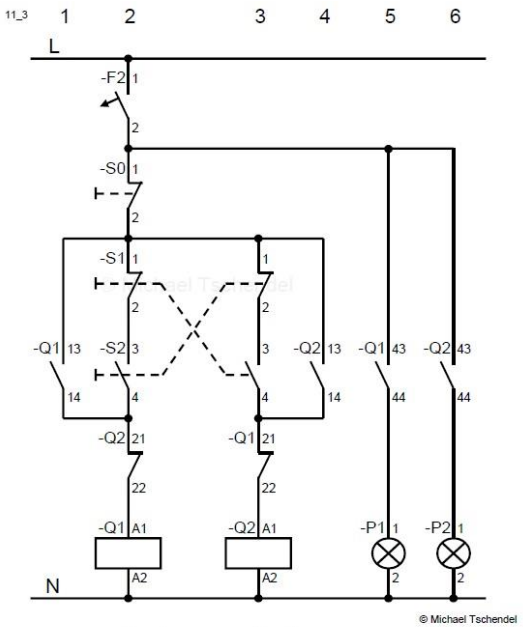
Da es keinen Sinn ergibt, die Lampe nur bei ständiger Betätigung des Tasters S1 leuchten zu lassen, muss die sogenannte Selbsthaltung des Schützes benutzt werden. Über einen weiteren Hilfskontakt des Schützes Q1 wird diese Selbsthaltung realisiert. Der Hilfskontakt des Schützes Q1 liegt parallel zum Taster. Wird nun dieses Schütz angezogen (über S1) schließt es den Hilfskontakt und das Schütz hält sich über diesen selbst angezogen.

Den Taster S1 kann man nun loslassen, ohne dass das Schütz abfällt. Zum Ausschalten der gesamten Schaltung wird nun ein Aus-Schalter S0 (Öffner) benötigt, der den Steuerstromkreis auftrennt. Damit fällt das Schütz ab und die Hilfskontakte öffnen sich. Die Lampe signalisiert den Schaltzustand des jeweiligen Schützes.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade(Zahlen) sind ganz oben, über der Schaltung gekennzeichnet.

3. Schützschaltung - gegenseitig verriegelt indirektes Umschalten



H	S	Ö
30	1	3
30	5	
30		

H	S	Ö
31	4	2
31	6	
31		

1 NOT-Aus

2 Taster und 2 Schütze

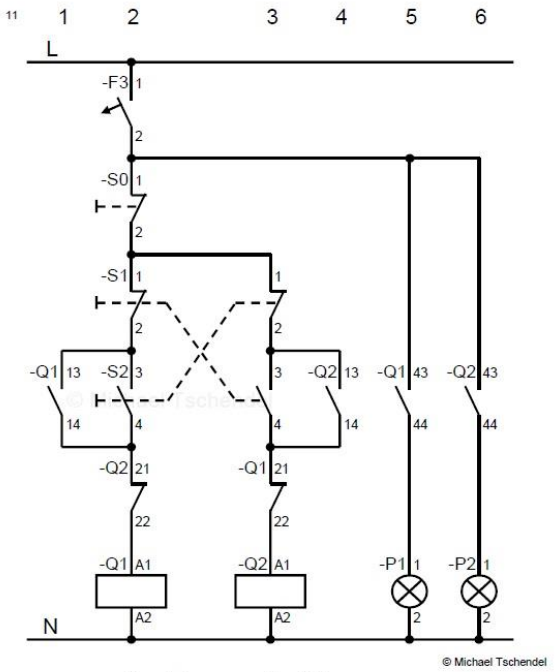
Nun werden zwei Schütze verwendet, die gegenseitig verriegelt werden sollen. Ebenso werden nun 2 Taster verwendet, die auch eine gegenseitige Verriegelung besitzen.

Durch das Betätigen des Tasters S1 wird das Schütz Q2 angesteuert und angezogen. Durch den Hilfskontakt von Q2 (Öffner) ist es nicht mehr möglich das Schütz Q1 zu schalten (da dieses nun geöffnet ist). Ebenfalls wird ein gleichzeitiges Schalten der Schütze verhindert, indem die Taster gegenseitig verriegelt sind. Das Schütz Q2 bleibt über die Selbsthaltung angezogen (Schließer Kontakte parallel zur Tasterverriegelung). Um nun Q1 ansteuern zu können, muss der AUS-Schalter S0 verwendet werden. Durch das Öffnen des Stromkreises fallen die angezogenen Kontakte ab und es ist möglich Q1 zu schalten. Die Lampe signalisiert den Schaltzustand des jeweiligen Schützes.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade(Zahlen) sind ganz oben, über der Schaltung gekennzeichnet.

4. Schützschaltung direktes Umschalten



H	S	Ö
30	1	3
30	5	
30		

H	S	Ö
31	4	2
31	6	
31		

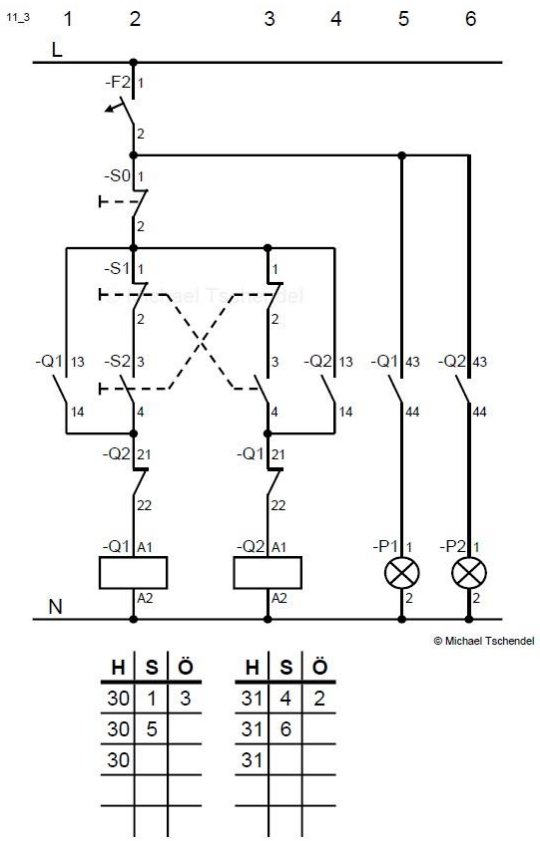
2 Taster, 1 Schalter und 2 Schütz

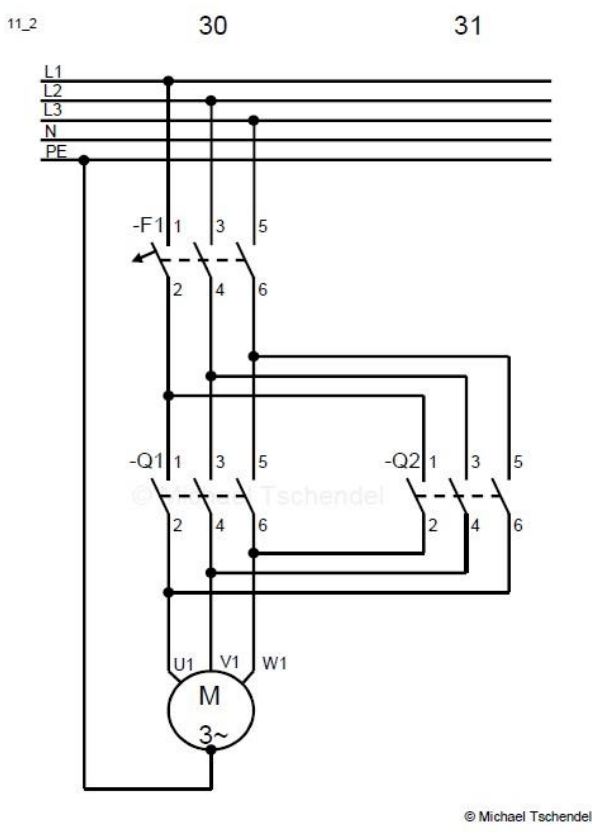
Die folgende Schaltung ist rein optisch kaum von der vorherigen zu unterscheiden. Der Hauptunterschied liegt in der Selbsthaltung des jeweiligen Schützes. Bei der direkten Umschaltung wird das Schütz K2 über den Taster S1 angesteuert und zieht an. Durch die Selbsthaltung bleibt das Schütz Q2 angezogen. Nun kann man direkt , ohne über den AUS-Taster schalten zu müssen, den Schütz Q1 ansteuern. Durch Betätigen des Tasters S2 öffnet er den Strompfad des Q2 Schützes und dieses fällt ab. Gleichzeitig schließt der Taster S2 den Strompfad von Schütz K1 und dieser zieht an. Um Q1 und Q2 auszuschalten, muss wieder der Taster S0 gedrückt werden. Die Lampe signalisiert den Schaltzustand des jeweiligen Schützes.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade(Zahlen) sind ganz oben, über der Schaltung gekennzeichnet.

5. Die Wendeschützschaltung





Steuerstromkreis und Hauptstromkreis mit indirekter Umschaltung

Hauptstromkreis und Steuerstromkreis

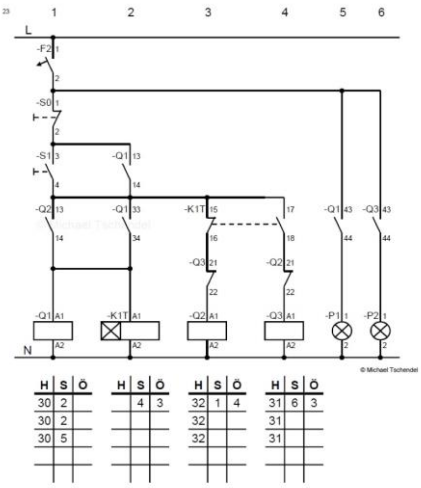
2 Taster, 2 Schütz, 1 Aus-Taster und 1 Motor

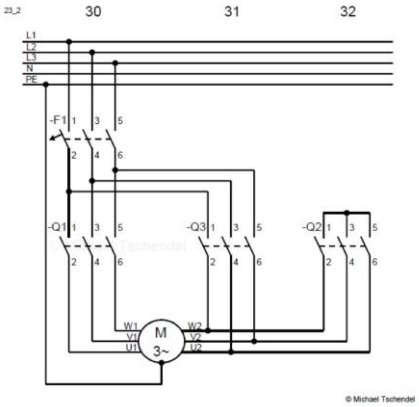
Ergänzen wir nun zu den bereits kennengelerntem Steuerstromkreisen die Hauptstromkreise zusammen mit dem Motor. Da sich bei dieser Schaltung der Steuerstromkreis nicht verändert, werfen wir einen Blick auf den Hauptstromkreis. Die Hauptkontakte des Schützes werden zur Steuerung des Motors benutzt. Hier sieht man, dass die Hauptkontakte von K1 (in diesem Fall nun Q1 da es sich um ein Hauptschütz handelt) und Q2 benutzt werden. Die Wendeschützschaltung charakterisiert die Änderung der Drehrichtung des Motors. Dies geschieht durch die Vertauschung von zwei Außenleitern. Die Lampe signalisiert den Schaltzustand des jeweiligen Schützes.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade(Zahlen) sind ganz oben, über der Schaltung gekennzeichnet.

6. Stern-Dreieck Schaltung automatisch umschalten mit Zeitrelais





Hauptstromkreis und Steuerstromkreis

3 Schütz, 1 Zeitrelais, 2 Taster, 1 Aus-Taster und 1 Motor

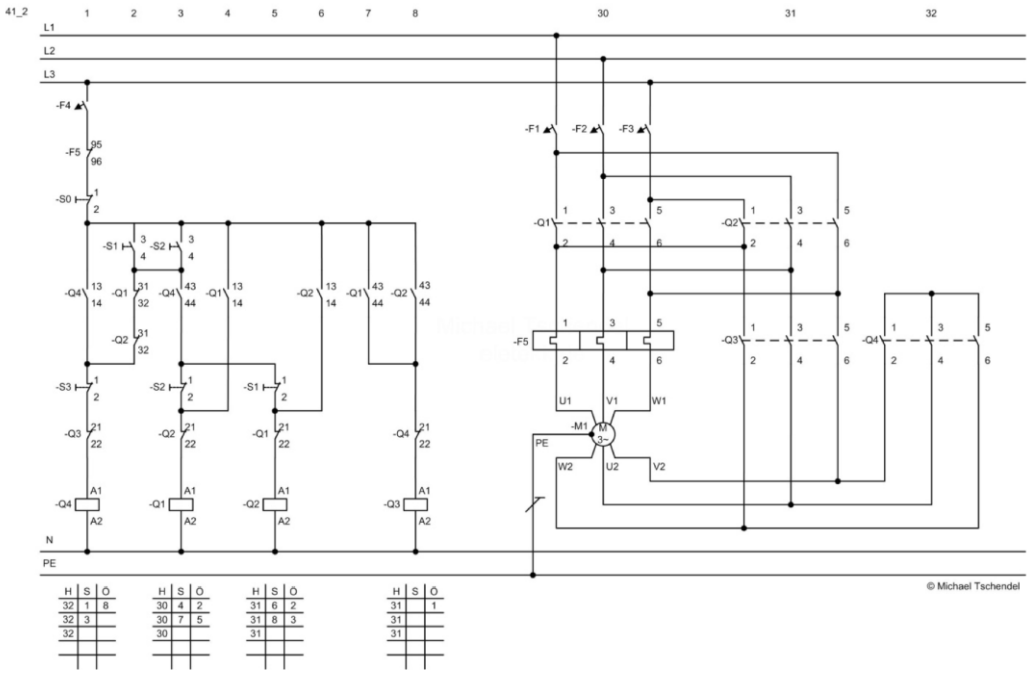
Beginnen wir mit dem Steuerstromkreis. Wir ergänzen unsere Schaltung um ein Zeitrelais (K1T) und um ein weiteres Schütz (Q3). Hier ist Q1 = Netzschütz, Q2 = Sternschütz und Q3 = Dreieckschütz.

Durch das Betätigen des Tasters S1 wird das Schütz Q2 angesteuert. Dieses schließt seine Schließer-Kontakte über Q1. Nun läuft der Motor in der Sternschaltung. Das Q1 Schütz hat nun mehrere Aufgaben. Zum einen hält es sich über seine Schließer-Kontakte selbst, zum anderen ermöglicht es, über einen weiteren Schließer-Kontakt, das Q2 angezogen bleibt. Sobald Q1 angesteuert wurde schließt es den Stromkreis für das Zeitrelais K1T. Dieses zieht an und die eingestellte Zeit beginnt zu laufen (der Sternbetrieb ist weiterhin aktiv). Nach der vorgegebenen Zeit öffnet das Zeitrelais K1T einen Öffner-Kontakt im Strompfad über Q2 und schließt gleichzeitig den Strompfad über Q3. Das Schütz Q2 fällt ab und das Schütz Q3 zieht an. Nun ist der Motor mit der Dreieckschaltung im Betrieb. Ein gleichzeitiges Anlaufen von Stern- und Dreieckschaltung wird durch die Öffner-Kontakte von Q2 und Q3 verhindert. Diese befinden sich in dem Strompfad über dem jeweils anderen Schützen. Durch das Anziehen von Q2 oder Q3 wird jeweils der Öffner-Kontakt über dem anderem Schütz geöffnet. Über den Taster S0 wird die komplette Schaltung abgeschaltet. Die Lampen signalisieren den Schaltzustand des jeweiligen Schützes.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade (Zahlen) sind ganz obenüber der Schaltung gekennzeichnet.

7. Stern-Dreieck Schaltung mit Wendeschützschaltung



4 Schütze, 3 Taster, 1 Motor

Auf den ersten Blick ist diese Schaltung etwas unübersichtlich. Um sie zu verstehen, müssen erst einmal die Funktion der Schütze und Taster genannt werden: Q1 - Schütz Rechtslauf, Q2 - Schütz Linkslauf, Q3 - Schütz Dreieck, Q4 - Schütz Stern. Die Taster: S0 – Austaster, S1 – Eintaster Rechtslauf, S2 - Eintaster Linkslauf, S3 - Taster Dreieck.

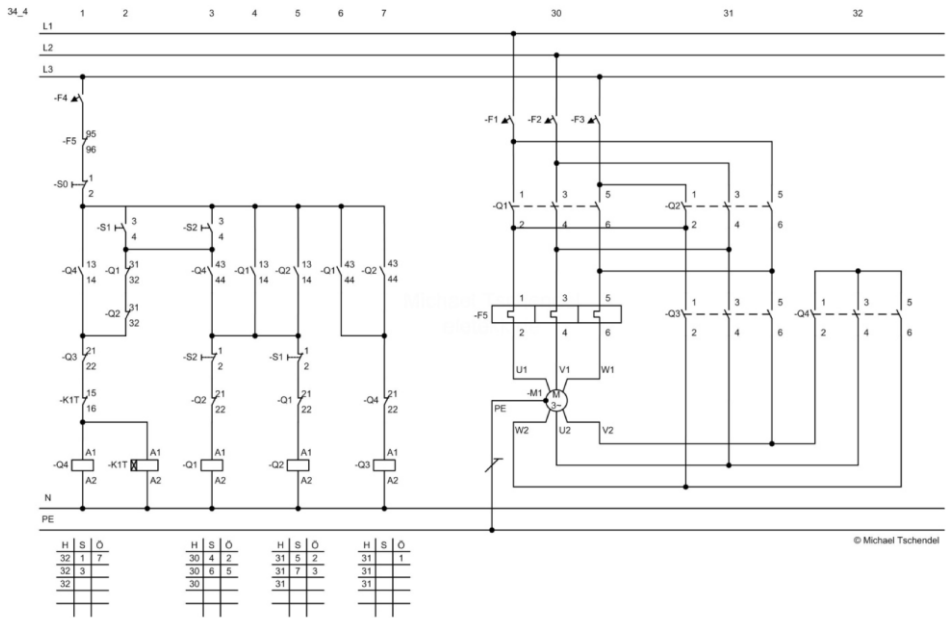
Stern-Dreieck Schaltung mit Wendeschützschaltung

Man startet die Schaltung wie gewöhnlich über den Taster S1. Nun befindet sich der Motor in der Sternschaltung. Q4 hält sich selbst. Gleichzeitig wird der Motor über das Schütz Q1 in den Rechtslauf versetzt. Ein gleichzeitiges Betätigen der Taster sowie Anziehen der Schütze wird durch die Schützverriegelung und Tasterverriegelung gewährleistet. Über den Taster S2 wird nun der Linkslauf gestartet. Dies kann nur geschehen indem man vorher den Aus-Taster S0 betätigt hat und somit das Schütz Q1 abfällt. Über S2 wird nun wieder Q4 angezogen, dieser hält sich wieder selbst und der Motor befindet sich im Linkslauf. Bis jetzt konnte das Schütz Q3 nicht angesteuert werden, da sich ein Öffner-Kontakt des Schützes Q4 darüber befindet. Über den Taster S3 wird nun die Dreiecksschaltung aktiviert. Das Schütz Q4 fällt ab und das Schütz Q3 lässt sich ansteuern. Dieses wird durch die Schütze Q2 oder Q1 angesteuert.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz, unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade (Zahlen) sind ganz oben, über der Schaltung gekennzeichnet.

8. Stern Dreieck Schaltung mit Wendeschützschaltung mit Zeitrelais



4 Schütze, 1 Zeitrelais, 3 Taster und 1 Motor

Wir haben bereits eine ähnliche Schaltung kennengelernt. Nun fügen wir noch ein Zeitrelais hinzu. Das hat die Aufgabe, automatisch von der Sternschaltung auf die Dreieckschaltung umzustellen. Die Funktion der Schütze und Taster: Q1 - Schütz Rechtslauf, Q2 - Schütz Linkslauf, Q3 - Schütz Dreieck, Q4 - Schütz Stern und K1T - Zeitrelais. Die Taster: S0 - Austaster, S1 - Eintaster Rechtslauf und S2 - Eintaster Linkslauf.

Stern-Dreieck Schaltung mit Wendeschützschaltung mit Zeitrelais

Man startet die Schaltung wie gewöhnlich über den Taster S1. Nun befindet sich der Motor in der Sternschaltung. Q4 hält sich selbst. Gleichzeitig wird nun das Zeitrelais K1T angesteuert und beginnt zu laufen. Zudem wird der Motor über das Schütz Q1 in den Rechtslauf versetzt. Ein nicht-gleichzeitiges Betätigen der Taster sowie Anziehen der Schütze wird durch die Schützverriegelung und Tasterverriegelung gewährleistet. Das Schütz Q1 hält sich wieder selbst. Über den Taster S2 wird nun der Linkslauf gestartet. Der Taster S2 öffnet einen Öffner-Kontakt über dem Schütz Q1, somit fällt dieses ab. Das Schütz Q2 kann nun angesteuert werden und startet den Linkslauf, es hält sich wiederum selbst. Sobald die eingestellte Zeit vom Zeitrelais abgelaufen ist, öffnet sich ein Öffner-Kontakt des K1T und Q4 fällt ab. Nun kann Q3 angesteuert werden, da der Öffner-Kontakt von Q4, über Q3 wieder geschlossen ist. Das Schütz Q3 wird durch die Schütze Q2 oder Q1 angesteuert.

Zu der Kontakttabelle: Wie lese ich diese?

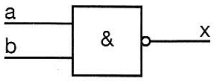
Die Kontakttabelle gehört jeweils zu dem Schütz, unter dem sie steht. In der Tabelle sind alle Öffner, Schließer und Hauptkontakte von dem jeweiligen Schütz aufgelistet. Sucht man nun zum Beispiel einen Öffner-Kontakt, zeigt die Tabelle den Strompfad (Zahl) an. Alle Strompfade (Zahlen) sind ganz oben, über der Schaltung gekennzeichnet.

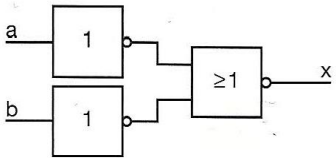
Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**logischen Grundschaltungen analysieren**

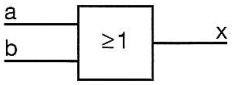
Von den acht Schaltungen besitzen jeweils zwei das gleiche logische Verhalten.

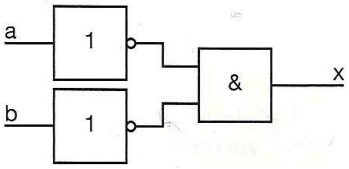
A 1: Erstellen Sie die Wertetabellen für die Schaltungen B, D, F und H und **stellen Sie** die Funktionsgleichungen **auf**.

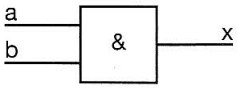
A 2: Benennen Sie die Schaltungen mit gleichem logischen Verhalten.

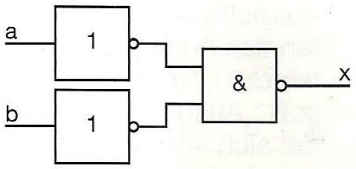
A) 

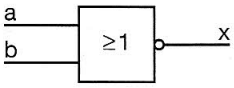
B) 

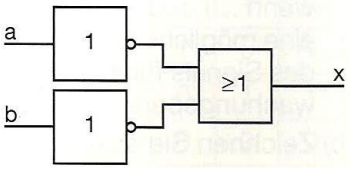
C) 

D) 

E) 

F) 

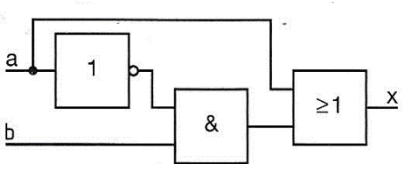
G) 

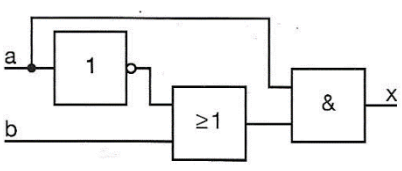
H) 

A 3: Vereinfachen Sie die Verknüpfungsschaltungen.

Hinweise:

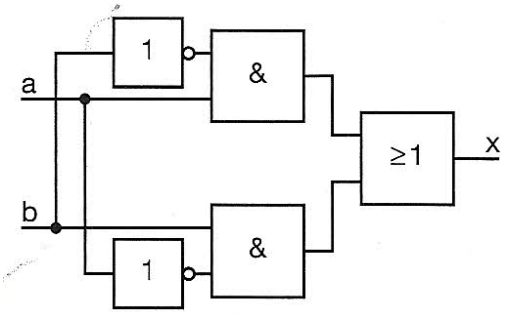
- Wertetabelle erstellen
- Vereinfachung zeichnen

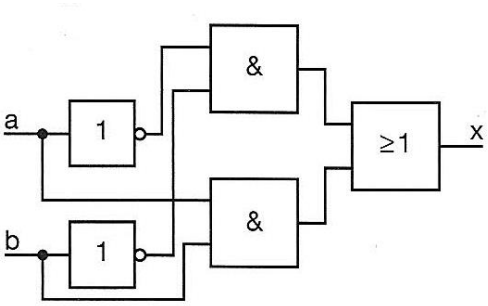
A) 

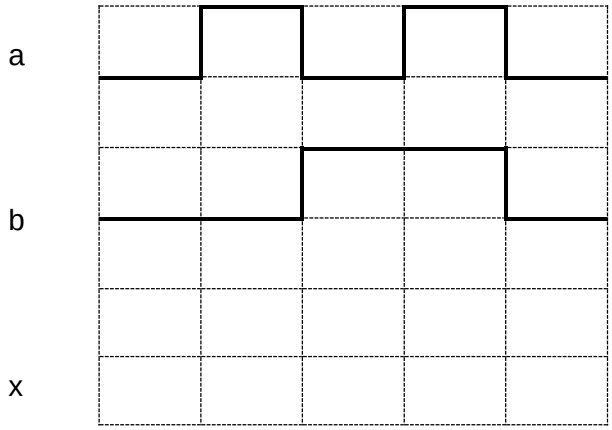
B) 

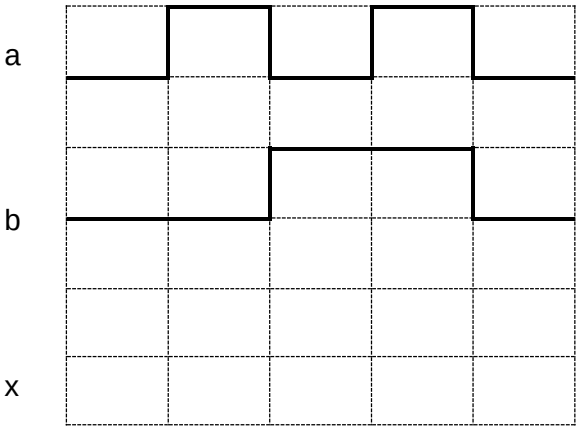
A 4: Stellen Sie für <u>die Analyse</u> der beiden Schaltungen

- die Wertetabellen auf,
- zeichnen Sie die Signal-Zeit-Verläufe für die Ausgangsignale,
- stellen Sie die Funktionsgleichungen auf,
- beschreiben Sie die Besonderheiten der Schaltungen und
- geben Sie die jeweiligen Logiksymbole an,









AB logische Grundschaltungen analysieren Lösung

A1:

B)

a	b	x
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$x = a \wedge b = \overline{\bar{a} \vee \bar{b}}$

D)

a	b	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$x = \overline{a \vee b} = \bar{a} \wedge \bar{b}$

F)

a	b	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$x = a \vee b = \overline{\bar{a} \wedge \bar{b}}$

H)

a	b	x
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$x = \overline{a \wedge b} = \bar{a} \vee \bar{b}$

A2:

A = H

C = F

E = B

G = D

A3)

A:

a	b	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$x = (\bar{a} \wedge b) \vee a = a \vee b$

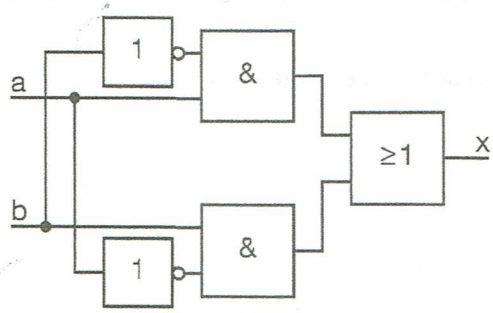
B)

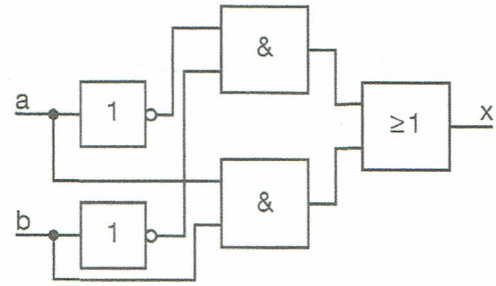
a	b	x
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$x = (\bar{a} \vee b) \wedge a = a \wedge b$

A 4: Stellen Sie für die Analyse der beiden Schaltungen

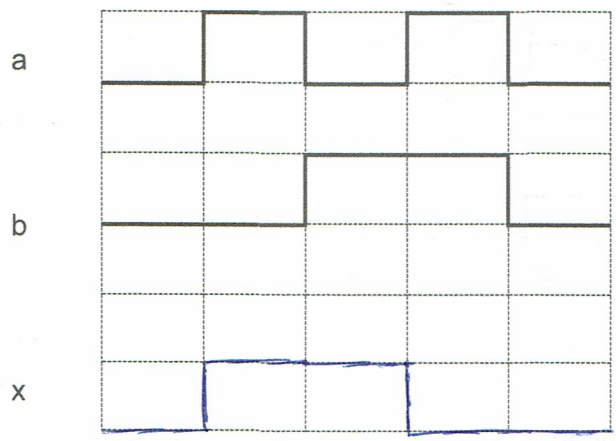
- die Wertetabellen auf,
- zeichnen Sie die Signal-Zeit-Verläufe für die Ausgangsignale,
- stellen Sie die Funktionsgleichungen auf,
- beschreiben Sie die Besonderheiten der Schaltungen und
- geben Sie die jeweiligen Logiksymbole an,

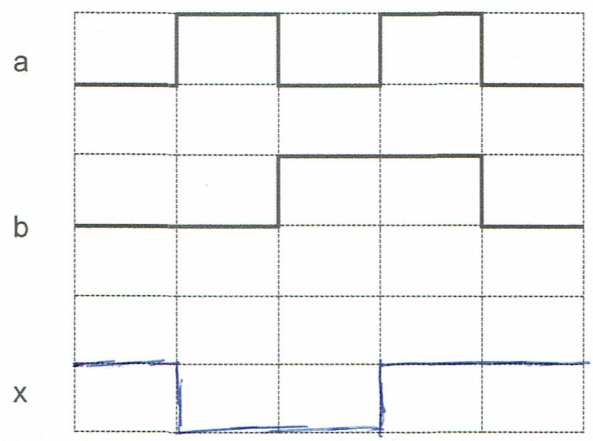




a	b	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

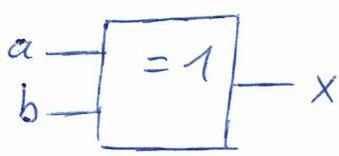
a	b	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1





$x = (a \wedge \bar{b}) \vee (\bar{a} \wedge b)$

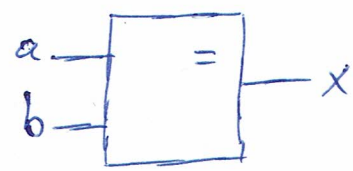
Antivalenz



Exklusiv-ODER
(XOR)

$x = (\bar{a} \wedge \bar{b}) \vee (a \wedge b)$

Äquivalenz

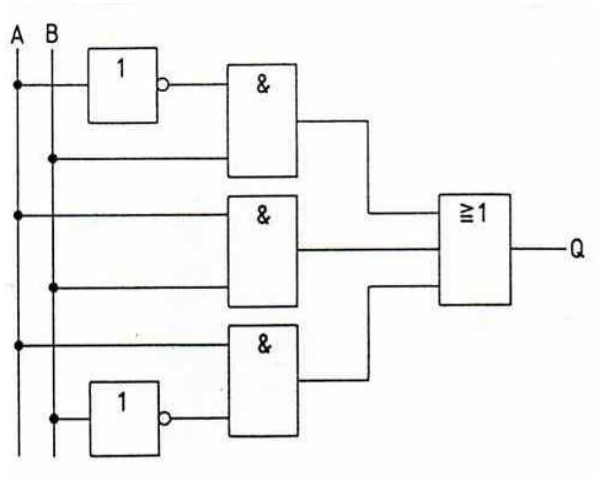


Exklusiv-Nicht-ODER
(XNOR)

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**logischen Schaltungen vereinfachen**

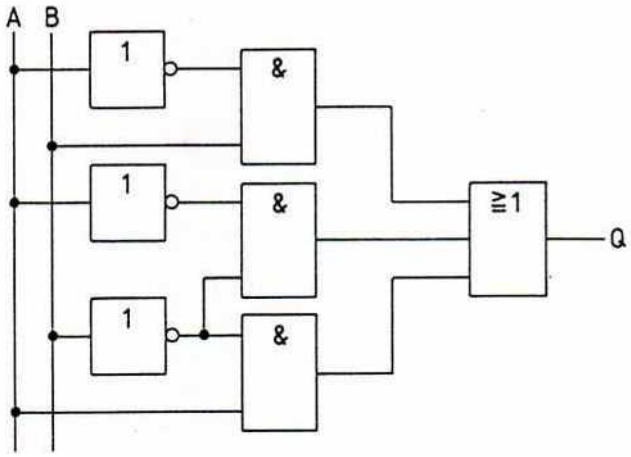
Die folgenden Schaltungen entsprechen einem Logiksymbol.

A 1: Ermitteln Sie durch Aufstellen der Wertetabellen die Art der jeweils vorliegenden logischen Schaltung.
A 2: Geben Sie das Schaltzeichen (Logiksymbol) zur vorliegenden Funktion **an**.



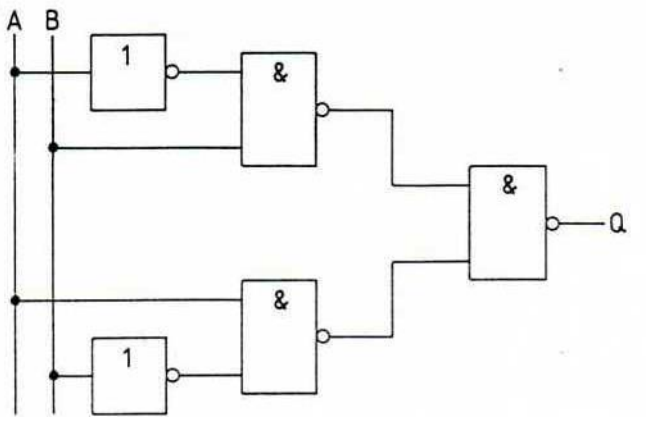
B	A	Q

Schaltzeichen



B	A	Q

Schaltzeichen



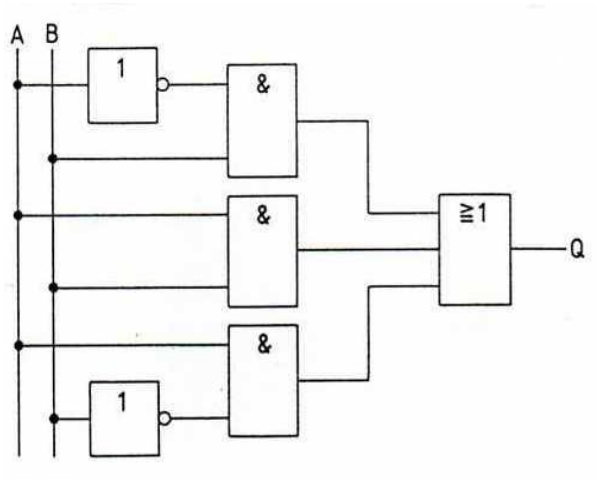
B	A	Q

Schaltzeichen

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**logischen Schaltungen vereinfachen**

Die folgenden Schaltungen entsprechen einem Logiksymbol.

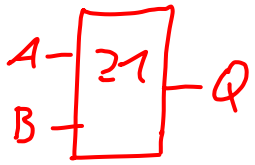
A 1: Ermitteln Sie durch Aufstellen der Wertetabellen die Art der jeweils vorliegenden logischen Schaltung.
A 2: Geben Sie das Schaltzeichen (Logiksymbol) zur vorliegenden Funktion **an**.

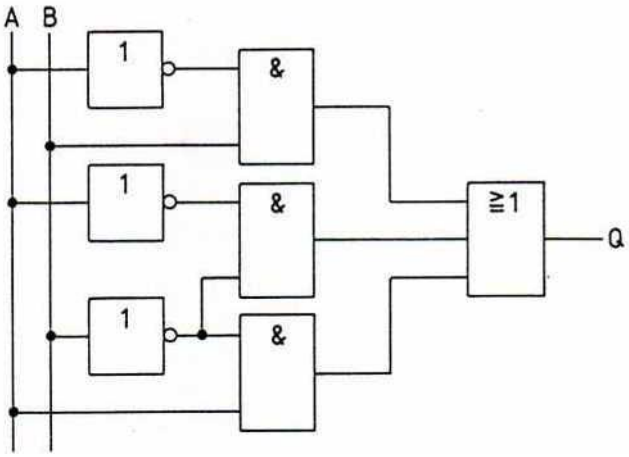


B	A	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Schaltzeichen

OR



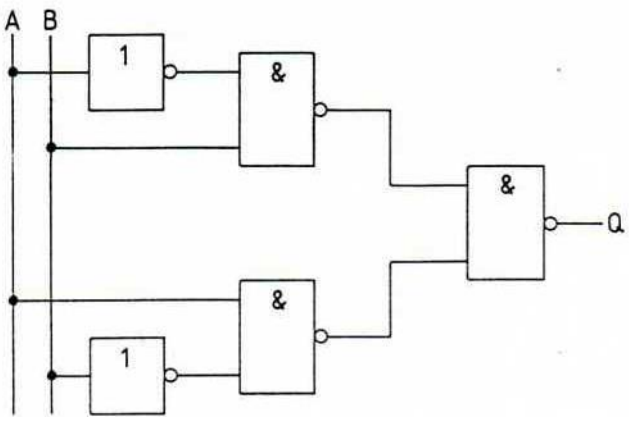


B	A	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Schaltzeichen

NAND

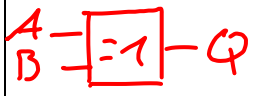




B	A	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Schaltzeichen

Antivalenz



Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**Digitale Verknüpfungen** *Schaltungen und Funktionsgleichung ermitteln*

Aufgabe: **Geben Sie** für die nachfolgenden Wahrheitstabellen die Schaltungen und Funktionsgleichungen **an**!

1)

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2)

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

3)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

4)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

5)

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

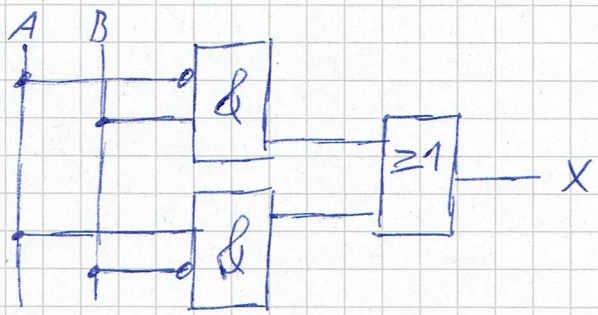
Digitale Verknüpfungen Lösung

Schaltungen und Funktionsgleichung

1) DNF: $X = (\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B})$

KNF: $X = (A \vee B) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B})$

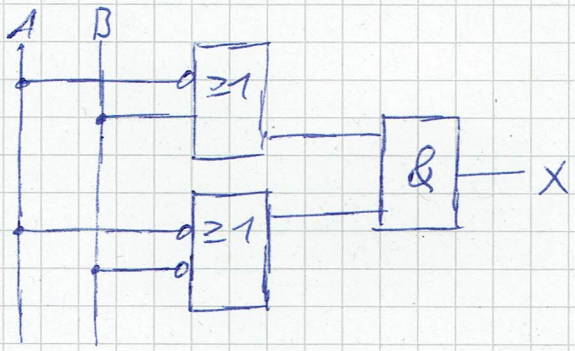
aus DNF



2) DNF: $X = (\bar{A} \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge B)$

KNF: $X = (\bar{A} \vee B) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B})$

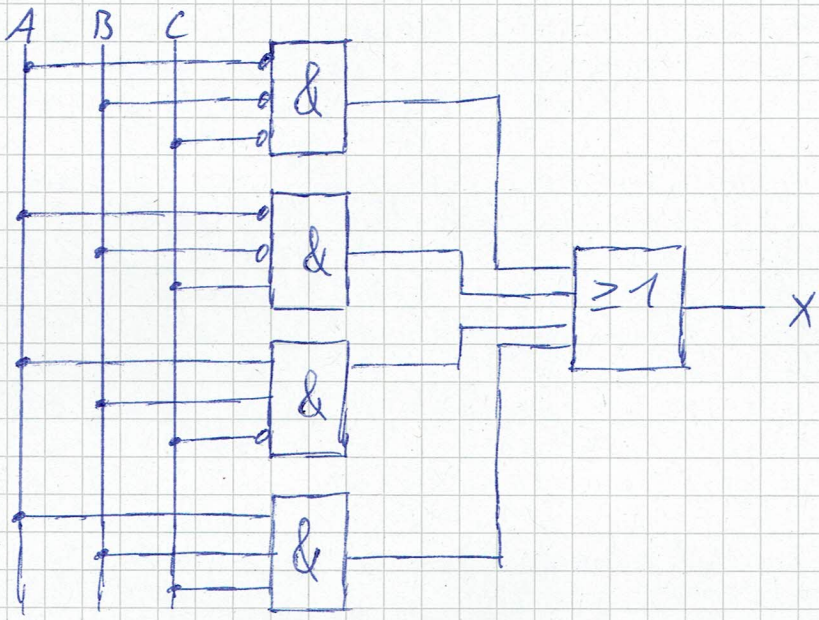
aus KNF



3) DNF: $X = (\bar{A}\bar{B}\bar{C}) \vee (\bar{A}\bar{B}C) \vee (A\bar{B}\bar{C}) \vee (ABC)$

KNF: $X = (A \vee \bar{B} \vee C) \wedge (A \vee \bar{B} \vee \bar{C}) \wedge (\bar{A} \vee B \vee C) \wedge (\bar{A} \vee B \vee \bar{C})$

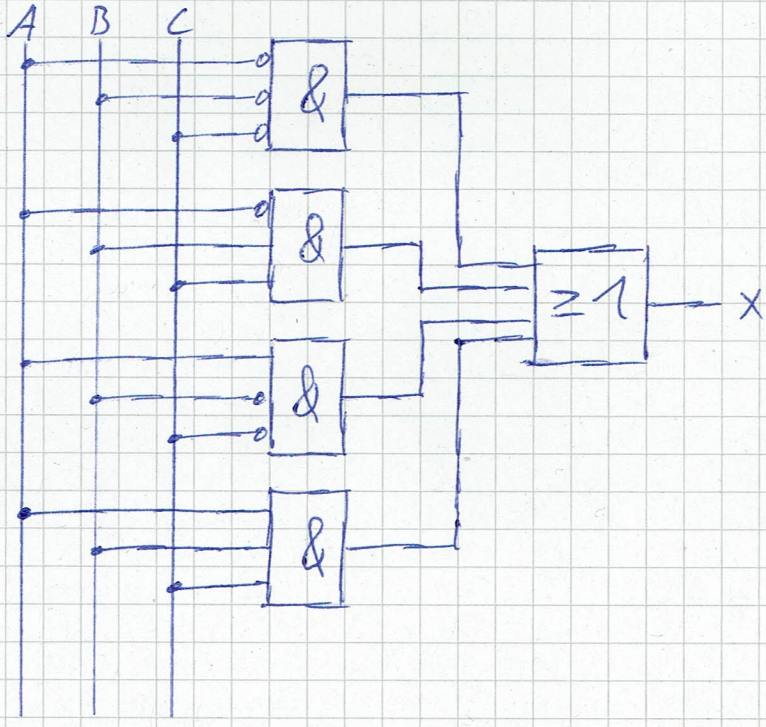
aus DNF



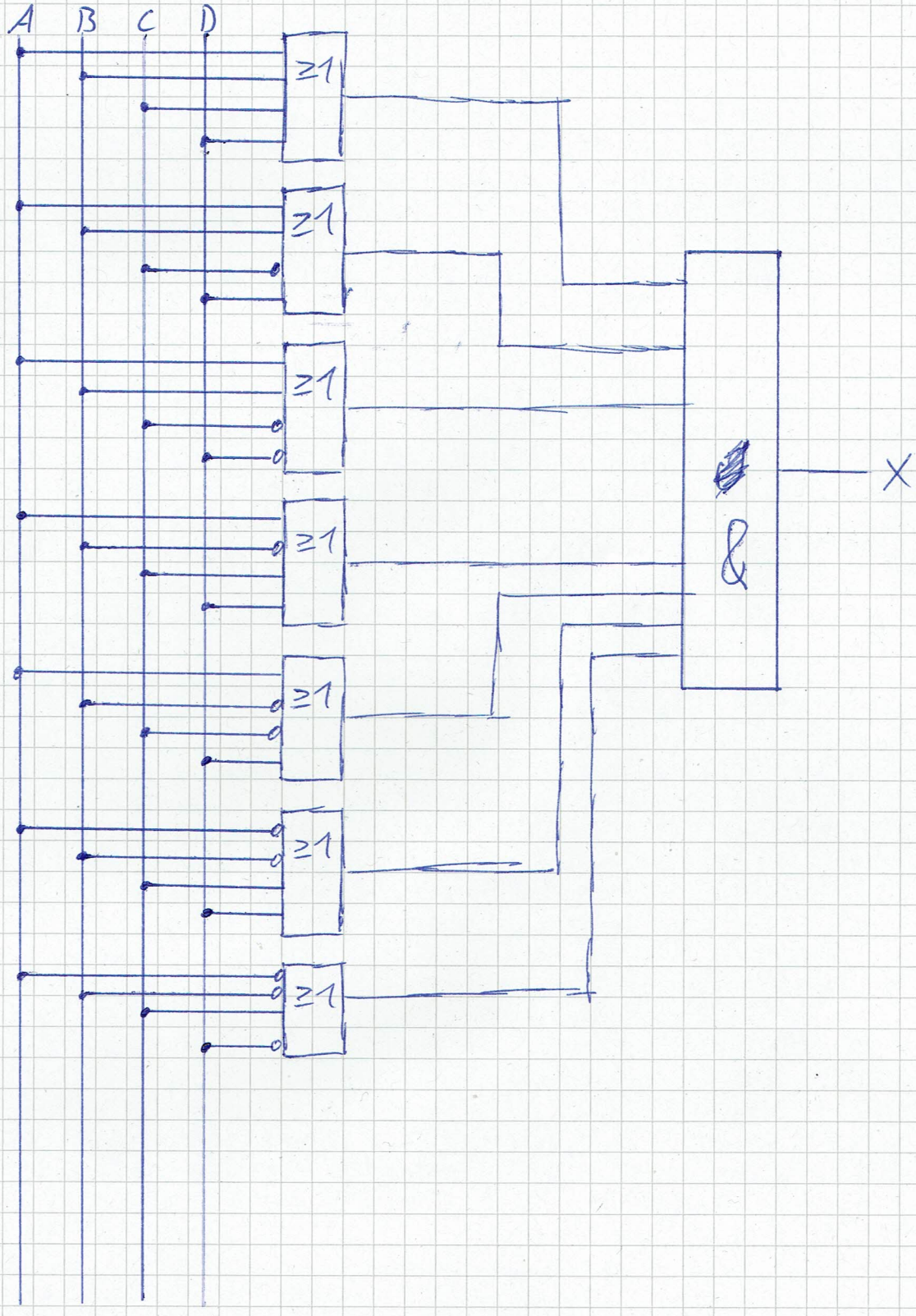
4) DNF: $X = (\bar{A}\bar{B}\bar{C}) \vee (\bar{A}BC) \vee (A\bar{B}\bar{C}) \vee (ABC)$

KNF: $X = (A \vee B \vee \bar{C}) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C) \wedge (\bar{A} \vee B \vee \bar{C}) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C)$

aus DNF



5) KNF: $X = (A \vee B \vee C \vee D) \wedge (A \vee B \vee \bar{C} \vee D) \wedge (A \vee B \vee \bar{C} \vee \bar{D}) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C \vee D) \wedge (A \vee \bar{B} \vee \bar{C} \vee D) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C \vee D) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C \vee \bar{D})$



Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**Digitale Verknüpfungen** *Schaltungen und Wertetabelle ermitteln*

Aufgabe: **Geben Sie** für die nachfolgenden Funktionsgleichungen die Wertetabellen und Schaltungen **an**!

1) $X = (\overline{A} \wedge B) \vee (A \wedge \overline{B})$

2) $X = A \vee (B \wedge C)$

3) $X = (A \vee B) \wedge (\overline{A} \vee C)$

4) $X = (A \wedge B) \vee (\overline{A} \wedge B) \vee (B \wedge C)$

5) $X = (A \vee B) \vee (\overline{A} \vee C) \vee (B \wedge C)$

6) $X = (\overline{B} \wedge \overline{C} \wedge 1) \vee (A \wedge C \wedge 1)$

7) $X = (\overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge C)$

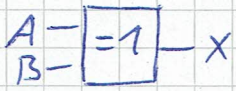
8) $X = (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C)$

Digitale Verknüpfungen Lösung

Schaltungen und Wertetabelle ermitteln

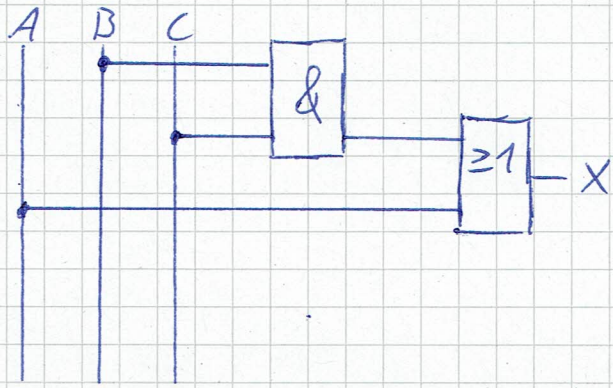
1)

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



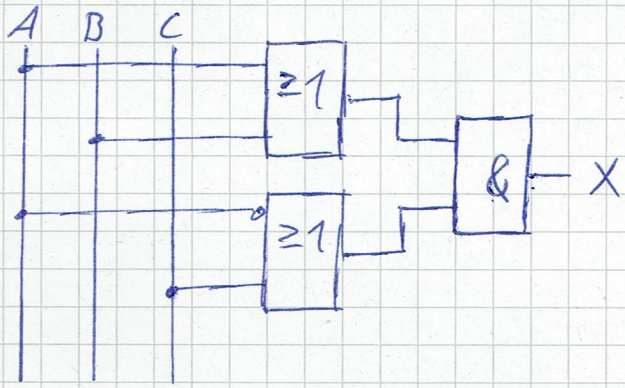
2)

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



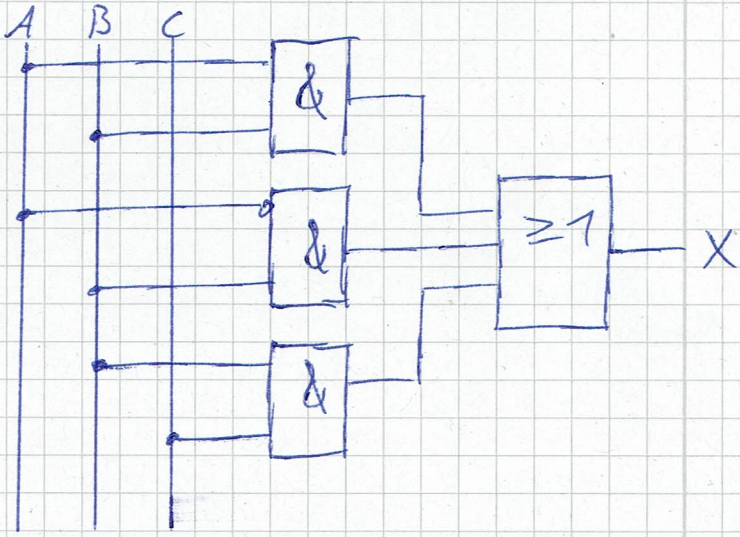
3)

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



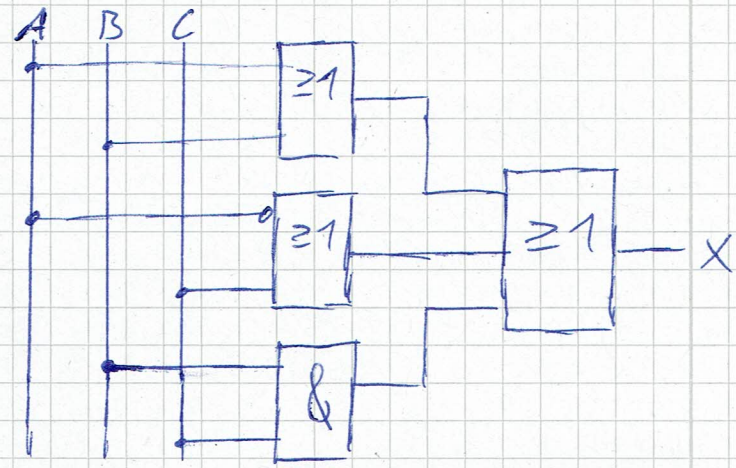
4)

A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



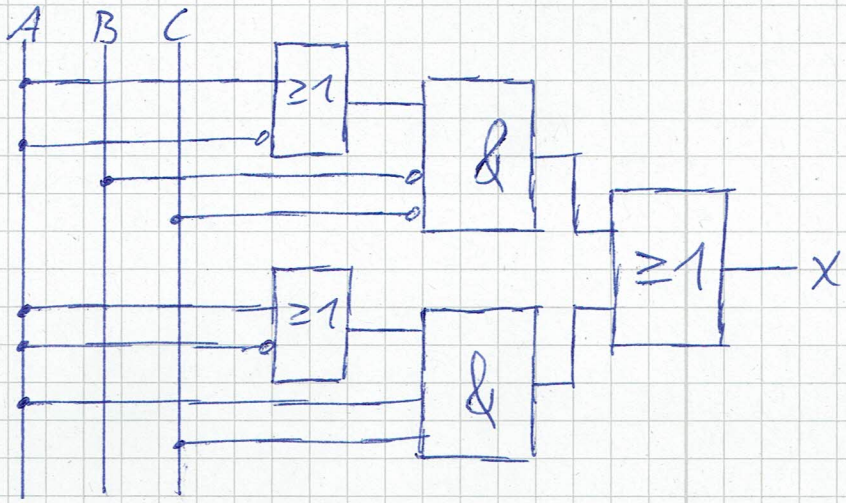
б)

A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



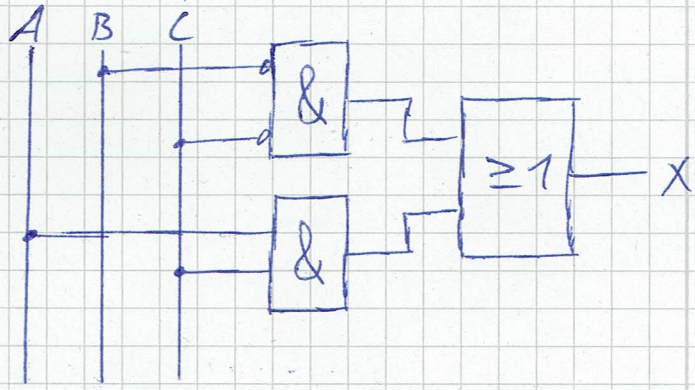
в)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



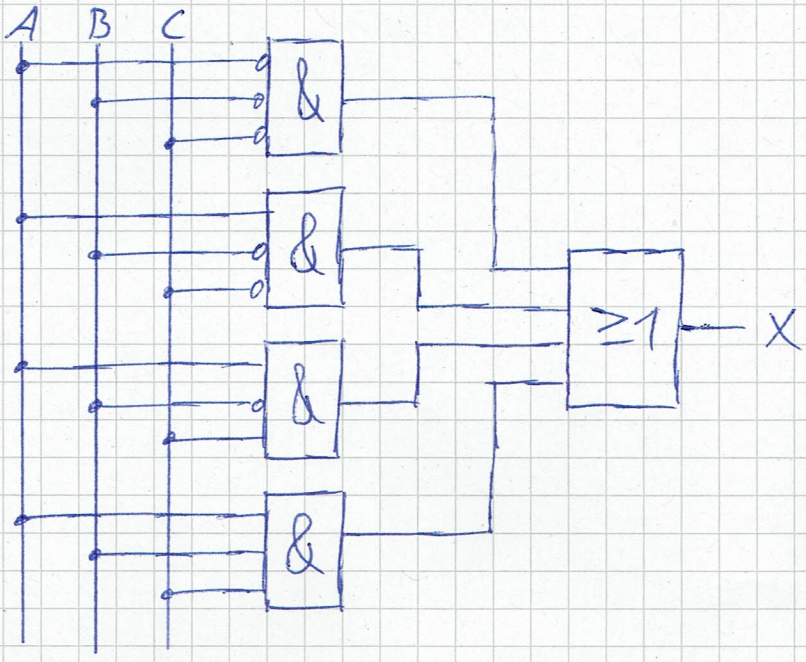
г)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



8)

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



Binäre Verknüpfungen der Digitaltechnik können auch mathematisch beschrieben werden. Dadurch lassen sich die benötigten Funktionen mathematisch minimieren und Digitalschaltkreise **(Bild 1)** einsparen. Man kann auch bestimmte Grundverknüpfungen durch andere Verknüpfungen ersetzen, um nur mit einer Art von Binärelementen, z. B. NAND, auszukommen und dadurch den Schaltungsaufbau zu vereinfachen.

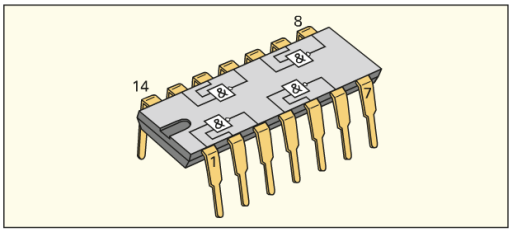


Bild 1: Digitalschaltkreis mit 4 NAND-Verknüpfungen

1. Tragen Sie in die **Tabelle 1** die Schreibweise für die üblichen Zeichen der Schaltalgebra ein. Ergänzen Sie die Ausgangswerte der schaltalgebraischen Grundfunktionen **(Tabelle 2)**.

Tabelle 1: Schaltalgebraische Funktionen

Zeichen	Benennung	Sprechweise	Schreibweise
–	Negation	*A* nicht	
∨	ODER	*A* oder *B*	
∧	UND	*A* und *B*	
$\overline{\vee}$	NOR	*A* oder *B*, nicht	
$\overline{\wedge}$	NAND	*A* und *B*, nicht	

Tabelle 2: Schaltalgebraische Grundfunktionen

A	$\overline{A}$	A	B	A ∨ B	A	B	A ∧ B
0		0	0		0	0	
		0	1		0	1	
1		1	0		1	0	
		1	1		1	1	

2. Ergänzen Sie die Schaltung der Binärelemente zur Wechselschaltung **(Bild 2)**. Ermitteln Sie die Schaltfunktion zu P1 und vervollständigen Sie die **Tabelle 3**.

P1 = _____

Tabelle 3: Wahrheitstabelle, Wechselschaltung

A	*B*	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$(\overline{A} \wedge B) \vee (A \wedge \overline{B})$
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

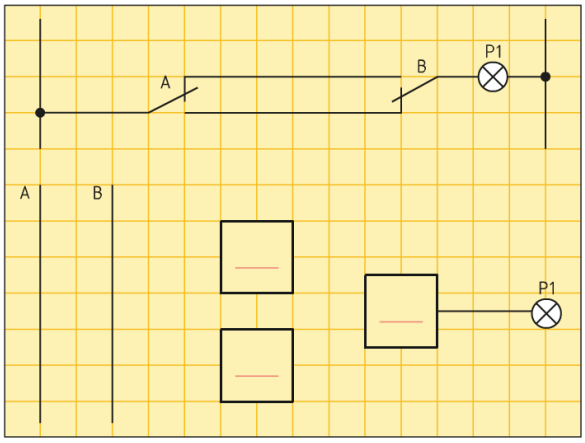


Bild 2: Wechselschaltung

3. Ermitteln Sie die Schaltfunktionen Q1, Q2, Q3 für die Schützspulen der Schützschaltung **(Bild 3)**, abhängig von den Schaltern S1, S2 und S3. Ergänzen Sie die zugehörige **Tabelle 4**.

Q1: _____

Q2: _____

Q3: _____

Tabelle 4: Wahrheitstabelle, Schützschaltung

S1	S2	S3	Q1	Q2	Q3
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

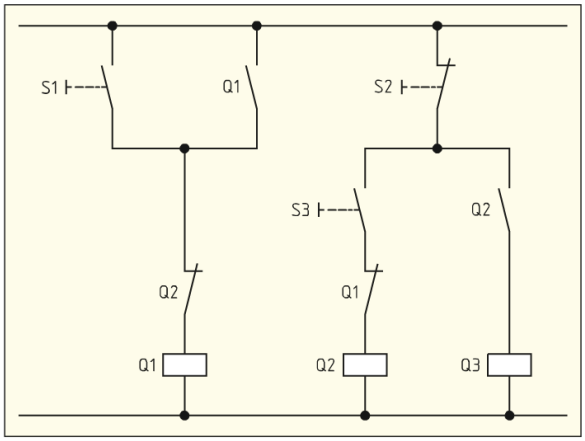


Bild 3: Schützschaltung

Abbildung 1 © Arbeitsheft Europa Verlag

3. Ergänzen Sie **Tabelle 1.**

Tabelle 1: Wahrheitstabelle, Ableitung der Regeln von de Morgan									
A	$\overline{A}$	**B**	$\overline{B}$	$A \vee B$	$A \wedge B$	$\overline{(A \wedge B)}$	$\overline{(A \vee B)}$	$\overline{A} \wedge \overline{B}$	$\overline{A} \vee \overline{B}$
0		0							
0		1							
1		0							
1		1							

Welche beiden Gesetzmäßigkeiten gehen aus der Wahrheitstabelle **(Tabelle 1)** hervor?
Hinweis: Gesetze von de Morgan für $(A \vee B)$ und $(A \wedge B)$

4. Ergänzen Sie in **Bild 1** die Kontaktschaltung und die Schaltung mit den Binärelementen für einen Addierer zweier Dualzahlen *a* und *b*. Ermitteln Sie in **Tabelle 2** die Ausgangsfunktionen für die Summe *S* und den Übertrag *Ü*.

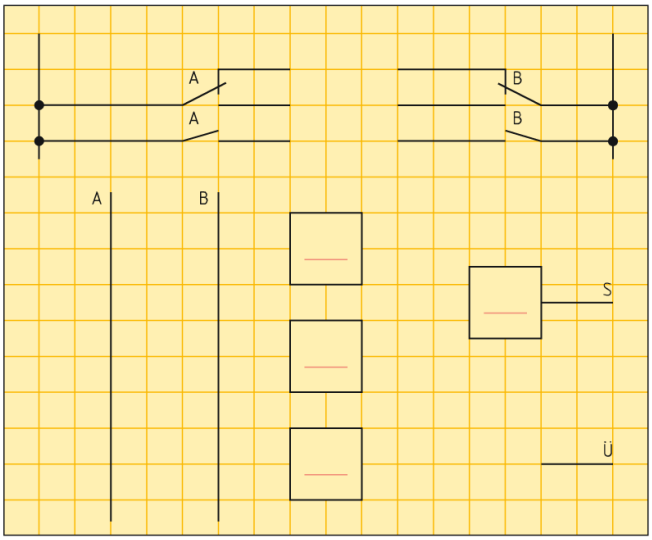


Bild 1: Addierer-Schaltung

Tabelle 2: Wahrheitstabelle, Addierer zweier Dualzahlen			
A	**B**	**S**	**Ü**
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Schaltfunktionen für *S* und *Ü*:

S =

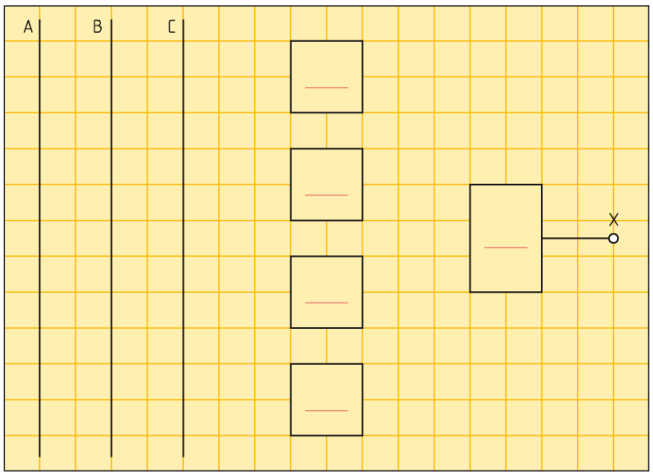
Ü =

5. Erstellen Sie mithilfe der folgenden Wahrheitstabelle **(Tabelle 3)** für eine Steuerschaltung
a) die Schaltfunktion in der disjunktiven Normalform und **b)** ergänzen Sie die Schaltung mit Binärelementen **(Bild 2)**.

Tabelle 3: Wahrheitstabelle für Steuerschaltung			
A	**B**	**C**	**X**
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

a) Schaltfunktion für X:

X =



b) **Bild 2: Steuerschaltung**

4. Ergänzen Sie zu der Digitalschaltung **(Bild) a)** die Wahrheitstabelle und **b)** das Zeitablaufdiagramm.

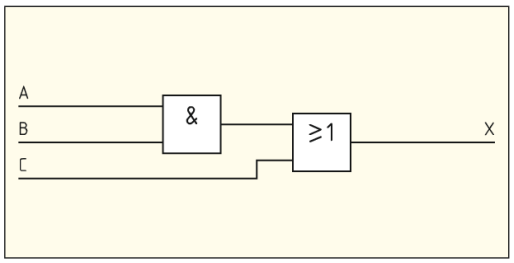
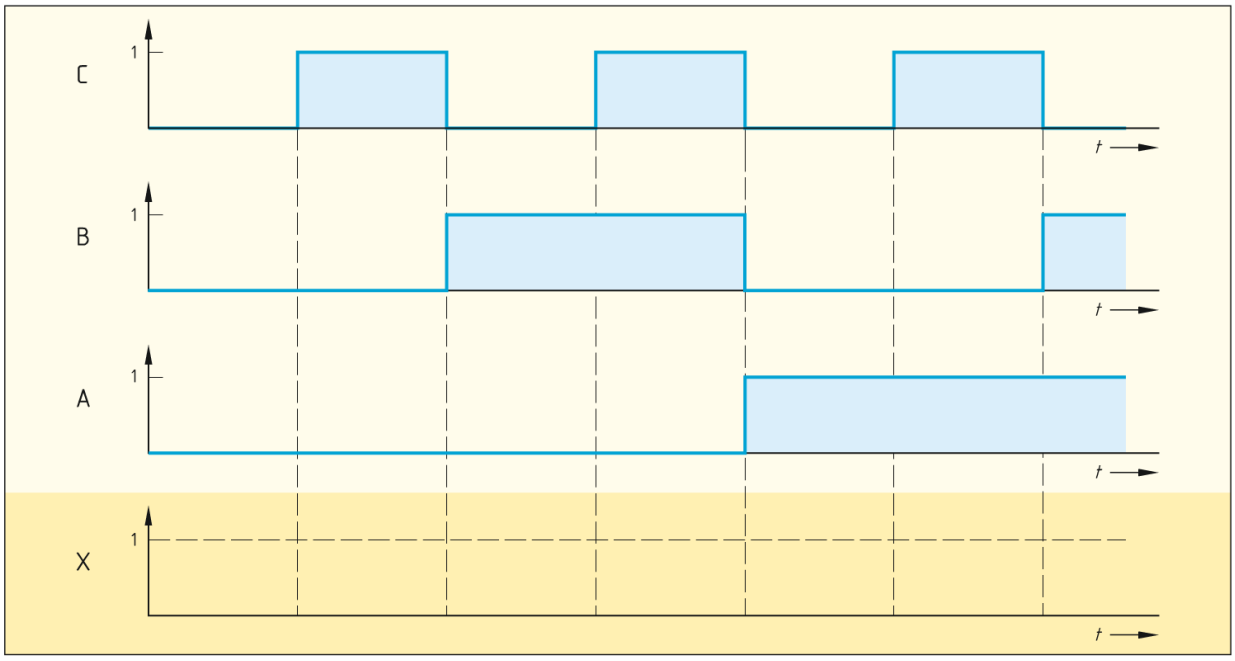


Bild: Digitalschaltung

a) Wahrheitstabelle

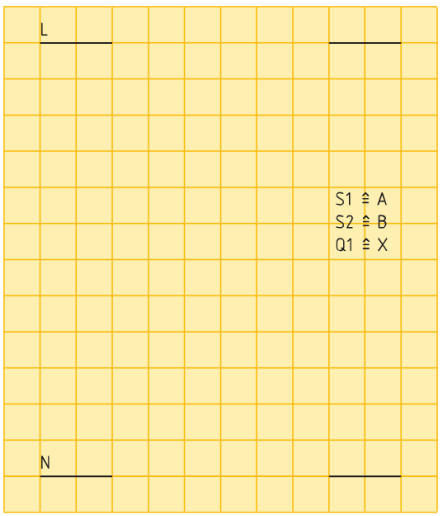
C	B	A	X	C	B	A	X
0	0	0		1	0	0	
0	0	1		1	0	1	
0	1	0		1	1	0	
0	1	1		1	1	1	

b) Zeitablaufdiagramm



5. Ein Schütz für einen Motor soll anziehen, wenn die Taster S1 und S2 betätigt sind.
a) Zeichnen Sie den Stromlaufplan und
b) ergänzen Sie daraus die Wahrheitstabelle.
c) Zeichnen Sie das Symbol für die logische Verknüpfung, die die Aufgabenstellung löst und
d) geben Sie die Funktionsgleichung dazu an.

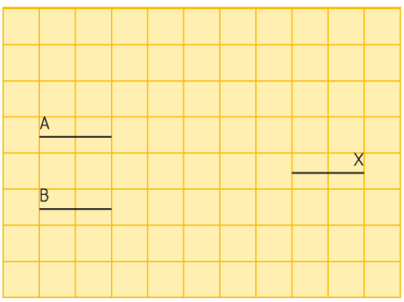
a) Stromlaufplan



b) Wahrheitstabelle

B	A	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

c) Logische Verknüpfung



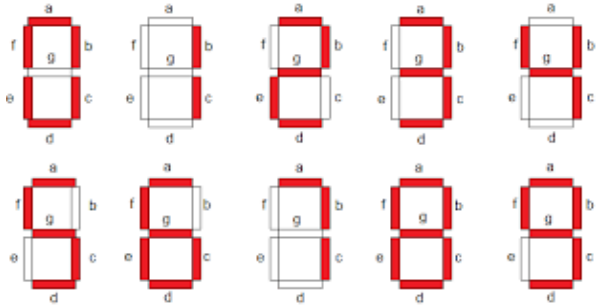
d) Funktionsgleichung

X =

7-Segment Display



Eine Segmentanzeige ist in der Lage, durch elektronische oder elektromechanische Ansteuerung einzelner oder mehrerer ihrer Segmente Buchstaben, Zahlen oder Zeichen darzustellen. Es existieren viele verschiedene Arten von Segmentanzeigen, welche sich in der Anzahl und Anordnung ihrer Segmente unterscheiden. Die wichtigste ist die Siebensegmentanzeige, die z. B. in Digitaluhren oder Taschenrechnern zum Einsatz kommt und alle Ziffern von 0 bis 9 aus bis zu sieben einzelnen „Strichen“ zusammensetzt.



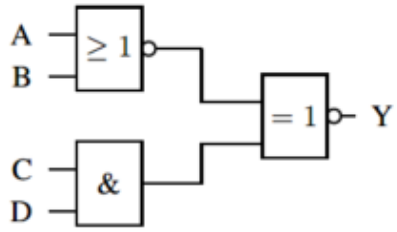
Erarbeiten Sie eine Ansteuerung einer 7 Segment anzeige mit Logik-Bausteinen.
Als Eingang stehen ihnen 4 Bit zur Verfügung.

X3	X2	X1	X0	Dezi	a	b	c	d	e	f	g
				0							
				1							
				2							
				3							
				4							
				5							
				6							
				7							
				8							
				9							
				A (10)							
				B (11)							
				C (12)							
				D (13)							
				E (14)							
				F (15)							

1. Heizungssteuerung

Im Folgenden soll das Schaltnetz einer Heizungssteuerung überarbeitet werden. Die Steuerung wird in einem Raum eingesetzt, welcher zwei Fenster, ein Thermometer sowie einen Überwachungskamera besitzt.

Letztere stellt fest, ob sich jemand im Raum befindet. Es soll nur geheizt werden, wenn jemand im Raum ist. Außerdem soll nicht geheizt werden, wenn eines der Fenster offen ist, da sonst Wärme verloren geht. Natürlich muss nur geheizt werden, wenn es zu kalt ist.



Eingänge:

A Fenster 1 ist offen.

B Fenster 2 ist offen.

C Jemand ist im Raum.

D Es ist zu kalt.

Ausgänge:

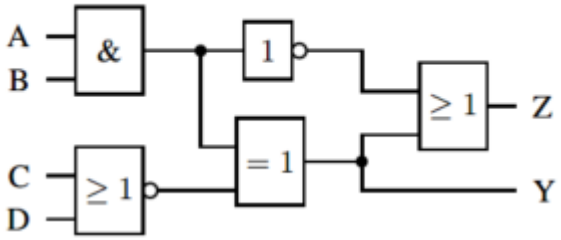
Y Heizung soll heizen.

Die Steuerung verhält sich nicht wie gewünscht. Unter welchen Bedingungen wird geheizt?
a) Stellen Sie hierzu die boolesche Gleichung und Wahrheitstafel auf.
b) Korrigieren Sie das Schaltnetz, so dass nur geheizt wird, wenn es notwendig ist.

A	B	C	D	A oder B	Nicht A oder B	C und D	xor	Y: Nicht xor
0	0	0	0					
0	0	0	1					
0	0	1	0					
0	0	1	1					
0	1	0	0					
0	1	0	1					
0	1	1	0					
0	1	1	1					
1	0	0	0					
1	0	0	1					
1	0	1	0					
1	0	1	1					
1	1	0	0					
1	1	0	1					
1	1	1	0					
1	1	1	1					

2. Schaltnetze

Gegeben sei das folgende Schaltnetz:



a) Stellen Sie eine Wertetabelle für das Schaltnetz.

b) Wie lauten die zugehörigen logischen Funktionen für Y und Z?

A	B	C	D					
0	0	0	0					
0	0	0	1					
0	0	1	0					
0	0	1	1					
0	1	0	0					
0	1	0	1					
0	1	1	0					
0	1	1	1					
1	0	0	0					
1	0	0	1					
1	0	1	0					
1	0	1	1					
1	1	0	0					
1	1	0	1					
1	1	1	0					
1	1	1	1					

3.4.1.2 Heizungssteuerung über Thermostat und Ein-/Ausschalter

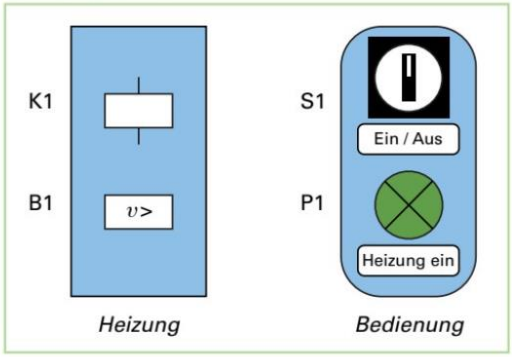
Funktion:

Die Heizung in einer Lehrwerkstatt wird über ein Thermostat gesteuert. Zusätzlich gibt es einen Schalter mit dem die Heizungsanlage ein- und ausgeschaltet werden kann. Das Heizungsschütz zieht an, wenn der Schalter eingeschaltet ist und das Thermostat eine niedrige Temperatur erkennt.
Immer wenn der Heizungsschalter eingeschaltet ist, soll die Betriebsleuchte für die Heizung leuchten.

Aufgabe 1 Ergänzen Sie die Zuordnungsliste.

Symb. Name	Operand z.B. I1, E0.0,%IX0.0	Kommentar
S1		Ein-/Aus-Schalter (NO)
B1		Thermostat (Temperatur zu niedrig =1)
K1		Heizungsschütz (Heizung in Betrieb = 1)
P1		Betriebsleuchte Heizung

Technologieschema:



Aufgabe 2 a) Ergänzen Sie die Wahrheitstabelle. b) Geben Sie die mathematische Funktion an.

Wahrheitstabelle

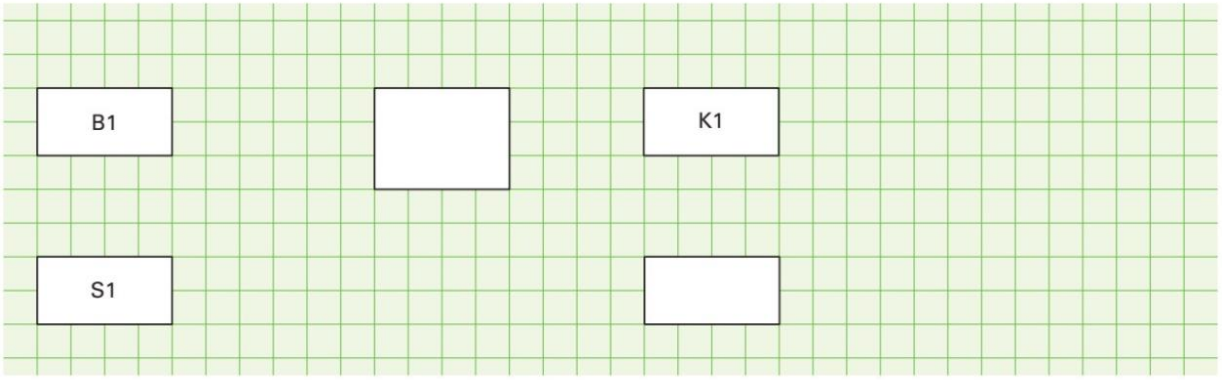
B1	S1	K1	P1
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Mathematische Funktion

K1 =

P1 =

Aufgabe 3 Erstellen Sie den Funktionsschaltplan.



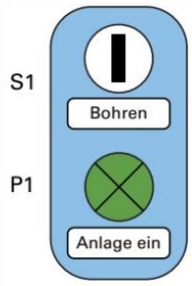
Aufgabe 4 Erstellen Sie das Steuerungsprogramm für Ihre Steuerung und testen es.

3.4.1.4 Pneumatische Holzbearbeitungsmaschine

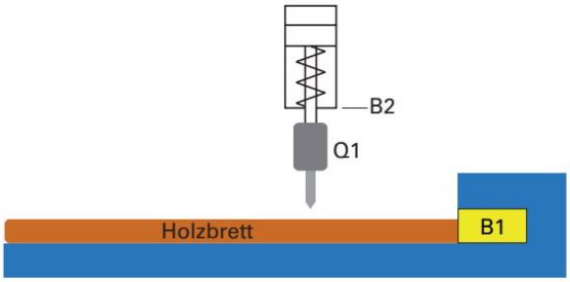
Funktion:

In einer Möbelfabrik sollen in Holzbretter automatisch Löcher gebohrt werden. Dieses geschieht über eine elektropneumatische Steuerung.
Wenn ein Brett eingelegt worden ist (Sensor B1) und der Taster *Bohren* (S1) betätigt wird, fährt der einfach wirkende Zylinder (M1) aus. Gleichzeitig wird die Bohreinheit (Q1) eingeschaltet. Der Zylinder fährt herunter, bis der Sensor *Zylinder ausgefahren* (B2) ein Signal gibt. Beim Loslassen des Tasters *Bohren* fährt der Zylinder selbstständig durch Federkraft wieder hoch.
Die Meldeleuchte *Anlage ein* leuchtet während des Bohrvorgangs.

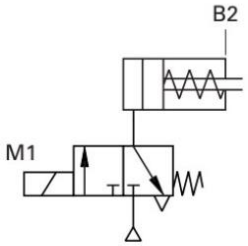
Technologieschema:



Bedienung



Holzbearbeitungsmaschine

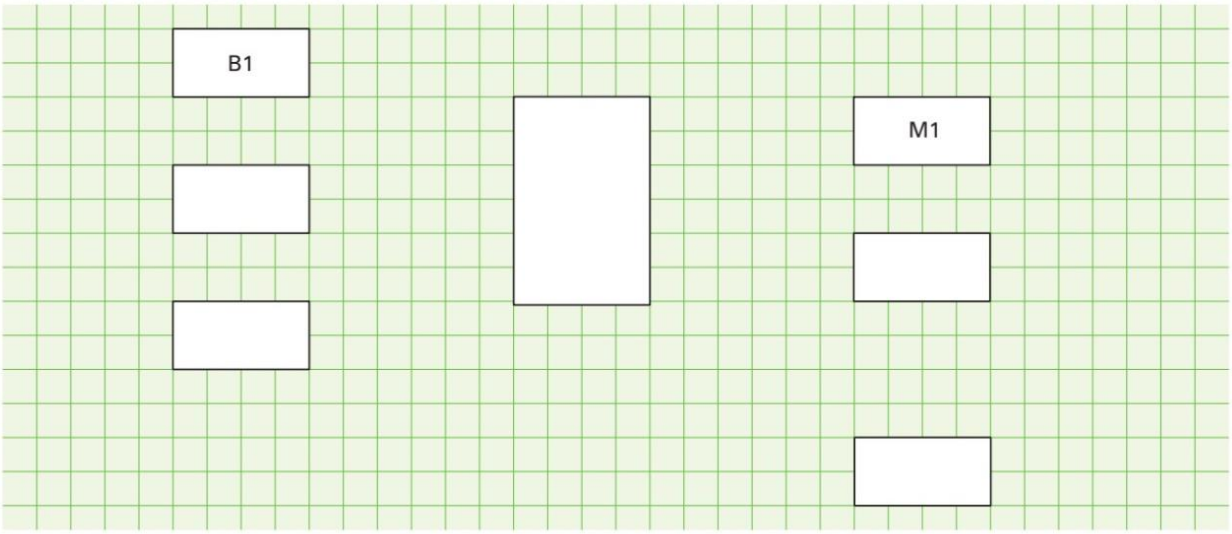


Pneumatik-Schaltplan: 3/2-Wege-Ventil mit einfach wirkendem Zylinder

Aufgabe 1 Ergänzen Sie die Zuordnungsliste.

Symb. Name	Operand z.B. I1, E0.0,%IX0.0	Kommentar
S1		Taster Bohren (NO)
B1		kapazitiver Näherungssensor Werkstück vorhanden (NO)
B2		Reedkontakt Zylinder ausgefahren (NO)
M1		Pneumatikventil einfach wirkender Zylinder; 1 = ausfahren, 0 = einfahren
Q1		Motorschütz *Bohreinheit*
P1		Meldeleuchte *Anlage ein*

Aufgabe 2 a) Erstellen Sie den Funktionsschaltplan. b) Erstellen Sie das Steuerungsprogramm und testen es.

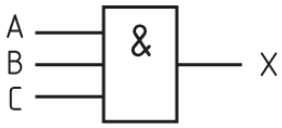


Name: Klasse: Datum:

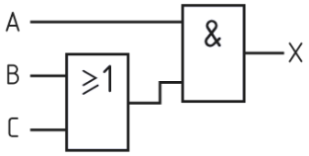
Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 3	**Digitale Verknüpfungen** *Wertetabelle und Funktionsgleichungen ermitteln*

Aufgabe: **Geben Sie** für die nachfolgenden Schaltungen die Wertetabellen und Funktionsgleichungen **an**!

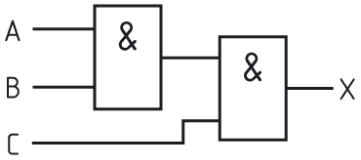
1)



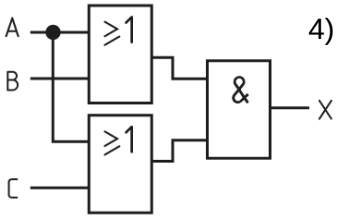
2)



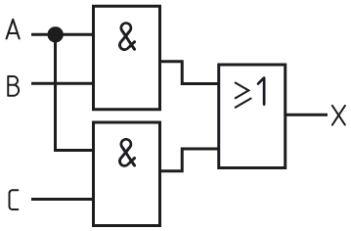
3)



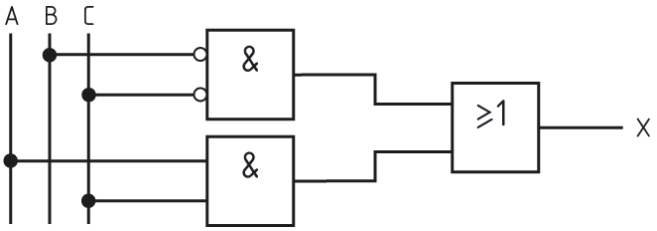
4)



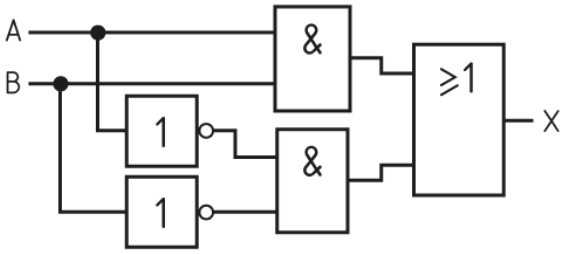
5)



6)



7)



Dreiphasenwechselspannung

Teil 2: Stern-/Dreieckschaltung – die Unterschiede

Nach der Erzeugung und der Übertragung von „Drehstrom“ stehen in diesem Teil die Zusammenhänge von Stern- und Dreieckschaltung sowie die typischen Belastungsfälle im Vordergrund. An einem Beispiel wird z. B. das Verhalten bei einer Neutralleiterunterbrechung untersucht.

Verkettungen im Dreiphasensystem

Dreieckschaltung

Bei der Reihenschaltung der Spulen eines Drehstromgenerators besteht zwischen dem Anfangs- und dem Endanschluss (z. B. U1 und W2) kein Potentialunterschied. Die Anschlüsse können miteinander verbunden werden. Damit sind die drei Stränge in sich kurzgeschlossen. Ein Strom fließt jedoch nicht, da keine antreibende Spannung wirksam ist. Die Schaltverbindung U1–W2 führt zu einer der beiden Grundschaltungen des Dreiphasensystems, zur Dreieckschaltung (Bild ❶). Ihre Bezeichnung ist aus der Anordnung der Schaltzeichen abgeleitet. Da auch die passiven Schaltelemente im Dreiphasensystem im Dreieck geschaltet werden können, lautet die allgemeine Schaltregel:

Bei der Dreieckschaltung ist das Ende (der Ausgang) des einen Schaltelementes mit dem Anfang (dem Eingang) des nächsten zu verbinden.

Wie aus dem Bild ❶ im Vergleich zu dem offenen Dreiphasensystem zu erkennen ist, wird durch die Verkettung der Stränge Leitermaterial eingespart. Die Spannungen zwischen den Außenleitern L1, L2, L3 des Dreileiternetzes sind jedoch gleich den Strangspannungen, zum Beispiel U_{12} (lies: U eins zwei) gleich U_{Str1} oder verallgemeinert ausgedrückt

$$U_\Delta = U_{Str}. \qquad (1)$$

Der in den Außenleitern fließende Belastungsstrom, zum Beispiel Leiterstrom I_1, teilt sich durch die Verzweigung auf den U- und W-Strang auf. Da die Strangströme I_{Str1} und I_{Str3} (bei symmetrischer Belastung, s. hinten) wie die Strangspannungen um 120° phasenverschoben sind, kann nach Zeigerbild ❷ abgeleitet werden:

$$\sin 60° = \frac{\frac{I_1}{2}}{I_{Str3}} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3}$$

$$I_1 = \sqrt{3} \cdot I_{Str3}$$

oder allgemein für den Leiterstrom:

$$I_\Delta = \sqrt{3} \cdot I_{Str}. \qquad (2)$$

Zusammenfassend gilt:

Das Wesen der Dreieckschaltung im Drehstromgenerator entspricht dem der Parallelschaltung von Gleichstromquellen, da

- die Bemessungsspannung des Drehstromgenerators gleich der Spannung eines Stranges ist und nur ihr Betrag im Dreileiternetz dem Verbraucher bereitgestellt wird sowie
- der Generator (das Netz) um das $\sqrt{3}$ fache höher als seine Stränge belastet werden kann.

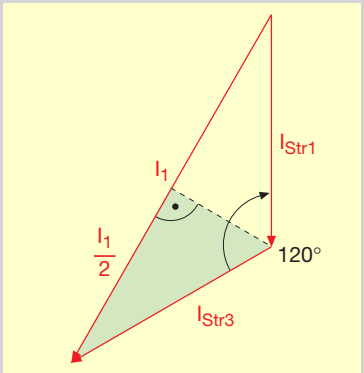
Ein Hinweis ist an dieser Stelle notwendig. Für Dreiphasenwechselstrom wird auch das Synonym Drehstrom und in Verbindung mit Substantiven Drehstromgenerator, Drehstromnetz, Drehstromwicklung usw. verwendet. Diese Bezeichnung leitet sich aus der Tatsache ab, dass ein Dreiphasenwechselstrom bei entsprechenden Bedingungen ein rotierendes Magnetfeld – ein Drehfeld – erzeugt.

Sternschaltung

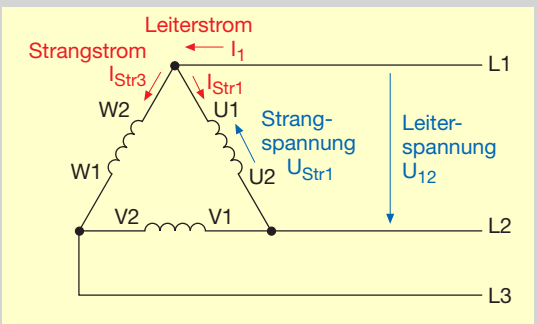
Die zweite Möglichkeit Stromkreise eines Gleichstromsystems zu verketten, besteht in der Parallelschaltung der Stromquellen. Sie parallel zu schalten setzt zwei Bedingungen voraus:

1. Übereinstimmung ihrer Spannungsrichtungen und
2. gleiche Beträge ihrer Spannungen.

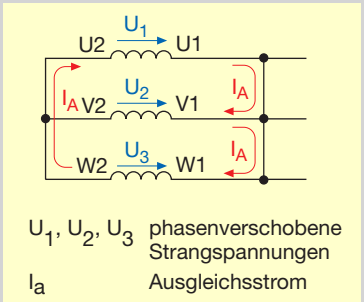
Werden diese Bedingungen nicht erfüllt, fließen zwischen den Stromquellen Ausgleichsströme oder im extremsten Fall Kurzschlussströme. Ohne Anschluss von Verbrauchern belasten sich die Stromquellen gegenseitig. Übereinstimmung der Spannungsrichtungen wird durch die entsprechenden Schaltverbindungen erreicht, d. h. die Pluspole sind untereinander und die Minuspole sind untereinander zu verbinden. Das bedeutet analog für die Drehstromwicklung: Die Spuleneingänge U1, V1, W1 sind miteinander und die Spulenausgänge U2, V2, W2 sind zu verbinden (Bild ❸). Da in den Strängen die induzierten Spannungen U_1, U_2, U_3 jedoch phasenverschoben sind, ist die o. g. 2. Bedingung nicht erfüllt. Zwischen den Strängen fließen relativ große Ausgleichsströme. Damit ist die Parallelschaltung der Stränge ohne Ausnahmen unzulässig. Ausgleichsströme können aber dann nicht fließen, wenn die Eingangsklemmen U1, V1, W1 nicht verbunden sind. Die zweite Grundschaltung des Dreiphasensystems,



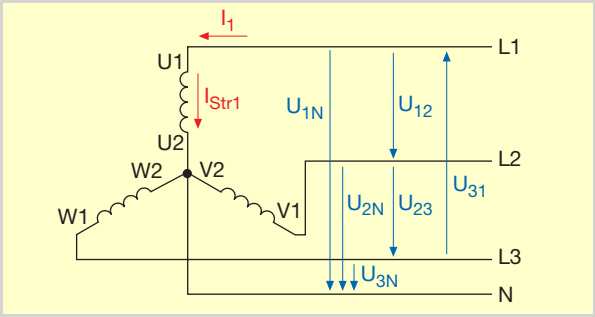
❷ Leiter- und Strangströme eines Drehstromgenerators



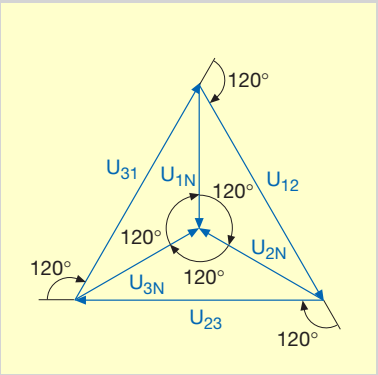
❶ Dreieckschaltung der Induktionsstränge eines Drehstromgenerators



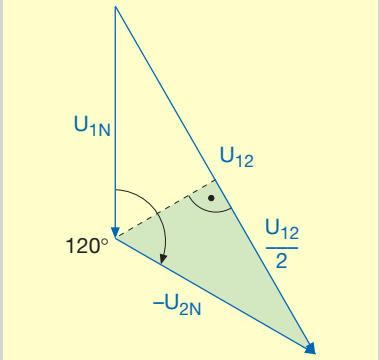
❸ Unzulässige Parallelschaltung der Stränge einer Drehstromwicklung



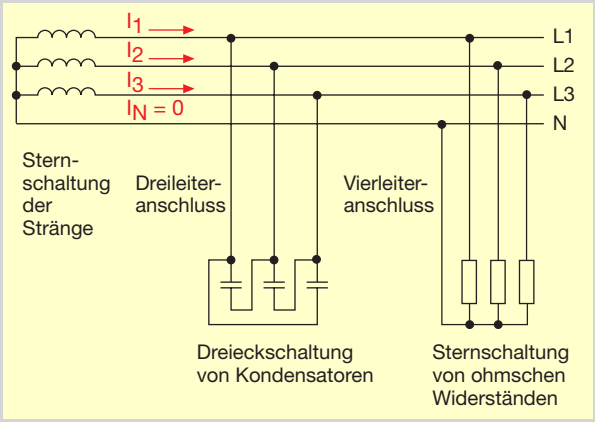
❹ Sternschaltung der Induktionsstränge



❺ Leiter- und Strangspannung im Vierleiternetz



❻ Bestimmung der Leiterspannung



❼ Symmetrische Belastung eines Drehstromnetzes

die Sternschaltung ist entstanden. Hier ergibt sich ihre Bezeichnung aus einer möglichen sternförmigen Anordnung der Schaltzeichen (Bild ❹). Für die Sternschaltung auch der passiven Schaltelemente gilt mithin folgende Schaltregel:

Bei der Sternschaltung sind die Enden bzw. Ausgänge der Schaltelemente zu einem Punkt, dem Sternpunkt zu verbinden.

Im Vergleich zum offenen Dreiphasensystem reduziert sich, wie bei der Dreieckschaltung, durch die Verkettung der drei Induktionsstränge der Materialaufwand. Es entsteht mit den drei Außenleitern L1, L2, L3 ein Dreileiternetz. Wie im Bild ❹ dargestellt, kann aber auch der Sternpunkt als Neutralleiter N mit ausgeführt werden. Im Vierleiternetz sind dann die drei gleichen, um 120° phasenverschobenen Strangspannungen U_{1N}, U_{2N}, U_{3N} und die drei gleichen ebenfalls um 120° phasenverschobenen Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31} wirksam (Bild ❺). Die im Vergleich zu den Strangspannungen größeren Leiterspannungen ergeben sich, exakt betrachtet, aus einer Gegenreihenschaltung jeweils zweier Stränge. Wie bereits ausgeführt, müssen zum Beispiel bei einer Reihenschaltung des U- und V-Stranges U2 mit V1 verbunden werden. In der Sternschaltung sind aber U2 mit V2 verbunden. Die Leiterspannung U_{12} ist somit die geometrische Summe von $(-U_{1N})$ und $(+U_{2N})$, Bild ❻. Wie bereits für die Ströme in der Dreieckschaltung abgeleitet wurde, berechnet sich der Betrag der Leiterspannung

$$U_Y = \sqrt{3} \cdot U_{Str}. \qquad (3)$$

Die in den Außenleitern fließenden Belastungsströme fließen auch mit gleichem Betrag durch die Stränge. Wie im Bild ❹ eingezeichnet, ist zum Beispiel der Leiterstrom I_1 gleich dem Strangstrom I_{Str1} und verallgemeinert, in der Sternschaltung der Leiterstrom

$$I_Y = I_{Str}. \qquad (4)$$

Aus den bisherigen Aussagen ist abzuleiten, dass das Wesen der Sternschaltung der Induktionsstränge der Reihenschaltung von Gleichstromquellen entspricht, da

- die Bemessungsspannung des Drehstromgenerators sich auf das $\sqrt{3}$fache der Strangspannung erhöht hat und
- der Generator bzw. das Netz nur mit dem Bemessungsstrom eines Induktionsstranges belastet werden darf.

Auch die Merkmale eines Drehstrom-Vierleiternetzes ähneln denen eines Gleichstrom-Dreileiternetzes.

Symmetrische Belastung

Passive Bauelemente können unabhängig von der Verkettung der Induktionsstränge im Dreieck oder im Stern geschaltet werden (Bild ❼). Das Drehstromnetz wird dann symmetrisch belastet, wenn

- die drei Leiterströme den gleichen Betrag haben ($I_1 = I_2 = I_3$) und
- die Phasenwinkel zwischen den Leiterströmen exakt 120° betragen.

Dies setzt voraus, dass die drei passiven Bauelemente widerstandsgleich und ihre Phasenverschiebungswinkel zwischen den anliegenden Spannungen und den fließenden Strömen auch gleich sind:

$|Z_1| = |Z_2| = |Z_3|$ **und** $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$.

Die geometrische Addition der gleich großen um 120° phasenverschobenen Leiterströme ergibt, wie bereits mit den Spannungen nachgewiesen, den Wert null. Der Neutralleiter ist stromlos. Er ist bei symmetrischer Belastung für die Energieübertragung und für den Leistungsumsatz in den passiven Bauelementen nicht erforderlich.

Berechtigt stellt sich die Frage, welcher Leiter ist dann, somit auch in einem Dreileiternetz, der Rückleiter. Betrachten wir die Augenblickswerte des Dreiphasenwechselstromes zu den Zeitpunkten t_1, t_2 und t_3 (Bild ❽) und legen fest, dass bei positiven Werten der Strom zum Verbraucher und bei negativen der Strom zur Einspeisung zurückfließt (Tafel ❶, Seite 6).

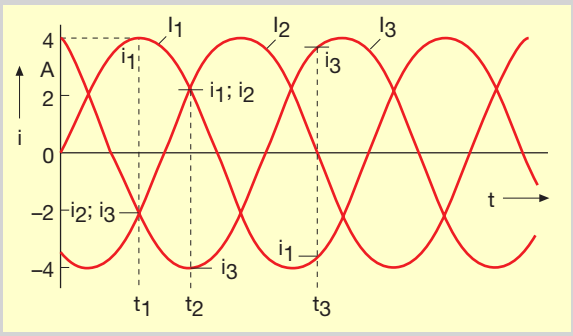
Im Dreileiternetz kann jeder Außenleiter sowohl Hin- als auch Rückleiter sein. Seine Funktion hängt vom betrachteten Zeitpunkt ab.

Unsymmetrische Belastung

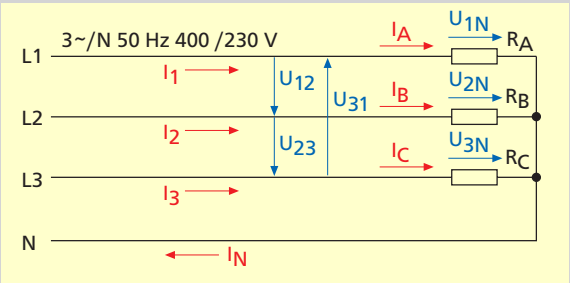
Die Mehrheit der elektrischen Geräte kleinerer und mittlerer Leistung (nicht nur die im Haushalt auch die in der Industrie und

Tafel ❶ Funktion der Leiter zu unterschiedlichen Zeitpunkten

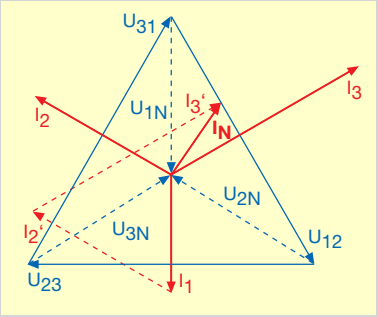
Zeitpunkt		t_1	t_2	t_3
Augenblickswerte		i_1 = + 4 A	i_1 = + 2 A	i_1 = - 3,46 A
		i_2 = - 2 A	i_2 = + 2 A	i_2 = 0
		i_3 = - 2 A	i_3 = - 4 A	i_3 = + 3,46 A
Funktion der Außenleiter	L1	Hinleiter	Hinleiter	Rückleiter
	L2	Rückleiter	Hinleiter	stromlos
	L3	Rückleiter	Rückleiter	Hinleiter



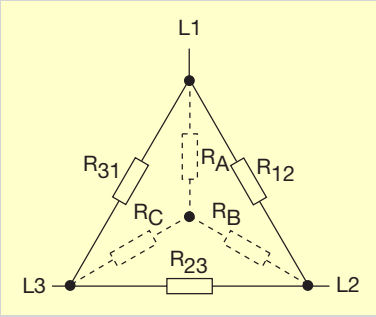
❽ Augenblickswerte der Belastungsströme im Dreileiternetz



❾ Sternschaltung ohmscher Widerstände



❿ Ermittlung der Stromstärke im Neutralleiter (1 mm ≙ 1 A)



⓫ Umwandlung einer Sternschaltung in eine Dreieckschaltung

im Gewerbe) werden einphasig mit 230 V betrieben. Diese Spannung stellt der Verteilungsnetzbetreiber (VNB) im 400/230-V-Vierleiternetz als Strangspannung zwischen einem beliebigen Außenleiter und dem Neutralleiter zur Verfügung. Bei einem geerdeten Netz, dessen Sternpunktleiter oft die Doppelfunktion Schutzleiter und Rückleiter erfüllt, wird diese Spannung auch als Leiter-Erde-Spannung bezeichnet. Die unterschiedlichen Bemessungsleistungen der Geräte belasten die Außenleiter sehr unterschiedlich. Niederspannungs-Versorgungsnetze werden durch die einzelnen Tarifabnehmer überwiegend unsymmetrisch belastet. Erst die Vielzahl der Netzanschlüsse und die Kopplung über Transformatoren zu den Mittelspannungsnetzen gleichen in diesen die Beträge der Leiterströme weitgehend aus. Im Folgenden wird der Anschluss unterschiedlicher passiver Bauelemente in Stern- und Dreieckschaltung analysiert.

Sternschaltung ohmscher Widerstände

Es sind vorgegeben:

Widerstand A: $R_A = 15\ \Omega$

mit der Stromaufnahme: $I_A = 15{,}3$ A

Widerstand B: $R_B = 11\ \Omega$

mit der Stromaufnahme: $I_B = 20{,}9$ A

Widerstand C: $R_C = 8\ \Omega$

mit der Stromaufnahme: $I_C = 28{,}8$ A

Wie die Schaltung (Bild ❾) zeigt, belasten die mit den Widerstandswerten berechneten Stromstärken auch die Außenleiter, d. h. $I_A = I_1$; $I_B = I_2$ und $I_C = I_3$. Da der zurückfließende Strom im Neutralleiter I_N sich aus der geometrischen Summe der der Sternschaltung zufließenden Leiterströme ergibt, kann dieser, abgesehen vom Zeichenaufwand, relativ einfach durch eine maßstabsgerechte Zeigerdarstellung ermittelt werden (Bild ❿). Unter Beachtung der richtigen Phasenfolge (U_{2N} eilt U_{1N} um 120° nach, ebenso die Leiterspannung U_{23} der Leiterspannung U_{12}) sind die Stromzeiger in Richtung der entsprechenden Strangspannung zu zeichnen. Die Richtungen der Strom- und Spannungszeiger sind deshalb identisch, weil bei den gewählten ohmschen Widerständen der Phasenverschiebungswinkel 0° beträgt. Durch Parallelverschiebung wird der Zeiger I_2 an die Spitze des Zeigers I_1 und I_3 an die Spitze von I_2 angetragen. Der Stromzeiger I_N ist dann vom Ausgangspunkt des ersten Zeigers bis zur Spitze des letzten Zeigers (I_3) gerichtet. Mit den berechneten Stromwerten fließt im Neutralleiter I_N = 11,5 A von den Widerständen zur Einspeisung zurück.

Umwandlung einer Stern- in eine „gleichwertige" Dreieckschaltung

Wesentliche Änderungen entstehen in der im Bild ❾ dargestellten Schaltung dann, wenn der Neutralleiter unterbrochen wird. Aus dem Vierleiternetz wird ein Dreileiternetz. Die Beträge der Außenleiterströme müssen sich ändern, da ihre geometrische Summe nicht mehr gleich I_N sein kann, sondern den Wert null annimmt. Mit den gleichen Widerstandswerten von R_A, R_B und R_C können die Ströme in den Außenleitern nur bestimmt werden, wenn die Sternschaltung in eine elektrisch gleichwertige Dreieckschaltung umgewandelt wird (Bild ⓫). Das bedeutet: Die Widerstände zwischen zwei Außenleitern der Dreieckschaltung und den selben Außenleitern der Sternschaltung müssen gleich sein (Bild ⓬). Es ergeben sich folgende Werte:

- Dreieckwiderstand zwischen L1 und L2

$$R_{12} = \frac{R_A \cdot R_B}{R_C} + R_A + R_B$$

$R_{12} = 46{,}6\ \Omega$

- Dreieckwiderstand zwischen L2 und L3

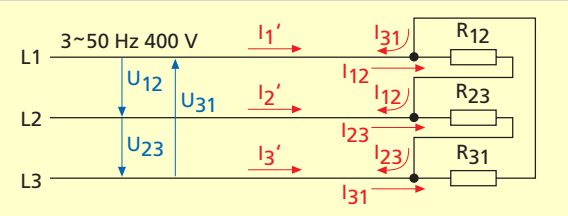
$$R_{23} = \frac{R_B \cdot R_C}{R_A} + R_B + R_C$$

$R_{23} = 24{,}9\ \Omega$

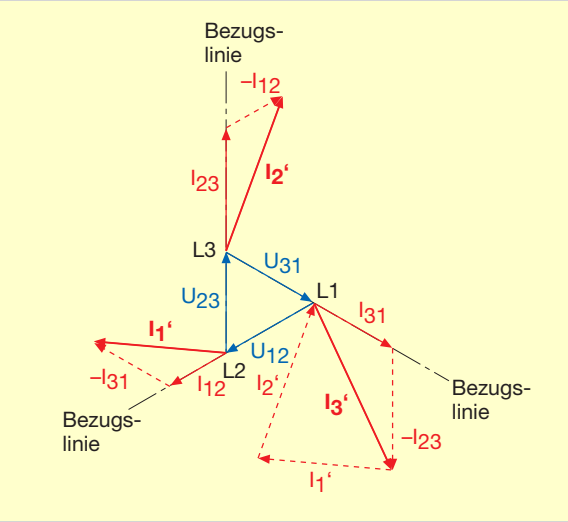
- Dreieckwiderstand zwischen L3 und L1

$$R_{31} = \frac{R_C \cdot R_A}{R_B} + R_C + R_A$$

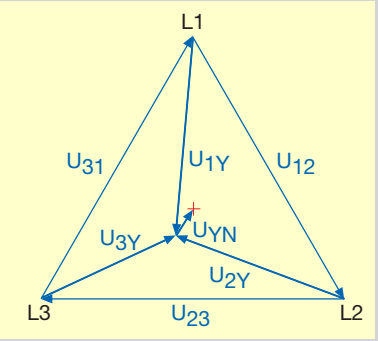
$R_{31} = 33{,}9\ \Omega$.



⓬ **Dreieckschaltung im Dreileiternetz**



⓭ **Ermittlung der Leiterströme des Dreileiternetzes (1 mm ≙ 1 A)**



Tafel ❷ Außenleiterströme

Außenleiter	Vierleiteranschluss	Dreileiteranschluss (N-Leiter unterbrochen)
L1	I_1 = 15,3 A	I_1' = 17,50 A
L2	I_2 = 20,9 A	I_2' = 21,75 A
L3	I_3 = 28,8 A	I_3' = 24,25 A

⓮ **Sternpunktverschiebung bei unterbrochenem Neutralleiter (1 mm ≙ 10 V)**

Dreieckschaltung ohmscher Widerstände

Mit den zuvor berechneten Werten der Dreieckwiderstände und der Leiterspannung U = 400 V können die durch diese Widerstände fließenden Ströme berechnet werden.

$$I_{12} = \frac{U}{R_{12}} = \frac{400\ \text{V}}{46{,}6\ \Omega} = 8{,}58\ \text{A}$$

analog I_{23} = 16,1 A und I_{31} = 11,8 A.

Aus dem Bild ⓬ ist zu entnehmen, dass sich die Leiterströme aus der Überlagerung zweier entsprechender Strangströme ergeben. Unter Beachtung der Stromrichtungen sind der

- Leiterstrom I_1' die geometrische Summe der Strangströme $(+I_{12})$ und $(-I_{31})$,
- Leiterstrom I_2' die geometrische Summe der Strangströme $(+I_{23})$ und $(-I_{12})$,
- Leiterstrom I_3' die geometrische Summe der Strangströme $(+I_{31})$ und $(-I_{23})$.

Bei der Ermittlung der Leiterströme durch ein maßstabsgerechtes Zeigerbild sind folgende Besonderheiten zu beachten:

1. Die Lage der Spannungs- und Stromzeiger ist nur dann richtig, wenn insbesondere bei den phasenverschobenen Größen des Drehstromsystems die Drehrichtung der Zeiger entgegen dem Uhrzeigersinn beachtet wird.
2. Die Richtung der Strangströme wird durch die Richtungen der entsprechenden Leiterspannungen festgelegt, deren Zeiger ein gleichseitiges Dreieck bilden. Die Verlängerungen der Zeiger über die Eckpunkte des Dreiecks sind die Bezugslinien der Ströme. Hier im Beispiel sind durch die Phasengleichheit von Strom und Spannung (ohmsche Widerstände) die Richtungen der Bezugslinien und der Stromzeiger gleich. Bei induktiv oder kapazitiv wirkenden Schaltelementen sind die Stromzeiger unter Beachtung des Phasenverschiebungswinkels nach- bzw. voreilend zu den Bezugslinien zu zeichnen.
3. Die Zeiger der negativen Ströme haben entgegengesetzte Richtung zur entsprechenden positiven Größe, zum Beispiel Zeiger von $(-I_{31})$ entgegen dem Zeiger $(+I_{31})$.
4. Die Zeiger der Leiterströme ergeben sich als Resultierende durch das Aneinandersetzen der entsprechenden Zeiger der Strangströme. Die Größe der Leiterströme sind mit dem festgelegten Maßstab zu berechnen.
5. Zur Kontrolle kann die geometrische Summe der Leiterströme zeichnerisch ermittelt werden. Die Stromzeiger müssen ein Dreieck bilden, da im Dreileiternetz durch den fehlenden Rückleiter die geometrische Summe der zu den Widerständen fließenden Ströme den Wert null ergeben muss. Die Phasenwinkel der ungleichen Leiterströme weichen wesentlich von 120° ab.

Aus der maßstabsgerechten Darstellung der Zeiger (Bild ⓭) ergeben sich mit den berechneten Dreieckwiderständen folgende Leiterströme:

I_1' = 17,5 A, I_2' = 21,75 A, I_3' = 24,25 A.

Unterbrechung des Neutralleiters

Da bei unserer Betrachtung die Dreieckschaltung der Sternschaltung von R_A, R_B und R_C elektrisch gleichwertig ist, müssen die für die Dreieckschaltung ermittelten Ströme identisch mit denen der Außenleiter bei unterbrochenem Neutralleiter sein.

Zum Vergleich siehe Tafel ❷.

Durch die Ströme I_1', I_2' und I_3' entstehen über den entsprechenden Widerständen Spannungsfälle mit unterschiedlicher Größe.

$U_{1Y} = I_1 \cdot R_A$ $\quad U_{1Y} = 17{,}50\ \text{A} \cdot 15\ \Omega$

U_{1Y} = 262,5 V

$U_{2Y} = I_2 \cdot R_B$ $\quad U_{1Y} = 21{,}75\ \text{A} \cdot 11\ \Omega$

U_{2Y} = 239,25 V

$U_{3Y} = I_3 \cdot R_C$ $\quad U_{1Y} = 24{,}25\ \text{A} \cdot 8\ \Omega$

U_{3Y} = 194 V

In der Sternschaltung der ungleichen Widerstände sind somit die Strangspannungen unterschiedlich groß und weichen von dem Normwert 230 V ab. Wie durch das maßstabsgerechte Zeigerbild (Bild ⓮) zu erkennen ist, verringert sich die Spannung über dem kleineren Widerstand (Bauelement mit der größeren Bemessungsleistung), dagegen vergrößert sie sich über den größeren Widerständen. Die gegenseitige Phasenverschiebung weicht von 120° ab. Der Sternpunkt hat sich im Spannungsdreieck verschoben. Die Größe der Sternpunktverschiebung beträgt, wie zeichnerisch ermittelt, U_{YN} = 42 V. Diese Spannung ist zwischen dem Sternpunkt der Widerstände und dem Neutralleiter vor der Unterbrechungsstelle exakt messbar.

Im unsymmetrisch belasteten Vierleiter-Drehstromnetz besteht immer die Gefahr, dass bei Unterbrechung des Neutralleiters einzelne Bauelemente einer Sternschaltung zerstört werden, wenn ihre Bemessungsleistung im Vergleich zu den anderen wesentlich kleiner ist.

H. Spanneberg

Prüfung elektrischer Anlagen

Prüfprotokoll ①

Prüfungsnummer:



Nr. Blatt ..... von ..... Kunden Nr.:

Auftraggeber②: Auftrag Nr.: Auftragnehmer③:

Anlage:

Prüfung④ nach: DIN VDE 0100-600 ☐ DIN VDE 0105-100 ☐ BGV A3 ☐ ..... / ..... Betr.SichV ☐ E-CHECK ☐

Neuanlage ☐ Erweiterung ☐ Änderung ☐ Instandsetzung ☐ Wiederholungsprüfung ☐

Beginn der Prüfung:	Beauftragter des Auftraggebers:	Prüfer⑤:
Ende der Prüfung:		

Netz ..... / ..... V Netzform: TN-C ☐ TN-S ☐ TN-C-S ☐ TT ☐ IT ☐

Netzbetreiber

Besichtigen	i.O.	n.i.O.		i.O.	n.i.O.		i.O.	n.i.O.
Auswahl der Betriebsmittel	☐	☐	Kennzeichnung Stromkreis, Betriebsmittel	☐	☐	Zugänglichkeit	☐	☐
Trenn- und Schaltgeräte	☐	☐	Kennzeichnung N- und PE-Leiter	☐	☐	Schutzpotentialausgleich	☐	☐
Brandabschottungen	☐	☐	Leiterverbindungen	☐	☐	Zus. örtl. Potentialausgleich	☐	☐
Gebäudesystemtechnik	☐	☐	Schutz und Überwachungseinrichtungen	☐	☐	Dokumentation⑥	☐	☐
Kabel, Leitungen, Stromschienen	☐	☐	Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	☐	☐	siehe Ergänzungsblätter ☐		
Erproben								
			Funktion der Schutz-, Sicherheits- und			Rechtsdrehfeld	☐	☐
Funktionsprüfung der Anlage	☐	☐	Überwachungseinrichtungen	☐	☐	Überprüfung Spannungsfall	☐	☐
FI-Schutzschalter (RCD)	☐	☐	Drehrichtung der Motoren	☐	☐	Gebäudesystemtechnik	☐	☐

Durchgängigkeit des Schutzleiters⑨ ≤ **1 Ω** ☐ Erdungswiderstand: R_E ..... Ω

Durchgängigkeit Potentialausgleich⑨**(≤ 1 Ω nachgewiesen)**

Fundamenterder	☐	Hauptwasserleitung	☐	Heizungsanlage	☐	EDV-Anlage	☐	Antennenanlage/BK	☐
Haupterdungsschiene	☐	Hauptschutzleiter	☐	Klimaanlage	☐	Telefonanlage	☐	Gebäudekonstruktion	☐
Wasserzwischenzähler	☐	Gasinnenleitung	☐	Aufzugsanlage	☐	Blitzschutzanlage	☐	.....	☐

Verwendete Messgeräte nach VDE	Fabrikat: Typ:	Fabrikat: Typ:	Fabrikat: Typ:

Messen Stromkreisverteiler Nr.:

Stromkreis		**Leitung/Kabel**		**Überstrom-Schutzeinrichtung**				R_{iso} (MΩ)		**Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)**					**Fehler-**
Nr.	Zielbezeichnung	Typ	Leiter Anzahl Quers. (mm²)	Art Charakteristik	I_n (A)	Z_s (Ω) ☐ I_k (A) ☐ L-PE	Z_i (Ω) ☐ I_k (A) ☐ L-N	Verbraucher ohne	Verbraucher mit	I_n/Art (A)	$I_{\Delta n}$ (mA)	I_{mess} (mA) (≤ $I_{\Delta n}$)	Ausl.-Zeit t_A (ms)	U_L ≤ ..... V U_{mess} (V)	**code** siehe auch ⑦
	Hauptleitung		x												
			x												
			x												
			x												
			x												
			x												
			x												
			x												
			x												
			x												
			x												

Prüfergebnis: keine Mängel festgestellt ☐ Mängel festgestellt ☐

Prüf-Plakette angebracht: ja ☐ nein ☐

Nächster Prüftermin:

Auftraggeber②:

Gemäß Übergabebericht elektrische Anlage vollständig übernommen ☐

Zustandsbericht erhalten ☐

Ort Datum Unterschrift

Prüfer⑤:

Die elektrische Anlage entspricht den anerkannten Regeln der Elektrotechnik ☐

Die elektrische Anlage entspricht nicht den anerkannten Regeln der Elektrotechnik ☐

Ort Datum Unterschrift

© 2010 Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH) – Fachbereich Technik

Hein-Moeller-Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 1	Kenntnisse zu elektrische Ladung festigen	Name: Note: Klasse: Datum:

Kreuzen Sie die richtige Antwort an.

1. Wenn sich zwei elektrische Körper gegenseitig anziehen, dann ...

A	sind beide Körper ungleichnamig geladen.
B	sind beide Körper negativ geladen.
C	ist ein Körper negativ geladen, der andere aber elektrisch neutral.
D	sind beide Körper gleichnamig geladen.

2. Die Bestandteile des Atoms sind durch bestimmte Ladungszustände gekennzeichnet. In welcher Zeile sind diese Ladungszustände den einzelnen Bestandteilen (Protonen, Elektronen und Neutronen) richtig zugeordnet?

	Protonen	Elektronen	Neutronen
A	positiv	negativ	ohne Ladung
B	negativ	ohne Ladung	positiv
C	ohne Ladung	negativ	positiv
D	negativ	positiv	negativ

3. Was versteht man unter dem Begriff „Elementarladung"?

A	Die Anzahl der Protonen in einem Atomkern.
B	Die Anzahl der Elektronen eines Atoms.
C	Die Summe aller Protonen und Elektronen eines Atoms.
D	Die Ladung eines Protons oder Elektrons.

4. Wodurch kann ein zunächst elektrisch ungeladener Körper negativ aufgeladen werden?

A	Negative Ladung entsteht bei Elektronenüberschuss.
B	Negative Ladung entsteht bei Elektronenmangel.
C	Negative Ladung entsteht bei Elektronenabgabe.
D	Negative Ladung entsteht bei Protonenüberschuss.

5. In welcher Zeile sind das Formelzeichen und die Maßeinheit der elektrischen Ladung richtig angegeben?

	Formelzeichen	Maßeinheit
A	L	Q
B	e	Elementarladung
C	C	Coulomb
D	Q	Coulomb

6. Wie nennt man das Teilchen, das entsteht, wenn ein neutrales Atom zwei Elektronen aufnimmt?

Elektron

7. Warum bleibt ein Elektron auf seiner Bahn, obwohl auf das Elektron infolge seiner kreisförmigen Bewegung eine Fliehkraft wirkt?

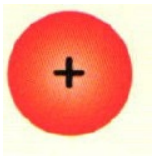
$F_{daub} = F_{zentrifugal}$

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrische Ladung beschreiben	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

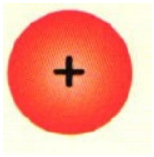
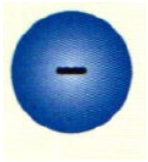
Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuchs.

Die elektrische Ladung ist die Ursache für alle elektrischen Vorgänge. Zwischen elekrischen Ladungen wirken Kräfte. Als Ursache für die Kräfte hat man die elektrische Ladung Q festgelegt.

1. Welche Kraftwirkungen treten zwischen elektrischen Ladungen auf?
Machen Sie in den Bildern **<u>durch Pfeile</u>** (--> oder <--) die Kraftwirkungen zwischen Ladungen deutlich.




a.) _____

b.) _____

---

2. Sie reiben einen Luftballon an einem Pullover und halten ihn in die Nähe von Papierschnipsel .
Beschreiben Sie ihre Beobachtung. Erklären Sie die Wirkungen.

_____

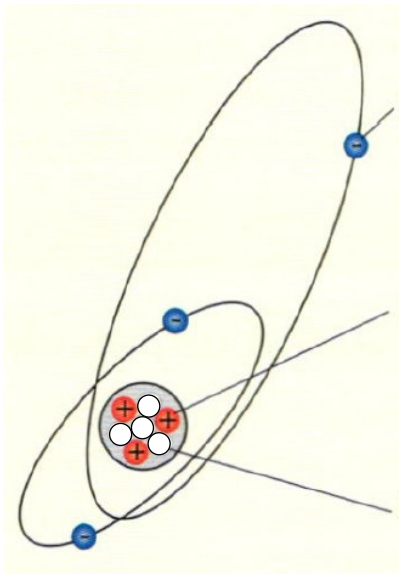
_____

_____

_____

---

3. Das Bild zeigt ein Lithiumatom. Geben Sie in dem Bild die Bezeichnung der Elementarteilchen und ihre Ladungsart an.



_____ Ladungsart: _____

_____ Ladungsart: _____

_____ Ladungsart: _____

---

4. Nennen Sie Einheit und Einheitenname sowie das Formelzeichen **der elektrischen Ladung**.

Einheit: _____

Einheitenname: _____

Formelzeichen: _____

5. Geben Sie die Elementarladung eines Elektrons an.

---

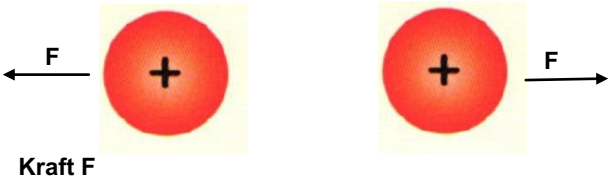
6. a.) Erkläre, wann spricht man bei einem Atom von einem **Ion**.
b.) Unterscheide zwischen positiven und negativen Ionen.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrische Ladung beschreiben	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuchs.

Die elektrische Ladung ist die Ursache für alle elektrischen Vorgänge. Zwischen elekrischen Ladungen wirken Kräfte. Als Ursache für die Kräfte hat man die elektrische Ladung Q festgelegt.

1. Welche Kraftwirkungen treten zwischen elektrischen Ladungen auf?
Machen Sie in den Bildern **durch Pfeile** (--> oder <--) die Kraftwirkungen zwischen Ladungen deutlich.



Kraft F

a.) abstoßende Kräfte

b.) anziehende Kräfte

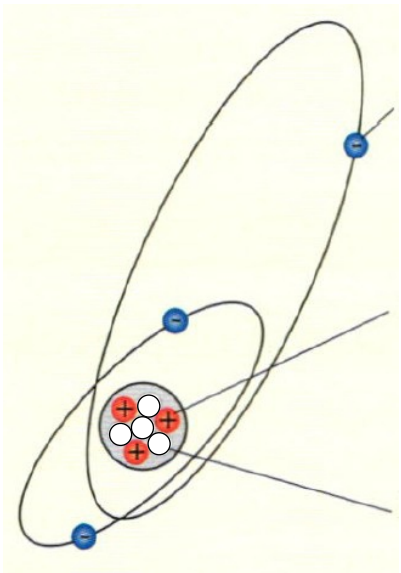
---

2. Sie reiben einen Luftballon an einem Pullover und halten ihn in die Nähe von Papierschnipsel .
Beschreiben Sie ihre Beobachtung. Erklären Sie die Wirkungen.

Die Papierschnipsel werden von dem Luftballon angezogen. Der Luftballon hat sich durch Reibung negativ aufgeladen. Das Papier ist positiv geladen. Ungleichnamige Ladungen ziehen sich an.

---

3. Das Bild zeigt ein Lithiumatom. Geben Sie in dem Bild die Bezeichnung der Elementarteilchen und ihre Ladungsart an.



Elektronen — Ladungsart: negativ

Protonen — Ladungsart: positiv

Neutronen — Ladungsart: neutral

---

4. Nennen Sie Einheit und Einheitenname sowie das Formelzeichen **der elektrischen Ladung**.

Einheit: **C oder As oder Ah**

Einheitenname: **Coulomb oder Amperesekunde oder Amperestunde**

Formelzeichen: **Q**

5. Geben Sie die Elementarladung eines Elektrons an.

Ein Elektron hat die Ladungsmenge $e = -1{,}602 * 10^{-19}\,C$

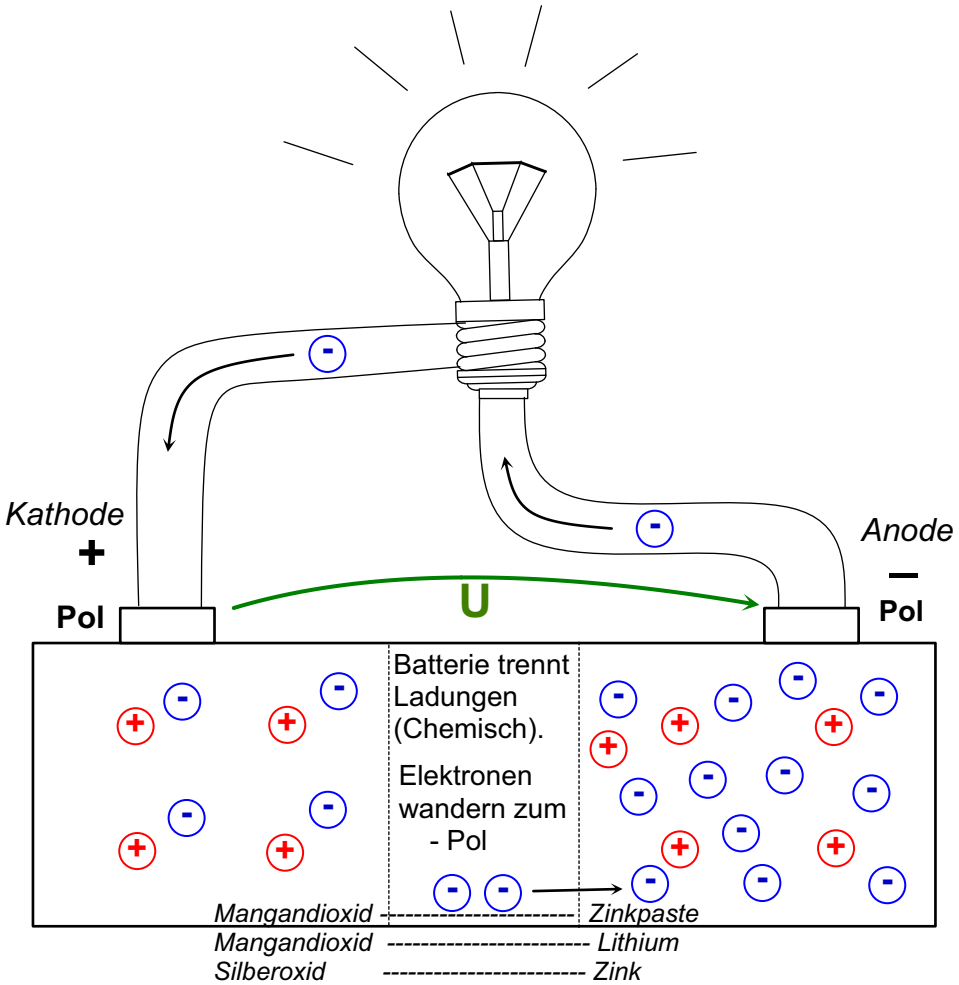
---

6. a.) Erkläre, wann spricht man bei einem Atom von einem **Ion**.
b.) Unterscheide zwischen positiven und negativen Ionen.

a.) Wenn die Anzahl der Elektronen und Protonen eines Atoms unterschiedlich sind spricht man von einem Ion.

b.) Hat ein Atom mehr Elektronen als Protonen, ist es insgesamt negativ geladen. Man spricht von einem negativen Ion (Anion).
Fehlen einem Atom Elektronen, ist es positiv geladen. Man spricht von einem positiven Ion (Kation).

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrische Spannung U	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:



Fragen zum Batteriemodell:

A1: Warum bewegen sich die Elektronen vom Minus- zum Pluspol?

A2: Wann ist die Batterie "leer" bzw. die Spannung U = 0 V?

A3: Warum bewegen sich die positiv geladenen Protonen nicht?

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuches und ihren Unterlagen.

---

1. Nennen Sie Einheit, Einheitenname und das Formelzeichen **der elektrischen Spannung**.

Einheit: _____
Einheitenname: _____
Formelzeichen: _____

---

2. Geben Sie zu den gegebenen Beispielen die typischen elektrischen Spannungen an:

Monozelle (Batterie):
Schutzkontaktsteckdose:
Drehstromsteckdose:
Autobatterie (= Akku):
Handy-Akku:
Höchstspannung (Freileitung):
Blitz:

---

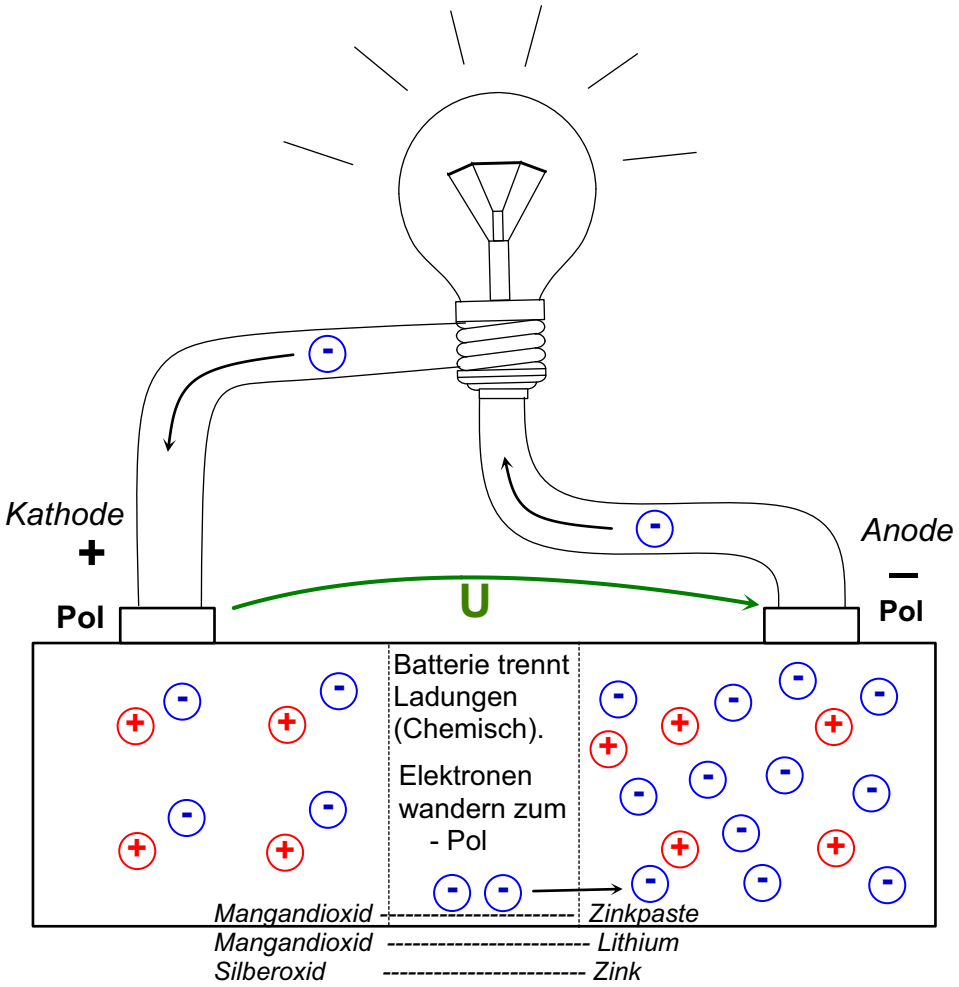
3. Eine 6V- Fahrradlampe soll mit Hilfe eines Schalters ein- und ausgeschaltet werden.
Zur Spannungsversorgung stehen Ihnen mehrere 1,5 V- Batterien zur Verfügung.
a.) Wie viele 1,5V- Batterien werden dazu benötigt?
b.) Zeichnen Sie sauber und normgerecht mit Bleistift das Schaltbild für diesen Stromkreis.

c.) In Schaltbildern wird die Spannung über Erzeugern und Verbrauchern mit einem Pfeil dargestellt (s. Batteriemodell). Zeichne die Spannungspfeile mit Bleistift in das Schaltbild.

---

4. Ein Akkumulator hat eine Ladung Q = 2300 mAh. Berechne die Anzahl der Elektronen am Minuspol wenn der Akkumulator "voll" ist. (Hilfe: 1 C = 1 As, 1 Ah = 3600 As)

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrische Spannung U	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:



Elektrische Spannung ist der Unterschied in der Elektronenbesetzung zwischen zwei Punkten (+ und - Pol) und bestrebt getrennte Ladungen auszugleichen.

Fragen zum Batteriemodell:

A1: Warum bewegen sich die Elektronen vom Minus- zum Pluspol?

Am Minuspol haben wir sehr viele Elektronen (Elektronenüberschuss). Die Elektronen bewegen sich bei geschlossenem Stromkreis über die Lampe zum Pluspol

A2: Wann ist die Batterie "leer" bzw. die Spannung U = 0 V?

Wenn der - Pol und + Pol der Batterie die gleiche Anzahl an Elektronen aufweisen.

A3: Warum bewegen sich die positiv geladenen Protonen nicht?

Die Protonen sind bei den verwendeten Materialien in einem stabilen Atomkern verankert und können sich kaum bewegen.

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuches und ihren Unterlagen.

---

1. Nennen Sie Einheit, Einheitenname und das Formelzeichen **der elektrischen Spannung**.

Einheit: **V**
Einheitenname: **Volt**
Formelzeichen: **U**

---

2. Geben Sie zu den gegebenen Beispielen die typischen elektrischen Spannungen an:

Monozelle (Batterie):	**1,5 V**
Schutzkontaktsteckdose:	**230 V**
Drehstromsteckdose:	**400 V**
Autobatterie (= Akku):	**12 V für PKW 24 V für LKW u. Busse**
Handy-Akku:	**3,2 V ... 3,9 V**
Höchstspannung (Freileitung):	**220 000 V (220 kV) oder 380 000 V (380 kV)**
Blitz:	**bis zu 100 MV**

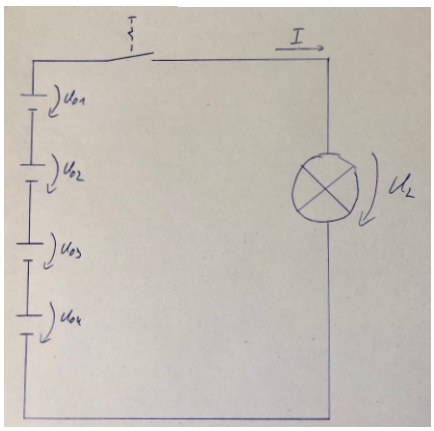
---

3. Eine 6V- Fahrradlampe soll mit Hilfe eines Schalters ein- und ausgeschaltet werden.
Zur Spannungsversorgung stehen Ihnen mehrere 1,5 V- Batterien zur Verfügung.
a.) Wie viele 1,5V- Batterien werden dazu benötigt?
b.) Zeichnen Sie sauber und normgerecht mit Bleistift das Schaltbild für diesen Stromkreis.

c.) In Schaltbildern wird die Spannung über Erzeugern und Verbrauchern mit einem Pfeil dargestellt (s. Batteriemodell). Zeichne die Spannungspfeile mit Bleistift in das Schaltbild.

a.) Um auf 6 V zu kommen, müssen 4 Batterien in Reihe geschaltet werden
--> 4 * 1,5V = 6V

b. und c.)



---

4. Ein Akkumulator hat eine Ladung Q = 2300 mAh. Berechne die Anzahl der Elektronen am Minuspol wenn der Akkumulator "voll" ist. (Hilfe: 1 C = 1 As, 1 Ah = 3600 As)

Q = n * e

n = Q / e = 8280 As / 1,602176462 x10^(-19) As

n = 5,16 x 10^22

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrischer Strom **I**	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Aufgabenstellung:
Suchen Sie im Fachbuch das Kapitel "Elektrischer Strom".
Lesen Sie zunächst die Fragen durch. Beantworten Sie mit Hilfe des Buches die folgenden Fragen in Partnerarbeit.

1. Warum bewegen sich die Elektronen vom Minuspol zum Pluspol der Batterie?
(s.nebenstehendes Bild)

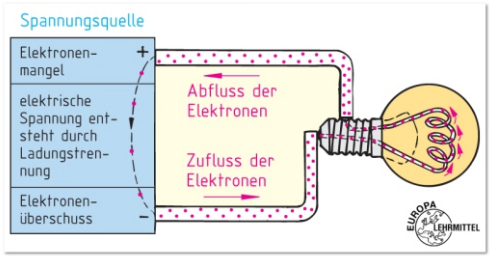


Bild1: Elektronenbewegung im Stromkreis

2. Vervollständigen Sie den folgenden Satz:

Der ***elektrische Strom*** in einem metallischen Leiter ist

3. Geben Sie
a.) **Formelzeichen**: ☐ b.) **Einheitenname**: ☐ c:) **Einheit**: ☐

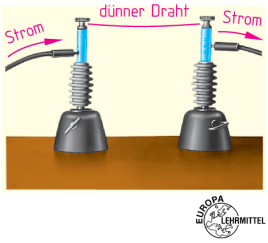
der **elektrischen Stromstärke** an.

4. Nennen Sie einige Betriebsmittel/ Anlagen und ihre typischen Stromstärken.
z.B. Taschenrechner = 100 µA

5. Wie ist die **technische Stromrichtung** definiert?

6. a.) Zeichnen Sie sauber mit **Bleistift** normgerecht einen Stromkreis bestehend aus einer 12V-Batterie, 12V-Glühlampe und einem Strommesser.
b.) Geben Sie in dem Schaltbild mit einem *farbigen roten Stift* die **technische Stromrichtung** an
(Die technische Stromrichtung I wird in Schaltbildern als Pfeil auf/ oder über der Leitung dargestellt)
c.) Zeichnen Sie die Spannungspfeile für die Batterie und die Glühlampe (mit grünen Stift) ein.

7. Strom kann man nur an seinen Wirkungen erkennen.
Nennen Sie fünf Wirkungen des elektrischen Stromes.
Geben Sie jeweils ein Anwendungsbeispiel an.



---

8. Welche Stromwirkung tritt bei elektrischen Verbrauchern meist als unerwünschte Nebenwirkung auf?
Geben Sie ein Beispiel an.

---

9. Bild 2 zeigt den Aufbau eines metallischen Leiters in sehr starker Vergrößerung.Beschriften Sie das Bild.

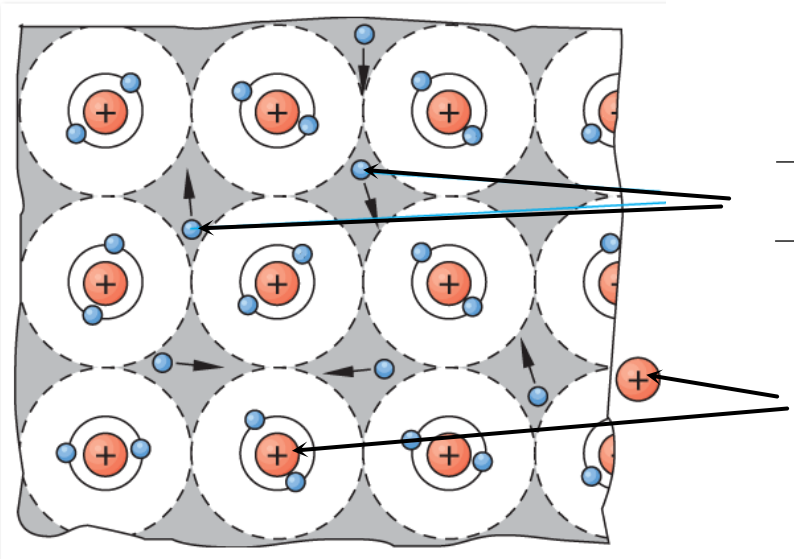


Bild 2: Freie Elektronen und positive Atomrümpfe eines metallischen Leiters

10. Erläutern Sie anhand Bild 2 das Entstehen frei beweglicher Elektronen in einem metallischen Leiter. (siehe Kapitel Elektrischer Strom in Metallen)

---

11. Warum leiten Metalle - z.B. Kupfer - den elektrischen Strom besonders gut?

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrischer Strom **I**	Datum: Name: Note: / Klasse:

Aufgabenstellung:
Suchen Sie im Fachbuch das Kapitel "Elektrischer Strom".
Lesen Sie zunächst die Fragen durch. Beantworten Sie mit Hilfe des Buches die folgenden Fragen in Partnerarbeit.

1. Warum bewegen sich die Elektronen vom Minuspol zum Pluspol der Batterie?
(s.nebenstehendes Bild)

Weil am Minuspol der Batterie ein Elektronenüberschuss ist

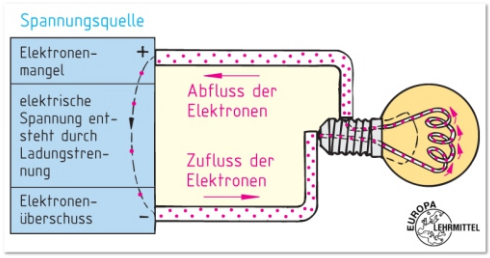


Bild1: Elektronenbewegung im Stromkreis

2. Vervollständigen Sie den folgenden Satz:

Der ***elektrische Strom*** in einem metallischen Leiter ist
die gerichtete Bewegung von freien Elektronen.

3. Geben Sie
a.) **Formelzeichen**: **I** b.) **Einheitenname**: **Ampere** c:) **Einheit**: **A**
der **elektrischen Stromstärke** an.

4. Nennen Sie einige Betriebsmittel/ Anlagen und ihre typischen Stromstärken.
z.B. Taschenrechner = 100 µA

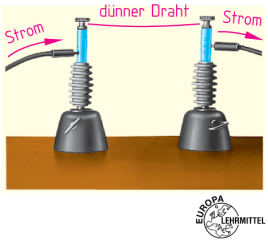
60W-Glühlampe: 260 mA
Bügeleisen: 4,35 A
Straßenbahnmotor: 300 A

5. Wie ist die **technische Stromrichtung** definiert?

Außerhalb des Spannungserzeugers (z.B. bei einer Batterie) fließt der Strom vom Pluspol (+) zum Minuspol (-)

6. a.) Zeichnen Sie sauber mit **Bleistift** normgerecht einen Stromkreis bestehend aus einer 12V-Batterie, 12V-Glühlampe und einem Strommesser.
b.) Geben Sie in dem Schaltbild mit einem *farbigen roten Stift* die **technische Stromrichtung** an
(Die technische Stromrichtung I wird in Schaltbildern als Pfeil auf/ oder über der Leitung dargestellt)
c.) Zeichnen Sie die Spannungspfeile für die Batterie und die Glühlampe (mit grünen Stift) ein.

7. Strom kann man nur an seinen Wirkungen erkennen.
Nennen Sie fünf Wirkungen des elektrischen Stromes.
Geben Sie jeweils ein Anwendungsbeispiel an.



Wärmewirkung - Bügeleisen, Lötkolben
Lichtwirkung - Glühampe, Leuchtdiode
Magnetische Wirkung - Elektromotor bzw. Generator, Klingel, Schütze, Fahrraddynamo (Generator)
Chemische Wirkung - Akku, Batterie, Elektrolyse,
Physiologische Wirkung - Weidezäune, Medizinische Geräte

---

8. Welche Stromwirkung tritt bei elektrischen Verbrauchern meist als unerwünschte Nebenwirkung auf?
Geben Sie ein Beispiel an.

Unerwünscht ist meistens die Wärmewirkung: z.B. bei einem Elektromotor oder PC, Glühlampe, Fernseher

---

9. Bild 2 zeigt den Aufbau eines metallischen Leiters in sehr starker Vergrößerung.Beschriften Sie das Bild.

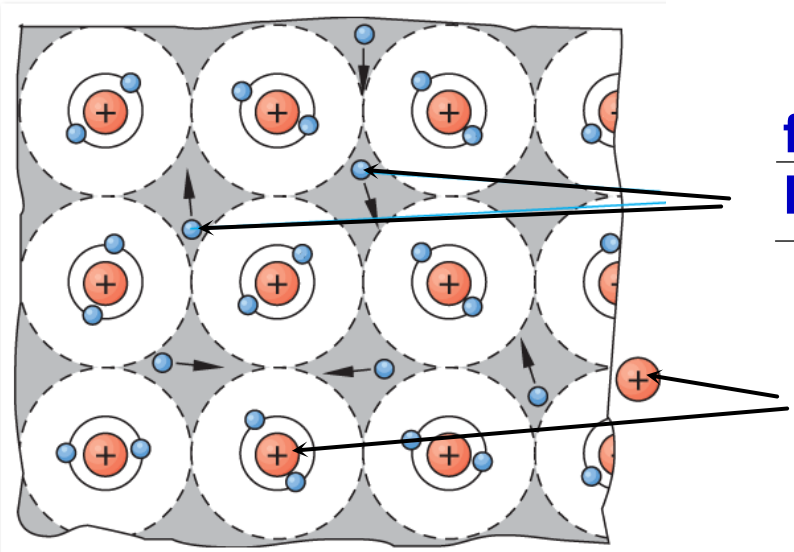


Bild 2: Freie Elektronen und positive Atomrümpfe eines metallischen Leiters

frei bewegliche Elektronen

unbewegliche positive Atomkerne

(wird auch positives Ion genannt)

10. Erläutern Sie anhand Bild 2 das Entstehen frei beweglicher Elektronen in einem metallischen Leiter. (siehe Kapitel Elektrischer Strom in Metallen)

In Metallen sind die Atome so dicht aneinander gelagert, dass ein Elektron auf der Außenschale eines Atoms in den Anziehungsbereich des Kernes eines Nachbaratoms geraten kann. Dieses Elektron wird dann von beiden Atomkernen gleich stark angezogen und kann sich von beiden Atomen entfernen und frei innerhalb des Metalls bewegen.

---

11. Warum leiten Metalle - z.B. Kupfer - den elektrischen Strom besonders gut?

Weil in Metallen sehr viele freie Elektronen vorhanden sind.

Erstprüfung nach DIN VDE 0100-600
(Fachkundebuch, S. 366)

Ablauf:

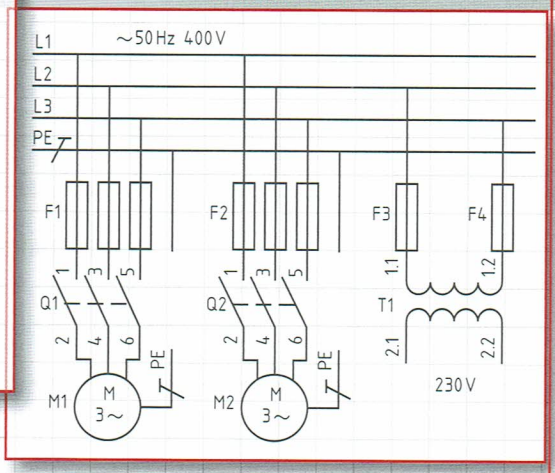
- Besichtigung
  - Isolation in Ordnung?
  - Kupfer sichtbar? (direktes Berühren)
  - Querschnitte richtig gewählt?
  - Fehler bei der Leitungsverlegung/Aderführung sichtbar?
  - einheitliche und korrekte Biegeradien?
  - Schellenanordnung (sinvoll, symmetrisch)?
  - Einführung gleichmäßig (ca. 1cm)?
  - Abmantelung sauber/gerade?
  - Mantelfutter entfernt?
- Messen
  - Durchgängigkeit / Niederohmigkeit des PE!!!
    < 1 Ohm (ungefährer Richtwert)
    schlechtester Wert ins Protokoll!
  - R Iso - Messung:
  - Isolationswiderstand zwischen allen Adern/ Leitern!!!
    1-Phasen AC: 3 Messungen
    L-PE, L-N, N-PE

- R-Iso:
  - 3-Phasen AC (Drehstrom): 10 Messungen
  - Mindestwert = 10 M Ohm
  Praxis: > Messbereichsgrenze des Messgeräts
  - Mesgerät testen! -> Kurzschlussmessung + offene Klemmen
  - Messung mit z.B. 500 V DC -> alle Abdeckungen anbauen!!!
  - In Ausnahmefällen mit 250 V DC messen!
- Polaritätsprüfung
- Schleifenimpedanz (wird in der Prüfung drauf verzichtet)
- Schutzeinrichtungen: RCD
  RCD - Auslösestrom & -zeit
- Erproben
  z.B. RCD-Prüftaste, Schalteinrichtungen, Steuerstromkreise usw.
- Dokumentieren

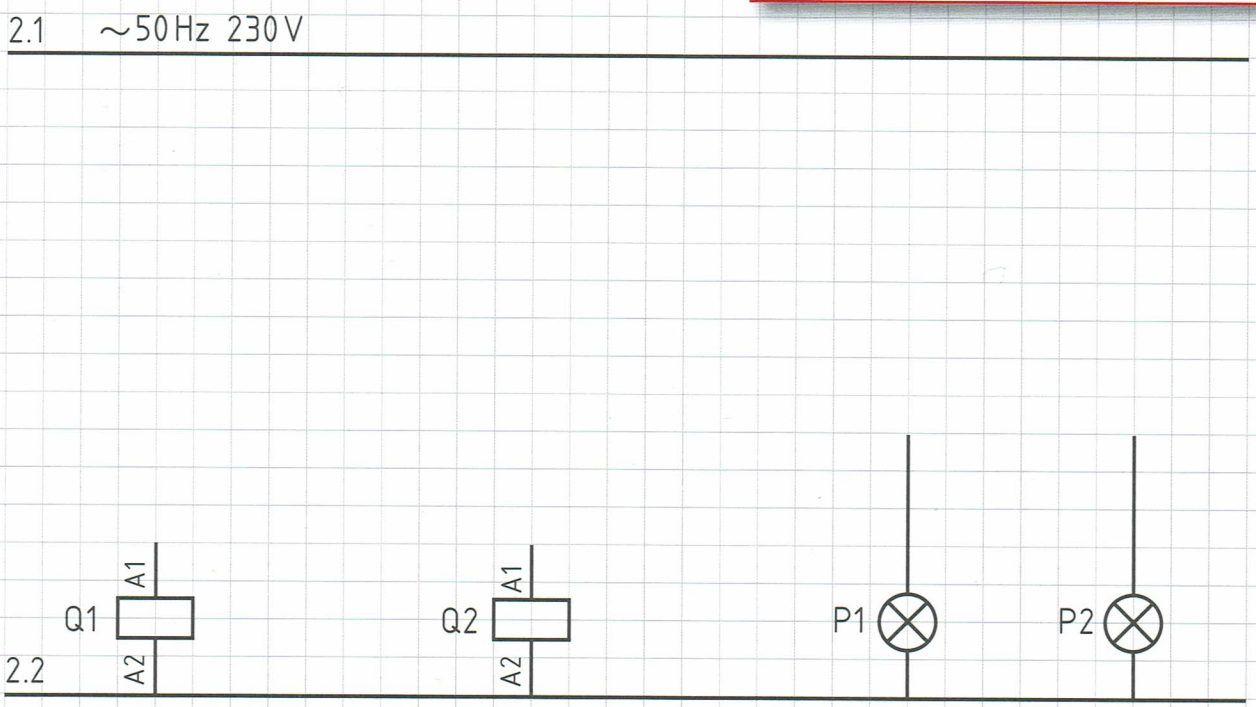
3.8 Folgesteuerung 1
(sequential control, part 1)

Zwei Motoren M1 und M2 eines Montagebandes werden über die Schütze Q1 und Q2 gesteuert. Die Überstromrelais sind nicht dargestellt. Die Steuerspannung für Q1 und Q2 wird einem Steuertransformator T1 entnommen.
Bei Betätigung des Tasters S2 zieht das Schütz Q1 an und hält sich selbst. Bei eingeschaltetem Schütz Q1 kann das Schütz Q2 mittels des Tasters S3 eingeschaltet werden. Es hält sich ebenfalls selbst. Beide Schütze können durch den Taster S1 ausgeschaltet werden. Zur optischen Wahrnehmung leuchtet bei eingeschaltetem Schütz Q1 der Leuchtmelder P1, bei eingeschaltetem Schütz Q2 der Leuchtmelder P2.

a) Vervollständigen Sie den Stromlaufplan des Steuerstromkreises (Hilfsstromkreis) ohne Überlastrelais.
b) Stellen Sie die Schaltfunktionen y_{Q1} für Q1 und y_{Q2} für Q2 sowie p_1 und p_2 ohne Überlastrelais auf.
c) Vervollständigen Sie die Kontakttabelle für Schütz Q2 (nur belegte Anschlüsse).
d) Vervollständigen Sie das Zeitablaufdiagramm ohne Überstromrelais für die dargestellten Abläufe der Schalterbetätigungen.



a) Stromlaufplan des Steuerstromkreises



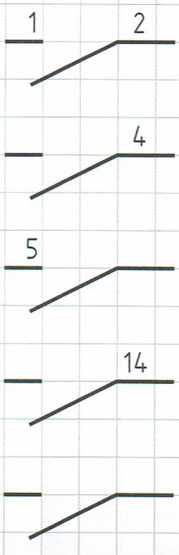
b) Schaltfunktionen

y_{Q1} =

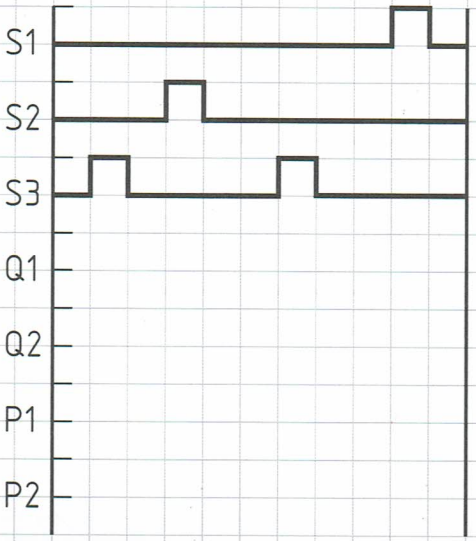
y_{Q2} =

p_1 = p_2 =

c) Kontakttabelle für Q2



d) Zeitablaufdiagramm



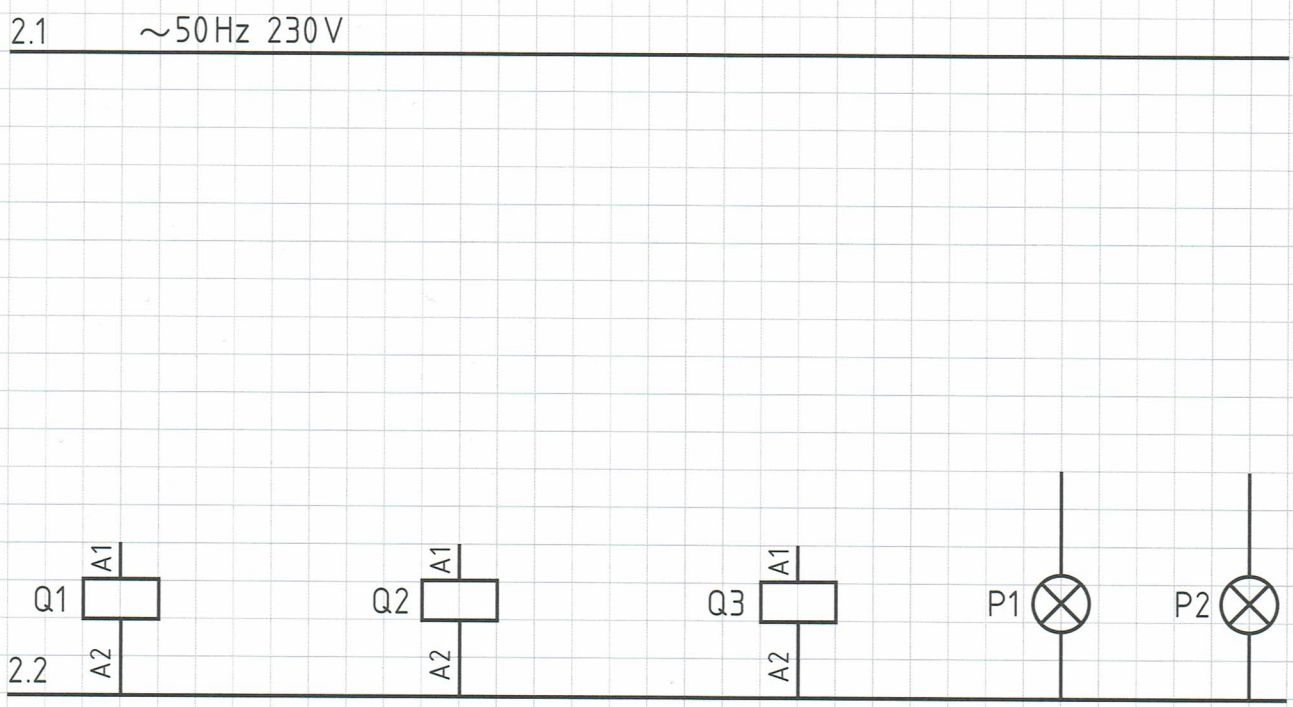
EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

3.9 Folgesteuerung 2
(sequential control, part 2)

Drei Motoren eines Montagebandes werden über Schütze Q1, Q2, Q3 gesteuert. Das Schütz Q1 zieht an, wenn der Taster S2 betätigt wird und hält sich selbst. Bei eingeschaltetem Schütz Q1 kann mittels des Tasters S3 das Schütz Q2 eingeschaltet werden. Q2 hält sich dann selbst. Mit dem Taster S4 kann das Schütz Q3 eingeschaltet werden, wenn das Schütz Q2 nicht eingeschaltet ist. Q3 hält sich ebenfalls selbst. Mit dem Taster S1 können alle Schütze ausgeschaltet werden. Der Leuchtmelder P1 leuchtet bei eingeschaltetem Schütz Q1. Der Leuchtmelder P2 leuchtet auf, wenn das Schütz Q2 eingeschaltet werden kann. Die Überlastrelais sind nicht dargestellt und bleiben unberücksichtigt. **a)** Vervollständigen Sie den Stromlaufplan. **b)** Vervollständigen Sie die Schütztabelle. **c)** Stellen Sie die Schaltfunktionen y_{Q1} für Q1, y_{Q2} für Q2, y_{Q3} für Q3 sowie diejenigen für p_1 und p_2 auf. **d)** Vervollständigen Sie das Zeitablaufdiagramm, bei dem die Abläufe der Schalterbetätigungen dargestellt sind.

a) Stromlaufplan



b) Schütztabelle

Kurzzeichen	Aufgabe
	Schütz für Hauptantrieb
	Schütz für Folgeantrieb
	Schütz für Antrieb ohne Folgeantrieb

c) Schaltfunktionen

y_{Q1} =

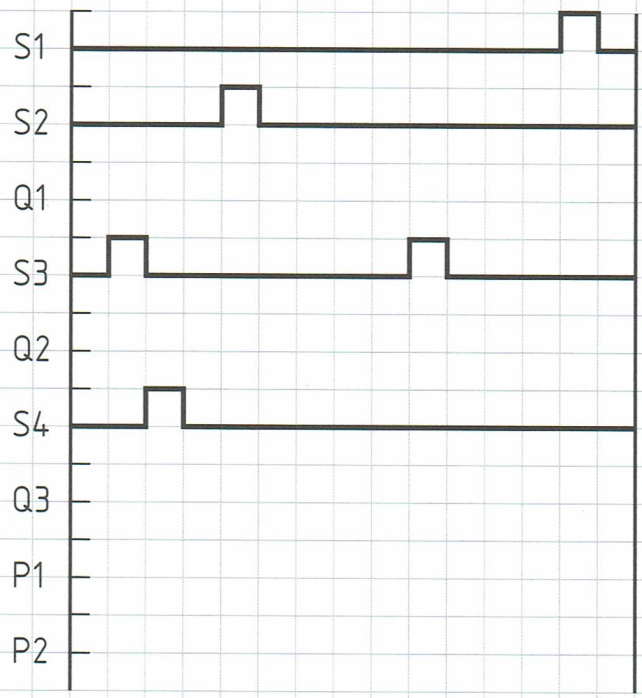
y_{Q2} =

y_{Q3} =

p_1 =

p_2 =

d) Zeitablaufdiagramm



EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

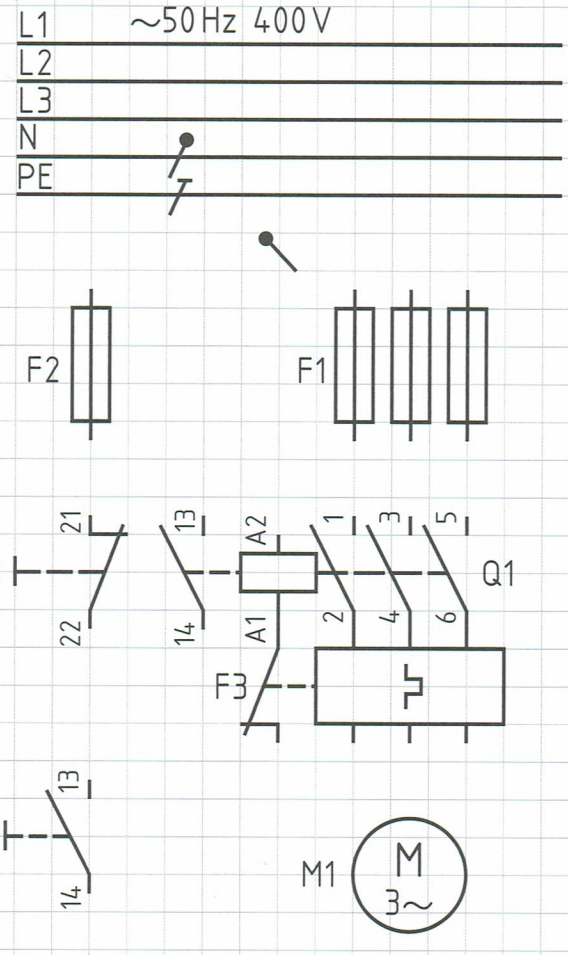
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

3.4 Schützschaltung mit Haltekontakt

(contactor circuit with locking contact)

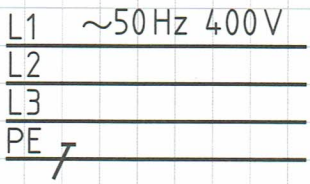
Der Motor eines Montagebandes wird über ein Schütz mit Haltekontakt gesteuert. Vervollständigen Sie **a)** den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung, **b)** den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung für den Hauptstromkreis und Steuerstromkreis, **c)** die Wertetabellen. Stellen Sie **d)** die Schaltfunktionen auf. Ergänzen Sie **e)** das Zeitablaufdiagramm für die dargestellten Abläufe der Schalterbetätigungen.

a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

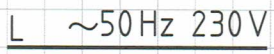


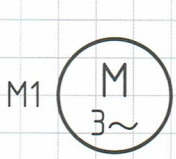
b) Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

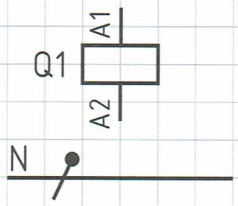
Hauptstromkreis



Steuerstromkreis







c) Wertetabellen

s_1	s_2	q_1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

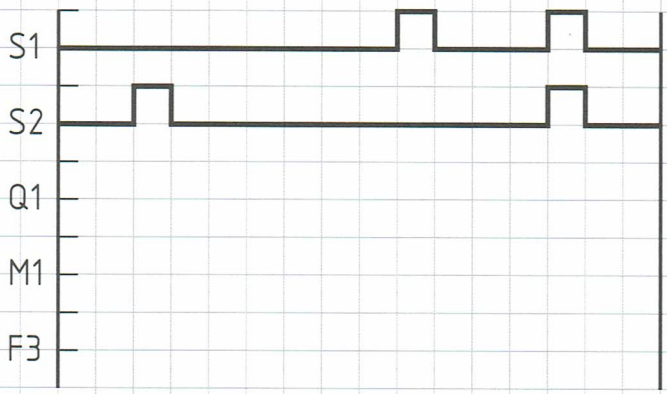
q_1	m_1
0	
1	

d) Schaltfunktionen

$m_1 =$ $\wedge \overline{f_3}$

$y_{Q1} =$ $\wedge \overline{f_3}$

e) Zeitablaufdiagramm



EUROPA LEHRMITTEL	Schule:	Klasse:	Datum:	Gezeichnet:	Geprüft:

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. © 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** LF 1	**Schutzmaßnahmen**

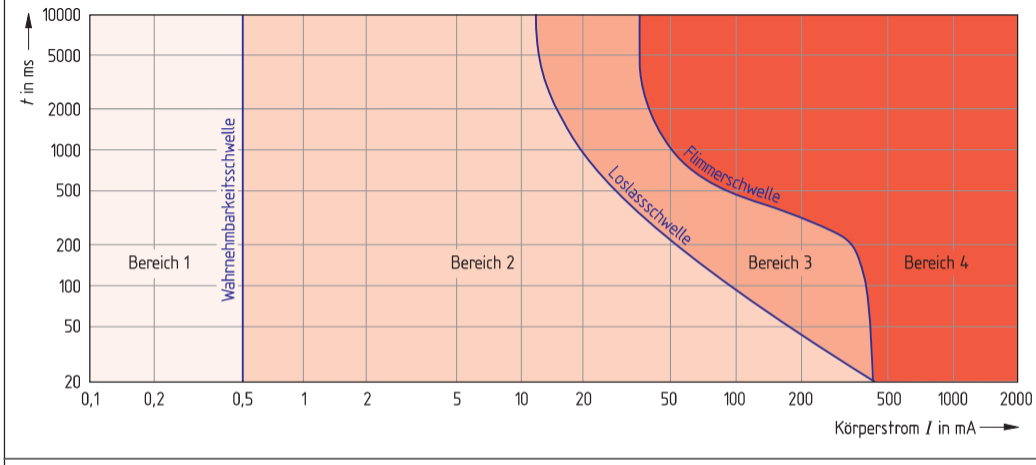
Zielsetzung: Sie kennen wesentliche Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag bei der Arbeit an elektrischen Anlagen.

Szenario:

Im Rahmen Ihrer Ausbildung in der IT-Serviceabteilung eines großen Unternehmens, müssen Sie unter anderem IT-Komponenten reparieren und deren **elektrische Sicherheit** überprüfen. Da Sie bei diesen Arbeiten mit gefährlichen Spannungen in Berührung kommen können, fordert Ihr Betreuer von Ihnen, dass Sie bei der **Arbeit an elektrischen Anlagen und Geräten** die **Schutzmaßnahmen** gegen **elektrischen Schlag** infolge **gefährlicher Berührungsspannungen** unbedingt einhalten müssen.
Um sicherzustellen, dass Sie diesbezüglich über wesentliche Kenntnisse verfügen, bittet Sie Ihr Betreuer, die folgenden Aufgaben zu lösen.

Handlungsaufgaben:

Aufgabe 1: Die Abbildung zeigt die Wirkung des elektrischen Stromes auf erwachsene Personen.



Bereich 1: keine Wahrnehmung durch den Menschen
Bereich 2: leichtes Kribbeln, Krampf, Erschrecken
Bereich 3: starker Muskelkrampf, unregelmäßiger Herzschlag, Verbrennungen
Bereich 4: Herzkammerflimmern, starke Verbrennungen, Herzstillstand und Tod

Quelle: EINS Verlag, IT-Basiswissen Praktische Anwendungen

a) **Geben Sie an**, ab welcher Stromstärke – nach obigem Diagramm – Strom wahrgenommen wird.

Strom wird ab einer Stromstärke von 0,5 mA wahrgenommen.

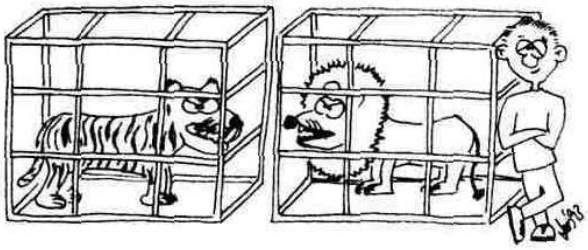
b) Das Erreichen der Bereiche 3 (Loslassschwelle) und 4 (Flimmerschwelle) ist von der Einwirkzeit des Stromes abhängig. **Erläutern Sie** das anhand eines Beispiels (der Grafik).

Grundsätzlich gilt für Stromstärken von 10 mA …500 mA: Je höher der Strom ist, desto früher ist der Bereich 3 erreicht. So wird bei einem Strom von 200 mA schon nach fast 50 ms die Loslassschwelle erreicht, bei einem Strom von 20 mA erst nach 1 s.

c) Ab welcher Stromstärke kann auch eine nur sehr kurze Einwirkzeit tödlich sein?

ab ca. 500 mA

Aufgabe 2: Bevor Sie an einer elektrischen Anlage arbeiten, müssen Sie unter Beachtung der fünf Sicherheitsregeln Spannungsfreiheit herstellen.
Nummerieren Sie die fünf Sicherheitsregeln in die korrekte Reihenfolge.



5

Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken



2

Gegen Widereinschalten sichern



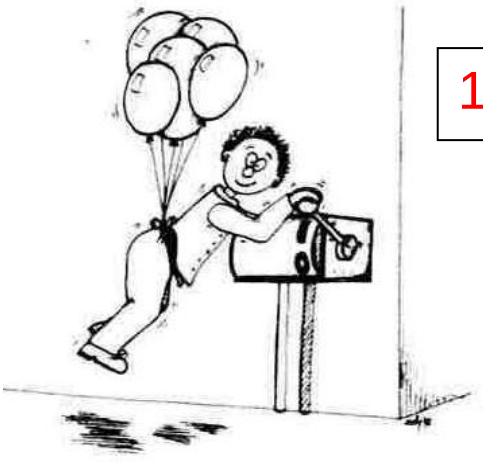
6

Auf jeden Fall nach der Instandsetzung eine Funktionsprüfung vornehmen.



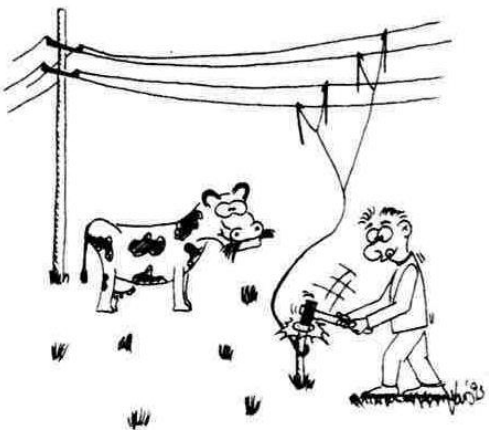
3

Spannungsfreiheit feststellen



1

Freischalten



4

Erden und Kurzschließen

Aufgabe 3: Die Tabelle „Elektrische Fehler“ enthält wesentliche Definitionen von elektrischen Fehlern und zugehörigen Begriffen. Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie den Definitionen die entsprechenden Begriffe zuordnen.

Körperschluss – Berührungsspannung – Körper – aktive Teile – Leiterschluss – Fehlerstrom – Erdschluss – Fehlerspannung – Kurzschluss

Elektrische Fehler	
Begriffe	**Definitionen**
Aktive Teile	leitfähige Teile eines Betriebsmittels, die unter normalen Bedingungen unter Spannung stehen; der Neutralleiter gehört dazu, nicht aber der PEN-Leiter
Körper	berührbare, leitfähige Teile von Betriebsmitteln, die nicht aktive Teile sind, jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen können, z.B. leitfähige Teile am Gehäuse
Kurzschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, ohne dass ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
Leiterschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, wobei ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
Körperschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen aktiven Teilen und dem Körper, z.B. leitfähigen, berührbaren Teilen des Gehäuses
Erdschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen einem Außenleiter oder dem Neutralleiter und der Erde
Fehlerspannung	im Fehlerfall auftretende Spannung zwischen einem Körper, z.B. einem Gehäuse, und der Erde
Berührungsspannung	Der Teil der Fehlerspannung, der von einem Menschen überbrückt werden kann
Fehlerstrom	Der aufgrund eines Fehlers fließende Strom

Aufgabe 4: Geben Sie an, ab welchem Wert elektrische Spannungen für den Menschen gefährlich werden. Unterscheiden Sie dabei zwischen Wechselspannung (AC) und Gleichspannung (DC).

für Menschen gefährliche Spannungen: U > 50 V AC, U > 120 V DC

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** LF 1	**Schutzmaßnahmen**

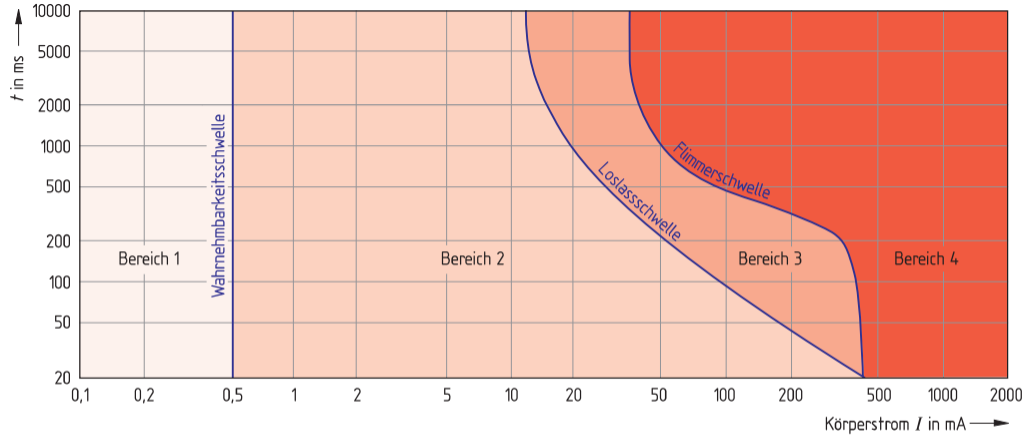
Zielsetzung: Sie kennen wesentliche Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag bei der Arbeit an elektrischen Anlagen.

Szenario:

Im Rahmen Ihrer Ausbildung in der IT-Serviceabteilung eines großen Unternehmens, müssen Sie unter anderem IT-Komponenten reparieren und deren **elektrische Sicherheit** überprüfen. Da Sie bei diesen Arbeiten mit gefährlichen Spannungen in Berührung kommen können, fordert Ihr Betreuer von Ihnen, dass Sie bei der **Arbeit an elektrischen Anlagen und Geräten** die **Schutzmaßnahmen** gegen **elektrischen Schlag** infolge **gefährlicher Berührungsspannungen** unbedingt einhalten müssen.
Um sicherzustellen, dass Sie diesbezüglich über wesentliche Kenntnisse verfügen, bittet Sie Ihr Betreuer, die folgenden Aufgaben zu lösen.

Handlungsaufgaben:

Aufgabe 1: Die Abbildung zeigt die Wirkung des elektrischen Stromes auf erwachsene Personen.



Bereich 1: keine Wahrnehmung durch den Menschen
Bereich 2: leichtes Kribbeln, Krampf, Erschrecken
Bereich 3: starker Muskelkrampf, unregelmäßiger Herzschlag, Verbrennungen
Bereich 4: Herzkammerflimmern, starke Verbrennungen, Herzstillstand und Tod

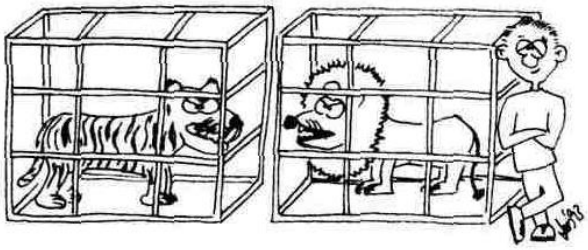
Quelle: EINS Verlag, IT-Basiswissen Praktische Anwendungen

a) **Geben Sie an**, ab welcher Stromstärke – nach obigem Diagramm – Strom wahrgenommen wird.

b) Das Erreichen der Bereiche 3 (Loslassschwelle) und 4 (Flimmerschwelle) ist von der Einwirkzeit des Stromes abhängig. **Erläutern Sie** das anhand eines Beispiels (der Grafik).

c) Ab welcher Stromstärke kann auch eine nur sehr kurze Einwirkzeit tödlich sein?

Aufgabe 2: Bevor Sie an einer elektrischen Anlage arbeiten, müssen Sie unter Beachtung der fünf Sicherheitsregeln Spannungsfreiheit herstellen.
Nummerieren Sie die fünf Sicherheitsregeln in die korrekte Reihenfolge.



Nr.:__

Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken



Nr.:__

Gegen Wiedereinschalten sichern



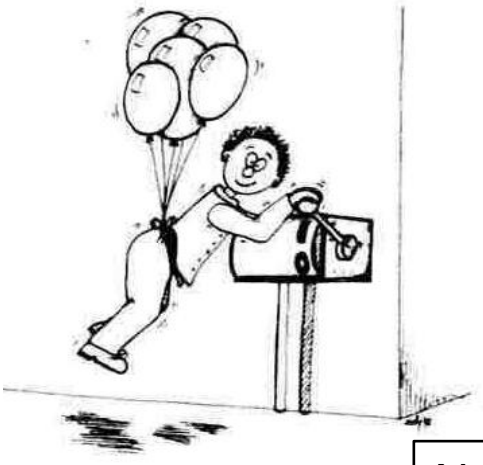
Nr.:__

Auf jeden Fall nach der Instandsetzung eine Funktionsprüfung vornehmen



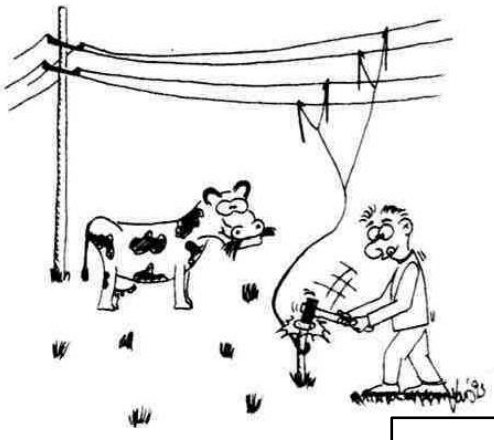
Nr.:__

Spannungsfreiheit feststellen



Nr.:__

Freischalten



Nr.:__

Erden und Kurzschließen

Aufgabe 3: Die Tabelle „Elektrische Fehler“ enthält wesentliche Definitionen von elektrischen Fehlern und zugehörigen Begriffen. Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie den Definitionen die entsprechenden Begriffe zuordnen.

Körperschluss – Berührungsspannung – Körper – aktive Teile – Leiterschluss – Fehlerstrom – Erdschluss – Fehlerspannung – Kurzschluss

Elektrische Fehler	
Begriffe	**Definitionen**
	leitfähige Teile eines Betriebsmittels, die unter normalen Bedingungen unter Spannung stehen; der Neutralleiter gehört dazu, nicht aber der PEN-Leiter
	berührbare, leitfähige Teile von Betriebsmitteln, die nicht aktive Teile sind, jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen können, z.B. leitfähige Teile am Gehäuse
	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, ohne dass ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, wobei ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
	fehlerhafte Verbindung zwischen aktiven Teilen und dem Körper, z.B. leitfähigen, berührbaren Teilen des Gehäuses
	fehlerhafte Verbindung zwischen einem Außenleiter oder dem Neutralleiter und der Erde
	im Fehlerfall auftretende Spannung zwischen einem Körper, z.B. einem Gehäuse, und der Erde
	Der Teil der Fehlerspannung, der von einem Menschen überbrückt werden kann
	Der aufgrund eines Fehlers fließende Strom

Aufgabe 4: Geben Sie an, ab welchem Wert elektrische Spannungen für den Menschen gefährlich werden. Unterscheiden Sie dabei zwischen Wechselspannung (AC) und Gleichspannung (DC).

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	1. Mathematische Grundlagen Größengleichungen umstellen	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Eine Zahlengleichung liegt dann vor, wenn beide Seiten der Gleichung die gleichen Werte haben:

Beispiele: $4+2=6$ $\quad -4+2=2$ $\qquad 4\cdot 2=8$ $\quad -4\cdot 2=-8$ $\qquad 4:2=2$ $\quad -4:2=-2$ $\qquad 4^2=16$ $\qquad \sqrt{16}=4$

In der Physik bestehen Größengleichungen oft aus "Variablen" [Bsp.: a, c, R, U, I], die den mathematischen Zusammenhang einer physikalischen Größe zeigen. z.B. **Q = I . t**

Die Gleichung $\boxed{c = \frac{a}{b}}$ soll nach a und nach b umgestellt werden.

$c = \frac{a}{b} \;/\cdot b \quad \Rightarrow \quad c \cdot b = \frac{a \cdot b}{b} \quad \Rightarrow \quad \boxed{a = c \cdot b} \quad \Rightarrow$

$a = c \cdot b \;/: c \quad \Rightarrow \quad \frac{a}{c} = \frac{c \cdot b}{c} \quad \Rightarrow \quad \boxed{b = \frac{a}{c}}$

Die Gleichung $\boxed{z = \frac{x^2}{y}}$ soll nach x umgestellt werden.

$z = \frac{x^2}{y} \;/\cdot y \quad \Rightarrow \quad z \cdot y = \frac{x^2 \cdot y}{y} \quad \Rightarrow \quad x^2 = z \cdot y \quad \Rightarrow$

$x^2 = z \cdot y \;/\sqrt{\;} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{x^2} = \sqrt{z \cdot y} \quad \Rightarrow \quad \boxed{x = \sqrt{z \cdot y}}$

Die Gleichung $\boxed{d = e^2 \cdot f}$ soll nach e umgestellt werden.

$d = e^2 \cdot f \;/: f \quad \Rightarrow \quad e^2 = \frac{d}{f} \;/\sqrt{\;} \quad \Rightarrow$

$\sqrt{e^2} = \sqrt{\frac{d}{f}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{e = \sqrt{\frac{d}{f}}}$

Die Gleichung $\boxed{g = \frac{i}{h + k}}$ soll nach h umgestellt werden.

$g = \frac{i}{h+k} \;/\cdot (h + k) \quad \Rightarrow \quad g\,(h + k) = i \quad \Rightarrow$

$g \cdot h + g \cdot k = i \;/ - g \cdot k \quad \Rightarrow \quad g \cdot h = i - g \cdot k \;/: g \quad \Rightarrow \quad \boxed{h = \frac{i - g \cdot k}{g}}$ oder

$h = \frac{i - g \cdot k}{g} \quad \Rightarrow \quad h = \frac{i}{g} - \frac{g \cdot k}{g} \quad \Rightarrow \quad \boxed{h = \frac{i}{g} - k}$

Aufgabe: Stellen Sie die vorgegebenen Gleichungen nach den Variablen um!
[Führen Sie die Rechnungen ausführlich auf der Rückseite dieses Blattes durch!]

1. $R_1 = \frac{U_1}{I_1} \quad \Rightarrow \quad U_1 = I_1 \cdot R_1 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{U_1}{R_1}$

2. $P_1 = I_1^2 \cdot R_1 \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{P_1}{I_1^2} \quad \Rightarrow \quad I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}}$

3. $P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \quad \Rightarrow \quad U_1 = \sqrt{P_1 \cdot R_1} \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{U_1^2}{P_1}$

4. $I_2 = \frac{U_2}{R_1 + R_2} \quad \Rightarrow \quad U_2 = I_2 \cdot (R_1 + R_2) \quad R_1 = \frac{U_2}{I_2} - R_2 \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2} - R_1$

5. $P_g = \frac{U^2}{R_1 + R_2} \quad \Rightarrow \quad U = \sqrt{P_g \cdot (R_1 + R_2)} \quad R_1 = \frac{U^2}{P_g} - R_2 \quad R_2 = \frac{U^2}{P_g} - R_1$

6. $R_\vartheta = R_{20}\,(1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta) \quad \Rightarrow \quad R_{20} = \frac{R_\vartheta}{(1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta)} \quad \Rightarrow \quad \Delta\vartheta = \frac{\frac{R_\vartheta}{R_{20}} - 1}{\alpha}$

Hinweis: Wenn die gesuchte Variable in der Klammer steht, erst die Klammer auflösen!

Stellen Sie die Gleichungen um!

1.	$R_g = R_1 + R_2$	$R_1 =$	$R_2 =$	
2.	$X_2 = -X_1 + X_g$	$X_1 =$	$X_g =$	
3.	$b_3 = b_1 \cdot b_2$	$b_1 =$	$b_2 =$	
4.	$R_1 = \frac{U_1}{I_1}$	$U_1 =$	$I_1 =$	
5.	$U_2 = I_2 (R_2 + R_3)$	$I_2 =$	$R_2 =$	$R_3 =$
6.	$R_{ges} = \frac{R_5 \cdot R_4}{R_5 + R_4}$	$R_4 =$	$R_5 =$	
7.	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	$\frac{1}{R_1}$	$\frac{1}{R_2}$	
8.	$Z^2 = X^2 + R^2$	$X =$	$R =$	$Z =$

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	1. Mathematische Grundlagen Größengleichungen umstellen	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Eine Zahlengleichung liegt dann vor, wenn beide Seiten der Gleichung die gleichen Werte haben:

Beispiele: $4+2=6$ $\quad -4+2=2$ $\qquad 4\cdot 2=8$ $\quad -4\cdot 2=-8$ $\qquad 4:2=2$ $\quad -4:2=-2$ $\qquad 4^2=16$ $\qquad \sqrt{16}=4$

In der Physik bestehen Größengleichungen oft aus "Variablen" [Bsp.: a, c, R, U, I], die den mathematischen Zusammenhang einer physikalischen Größe zeigen. z.B. **Q = I . t**

Die Gleichung $\boxed{c = \frac{a}{b}}$ soll nach a und nach b umgestellt werden.

$c = \frac{a}{b} \;/\cdot b \quad \Rightarrow \quad c \cdot b = \frac{a \cdot b}{b} \quad \Rightarrow \quad \boxed{a = c \cdot b} \quad \Rightarrow$

$a = c \cdot b \;/: c \quad \Rightarrow \quad \frac{a}{c} = \frac{c \cdot b}{c} \quad \Rightarrow \quad \boxed{b = \frac{a}{c}}$

Die Gleichung $\boxed{z = \frac{x^2}{y}}$ soll nach x umgestellt werden.

$z = \frac{x^2}{y} \;/\cdot y \quad \Rightarrow \quad z \cdot y = \frac{x^2 \cdot y}{y} \quad \Rightarrow \quad x^2 = z \cdot y \quad \Rightarrow$

$x^2 = z \cdot y \;/\sqrt{\;} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{x^2} = \sqrt{z \cdot y} \quad \Rightarrow \quad \boxed{x = \sqrt{z \cdot y}}$

Die Gleichung $\boxed{d = e^2 \cdot f}$ soll nach e umgestellt werden.

$d = e^2 \cdot f \;/: f \quad \Rightarrow \quad e^2 = \frac{d}{f} \;/\sqrt{\;} \quad \Rightarrow$

$\sqrt{e^2} = \sqrt{\frac{d}{f}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{e = \sqrt{\frac{d}{f}}}$

Die Gleichung $\boxed{g = \frac{i}{h + k}}$ soll nach h umgestellt werden.

$g = \frac{i}{h+k} \;/\cdot (h + k) \quad \Rightarrow \quad g\,(h + k) = i \quad \Rightarrow$

$g \cdot h + g \cdot k = i \;/ - g \cdot k \quad \Rightarrow \quad g \cdot h = i - g \cdot k \;/: g \quad \Rightarrow \quad \boxed{h = \frac{i - g \cdot k}{g}}$ oder

$h = \frac{i - g \cdot k}{g} \quad \Rightarrow \quad h = \frac{i}{g} - \frac{g \cdot k}{g} \quad \Rightarrow \quad \boxed{h = \frac{i}{g} - k}$

Aufgabe: Stellen Sie die vorgegebenen Gleichungen nach den Variablen um!
[Führen Sie die Rechnungen ausführlich auf der Rückseite dieses Blattes durch!]

1. $R_1 = \frac{U_1}{I_1} \quad \Rightarrow \quad U_1 = I_1 \cdot R_1 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{U_1}{R_1}$

2. $P_1 = I_1^2 \cdot R_1 \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{P_1}{I_1^2} \quad \Rightarrow \quad I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}}$

3. $P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \quad \Rightarrow \quad U_1 = \sqrt{P_1 \cdot R_1} \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{U_1^2}{P_1}$

4. $I_2 = \frac{U_2}{R_1 + R_2} \quad \Rightarrow \quad U_2 = I_2 \cdot (R_1 + R_2) \quad R_1 = \frac{U_2}{I_2} - R_2 \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2} - R_1$

5. $P_g = \frac{U^2}{R_1 + R_2} \quad \Rightarrow \quad U = \sqrt{P_g \cdot (R_1 + R_2)} \quad R_1 = \frac{U^2}{P_g} - R_2 \quad R_2 = \frac{U^2}{P_g} - R_1$

6. $R_\vartheta = R_{20}\,(1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta) \quad \Rightarrow \quad R_{20} = \frac{R_\vartheta}{(1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta)} \quad \Rightarrow \quad \Delta\vartheta = \frac{\frac{R_\vartheta}{R_{20}} - 1}{\alpha}$

Hinweis: Wenn die gesuchte Variable in der Klammer steht, erst die Klammer auflösen!

Stellen Sie die Gleichungen um!

1. $R_g = R_1 + R_2$ $\quad R_1 = \mathbf{R_g - R_2}$ $\quad R_2 = \mathbf{R_g - R_1}$

2. $X_2 = -X_1 + X_g$ $\quad X_1 = \mathbf{X_g - X_2}$ $\quad X_g = \mathbf{X_1 + X_2}$

3. $b_3 = b_1 \cdot b_2$ $\quad b_1 = \mathbf{\frac{b_3}{b_2}}$ $\quad b_2 = \mathbf{\frac{b_3}{b_1}}$

4. $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ $\quad U_1 = \mathbf{I_1 \cdot R_1}$ $\quad I_1 = \mathbf{\frac{U_1}{R_1}}$

5. $U_2 = I_2 (R_2 + R_3)$ $\quad I_2 = \mathbf{\frac{U_2}{R_1 + R_2}}$ $\quad R_2 = \mathbf{\frac{U_2}{I_2} - R_3}$ $\quad R_3 = \mathbf{\frac{U_2}{I_2} - R_2}$

6. $R_{ges} = \frac{R_5 \cdot R_4}{R_5 + R_4}$ $\quad R_4 = \mathbf{\frac{R_{ges} \cdot R_5}{R_5 - R_{ges}}}$ $\quad R_5 = \mathbf{\frac{R_{ges} \cdot R_4}{R_4 - R_{ges}}}$

7. $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ $\quad \frac{1}{R_1} = \mathbf{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_2}}$ $\quad \frac{1}{R_2} = \mathbf{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}}$

8. $Z^2 = X^2 + R^2$ $\quad X = \mathbf{\sqrt{Z^2 - R^2}}$ $\quad R = \mathbf{\sqrt{Z^2 - X^2}}$ $\quad Z = \mathbf{\sqrt{X^2 + R^2}}$

STAATLICHE TECHNIKERSCHULE STB BERLIN	Aufgaben zur eigenen Standortbestimmung im Fach **Mathematik**	**S T B** **206-00-2**

Name:

Aufgabenblock 1: Die Grundrechenarten, Vorzeichen und Klammern

(1) $15 + (-10) =$

(2) $-7 - 8 =$

(3) $34 - (-45) =$

(4) $-23 - (-25) =$

(5) $-56 + 67 =$

(6) $2a + 6a =$

(7) $-5x + (3x - 2y) =$

(8) $4ab + 2a - 3b =$

(9) $5g - 7h - (3g + 2h) =$

(10) $-(2ab - 3ac) + (-2ca + 3ba) =$

(11) $2x - \{1 - (2 - x)\} =$

(12) $(-6a) \cdot 4b \cdot (-5b) =$

(13) $(-20n) \cdot 25u + 2(-8u) \cdot (-5n) \cdot (-3) =$

(14) $6b(1 - 3a) - 2a(2 - 9b) =$

(15) $15v(2w + 3(12 - 15w) - 12) =$

(16) $(2a + 4b)(3a - 5b) =$

(17) $(-5c + 1)(2 + (-3c - 4)) =$

(18) $(3x + 2y)^2 =$

(19) $(1 - 25s)^2 =$

(20) $(3r - 2k)^3 =$

(21) $(4h + 7j)(4h - 7j) =$

(22) $6(2 - 5g)^2 =$

(23) $(7v - 6w)(v + 3w)^2 =$

(24) $(3 - 2x)^2 \cdot (2x + 3)^2 =$

Freie Lernmittel – Nur für Unterrichtszwecke – Alle Rechte vorbehalten – Bearbeiter: Mees / 05.01.21

Serienschaltung

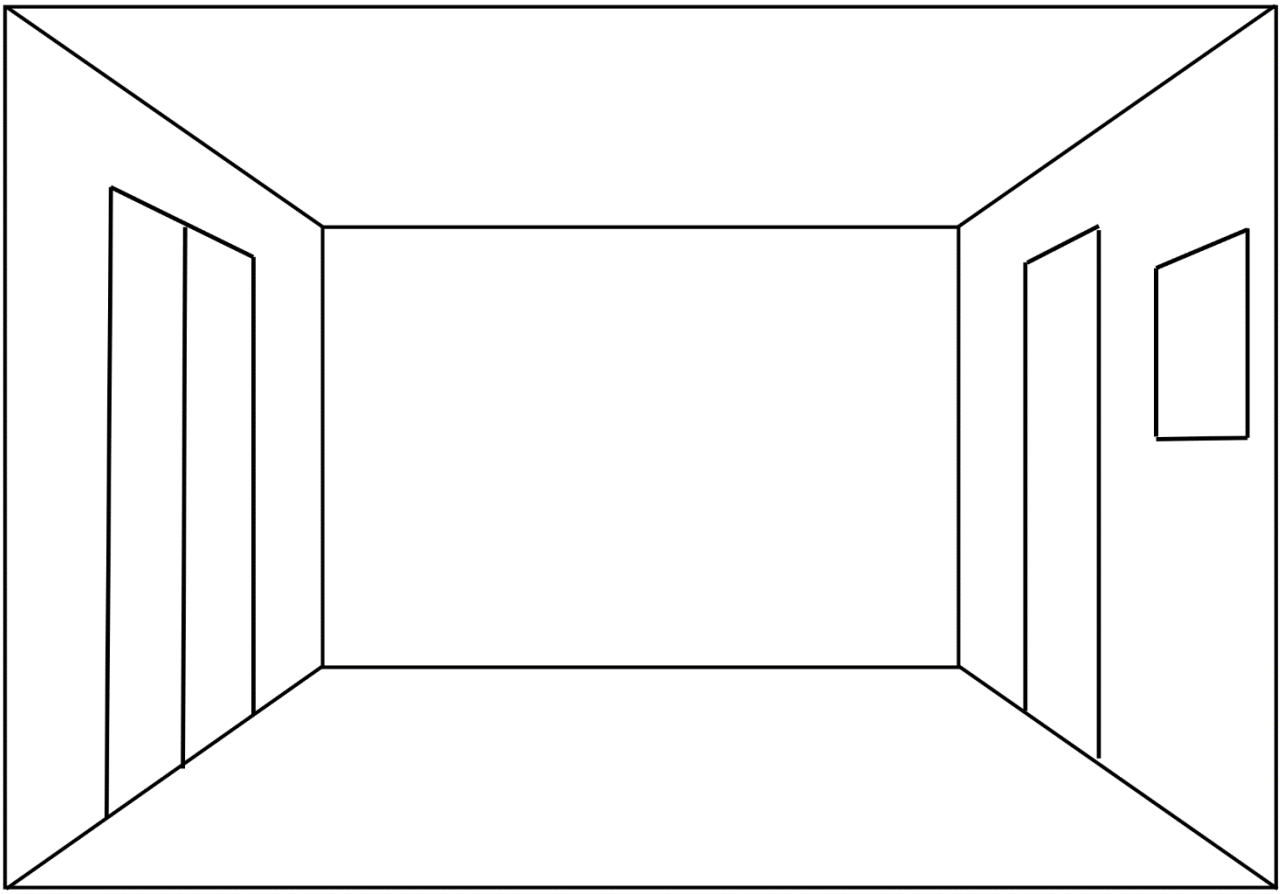
Aufgabe 1: Merksätze

a. **Beschreiben** Sie den Anwendungszweck eines Gruppenschalters.

b. **Nennen** Sie den Vorteil eines Gruppenschalters im Vergleich zu zwei Ausschaltern.

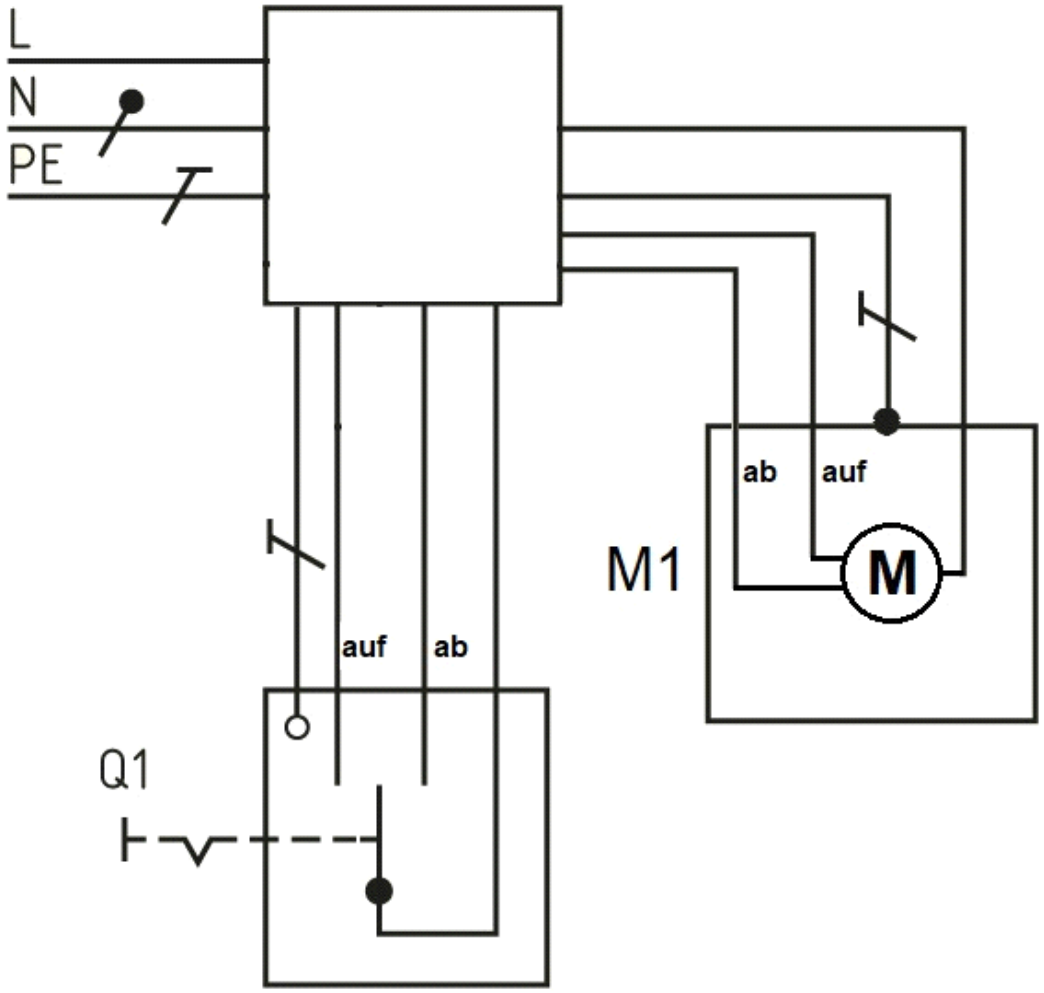
Aufgabe 2: Verteilerdose verdrahten

Kennzeichnen Sie die Installationszonen in dem vorliegenden Raum.



Aufgabe 3: Stromlaufplan vervollständigen

a) **Vervollständigen Sie** die den zusammenhängenden Stromlaufplan des Gruppenschalters für die Ansteuerung eines Jalousiemotors.
b) **Zeichnen** Sie den Strompfad für den Fall, dass die Jalousie "hoch" bzw. "auf" fährt.



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	Lernfeld 1, 2	Reale Spannungsquellen Innenwiderstand und Kurzschlussstrom	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

1) Beispiel Klingeltrafo:

Klingelanlage:
Klingeltrafo, beleuchtetes Klingelschild, Taster, Klingel

Spannung, wenn nur Klingelschildbeleuchtung an: 11,5V

Spannung, wenn auch Klingel klingelt: 8,3V,
dabei fließt über Klingel ein Strom I=250mA

a) Schaltung entwickeln,

b) Innenwiderstand des Trafos berechnen

Beispiel Hausversorgung Lichtstromkreis:

Lichtstromkreise dürfen wegen des maximalen Schaltstromes eines Lichtschalters nur mit 10A abgesichert werden. Zum Einsatz kommt ein Leitungsschutzschalter mit der Charakteristik B-10.

Spannung: 230V
Spannung bei Belastung von 10A = 220V

a) Innenwiderstand der Spannungsquelle berechnen

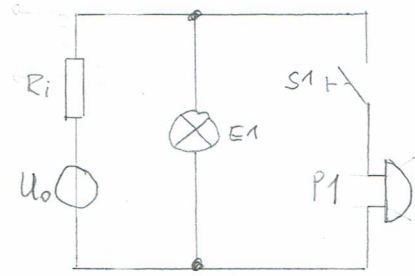
b) Kurzschlussstrom berechnen

c) Auslöseverhalten LS-Schalter beurteilen

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	Lernfeld 1, 2	Reale Spannungsquellen Innenwiderstand und Kurzschlussstrom	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

1) Beispiel Klingeltrafo:

Klingelanlage:
Klingeltrafo, beleuchtetes Klingelschild, Taster, Klingel



Spannung, wenn nur Klingelschildbeleuchtung an: 11,5V

Spannung, wenn auch Klingel klingelt: 8,3V,
dabei fließt über Klingel ein Strom I=250mA

a) Schaltung entwickeln,

b) Innenwiderstand des Trafos berechnen

geg: $U_{E1} = 11,5V$
$U_{E1+Kl} = 8,3V$
$I_{Kl} = 250mA$

ges: R_i

Lösung:

$\Delta U = U_{E1} - U_{E1+Kl} = 11,5V - 8,3V$
$\Delta U = 3,2V$

$\Delta I = I_{Kl} - I_{Leerlauf} = 250mA - 0mA$
$\Delta I = 250mA$

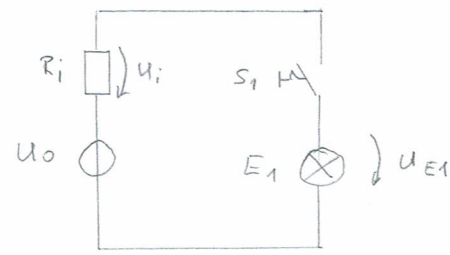
$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{3,2V}{250mA}$

$R_i = 12,8\Omega$

Beispiel Hausversorgung Lichtstromkreis:

Lichtstromkreise dürfen wegen des maximalen Schaltstromes eines Lichtschalters nur mit 10A abgesichert werden. Zum Einsatz kommt ein Leitungsschutzschalter mit der Charakteristik B-10.

Spannung: 230V
Spannung bei Belastung von 10A = 220V



a) Innenwiderstand der Spannungsquelle berechnen

b) Kurzschlussstrom berechnen

c) Auslöseverhalten LS-Schalter beurteilen

geg: $U_0 = 230V$
$U_{E1} = 220V$
$I = 10A$

ges: a) R_i
b) I_k

Lösung:

$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_0 - U_{E1}}{I_{E1} - I_{Leerlauf}} = \frac{230V - 220V}{10A - 0A}$

$R_i = 1\Omega$

$I = \frac{U_0}{R_i} = \frac{230V}{1\Omega}$

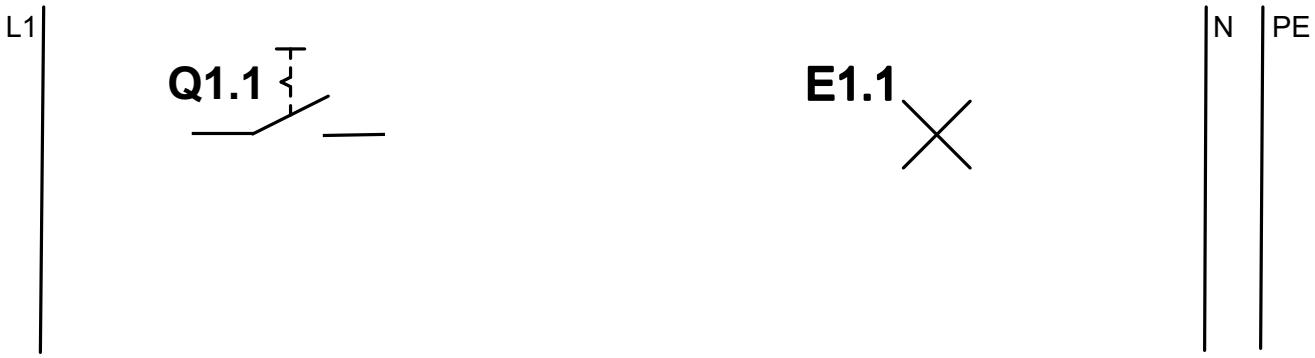
$I = 230A$

28.02.2022; C. Treschau

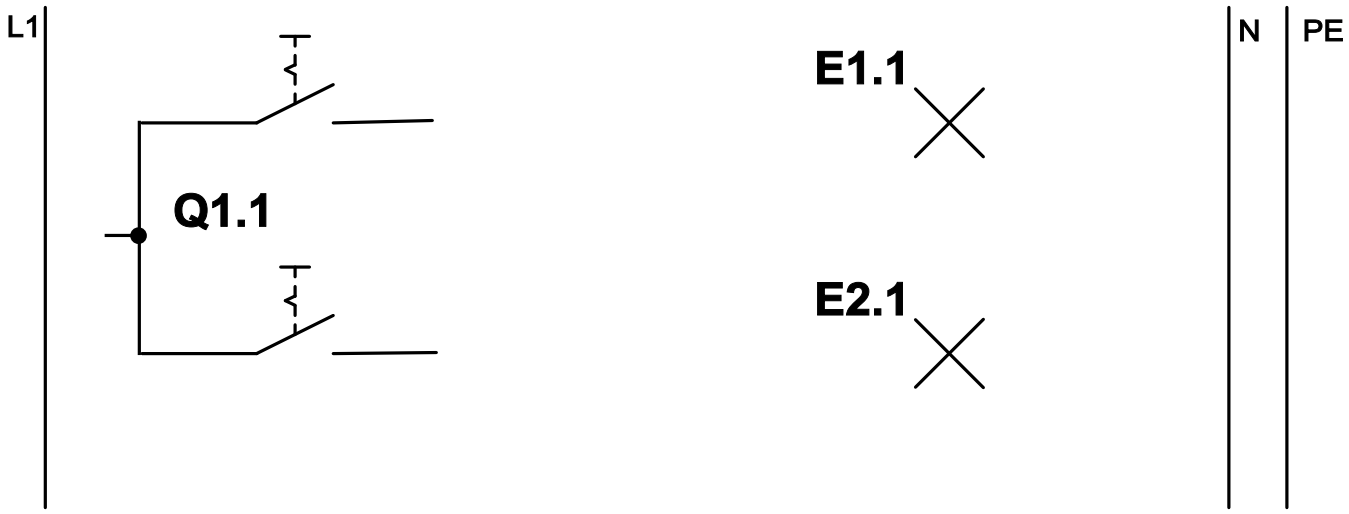
Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 2	2. Installationsschaltungen Installationsschaltungen vergleichen	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Stromlaufpläne in aufgelöster Darstellung - einfache, geradlinige Darstellung der Funktion

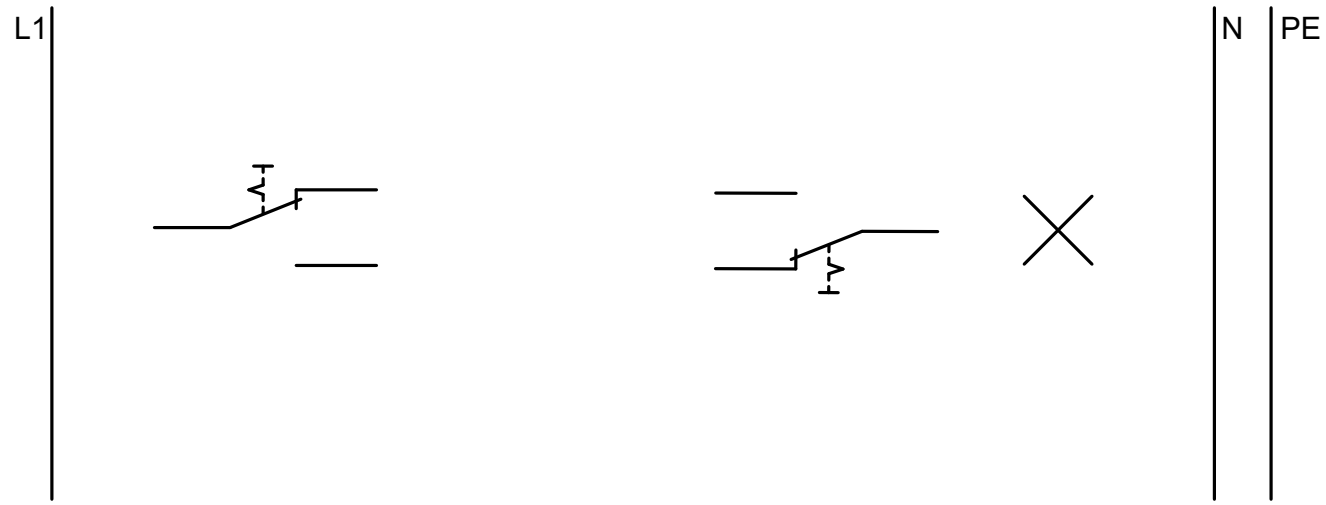
1. Ausschaltung - eine Schaltstelle/ eine Schaltmöglichkeit



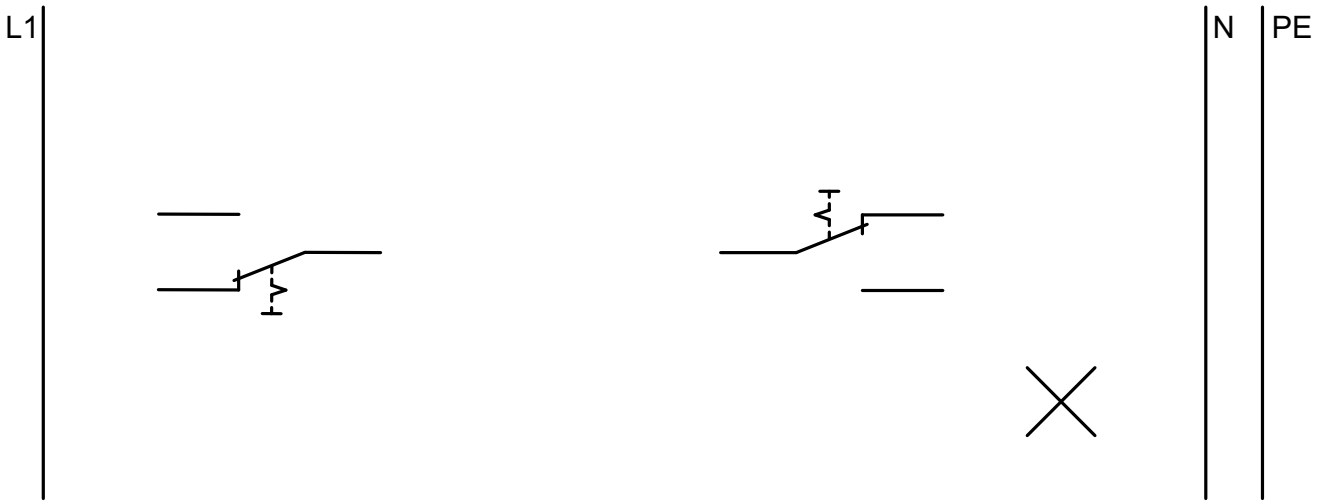
2. Serienschaltung - eine Schaltstelle/ zwei Schaltmöglichkeiten in einem Schalter



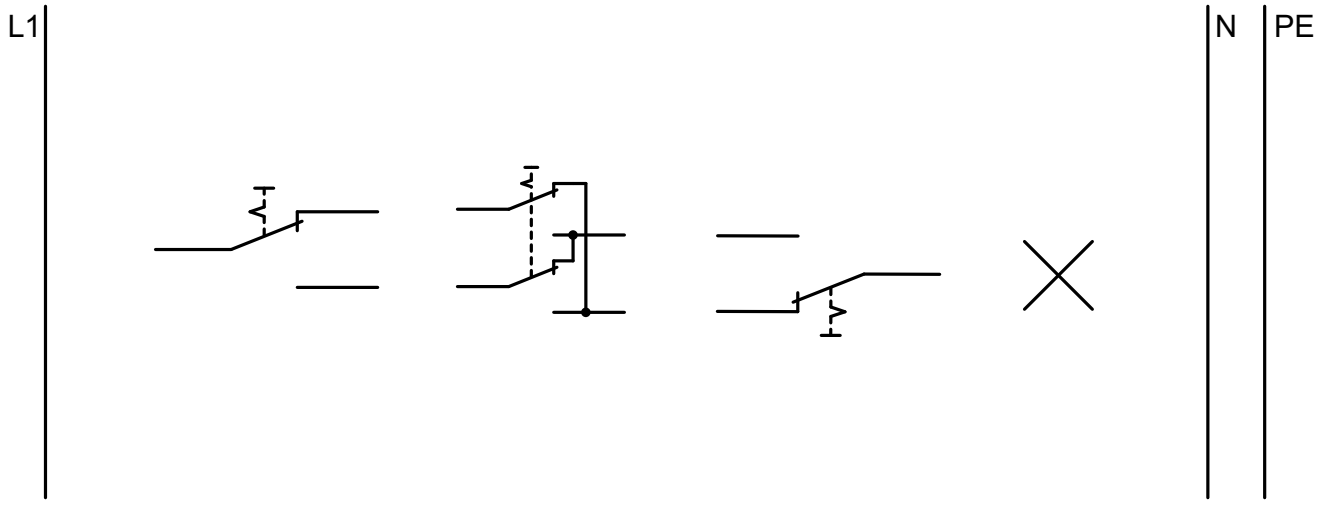
3. Wechselschaltung - zwei Schaltstellen



4. Sparwechselschaltung - zwei Schaltstellen



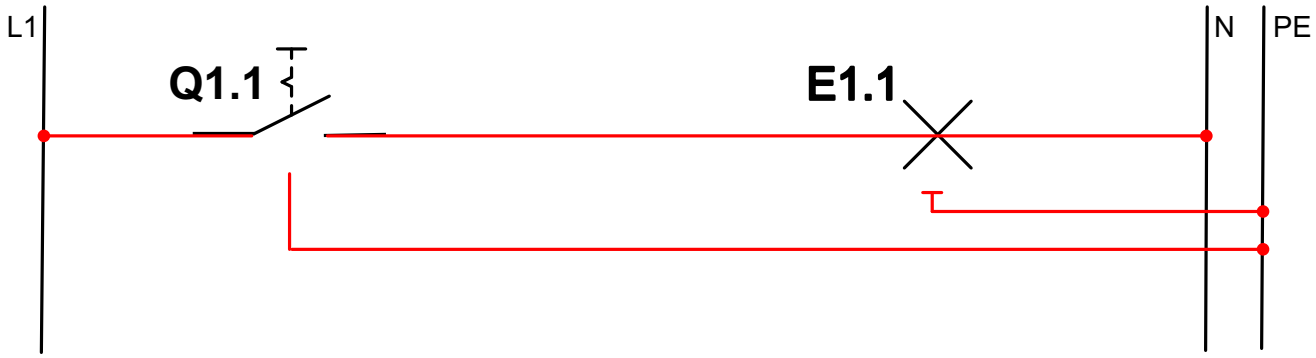
5. Kreuzschaltung - drei Schaltstellen



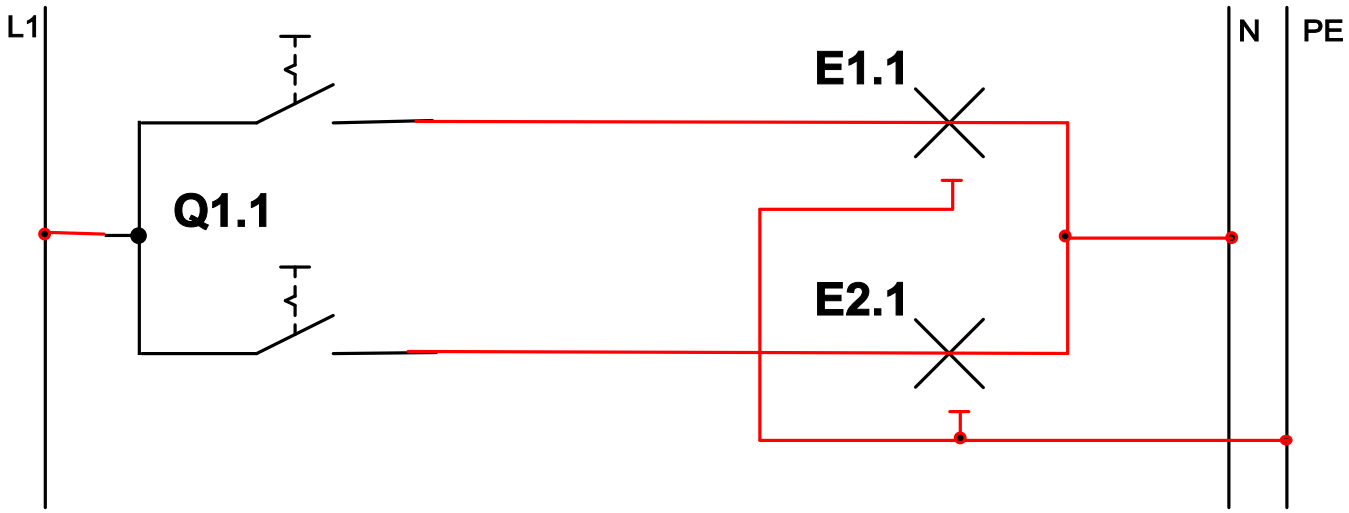
Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 2	2. Installationsschaltungen Installationsschaltungen vergleichen	Datum: Name: Note: / Klasse:

Stromlaufpläne in aufgelöster Darstellung - einfache, geradlinige Darstellung der Funktion

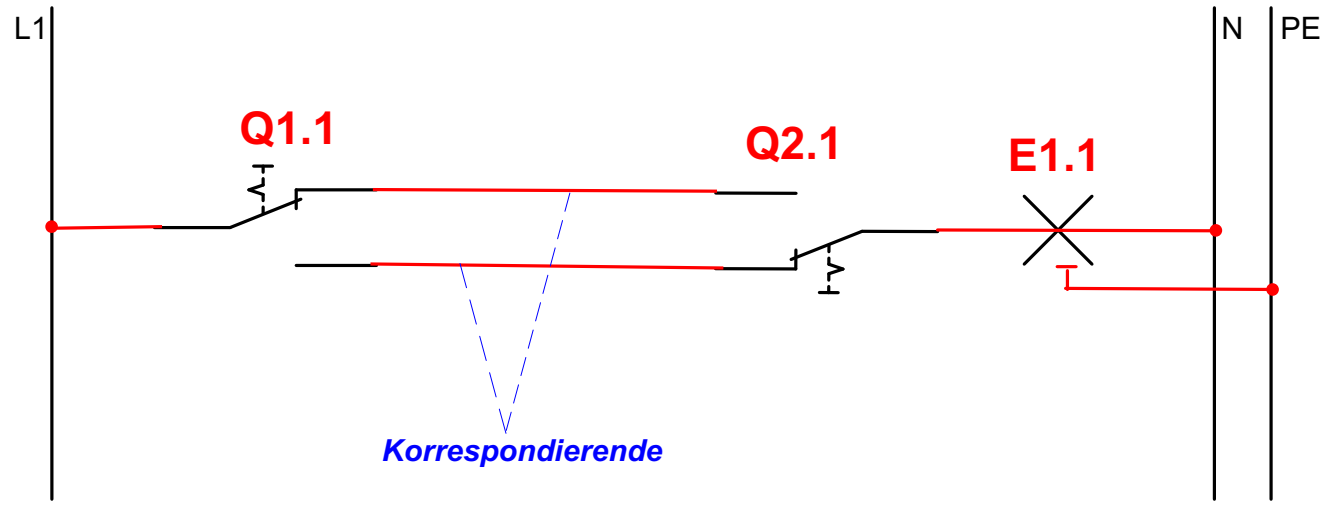
1. Ausschaltung - eine Schaltstelle/ eine Schaltmöglichkeit



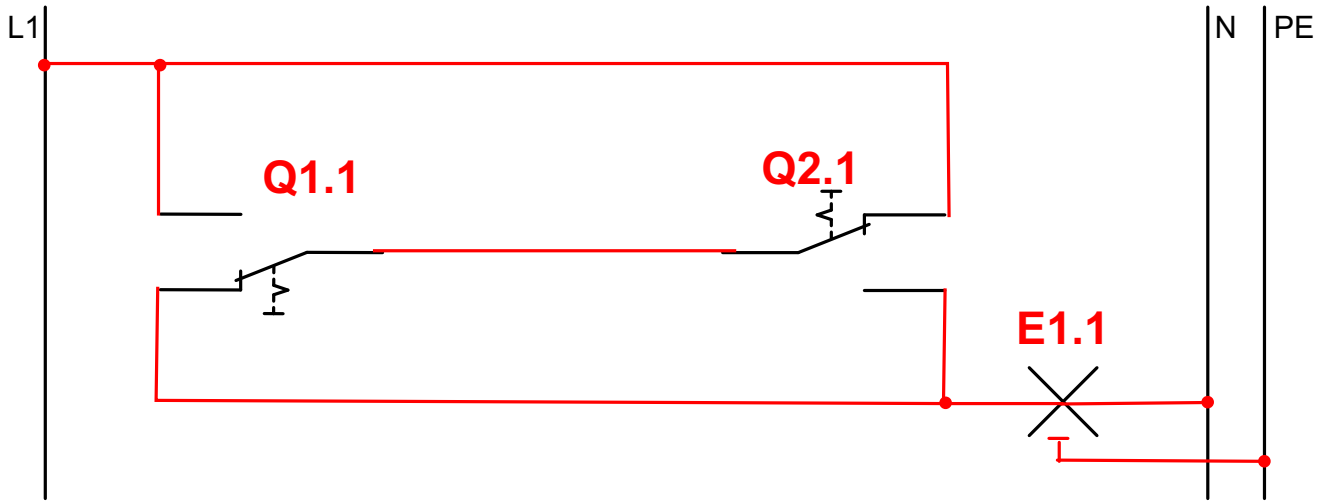
2. Serienschaltung - eine Schaltstelle/ zwei Schaltmöglichkeiten in einem Schalter



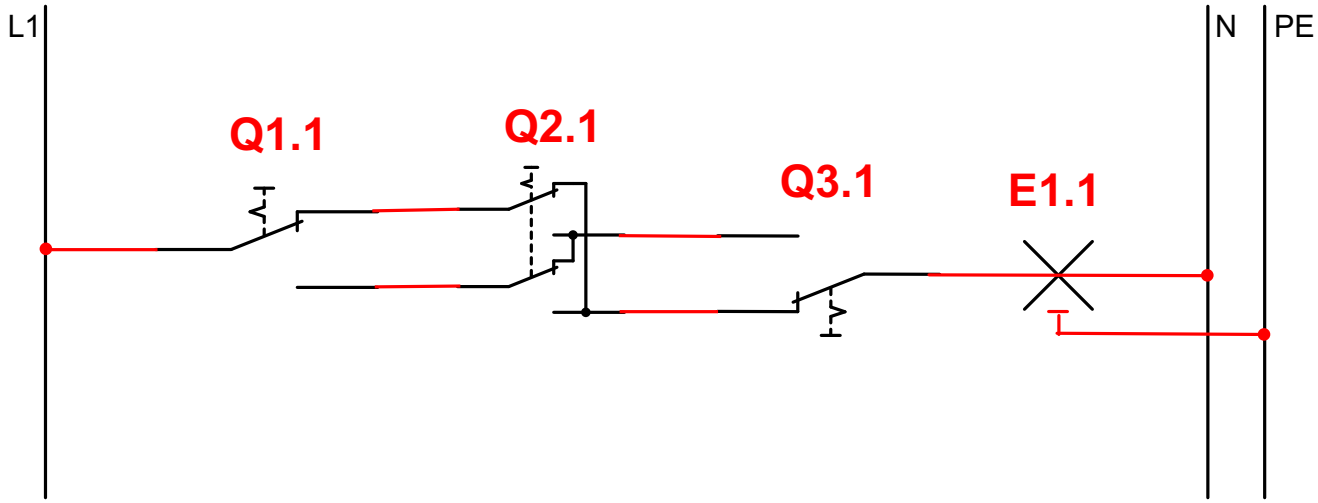
3. Wechselschaltung - zwei Schaltstellen



4. Sparwechselschaltung - zwei Schaltstellen



5. Kreuzschaltung - drei Schaltstellen



Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	**Vertiefung Installationsschaltungen**	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

1. Zeichnen Sie für folgende Betriebsmittel das normgerechte Schaltzeichen in der **einpoligen Darstellung**.

Ausschalter	Kreuzschalter	beleuchteter Wechselschalter	Schutzkontakt-steckdose (dreifach)	Leuchte mit Schalter	Serienschalter

2. In welchen Schaltplanarten werden die Schaltzeichen in der einpoligen Darstellung verwendet?

Im _____ und im _____

3. Ergänzen Sie die Kennzeichnungen der Verlegungsart für eine Leitung....

_____	_____	_____
unter Putz	auf Putz	im Rohr

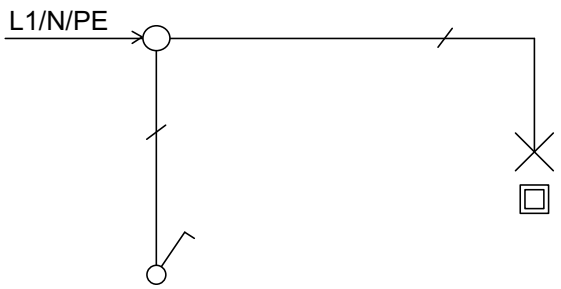
4. Für welche Schaltplanart trifft folgende Beschreibung zu?

Mit dem Schaltplan soll v.a. die Funktion der Schaltung deutlich werden. Deshalb werden die Strompfade geradlinig und kreuzungsfrei sowie Teile von Betriebsmittel (wenn nötig) getrennt dargestellt. Die Betriebsmittel sind nicht lagerichtig gezeichnet.

Es handelt sich um den _____

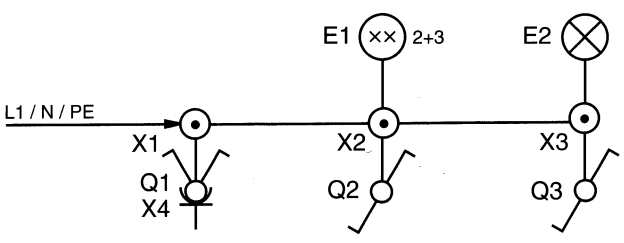
5. a.) Welche Art von Stromlaufplan ist auf der nebenstehenden Abbildung wiedergegeben ?

_____

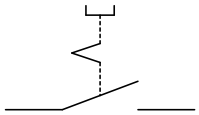


b.) Vervollständigen Sie den nebenstehenden Plan. Es werden NYM-J 3X1,5 im Putz verlegt.

6. Geben Sie die Aderzahl der Leitungen zwischen den Abzweigdosen an.
(Q1 schaltet E1, Q2 und Q3 schalten E2)

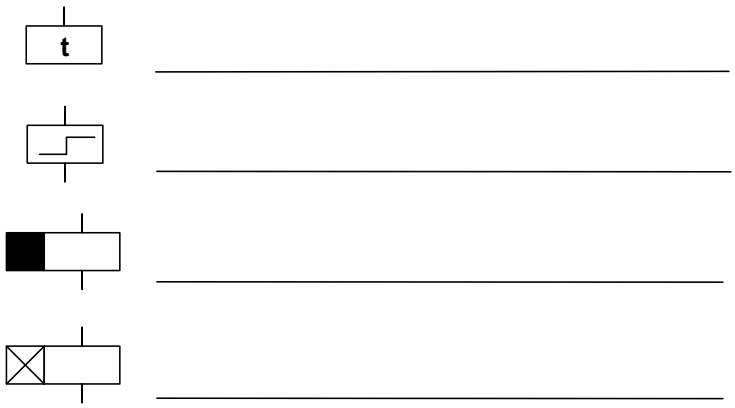


7. Wie ist das abgebildete Schaltzeichen richtig benannt ?

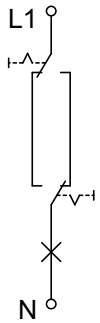


A) Druckschalter
B) Kippschalter
C) Drehschalter
D) Zugschalter
E) Schlüsselschalter

8. Welche Schaltzeichen sind abgebildet?

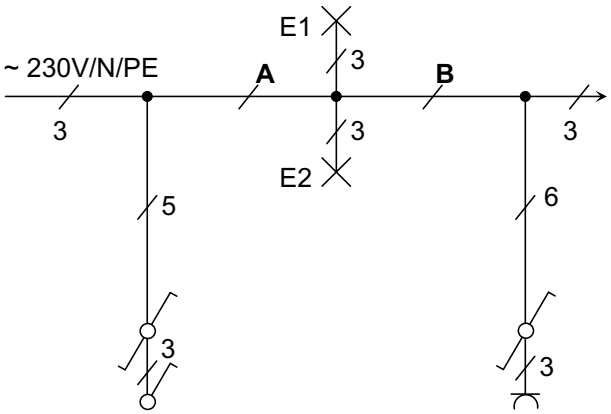


9. Welche Schaltung zeigt das nebenstehende Bild ?



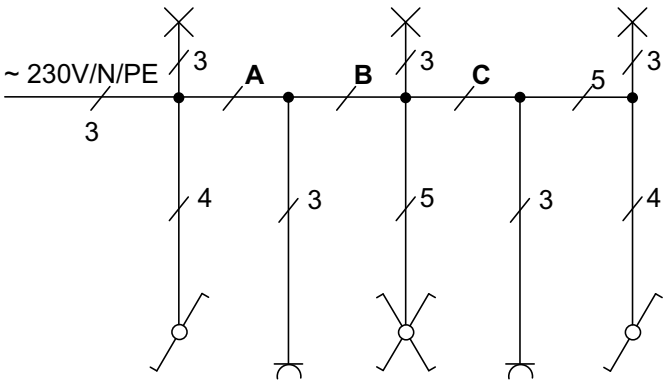
(A) Ausschaltung
(B) Serienschaltung
(C) Gruppenschaltung
(D) Wechselschaltung
(E) Kreuzschaltung

10. In der nebenstehenden Schaltung sollen der Ausschalter die Lampe E1 und die Wechselschalter die Lampe E2 schalten.
Wieviel Adern müssen dann die mit A und B gekennzeichneten Leitungen haben ?



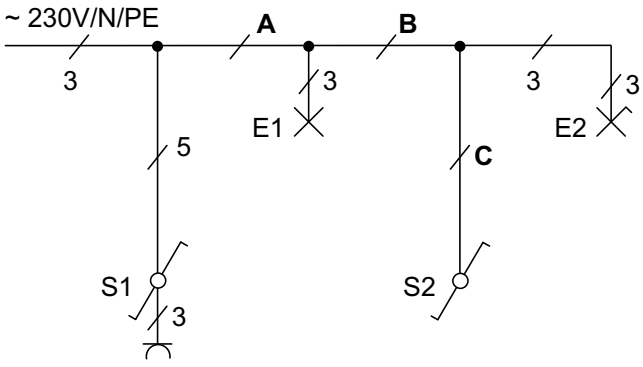
(A) A = 3 B = 4
(B) A = 4 B = 3
(C) A = 4 B = 4
(D) A = 6 B = 6
(E) A = 5 B = 7

11. Wie viele Adern müssen die mit A, B und C gekennzeichneten Leitungen haben ?



(A) A = 6 B = 7 C = 6
(B) A = 5 B = 5 C = 5
(C) A = 5 B = 6 C = 5
(D) A = 6 B = 6 C = 6
(E) A = 5 B = 7 C = 6

12. Wie viele Adern müssen die mit A, B und C gekennzeichneten Leitungen haben ? (Sparwechselschaltung !)



(A) A = 6 B = 4 C = 3
(B) A = 5 B = 5 C = 3
(C) A = 5 B = 6 C = 4
(D) A = 6 B = 6 C = 4
(E) A = 5 B = 5 C = 4

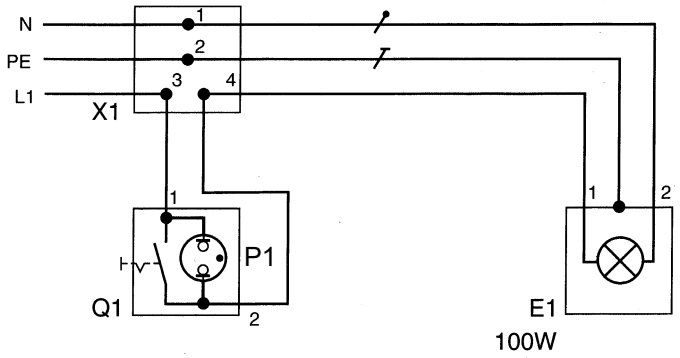
13. Wie viele Adern müssen die mit A, B und C gekennzeichneten Leitungen haben, wenn die Sparwechselschaltung aus Aufgabe 12 mit "Kontrollicht" ausgestattet wird ?

(A) A = 6 B = 3 C = 3
(B) A = 5 B = 5 C = 3
(C) A = 5 B = 6 C = 4
(D) A = 6 B = 6 C = 4
(E) A = 5 B = 5 C = 4

Hein - Moeller - Schule OSZ **Energietechnik II**		Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

14. Analysiere die Schaltung.

a.) Wie groß ist der Widerstand der Glimmlampe P1 (230V/0,5mA) und der Glühlampe E1?



b.) Kreuze an. Wird die Glühlampe E1 bei offenen Schalter leuchten? Ja ☐ oder Nein ☐

c.) Leuchtet die Glimmlampe P1 bei offenem Schalter? Begründen Sie ihre Antwort!

_____

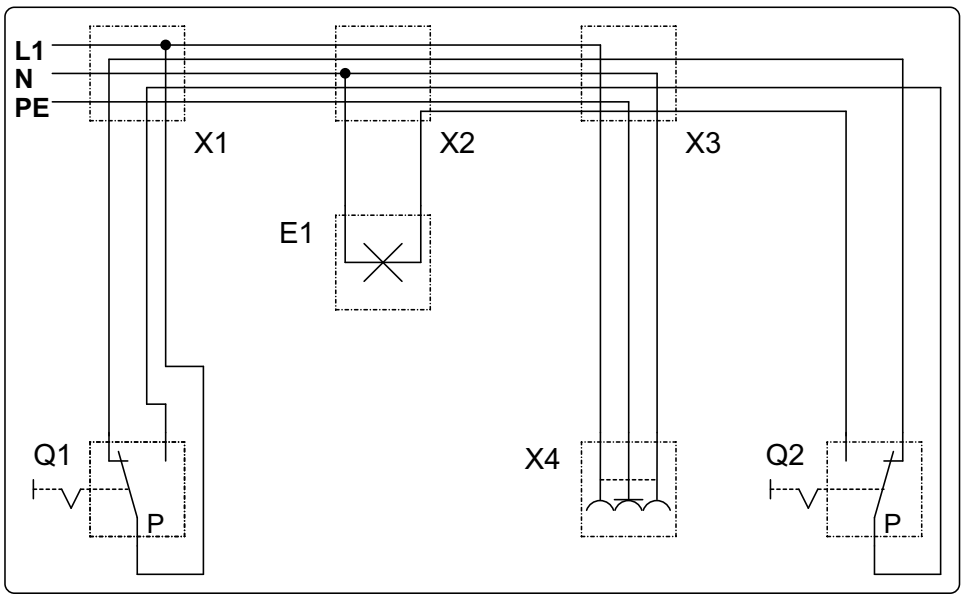
d.) Leuchtet die Glimmlampe P1 bei geschlossenem Schalter? Begründen Sie ihre Antwort!

_____

15. Bei der nebenstehenden Installationsschaltung sind mehrere Fehler gemacht worden.

a) Welche Fehler wurden gemacht ?

b) Beschreiben Sie, wie sich die Fehler auf die Funktion der Schaltung auswirken.



Zu a) .....

.....

.....

Zu b) .....

.....

.....

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	**Vertiefung Installationsschaltungen**	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

1. Zeichnen Sie für folgende Betriebsmittel das normgerechte Schaltzeichen in der **einpoligen Darstellung.**



Ausschalter | Kreuzschalter | beleuchteter Wechselschalter | Schutzkontakt-steckdose (dreifach) | Leuchte mit Schalter | Serienschalter

2. In welchen Schaltplanarten werden die Schaltzeichen in der einpoligen Darstellung verwendet?

Im Installationsschaltplan und im Übersichtsplan

3. Ergänzen Sie die Kennzeichnungen der Verlegungsart für eine Leitung....

III — unter Putz

III — auf Putz

O — im Rohr

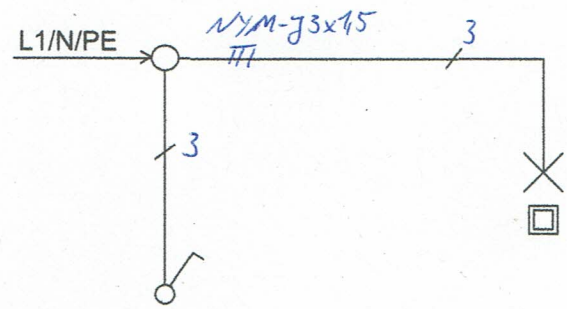
4. Für welche Schaltplanart trifft folgende Beschreibung zu?

Mit dem Schaltplan soll v.a. die Funktion der Schaltung deutlich werden. Deshalb werden die Strompfade geradlinig und kreuzungsfrei sowie Teile von Betriebsmittel (wenn nötig) getrennt dargestellt. Die Betriebsmittel sind nicht lagerichtig gezeichnet.

Es handelt sich um den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

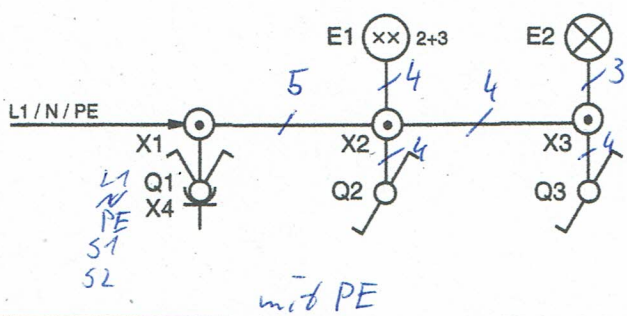
5. a.) Welche Art von Stromlaufplan ist auf der nebenstehenden Abbildung wiedergegeben ?

Übersichtsplan

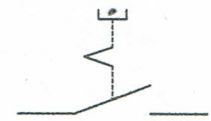


b.) Vervollständigen Sie den nebenstehenden Plan. Es werden NYM-J 3X1,5 im Putz verlegt.

6. Geben Sie die Aderzahl der Leitungen zwischen den Abzweigdosen an.
(Q1 schaltet E1, Q2 und Q3 schalten E2)

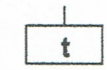


7. Wie ist das abgebildete Schaltzeichen richtig benannt ?



(A) Druckschalter
(B) Kippschalter
(C) Drehschalter
(D) Zugschalter
(E) Schlüsselschalter

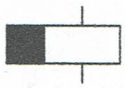
8. Welche Schaltzeichen sind abgebildet?



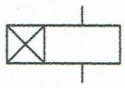
Treppenhaus-Zeitschalter



Stromstoßschalter

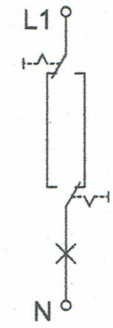


Relais mit Rückfallverzögerung



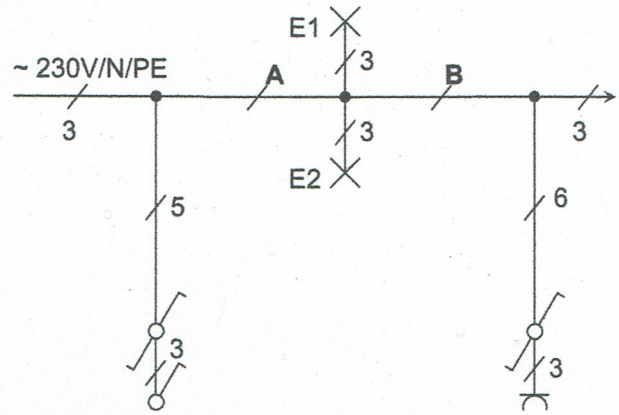
Relais mit Ansprechverzögerung

9. Welche Schaltung zeigt das nebenstehende Bild ?



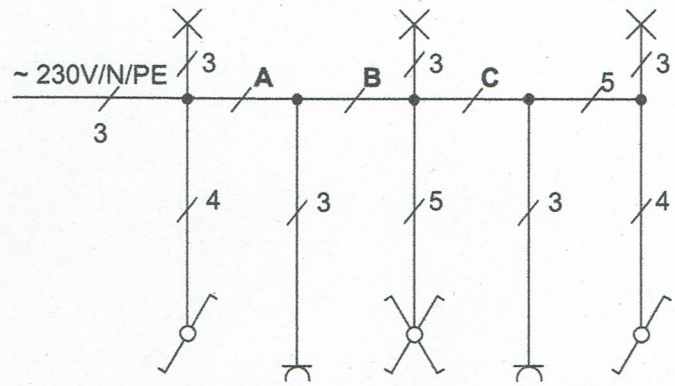
(A) Ausschaltung
(B) Serienschaltung
(C) Gruppenschaltung
(D) Wechselschaltung
(E) Kreuzschaltung

10. In der nebenstehenden Schaltung sollen der Ausschalter die Lampe E1 und die Wechselschalter die Lampe E2 schalten. Wieviel Adern müssen dann die mit A und B gekennzeichneten Leitungen haben ?



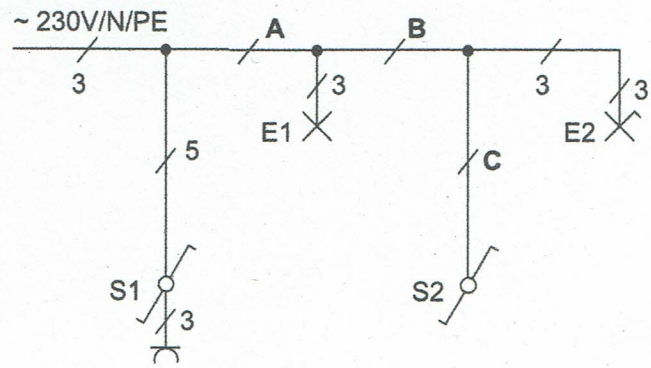
(A) A = 3 B = 4
(B) A = 4 B = 3
(C) A = 4 B = 4
(D) A = 6 B = 6
(E) A = 5 B = 7

11. Wie viele Adern müssen die mit A, B und C gekennzeichneten Leitungen haben ?



(A) A = 6 B = 7 C = 6
(B) A = 5 B = 5 C = 5
(C) A = 5 B = 6 C = 5
(D) A = 6 B = 6 C = 6
(E) A = 5 B = 7 C = 6

12. Wie viele Adern müssen die mit A, B und C gekennzeichneten Leitungen haben ? (Sparwechselschaltung !)



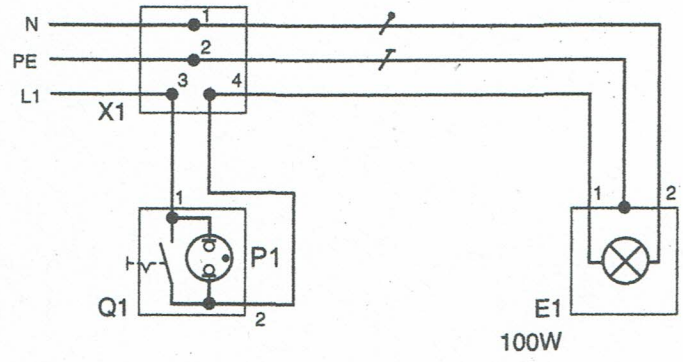
(A) A = 6 B = 4 C = 3
(B) A = 5 B = 5 C = 3
(C) A = 5 B = 6 C = 4
(D) A = 6 B = 6 C = 4
(E) A = 5 B = 5 C = 4

13. Wie viele Adern müssen die mit A, B und C gekennzeichneten Leitungen haben, wenn die Sparwechselschaltung aus Aufgabe 12 mit "Kontrollicht" ausgestattet wird ?

(A) A = 6 B = 3 C = 3
(B) A = 5 B = 5 C = 3
(C) A = 5 B = 6 C = 4
(D) A = 6 B = 6 C = 4
(E) A = 5 B = 5 C = 4

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II		Name:
		Note: / Klasse:
		Datum:

14. Analysiere die Schaltung.



a.) Wie groß ist der Widerstand der Glimmlampe P1 (230V/0,5mA) und der Glühlampe E1?

$R_{P1} = \frac{U}{I} = \frac{230V}{0{,}5mA} = 460\,k\Omega$

$R_{E1} = \frac{U^2}{P} = \frac{(230V)^2}{100W} = 529\,\Omega$

b.) Kreuze an. Wird die Glühlampe E1 bei offenen Schalter leuchten? Ja ☒ oder Nein ☐

c.) Leuchtet die Glimmlampe P1 bei offenem Schalter? Begründen Sie ihre Antwort!

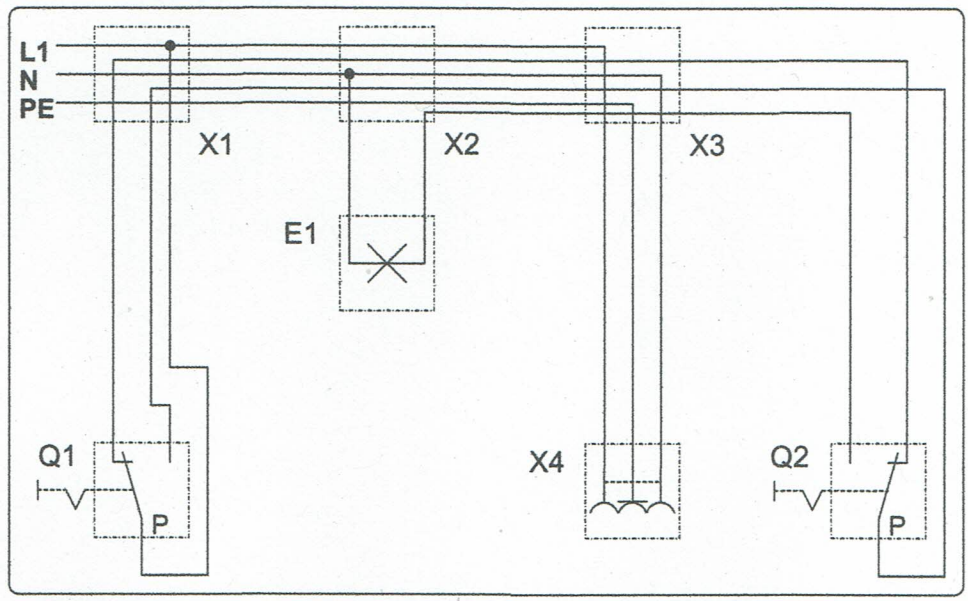
Ja, da Strom durch P1 fließt.

d.) Leuchtet die Glimmlampe P1 bei geschlossenem Schalter? Begründen Sie ihre Antwort!

Nein, da P1 überbrückt wird.

---

15. Bei der nebenstehenden Installationsschaltung sind mehrere Fehler gemacht worden.



a) Welche Fehler wurden gemacht ?

b) Beschreiben Sie, wie sich die Fehler auf die Funktion der Schaltung auswirken.

Zu a) *Am Wechselschalter Q2 ist der Lampendraht mit dem linken Korrespondierendenanschluss vertauscht worden.*

Kein PE- Anschluss an der Lampe E1

Zu b) *Ist der Wechselschalter Q1 in der gezeichneten Position, so läßt sich an Schalter Q2 die Lampe nicht einschalten. Wird Q1 umgeschaltet, so funktioniert Q2.*

Klasse: Datum:

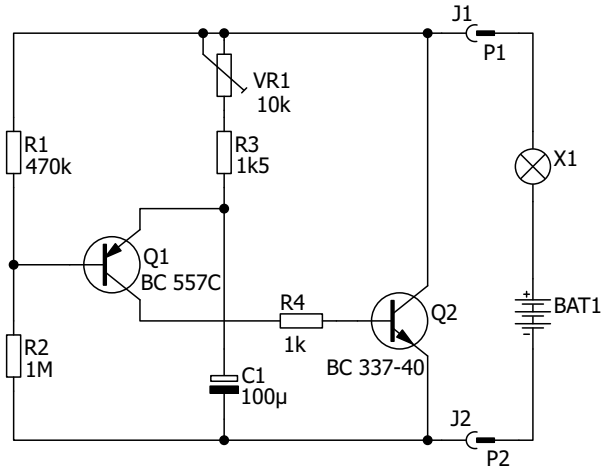
Name:

Schaltungsänderung

Ändern Sie unten stehende Schaltung so um, dass Lasten bis 4A bei 24V problemlos angesteuert werden können. Verwenden Sie möglichst wenig zusätzliche Bauteile, und benutzen Sie, wenn möglich, unipolare Transistoren als Treiberstufe. Die fest eingestellte, nicht mehr änderbare Blinkfrequenz soll ca. 2 Hz betragen. Ideal ist es, wenn die Polarität der Schaltung keine Rolle mehr beim Anschluss des Verbrauchers spielt.

Ausgangsschaltung

Blinkschaltung



RV1+R3	C1	Blinkfrequenz	
1,0 kΩ	220nF	1800	Hz
1,0 kΩ	1µF	390	Hz
1,0 kΩ	10µF	4	Hz
2,7 kΩ	220nF	900	Hz
2,7 kΩ	1µF	150	Hz
2,7 kΩ	100µF	1,8	Hz
8,2 kΩ	220nF	412	Hz
8,2 kΩ	1µF	72	Hz
8,2 kΩ	10µF	0,75	Hz

Bei U_{BAT1} = 12 V DC ist die Amplitude der Wechselspannung über der Last $U_{LAST\ Spitz\text{-}Spitze}$ = 6 V; Laststrom I_{Last} = 8 mA

Klasse: Datum:

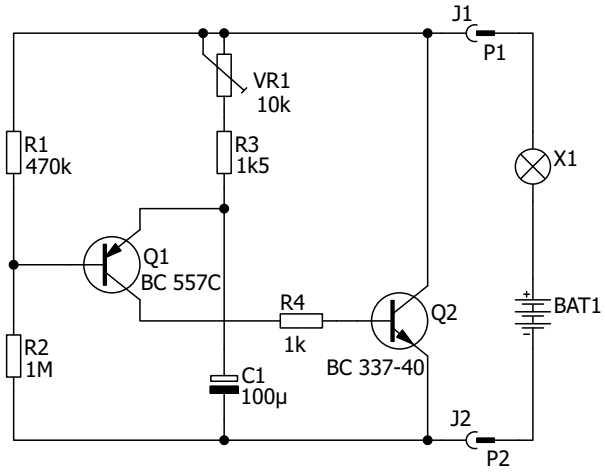
Name:

Schaltungsänderung

Ändern Sie unten stehende Schaltung so um, dass Lasten bis 4A bei 24V problemlos angesteuert werden können. Verwenden Sie möglichst wenig zusätzliche Bauteile, und benutzen Sie, wenn möglich, unipolare Transistoren als Treiberstufe. Die fest eingestellte, nicht mehr änderbare Blinkfrequenz soll ca. 2 Hz betragen. Ideal ist es, wenn die Polarität der Schaltung keine Rolle mehr beim Anschluss des Verbrauchers spielt.

Ausgangsschaltung

Blinkschaltung



RV1+R3	C1	Blinkfrequenz	
1,0 kΩ	220nF	1800	Hz
1,0 kΩ	1µF	390	Hz
1,0 kΩ	10µF	4	Hz
2,7 kΩ	220nF	900	Hz
2,7 kΩ	1µF	150	Hz
2,7 kΩ	100µF	1,8	Hz
8,2 kΩ	220nF	412	Hz
8,2 kΩ	1µF	72	Hz
8,2 kΩ	10µF	0,75	Hz

Bei U_{BAT1} = 12 V DC ist die Amplitude der Wechselspannung über der Last $U_{LAST\ Spitz\text{-}Spitze}$ = 6 V; Laststrom I_{Last} = 8 mA

Lösung polaritätsabhängig

Klasse: Datum:

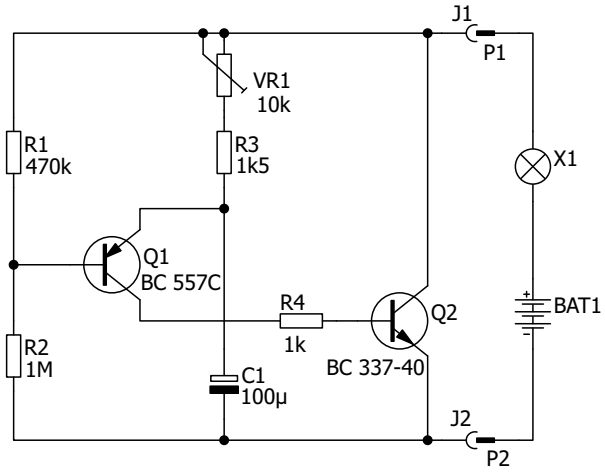
Name:

Schaltungsänderung

Ändern Sie unten stehende Schaltung so um, dass Lasten bis 4A bei 24V problemlos angesteuert werden können. Verwenden Sie möglichst wenig zusätzliche Bauteile, und benutzen Sie, wenn möglich, unipolare Transistoren als Treiberstufe. Die fest eingestellte, nicht mehr änderbare Blinkfrequenz soll ca. 2 Hz betragen. Ideal ist es, wenn die Polarität der Schaltung keine Rolle mehr beim Anschluss des Verbrauchers spielt.

Ausgangsschaltung

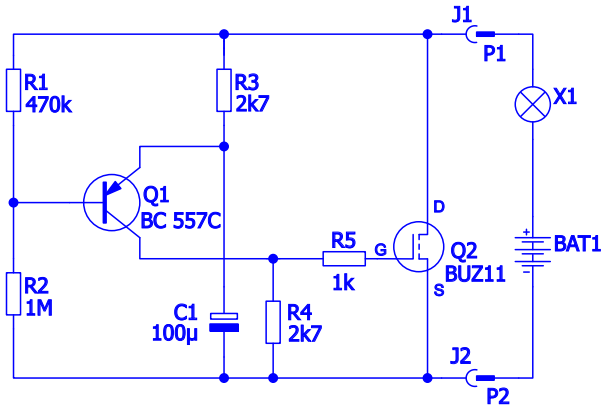
Blinkschaltung

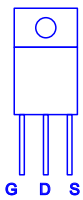


RV1+R3	C1	Blinkfrequenz	
1,0 kΩ	220nF	1800	Hz
1,0 kΩ	1µF	390	Hz
1,0 kΩ	10µF	4	Hz
2,7 kΩ	220nF	900	Hz
2,7 kΩ	1µF	150	Hz
2,7 kΩ	100µF	1,8	Hz
8,2 kΩ	220nF	412	Hz
8,2 kΩ	1µF	72	Hz
8,2 kΩ	10µF	0,75	Hz

Bei U_{BAT1} = 12 V DC ist die Amplitude der Wechselspannung über der Last $U_{LAST\ Spitz\text{-}Spitze}$ = 6 V; Laststrom I_{Last} = 8 mA

Lösung polaritätsabhängig





Klasse: Datum:

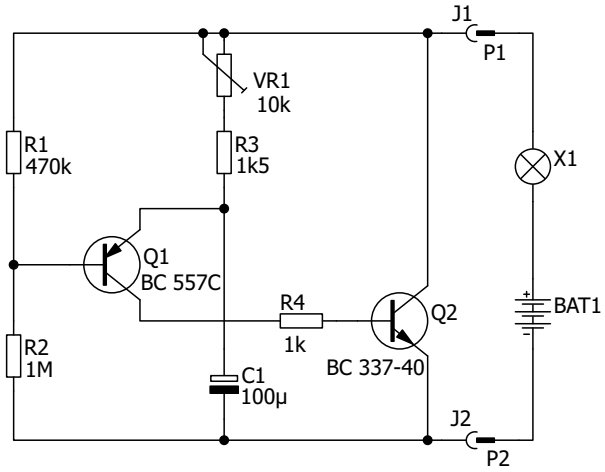
Name:

Schaltungsänderung

Ändern Sie unten stehende Schaltung so um, dass Lasten bis 4A bei 24V problemlos angesteuert werden können. Verwenden Sie möglichst wenig zusätzliche Bauteile, und benutzen Sie, wenn möglich, unipolare Transistoren als Treiberstufe. Die fest eingestellte, nicht mehr änderbare Blinkfrequenz soll ca. 2 Hz betragen. Ideal ist es, wenn die Polarität der Schaltung keine Rolle mehr beim Anschluss des Verbrauchers spielt.

Ausgangsschaltung

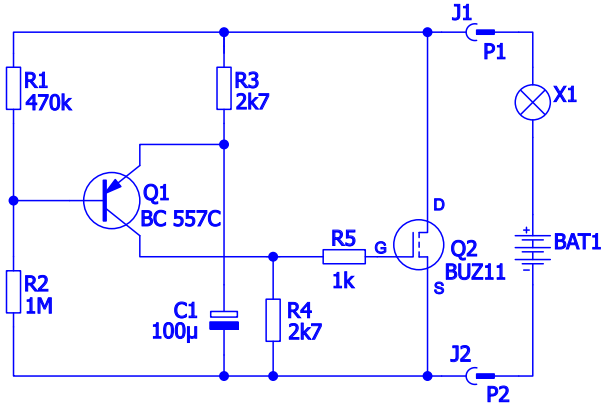
Blinkschaltung

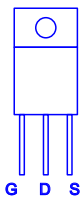


RV1+R3	C1	Blinkfrequenz	
1,0 kΩ	220nF	1800	Hz
1,0 kΩ	1µF	390	Hz
1,0 kΩ	10µF	4	Hz
2,7 kΩ	220nF	900	Hz
2,7 kΩ	1µF	150	Hz
2,7 kΩ	100µF	1,8	Hz
8,2 kΩ	220nF	412	Hz
8,2 kΩ	1µF	72	Hz
8,2 kΩ	10µF	0,75	Hz

Bei U_{BAT1} = 12 V DC ist die Amplitude der Wechselspannung über der Last $U_{LAST\ Spitz\text{-}Spitze}$ = 6 V; Laststrom I_{Last} = 8 mA

Lösung polaritätsabhängig





Lösung polaritätsunabhängig

Klasse: Datum:

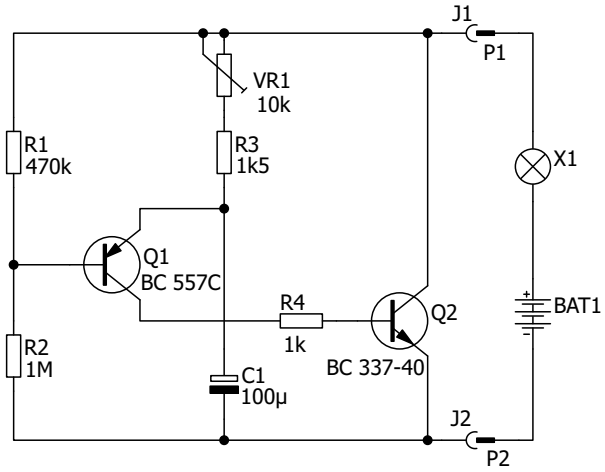
Name:

Schaltungsänderung

Ändern Sie unten stehende Schaltung so um, dass Lasten bis 4A bei 24V problemlos angesteuert werden können. Verwenden Sie möglichst wenig zusätzliche Bauteile, und benutzen Sie, wenn möglich, unipolare Transistoren als Treiberstufe. Die fest eingestellte, nicht mehr änderbare Blinkfrequenz soll ca. 2 Hz betragen. Ideal ist es, wenn die Polarität der Schaltung keine Rolle mehr beim Anschluss des Verbrauchers spielt.

Ausgangsschaltung

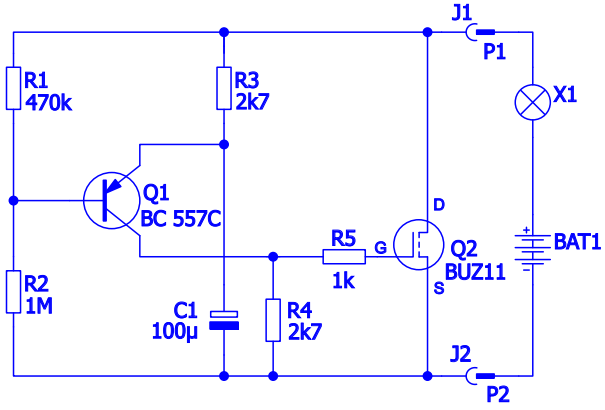
Blinkschaltung

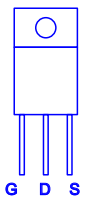


RV1+R3	C1	Blinkfrequenz	
1,0 kΩ	220nF	1800	Hz
1,0 kΩ	1µF	390	Hz
1,0 kΩ	10µF	4	Hz
2,7 kΩ	220nF	900	Hz
2,7 kΩ	1µF	150	Hz
2,7 kΩ	100µF	1,8	Hz
8,2 kΩ	220nF	412	Hz
8,2 kΩ	1µF	72	Hz
8,2 kΩ	10µF	0,75	Hz

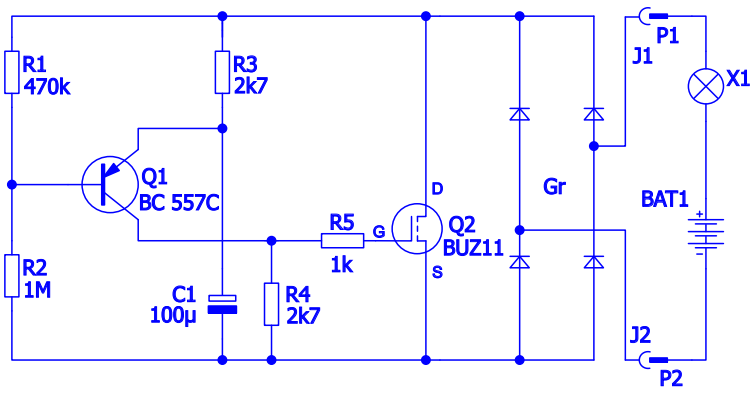
Bei U_{BAT1} = 12 V DC ist die Amplitude der Wechselspannung über der Last $U_{LAST\ Spitz\text{-}Spitze}$ = 6 V; Laststrom I_{Last} = 8 mA

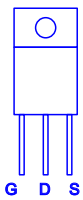
Lösung polaritätsabhängig





Lösung polaritätsunabhängig





Klassenarbeit A Aufgabe 14

a) $R_V = \frac{U^2}{P} = \frac{(230V)^2}{1000W} = 52{,}9\,\Omega$

$R_{ges} = R_L + R_V + R_N + P_{PE} + R_B = 0{,}5\Omega + 52{,}9\Omega + 0{,}5\Omega + 0{,}1\Omega + 2\Omega = 56\,\Omega$

$I = \frac{U}{R} = \frac{230V}{56\,\Omega} = 4{,}11A$

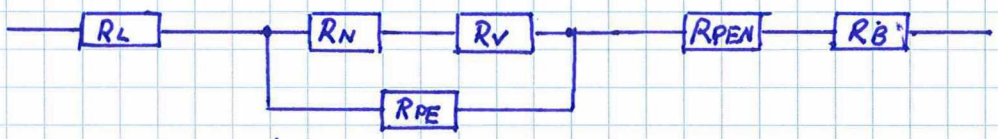
b) $R_i = R_L + R_N + R_{PEN} + R_B = 0{,}5\Omega + 0{,}5\Omega + 0{,}1\Omega + 2\Omega = 3{,}1\,\Omega$

$Z_s = R_L + P_{PE} + P_{PEN} + R_B = 0{,}5\Omega + 6\Omega + 0{,}1\Omega + 2\Omega = 8{,}6\,\Omega$

c) $\frac{U_0}{R_{ges}} = \frac{U_V}{R_V}$ $\quad \frac{230V}{56\Omega} = \frac{x}{52{,}9\Omega}$ $\quad U_V = \frac{230V \cdot 52{,}9\Omega}{56\,\Omega} = 217{,}3\,V$

d) 0,4 s

e)



$R_{ges} = R_L + \frac{1}{\frac{1}{R_V + R_N} + \frac{1}{R_{PE}}} + R_{PEN} + R_B$

$R_{ges} = 0{,}5\Omega + \frac{1}{\frac{1}{52{,}9\Omega + 0{,}5\Omega} + \frac{1}{6\Omega}} + 0{,}1\Omega + 2\Omega = 7{,}99\,\Omega$

$I_a = \frac{230V}{7{,}99\,\Omega} = 28{,}78\,A$ $\quad t_a = 8s$

f) Nein löst nicht sicher aus, da eine B 6A Sicherung erst sicher in der Vorgeschriebenen abschaltzeit beim 5fachen des Nennstroms auslös, also erst ab 30A

g) $Z_s = \frac{230V}{30A} = 7{,}66\,\Omega$ $\quad$ h) $Z_s = \frac{230V}{0{,}03A} = 7666\,\Omega$

Saaler Bogen 2
13088 Berlin
Internet: www.binss.de
E-Mail: info@binss.de

Telefon: (030) 47 49 01 - 0
Telefon Serviceleitstelle: (030) 474901-110
Telefax: (030) 47 49 01 - 180

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Wolfgang Hempel
Dipl.-Ing. Eckbert Autenrieb

HRB 43261, Amtsgericht Charlottenburg
UST-ID: DE 137 213 869
IBAN: DE74 1007 0000 0813 7580 00
BIC (SWIFT-CODE): DEUTDEBBXXX

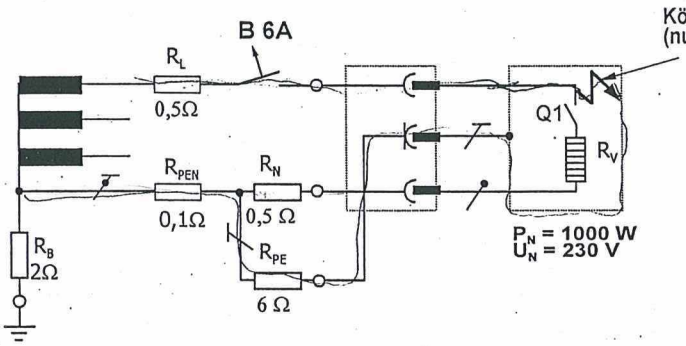
Deutsche Bank BLZ 100 700 00
Konto 8137580
Berliner Volksbank BLZ 100 900 00
Konto 5793459000

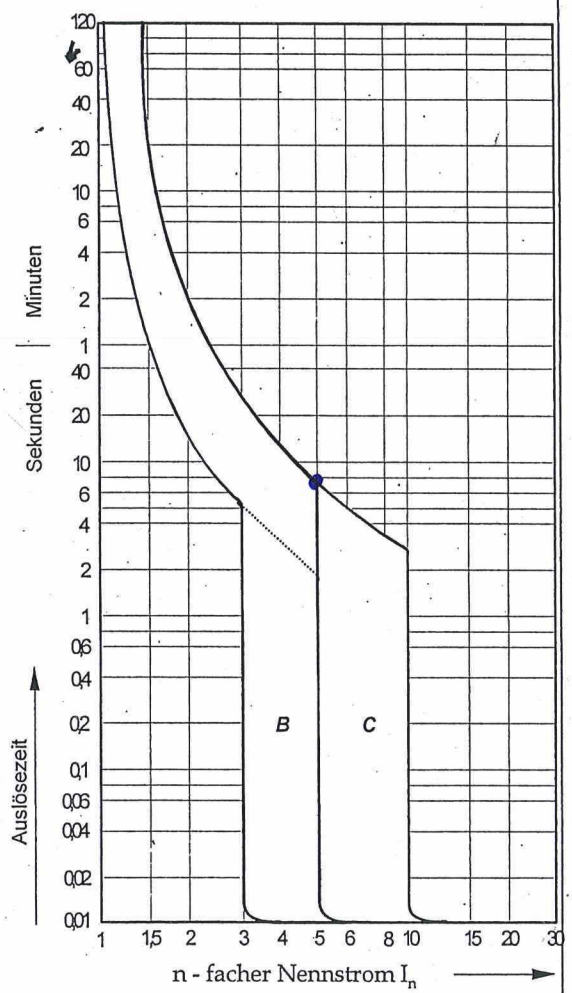
Kreissparkasse Göppingen
BLZ 610 500 00
Konto 16024025

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 6	Klassenarbeit A Schutzmaßnahmen	Name: Evgeny Note: Klasse: 5301 Datum: 23.01.15

14.

Eine kleine Elektroheizung (230V/ 1000W) wird über eine Schutzkontaktsteckdose entsprechend des angegebenen Stromlaufplanes an das Netz (U_0=230 V) angeschlossen (siehe Abbildung).





a.) Es liegt kein Fehler vor. Berechnen Sie den Strom, der durch den Leitungsschutzschalter fließt, wenn der Schalter Q1 geschlossen bzw. die Heizung in Betrieb ist.(3P)

b.) Berechne den Netzinnenwiderstand Ri und den Netzschleifenwiderstand Zs. (3P.)

c.) Wie groß ist die Spannung an den Klemmen (N und L1) der Steckdose, wenn der Schalter **Q1 geschlossen** ist?(3P.)

d.) Innerhalb welcher Zeit muss ein Steckdosenstromkreis nach DIN VDE 0100 Teil 410 abgeschaltet werden? (1P.)

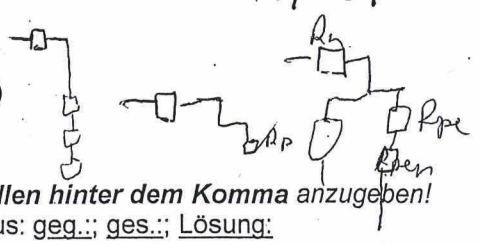
e.) Bestimmen Sie den Abschaltstrom Ia und die Abschaltzeit ta, wenn der **Schalter Q1 geschlossen** ist und an der im Bild eingezeichneten Stelle ein vollkommener Körperschluss auftritt.(4P.)
Zeichne zunächst das Widerstandsersatzschaltbild, das deutlich die Zusammenschaltung aller stromdurchflossenen Widerstände zeigt.(2P.)

f.) Liegt in der Schaltung (mit vollkommenen Körperschluss) unverzögerte Abschaltung vor? Begründe.(2P.)

g.) Welchen Wert darf Zs in dem oben gegebenen Stromkreis nach VDE 0100 Teil 410 nicht überschreiten?(2P.)

h.) Zur Sicherheit wird nachträglich ein RCD 25A/0,03A eingebaut. Wie groß darf der Schleifenwiderstand Zs maximal werden, damit die Schutzmaßnahme (mit RCD) noch voll wirksam ist. (2P.)

Σ 3/22P.



*Anm.: Rechenweg angeben. Die Ergebnisse sind mit **2 Stellen hinter dem Komma** anzugeben!*
Führen Sie alle Rechenschritte nach dem Schema aus: geg.:; ges.:; Lösung:

Note: 4,6

Σ 30/70P.

26.1.15

Schulversion

1	2	3	4	5	6	7	8

Kreuzschaltung:

In einem Raum sollen durch die die Wechselschalter Q1.1 und Q1.3 und dem Kreuzschalter Q1.2 die Leuchten E1.1 und E1.2 wechselseitig geschaltet werden.
Die Schutzkontaktsteckdose X1.5 wird durch den gleichen Stromkreis gespeist.

Aufgaben:

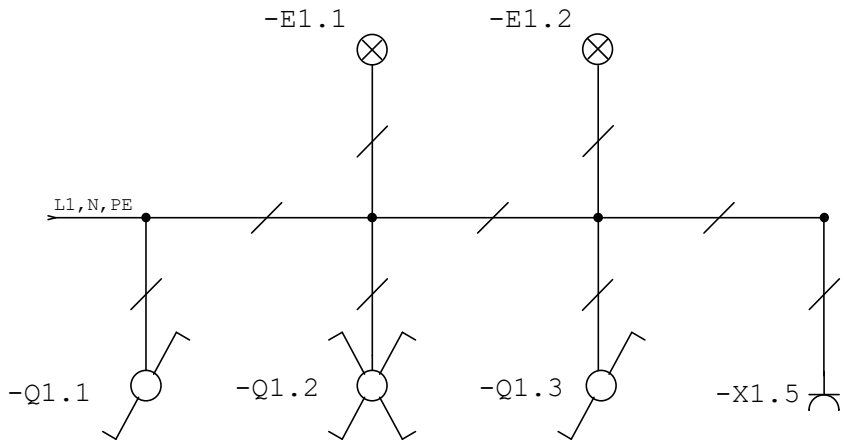
1. **Zeichnen** Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung (s. Seite 2).
2. **Ergänzen** Sie die Anzahl der erforderlichen Adern im Übersichtsschaltplan.
3. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**!

Hinweis: Praxisgerecht verdrahten!

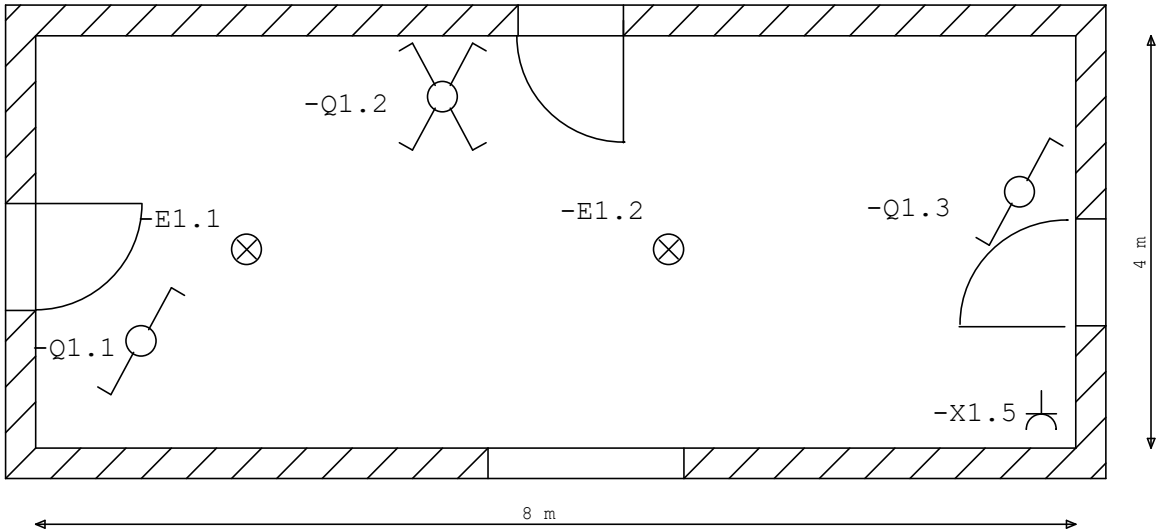
Achten Sie auf die Aderfarben der in der Installationspraxis verwendeten Leitungen!

3 Adern mit PE: GNYE+BU+BN (gnge+hbl+br)
4 Adern mit PE: GNYE+BU+BN+BK (gnge+hbl+br+sw)
5 Adern mit PE: GNYE+BU+BN+BK+GY (gnge+hbl+br+sw +gr)
7 Adern mit PE: GNYE+6x BK (gnge+ 6x sw mit nummerierten Aufdrucken der Ziffern 1-6)

1. Übersichtsschaltplan



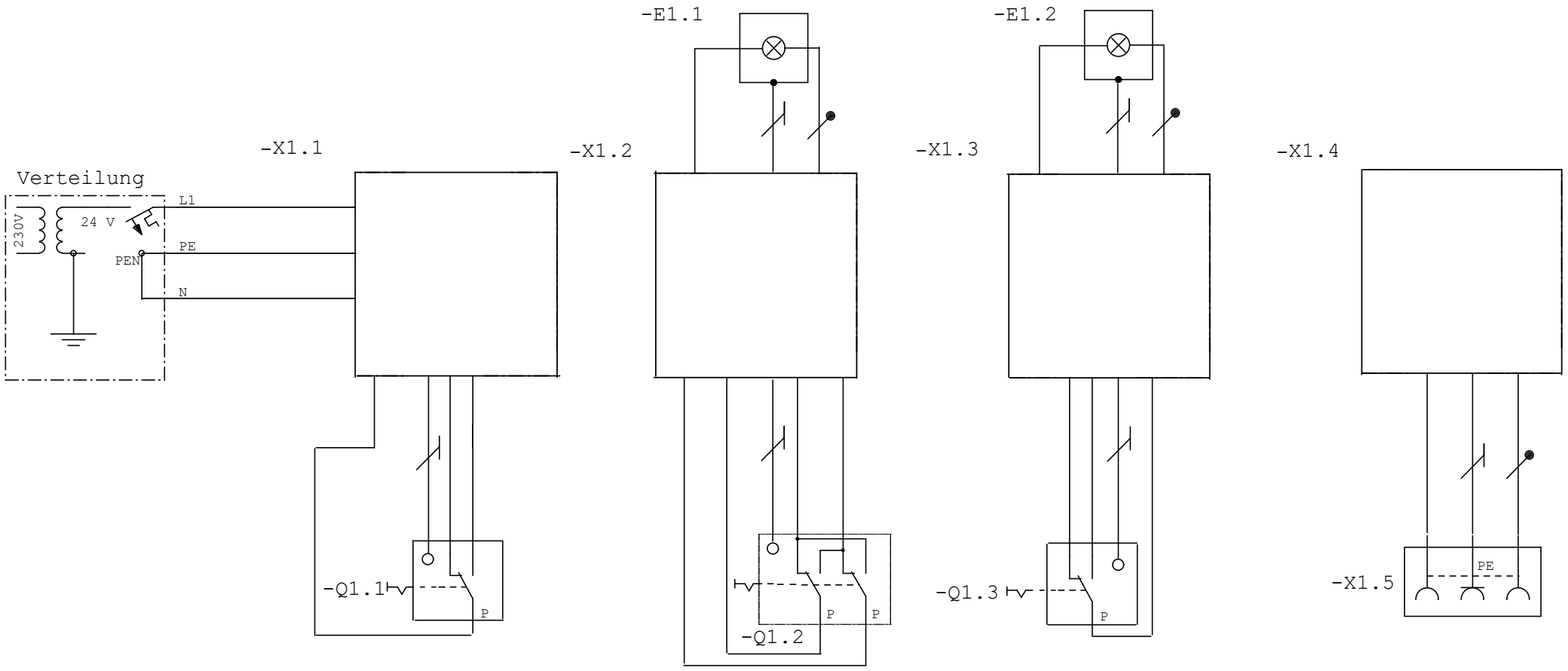
2. Installationsplan



Schulversion

1	2	3	4	5	6	7	8

3. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



KV-Diagramm

Schaltnetzwerke, deren Funktion durch eine Wertetabelle beschrieben ist, lassen sich mithilfe des **KV[1]-Diagramms** minimieren. Jeder Zeile in der Wertetabelle ist durch Randbeschriftung ein Feld im KV-Diagramm zugeordnet **(Bild 1)**. In die gekennzeichneten Felder überträgt man die Werte der Ausgangsvariablen **(Bild 2)**.

Im KV-Diagramm fasst man möglichst viele benachbarte Felder mit gleichem Wert (X = 1 oder X = 0) zusammen. Die Anzahl der Felder je Block muss eine Potenz der Basis 2 sein, z. B. 2, 4 oder 8 **(Bild 3)**. Die Vereinfachung der Funktionsgleichung beruht auf der Anwendung des Distributivgesetzes und der Regel $A \vee \overline{A} = 1$ **(Bild 4)**. Erscheint eine Variable innerhalb eines Blockes in negierter und in nicht negierter Form, entfällt sie beim Aufstellen des Terms.

Beispiel

Die durch die Wertetabelle **(Bild 5)** beschriebene Steuerungsaufgabe soll mithilfe des KV-Diagramms vereinfacht werden.

Lösung:

1. Schritt: Übertragen Sie aus der Wertetabelle alle Kombinationen, die den Ausgangswert X = 1 haben, in das KV-Diagramm. Die restlichen Felder erhalten den Wert 0.
2. Schritt: Fassen Sie benachbarte Felder zu Blöcken zusammen und lesen Sie die UND-Terme ab. 1. Block: $A \wedge \overline{C}$; 2. Block: $B \wedge C$.
3. Schritt: Bilden Sie aus den UND-Termen die Funktionsgleichung: $X = (A \wedge \overline{C}) \vee (B \wedge C)$.

Aufgaben zu KV-Diagramm

Vereinfachen Sie mithilfe des KV-Diagramms die folgenden Funktionsgleichungen. Alle nicht angegebenen Kombinationen ergeben X = 0.

1 **a)** $X = (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

b) $X = (A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

c) $X = (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

d) $X = (A \wedge B \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D)$

2 **a)** $X = (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C})$

b) $X = (A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

c) $X = (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

d) $X = (A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C})$

[1] KV nach Karnaugh und Veitch (engl. Mathematiker)

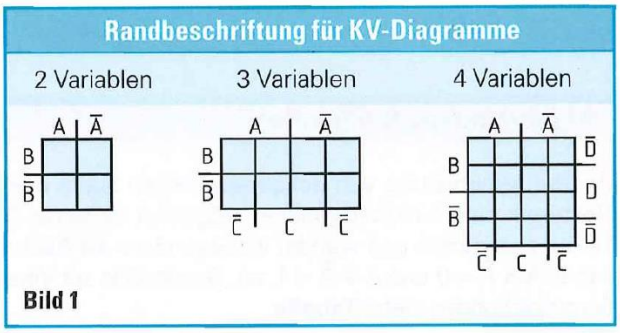


Bild 1

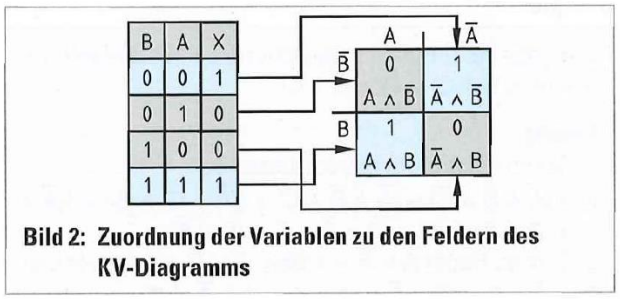


Bild 2: Zuordnung der Variablen zu den Feldern des KV-Diagramms

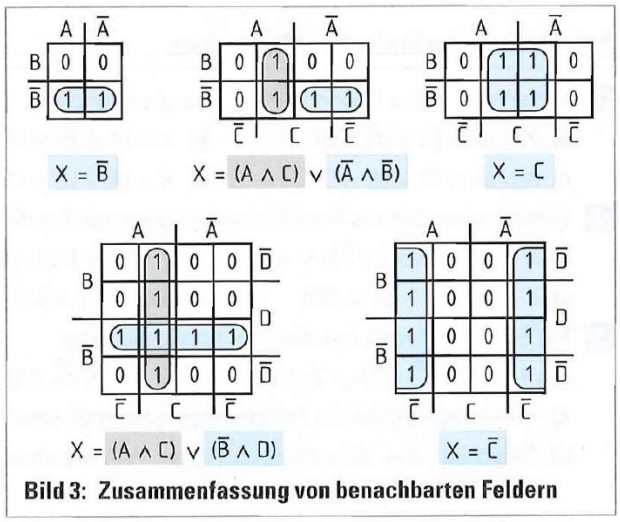


Bild 3: Zusammenfassung von benachbarten Feldern

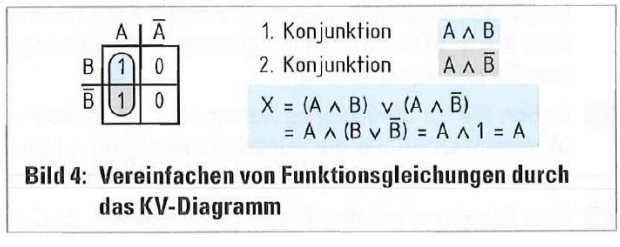


Bild 4: Vereinfachen von Funktionsgleichungen durch das KV-Diagramm

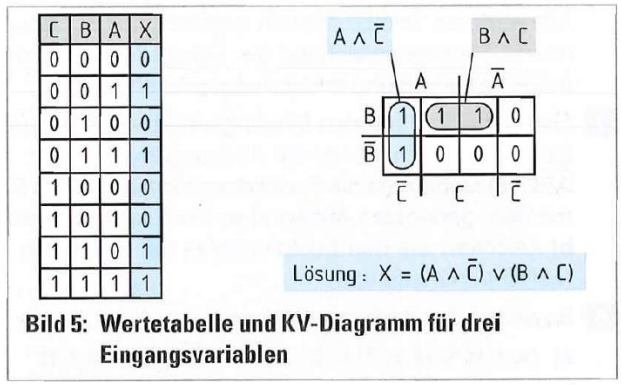


Bild 5: Wertetabelle und KV-Diagramm für drei Eingangsvariablen

Quelle 1 © Rechenbuch Elektrotechnik Europaverlag

Aufgaben zu KV-Diagramm

3 $X = (A \wedge B \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C} \wedge D) \vee$
$(A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee$
$(A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge D) \vee$
$(\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee$
$(A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge C \wedge D)$

4 **a)** Finden Sie die gekürzte Funktionsgleichung für die in den KV-Diagrammen **(Bild 1) a)** bis **d)** beschriebenen Steuerungsaufgaben.
b) Fassen Sie im KV-Diagramm **(Bild 1 a)** und **(Bild 1 b)** zusätzlich benachbarte Felder mit X = 0 zusammen.
Hinweis: Bestimmen Sie die Funktionsgleichung für X und formen Sie die Gleichung durch Invertieren und Anwenden der de morganschen Gesetze um.

5 Ein Schaltnetzwerk zur Ansteuerung einer Siebensegment-Anzeige im Dual-Code **(Bild 2)** hat die Eingangsvariablen mit der Wertigkeit $A = 2^0$, $B = 2^1$; $C = 2^2$ und $D = 2^3$. Die Anzeige soll die dezimalen Werte 0 bis 15 als Sedezimalzahlen darstellen.

a) Legen Sie mit den Segmenten a bis g für die Sedezimalziffern 0 bis F eine eindeutige Anzeigeform fest.

b) Erstellen Sie eine Wertetabelle unter der Vorgabe: Tragen Sie in der ersten Spalte die Dezimalzahlen 0 bis 15, in der zweiten Spalte die Sedezimalziffern 0 bis F und in den Spalten 3 bis 6 die zugehörigen Dualzahlen ein. In die folgenden sieben Spalten übertragen Sie für die Segmente a bis g der 7-Segmentanzeige die Zustände 0 oder 1.

c) Ermitteln Sie die gekürzten Funktionsgleichungen für die anzusteuernden Segmente a bis g.

6 Die Ampelanlage an einem Fußgängerüberweg wird durch den Dualzähler Z1 einer SPS in 16 Takten gesteuert **(Bild 3)**. Am Zählereingang liegt ein Rechtecksignal mit einer Frequenz $f = 1$ Hz. Der Dualzähler ändert seinen Zählerstand mit jeder ansteigenden Flanke des Eingangssignals.

a) Erstellen Sie eine Wertetabelle und übertragen Sie die Ausgangszustände des Dualzählers mit den Wertigkeiten $Q_A = 2^0$, $Q_B = 2^1$, $Q_C = 2^2$ und $Q_D = 2^3$. Übernehmen Sie aus dem Zeitablaufdiagramm die Werte 0 oder 1 für die Fahrbahnampeln (P1, P2 und P3) und für die Fußgängerampeln (P4 und P5).

b) Ermitteln Sie mithilfe des KV-Diagramms die Funktionsgleichungen für die Ampelleuchten P1 bis P5.

c) Ändern Sie die Schaltung so ab, dass die Ampelleuchten P1 bis P5 nur aufleuchten, wenn vom Steuerschalter S1 ein Freigabesignal (F = 1) anliegt.

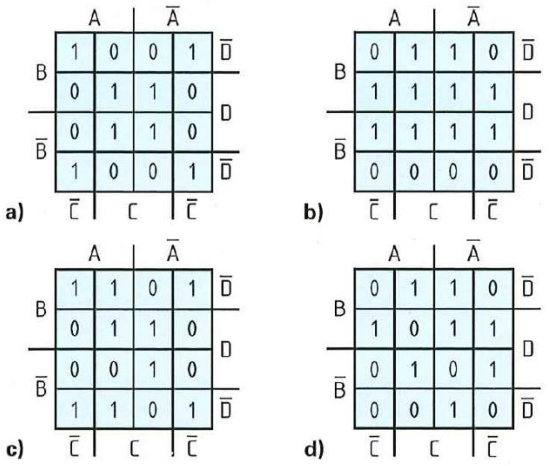


Bild 1: KV-Diagramme

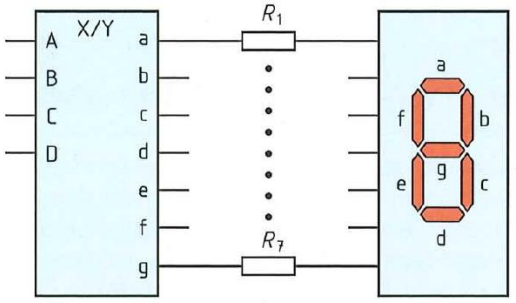


Bild 2: Ansteuerung einer Siebensegment-Anzeige

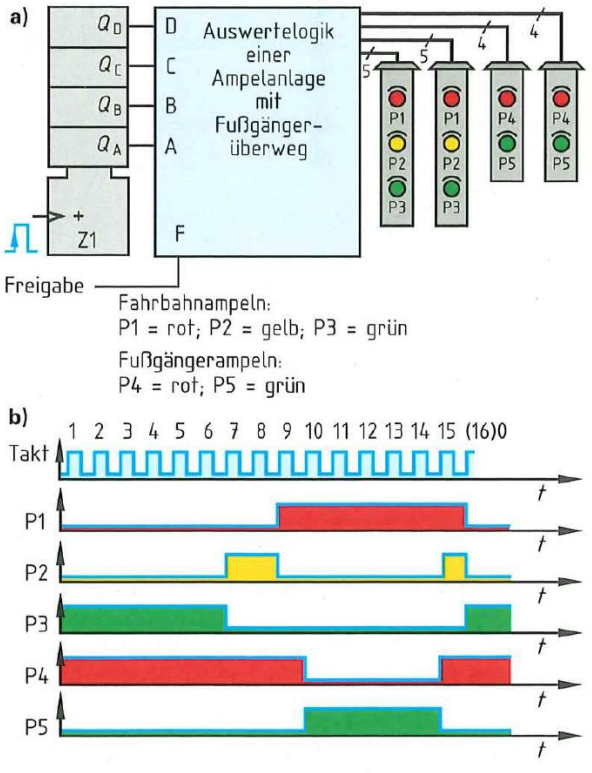


Bild 3: Ampelanlage Fußgängerüberweg
a) Auswertelogik und b) Zeitablaufdiagramm

KV-Diagramm

188/1. a)

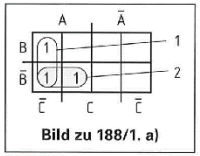


Bild zu 188/1. a)

1: $A \wedge \overline{C}$; 2: $A \wedge \overline{B}$
$X = (A \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B})$
$= A \wedge (\overline{B} \vee \overline{C})$

b)

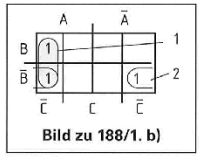


Bild zu 188/1. b)

1: $A \wedge \overline{C}$; 2: $\overline{B} \wedge \overline{C}$
$X = (A \wedge \overline{C}) \vee (\overline{B} \wedge \overline{C})$
$= \overline{C} \wedge (A \vee \overline{B})$

c)

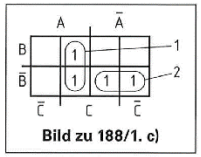


Bild zu 188/1. c)

1: $A \wedge C$; 2: $\overline{A} \wedge \overline{B}$
$X = (A \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B})$

d)

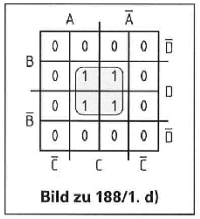


Bild zu 188/1. d)

$X = (C \wedge D)$

188/2. a)

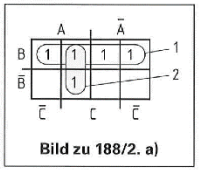


Bild zu 188/2. a)

1: B; 2: $A \wedge C$
$X = B \vee (A \wedge C)$

b)

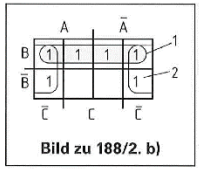


Bild zu 188/2. b)

1: B; 2: $\overline{C}$
$X = B \vee \overline{C}$

c)

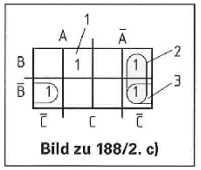


Bild zu 188/2. c)

1: $A \wedge B \wedge C$; 2: $\overline{A} \wedge \overline{C}$
3: $\overline{B} \wedge \overline{C}$
$X = (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{B} \wedge \overline{C})$
$= (A \wedge B \wedge C) \vee [\overline{C} \wedge (\overline{A} \vee \overline{B})]$

d)

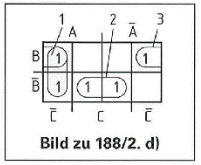


Bild zu 188/2. d)

1: $A \wedge \overline{C}$; 2: $\overline{B} \wedge C$
3: $B \wedge \overline{C}$
$X = (A \wedge \overline{C}) \vee (\overline{B} \wedge C) \vee (B \wedge \overline{C})$
$= (\overline{B} \wedge C) \vee [\overline{C} \wedge (A \vee B)]$

189/3.

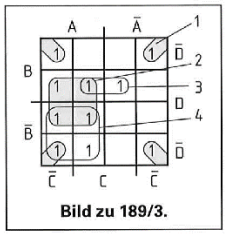


Bild zu 189/3.

1: $\overline{C} \wedge \overline{D}$
2: $A \wedge D$
3: $B \wedge \overline{C} \wedge D$
4: $A \wedge \overline{B}$
$X = (A \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B}) \vee (\overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (B \wedge C \wedge D)$
$= [A \wedge (D \vee \overline{B})] \vee (\overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (B \wedge C \wedge D)$

189/4. a) Auswertung X = 1

Bild 1a)

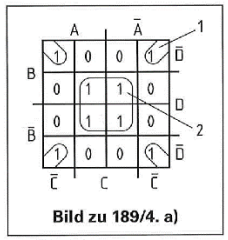


Bild zu 189/4. a)

1: $\overline{C} \wedge \overline{D}$; 2: $C \wedge D$
$X = (\overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (C \wedge D)$

Bild 1b)

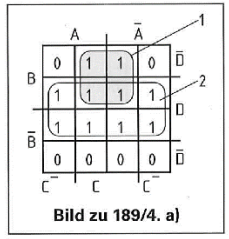


Bild zu 189/4. a)

1: $B \wedge C$; 2: D
$X = D \vee (B \wedge C)$

Bild 1 c)

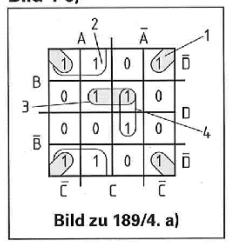


Bild zu 189/4. a)

1: $\overline{C} \wedge \overline{D}$
2: $A \wedge \overline{D}$
3: $\underline{B} \wedge C \wedge D$
4: $\overline{A} \wedge \underline{C} \wedge D$
$X = (\overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge \overline{D}) \vee (B \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge C \wedge D)$
$= [\overline{D} \wedge (A \vee \overline{C})] \vee [C \wedge D \wedge (\overline{A} \vee B)]$

Bild 1 d)

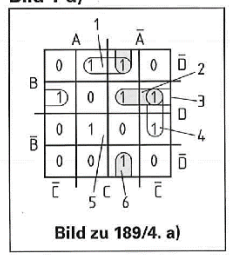


Bild zu 189/4. a)

1: $\underline{B} \wedge C \wedge \overline{D}$
2: $\overline{A} \wedge \underline{B} \wedge D$
3: $\underline{B} \wedge \overline{C} \wedge D$
4: $\overline{A} \wedge \overline{C} \wedge D$
5: $\underline{A} \wedge \overline{B} \wedge \underline{C} \wedge D$
6: $\overline{A} \wedge C \wedge \overline{D}$
$X = (B \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge D) \vee (B \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{C} \wedge D) \vee$
$\vee (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge C \wedge \overline{D})$

HEIN MOELLER SCHULE
OBERSTUFENZENTRUM ENERGIETECHNIK II

Elektrotechnik
3. Übung zu KV-Diagrammen
LF3: Steuerungen analysieren und anpassen

Datum:

b) Auswertung X = 0

Bild 1a)

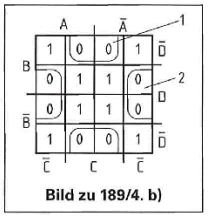


Bild zu 189/4. b)

1: $C \wedge \overline{D}$; 2: $\overline{C} \wedge D$

$\overline{X} = (C \wedge \overline{D}) \vee (\overline{C} \wedge D)$

$\overline{\overline{X}} = X = \overline{(C \wedge \overline{D}) \vee (\overline{C} \wedge D)}$

$= \overline{(\overline{C} \vee \overline{\overline{D}})} \wedge \overline{(\overline{\overline{C}} \vee \overline{D})} = (\overline{C} \vee D) \wedge (C \vee \overline{D})$

Bild 1b)

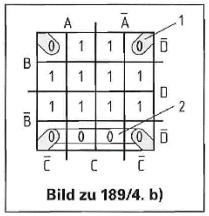


Bild zu 189/4. b)

1: $\overline{C} \wedge \overline{D}$; 2: $\overline{B} \wedge \overline{D}$

$\overline{X} = (\overline{B} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{C} \wedge \overline{D}) = \overline{D} \wedge (\overline{B} \vee \overline{C})$

$\overline{\overline{X}} = X = \overline{\overline{D} \wedge (\overline{B} \vee \overline{C})} = \overline{\overline{D}} \vee \overline{(\overline{B} \vee \overline{C})}$

$= D \vee (\overline{\overline{B}} \wedge \overline{\overline{C}}) = D \vee (B \wedge C)$

189/5. a) Sedezimalziffern



b) Wertetabelle einer Siebensegment-Anzeige

Dez.	Hex.	Dual-Code D	C	B	A	Segment a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
10	A	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
11	B	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
12	C	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
13	D	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
14	E	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
15	F	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1

c) KV-Diagramme und Funktionsgleichungen für die Segmente a bis g

Segment a:

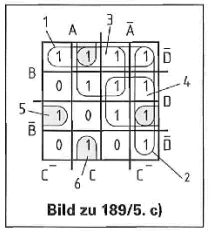


Bild zu 189/5. c)

1: $\underline{B} \wedge \overline{\underline{D}}$
2: $\underline{\overline{A}} \wedge \underline{\overline{C}}$
3: $\underline{B} \wedge \underline{C}$
4: $\underline{\overline{A}} \wedge \underline{D}$
5: $\overline{\underline{B}} \wedge \underline{\overline{C}} \wedge \underline{D}$
6: $A \wedge C \wedge \overline{D}$

$a = (B \wedge C) \vee (B \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{A} \wedge D) \vee (\overline{B} \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (A \wedge C \wedge \overline{D})$

$= [B \wedge (C \vee \overline{D})] \vee [\overline{A} \wedge (\overline{C} \vee D)] \vee (\overline{B} \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (A \wedge C \wedge \overline{D})$

Segment b:

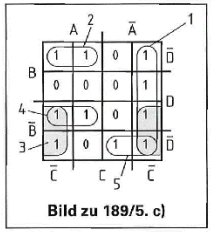


Bild zu 189/5. c)

1: $\overline{A} \wedge \overline{C}$
2: $A \wedge \overline{B} \wedge \overline{D}$
3: $\overline{B} \wedge \overline{C}$
4: $\underline{A} \wedge \underline{\overline{B}} \wedge \underline{D}$
5: $\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{D}$

$b = (\overline{A} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge B \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{D})$

$= [\overline{C} \wedge (\overline{A} \vee \overline{B})] \vee (A \wedge B \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{D})$

Lösungen Segmente c bis g entsprechend:

Segment c: $c = (A \wedge \overline{B}) \vee (A \wedge \overline{C}) \vee (\overline{B} \wedge \overline{D}) \vee (C \wedge \overline{D}) \vee (\overline{C} \wedge D)$
$= [A \wedge (\overline{B} \vee \overline{C})] \vee [\overline{D} \wedge (\overline{B} \vee C)] \vee (\overline{C} \wedge D)$

Segment d: $d = (\overline{A} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{B} \wedge D)$

Segment e: $e = (\overline{A} \wedge B) \vee (\overline{A} \wedge \overline{C}) \vee (B \wedge D) \vee (C \wedge D) = [\overline{A} \wedge (B \vee \overline{C})] \vee [D \wedge (B \vee C)]$

Segment f: $f = (\overline{A} \wedge C) \vee (B \wedge D) \vee (\overline{C} \wedge D) \vee (\overline{B} \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B})$
$= [\overline{A} \wedge (\overline{B} \vee C)] \vee [D \wedge (B \vee \overline{C})] \vee (\overline{B} \wedge C \wedge \overline{D})$

Segment g: $g = (\overline{A} \wedge B) \vee (A \wedge D) \vee (\overline{C} \wedge D) \vee (\overline{B} \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (B \wedge \overline{C})$

189/6. a) Wertetabelle Ampelanlage Fußgängerüberweg

Takt	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	P1	P2	P3	P4	P5
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	0	0	1	1	0
5	0	1	0	1	0	0	1	1	0
6	0	1	1	0	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	0	1	0	1	0
8	1	0	0	0	0	1	0	1	0
9	1	0	0	1	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	1	0	0	0	1
11	1	0	1	1	1	0	0	0	1
12	1	1	0	0	1	0	0	0	1
13	1	1	0	1	1	0	0	0	1
14	1	1	1	0	1	0	0	0	1
15	1	1	1	1	1	1	0	1	0

b) P1 – Ampelleuchte Fahrbahn Rot

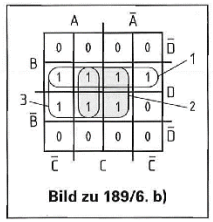


Bild zu 189/6. b)

1: $B \wedge D$
2: $C \wedge D$
3: $A \wedge D$

$P1 = (A \wedge D) \vee (B \wedge D) \vee (C \wedge D) = D \wedge (A \vee B \vee C)$

P2 – Ampelleuchte Fahrbahn Gelb
$P2 = (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge D)$
P3 – Ampelleuchte Fahrbahn Grün
$P3 = \overline{D} \wedge (\overline{A} \vee \overline{B} \vee \overline{C})$
P4 – Ampelleuchte Fußgänger Rot
$P4 = (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{B} \wedge \overline{C}) \vee \overline{D}$
P5 – Ampelleuchte Fußgänger Grün
$P5 = \overline{P4}$

c) Die Verknüpfungsergebnisse der Ampelleuchten P1 bis P5 werden in einer UND-Verknüpfung mit dem Freigabesignal F verarbeitet.

Die Ampelanlage an einem Fußgängerüberweg wird durch den Dualzähler Z1 einer SPS in 16 Takten gesteuert **(Bild 3)**. Am Zählereingang liegt ein Rechtecksignal mit einer Frequenz $f = 1$ Hz. Der Dualzähler ändert seinen Zählerstand mit jeder ansteigenden Flanke des Eingangssignals.

a) Erstellen Sie eine Wertetabelle und übertragen Sie die Ausgangszustände des Dualzählers mit den Wertigkeiten $Q_A = 2^0$, $Q_B = 2^1$, $Q_C = 2^2$ und $Q_D = 2^3$. Übernehmen Sie aus dem Zeitablaufdiagramm die Werte 0 oder 1 für die Fahrbahnampeln (P1, P2 und P3) und für die Fußgängerampeln (P4 und P5).

b) Ermitteln Sie mithilfe des KV-Diagramms die Funktionsgleichungen für die Ampelleuchten P1 bis P5.

c) Ändern Sie die Schaltung so ab, dass die Ampelleuchten P1 bis P5 nur aufleuchten, wenn vom Steuerschalter S1 ein Freigabesignal (F = 1) anliegt.

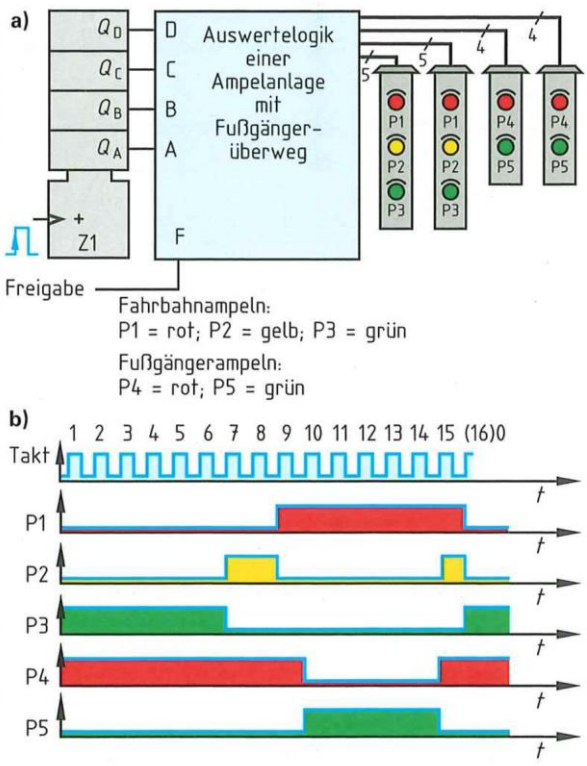
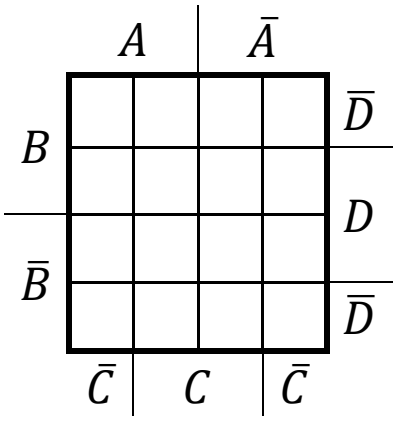
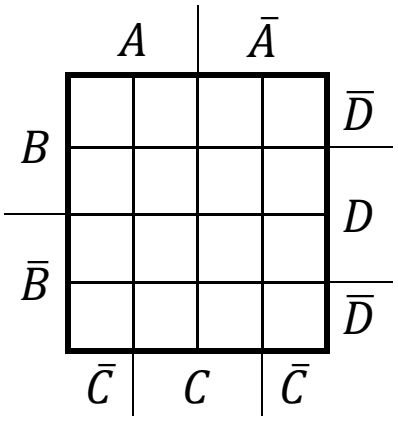
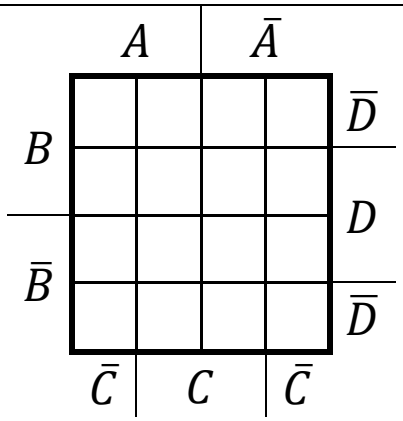


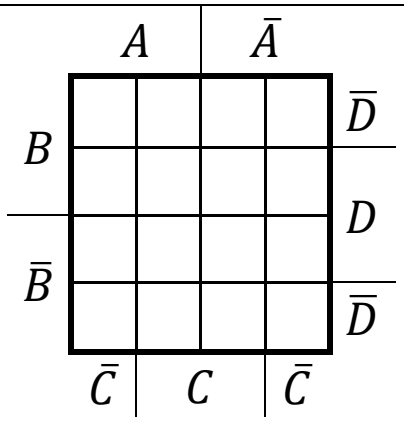
Bild 3: Ampelanlage Fußgängerüberweg
a) Auswertelogik und b) Zeitablaufdiagramm

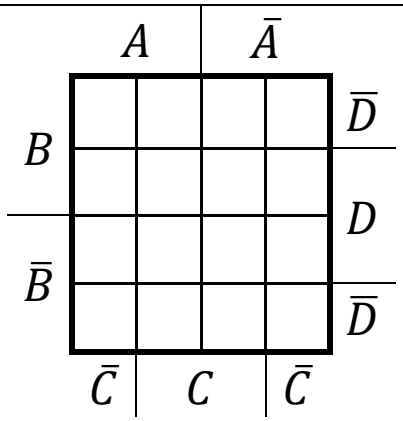
Takt	D	C	B	A	P1	P2	P3	P4	P5

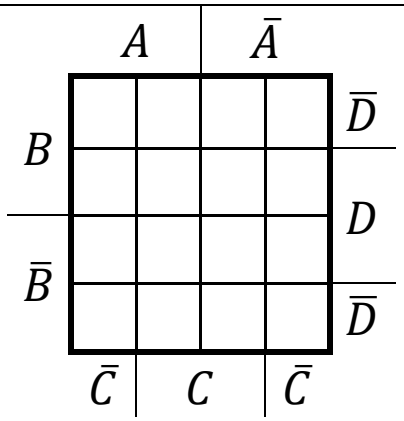

A
Ā
B
B̄
D̄
D
D̄
C̄
C
C̄


A
Ā
B
B̄
D̄
D
D̄
C̄
C
C̄


A
Ā
B
B̄
D̄
D
D̄
C̄
C
C̄


A
Ā
B
B̄
D̄
D
D̄
C̄
C
C̄


A
Ā
B
B̄
D̄
D
D̄
C̄
C
C̄


A
Ā
B
B̄
D̄
D
D̄
C̄
C
C̄

P1 =

P2 =

P3 =

P4 =

P5 =

KV-Diagramm

Aufgabenblock 1: Zuordnung der Felder

Das Karnaugh-Veitch-Diagramm (kurz KV-Diagramm) wird zur Vereinfachung/Minimierung digitaler Schaltfunktionen eingesetzt. Hierbei wird jeder Kombination der Eingangsvariablen genau ein Feld zugeordnet. Das heißt, bei n Eingängen besteht das KV-Diagramm aus 2^n Feldern. Um ein Feld einer Eingangsvariablenkombination zuordnen zu können, sind die Ränder des KV-Diagramms mit den jeweiligen Variablennamen beschriftet.

Bild 1 zeigt ein KV-Diagramm mit zwei Eingangsvariablen und die Zugehörigkeit jedes Feldes zu einer Zeile der Wahrheitstabelle bzw. einer bestimmten Kombination der Eingangsvariablen.

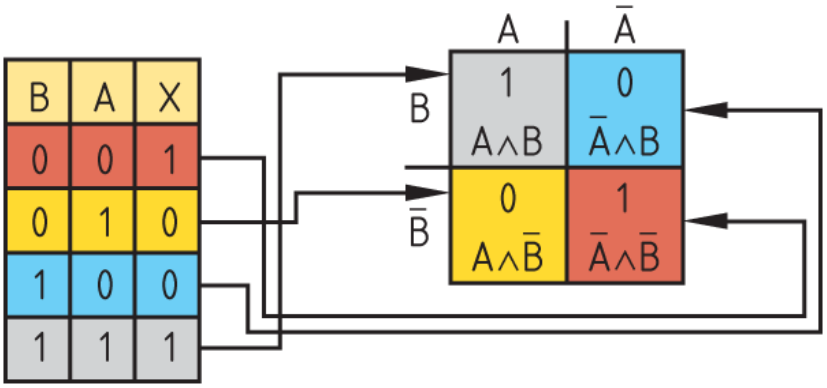
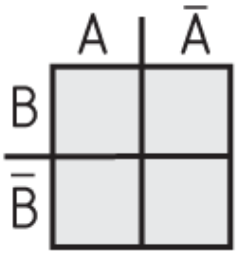


Bild 1: Beispiel eines KV-Diagramms mit zugehöriger Wahrheitstabelle

Aufgabe 1.a:
Bezeichnen Sie die Felder des KV-Diagramms mit zwei Eingangsvariablen mit den Ausgangsvariablen X_1 bis X_4.

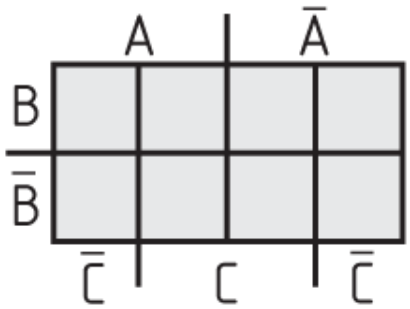
B	A	X
0	0	X_1
0	1	X_2
1	0	X_3
1	1	X_4



Aufgabe 1.b:

Nun ist ein KV-Diagramm mit drei Eingangsvariablen gegeben. **Bezeichnen Sie** die Felder des KV-Diagramms mit den zugehörigen Ausgangsvariablen X_1 bis X_8.

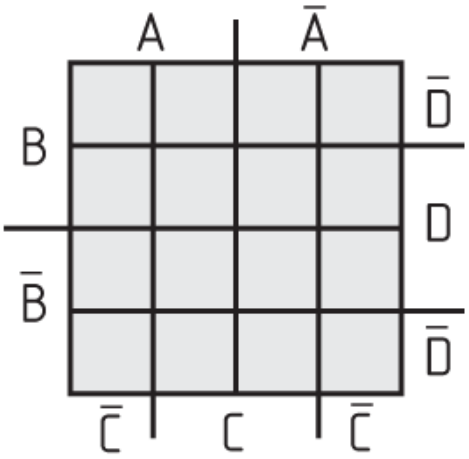
C	B	A	X
0	0	0	X_1
0	0	1	X_2
0	1	0	X_3
0	1	1	X_4
1	0	0	X_5
1	0	1	X_6
1	1	0	X_7
1	1	1	X_8



Aufgabe 1.c:

Gegeben ist ein KV-Diagramm mit vier Eingangsvariablen. **Beschriften Sie** die Felder des KV-Diagramms mit den entsprechenden Ausgangsvariablen X_1 bis X_{16}.

D	C	B	A	X
0	0	0	0	X_1
0	0	0	1	X_2
0	0	1	0	X_3
0	0	1	1	X_4
0	1	0	0	X_5
0	1	0	1	X_6
0	1	1	0	X_7
0	1	1	1	X_8
1	0	0	0	X_9
1	0	0	1	X_{10}
1	0	1	0	X_{11}
1	0	1	1	X_{12}
1	1	0	0	X_{13}
1	1	0	1	X_{14}
1	1	1	0	X_{15}
1	1	1	1	X_{16}



Aufgabenblock 2: Zusammenfassen der Einsen

Die Ausgangsvariablen können den Wert 0 oder 1 annehmen. Diese werden in das jeweilige Feld des KV-Diagramms eingetragen. Die Vereinfachung erfolgt nun, indem man so viele benachbarte Felder mit Einsen zusammenfasst wie möglich. Dabei gilt, dass die Anzahl der Felder je Einser-Block eine Potenz der Basis 2 sein muss, das heißt 2, 4 oder 8. Solche Einser-Blöcke können auch über den Rand oder die Ecken hinaus miteinander verbunden sein, wie in Bild 2c zu sehen. Des Weiteren können sich die Einser-Blöcke auch überlappen (siehe Bild 2b)

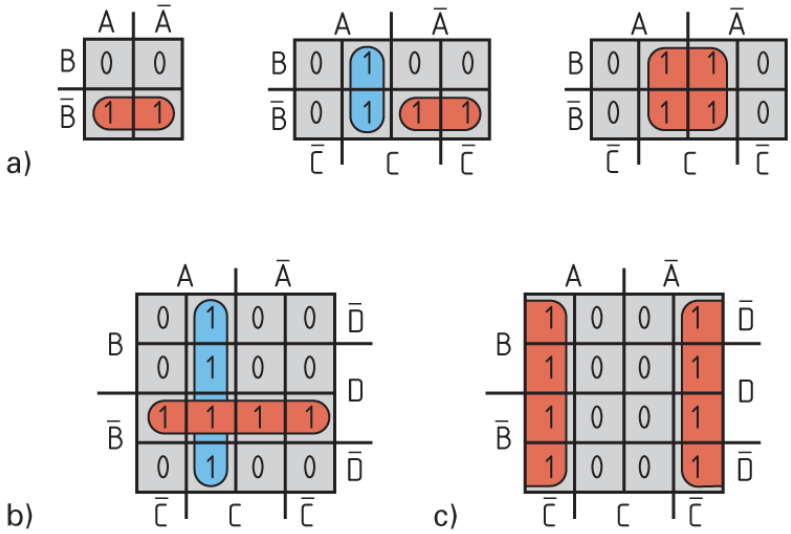
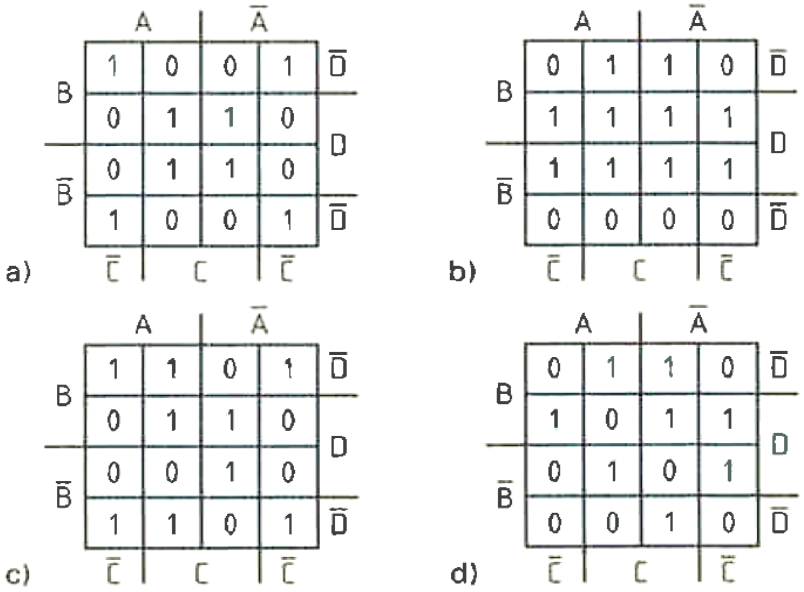


Bild 2: Beispiele für das mögliche Zusammenfassen von Einser-Blöcken

Aufgabe 2.a:
Markieren Sie die Einser-Blöcke in den KV-Diagrammen a bis d



Aufgabenblock 3: Ablesen der minimierten Ausgangsfunktion

Um die minimierte Ausgangsfunktion zu erhalten, müssen die Teilfunktionen jedes Einser-Blocks abgelesen und mit einem ODER verknüpft werden.

Erscheint eine Variable in einem Block sowohl in negierter als auch in nicht negierter Form, entfällt sie beim Aufstellen der Funktionsgleichung.
Das heißt, je mehr Einsen in einem Block zusammengefasst wurden, desto weniger Eingangsvariablen enthält die Teilfunktion des entsprechenden Blockes.

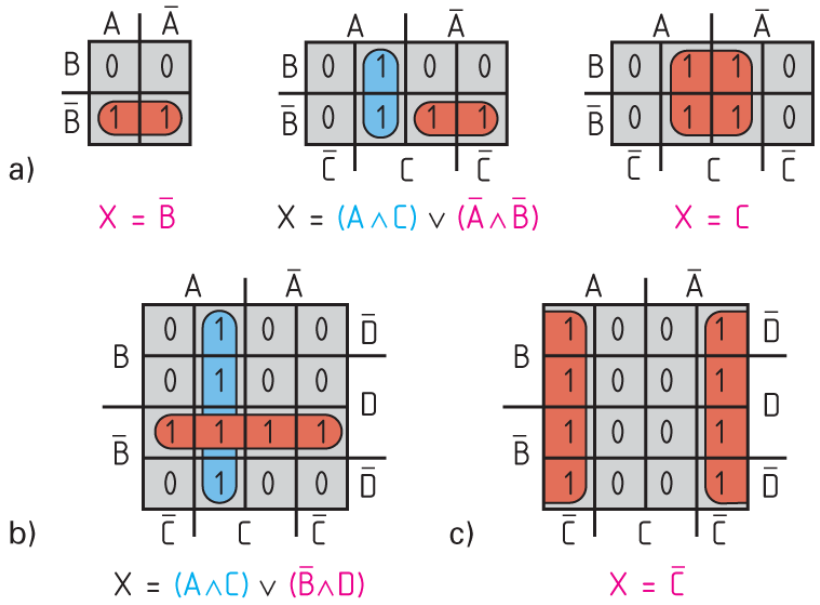
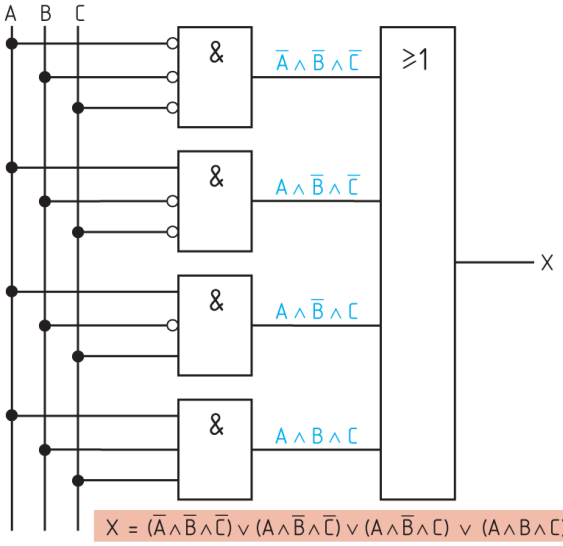


Bild 3: KV-Diagramme mit zugehöriger minimierter Ausgangsfunktion X

Aufgabe 3.a:
Bestimmen Sie die minimierte Ausgangsfunktion für die KV-Diagramme a bis d aus Aufgabe 2.a.

Zusatzaufgabe:



Erstellen Sie die minimierte Funktionsgleichung mit Hilfe eines KV-Diagramms.
Kontrollieren Sie das Ergebnis durch Anwendung der Gesetze der Schaltalgebra.

Aufgabenblock 4: Üben

Vereinfachen Sie mithilfe eines entsprechenden KV-Diagramms die folgenden Funktionsgleichungen. Alle nicht angegebenen Kombinationen ergeben X = 0.

a) X=$(A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

b) X=$(A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

c) X=$(A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

d) X=$(A \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})$

e)

X=$(A \wedge B \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D})$

f)

X=$(A \wedge B \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C \wedge \overline{D})$

g)

X=$(A \wedge B \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge C \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C} \wedge D) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge C \wedge \overline{D}) \vee (A \wedge B \wedge C \wedge D)$

Leitungsdimensionierung – Schritt für Schritt

Situationsbeschreibung:

In einer Montagehalle wird ein Warmwasserbereiter über eine 35 m lange Mantelleitung angeschlossen. Bestimmen Sie mithilfe **Bild 1** und **Bild 2** die Verlegeart und den Leiterquerschnitt der Mantelleitung.

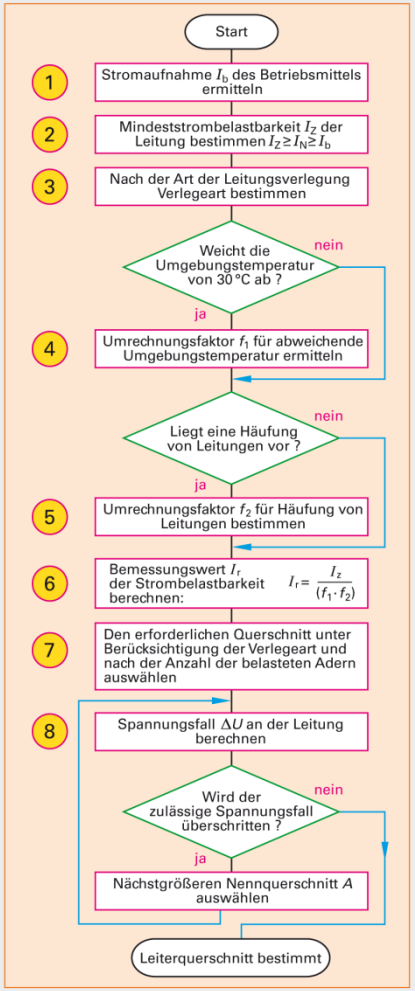


Bild 1: Programmablaufplan einer Leitungsberechnung

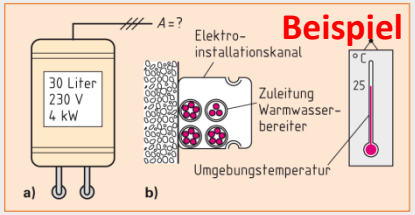


Bild 2: a) Warmwasserspeicher und b) Verlegebedingungen der Zuleitung

Lösung des Beispiels:

① Stromaufnahme des Warmwasserbereiters

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{4000\ \text{W}}{230\ \text{V} \cdot 1} = \mathbf{17{,}4\ A}$$

② Der Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung muss kleiner oder höchstens gleich groß sein wie die Strombelastbarkeit I_Z der Leitung und größer als die Stromaufnahme I_b des Warmwasserbereiters:
- Stromaufnahme I_b = 17,4 A
- Überstrom-Schutzeinrichtung I_N = 20 A
- Strombelastbarkeit der Leitung bei abweichenden Betriebsbedingungen $I_Z \geq$ 20 A

③ Aus **Rückseite, Tabelle 1: Verlegeart B2,** 2 belastete Adern (Wechselstromkreis)

④ Aus **Rückseite, Tabelle 4** für Umgebungstemperatur 25 °C und PVC-Isolierung: f_1 **= 1,06**

⑤ Aus **Rückseite, Tabelle 5** bei 4 belasteten Leitungen im Elektroinstallationskanal: f_2 **= 0,65**

⑥ Bemessungswert der Strombelastbarkeit **(Entsprechungswert unter Referenzbedingungen)**

$$I_r = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{20\ \text{A}}{1{,}06 \cdot 0{,}65} = \mathbf{29\ A}$$

⑦ Aus **Rückseite, Tab. 3** bei Verlegeart B2 und 2 belasteten Adern: Für I_r = 29 A gewählt A **= 4 mm²**

⑧ $$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 35\ \text{m} \cdot 17{,}4\ \text{A} \cdot 1}{56\ \text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 4\ \text{mm}^2} = \mathbf{5{,}4\ V}$$

Zulässiger Spannungsfall:
Δu **= 3 %** der Netznennspannung: ΔU **= 6,9 V**

5,4 V < 6,9 V, der gewählte Leiterquerschnitt A **= 4 mm² Cu** ist ausreichend.

I_b Stromaufnahme des Betriebsmittels
I_N Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung
f_1 Umrechnungsfaktor bei abweichender Umgebungstemperatur
f_2 Umrechnungsfaktor bei Häufung von Leitungen
I_r **Strombelastbarkeit der Leitung unter Referenzbedingungen**
I_Z Strombelastbarkeit der Leitung bei abweichenden Betriebsbedingungen

Die gelben Punkte finden Sie auch auf der Rückseite.
Sie zeigen, in welcher Tabelle Sie suchen müssen.

Bemerkungen

1 Leistung = 4kW (siehe Bild 2a) → **I_b = 17,4A**

Bemessungsströme **I_N** von LS-Schaltern:
2A, 4A, 6A, 10A, 13A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 60A

2 Bestimmen von **I_N** und **I_Z** mit Liste: Bemessungsströme **I_N** von LS-Schaltern **$I_Z \geq I_N \geq I_b$**
$I_Z = I_N$ = 20 A > I_b = 17,4A

3 Verlegeart = **B2** (siehe Bild 2b),
2 belastete Adern (siehe Bild 2a)

4 Umgebungstemperatur = **25°C** (siehe Bild 2b) → Ablesen von **f_1 = 1,06**

5 **4** Leitungen im Kabelkanal (siehe Bild 2b) → Ablesen von **f_2 = 0,65**

6 Berechnung von **$I_r = I_Z / (f_1 * f_2)$ = 29A**

7 In **Tabelle 3 (Rückseite)** wird in der in 3 ermittelten Spalte in den hellen Zeilen (I_r) der kleinstmögliche Querschnitt A, der I_r vertragen kann, gesucht → **A=4mm²**

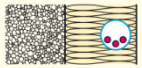
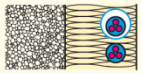
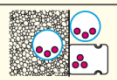
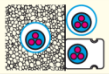
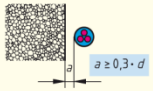
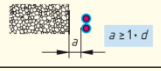
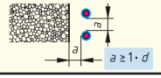
8 Bei Festanschluss eines Betriebsmittels (hier Warmwasserspeicher) wird I_b zur Berechnung von ΔU genutzt.
In Stromkreisen mit Steckvorrichtungen wird I_N zur Berechnung von ΔU genutzt.
Wenn ΔU größer als erlaubt, wird der Vorgang mit dem nächstgrößeren Querschnitt wiederholt.

Alle Abbildungen mit dem Logo des Europaverlages wurden den CDs des Lehrbuches ‚Fachkunde Elektrotechnik' Auflage 29 und 30 entnommen.

Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter

DIN VDE 0298, Teil 4
DIN VDE 0100, Teil 520

Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen — DIN VDE 0298, Teil 4

Verlegeart		Verlegebedingungen (Wichtige Beispiele)
A1		**Referenzverlegeart*: Verlegung in wärmegedämmten Wänden** • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr, • Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen.
A2		• Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr, • mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen in einer wärmegedämmten Wand.
B1		**Referenzverlegeart: Verlegung in Elektroinstallationsrohren** • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand, • Aderleitungen, einadrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.
3 B2		• Mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr auf und in der Wand, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Sockelleisten- oder im Unterflurkanal.
C		**Referenzverlegeart: Verlegung direkt auf dem Untergrund (Wand)** • Ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke, • Stegleitungen im oder unter Putz.
D		**Referenzverlegeart: Verlegung in der Erde** • Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.
E		**Referenzverlegeart: Verlegung frei in der Luft** • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen frei in der Luft verlegt mit einem Mindestabstand $a \geq 0{,}3 \cdot d$ zur Wand (d = Leitungsdurchmesser), • Kabel oder Leitungen auf gelochten Kabelrinnen oder auf Kabelkonsolen.
F		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.
G		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit einem gegenseitigen Abstand $a \geq 1 \cdot d$ verlegt und einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand, • Blanke Leiter oder Aderleitungen auf Isolatoren.

* Referenzverlegeart: Grundsätzliches Merkmal der Verlegeart, z. B. in wärmegedämmten Wänden oder frei in der Luft

Tabelle 2: Mindestquerschnitte von elektrischen Leitern — DIN VDE 0100, Teil 520

Kabel und Leitungen		Stromkreisart	Leiter Werkstoff	Leiter Mindestquerschnitt in mm²
Bei fester Verlegung	Kabel, Mantelleitungen und Aderleitungen	Leistungs- und Beleuchtungsstromkreise	Cu Al	1,5 16
		Melde- und Steuerstromkreise	Cu	0,5
	blanke Leiter	Leistungsstromkreise	Cu Al	10 16
		Melde- und Steuerstromkreise	Cu	4
Bewegliche Leitungen			Cu	0,75
Schutzpotenzialausgleichsleitungen, Erdungsleitungen				
Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich in Baderäumen: – geschützt verlegt – ungeschützt verlegt			Cu Cu Cu	6 2,5 4
PEN-Leiter			Cu	10

Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen

DIN VDE 0298
Teil 4 (Auszug)

Tabelle 3: Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen (PVC-isoliert) für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und E.
Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung in A (Leitungsschutzsicherungen gG und LS-Schaltern Typ B, C und D mit einem Abschaltstrom $I_a \leq 1{,}45 \cdot I_N$)
Betriebstemperatur: 70 °C, Umgebungstemperatur: 30 °C

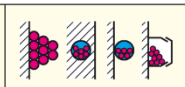
Verlegeart		A1		A2		B1		3 B2		C		E	
belastete Adern		2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm² Cu		Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen in A											
		Bemessungsstrom I_N der zugehörigen Überstrom-Schutzeinrichtungen in A											
1,5	I_r	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18,5
	I_N	13	13	13	13	16	13	16	13	16	16	20	16
2,5	I_r	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	30	25
	I_N	16	16	16	16	20	20	20	20	25	20	25	25
4	I_r	26	24	25	23	32	28	30	7	36	32	40	34
	I_N	25	20	25	20	32	25	25	25	35	32	40	32
6	I_r	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	51	43
	I_N	32	25	32	25	40	35	35	32	40	40	50	40
10	I_r	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	70	60
	I_N	40	40	40	35	50	50	50	40	63	50	63	50
16	I_r	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	94	80
	I_N	50	50	50	50	63	63	63	50	80	63	80	80
25	I_r	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	119	101
	I_N	80	63	63	63	100	80	80	80	100	80	100	100
35	I_r	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	148	126
	I_N	80	80	80	80	125	100	100	80	125	100	125	125
50	I_r	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	180	153
	I_N	100	100	100	80	125	125	125	100	160	125	160	125

Bemessungswerte I_r für die Verlegearten F und G siehe DIN VDE 0298, Teil 4 oder Tabellenbuch Elektrotechnik.

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren f_1 für abweichende Umgebungstemperaturen 4

Umgebungstemperatur in °C	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
PVC-Isolierung	1,22	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	0,35	–
Gummi-Isolierung	1,29	1,22	1,15	1,08	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	–	–	–

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren f_2 bei Häufung von Kabeln oder Leitungen auf der Wand, im Rohr oder im Kanal verlegt

Anordnung der Leitungen		Anzahl der mehradrigen Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gebündelt direkt auf der Wand, auf dem Fußboden, im Elektroinstallationskanal oder -rohr, auf oder in der Wand		1,0	0,8	0,7	0,65 5	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,48
Einlagig ohne Zwischenraum auf der Wand oder auf dem Fußboden ohne Zwischenraum		1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7

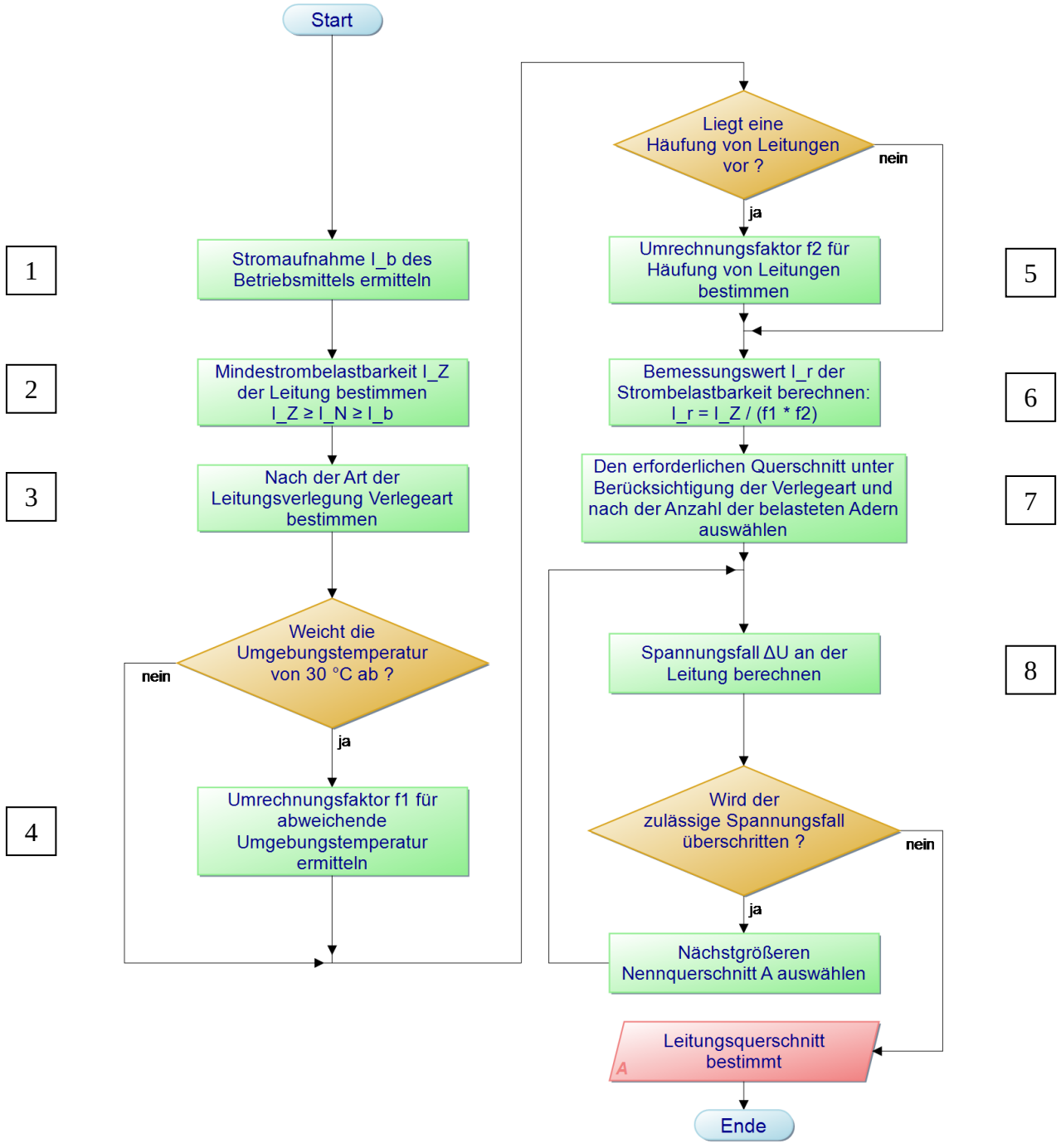
Umrechnungsfaktoren für weitere Leitungsanordnungen: Tabellenbuch Elektrotechnik oder DIN VDE 0298, Teil 4

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 2	**Leitungsdimensionierung** *„Kochrezept“*

Die zulässige Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen hängt hauptsächlich vom verlegten Leiterquerschnitt ab. Sie wird aber auch durch andere Einflussgrößen, z.B. die Umgebungstemperatur, beeinträchtigt. Eine wesentliche Auswirkung auf die Strombelastbarkeit hat die Verlegeart der Kabel oder Leitungen. Eine in ruhender Luft, z.B. einem Installationskanal, oder in einer wärmegedämmten Wand verlegte Leitung kann die durch den Strom erzeugte Wärme schlecht an die Umgebung abgeben. Eine gute Wärmeableitung haben z.B. Kabel und Leitungen, die im Erdreich oder direkt auf oder in der Wand verlegt sind.

Kabel und isolierte Leitungen mit einer guten Wärmeableitung haben eine höhere Strombelastbarkeit.

Arbeitsablauf zur Leitungsdimensionierung



Situationsbeschreibung:
In einer Montagehalle wird ein Warmwasserbereiter über eine 35 m lange Mantelleitung angeschlossen. **Bestimmen Sie** mithilfe von Bild 1 den Leiterquerschnitt der Mantelleitung.

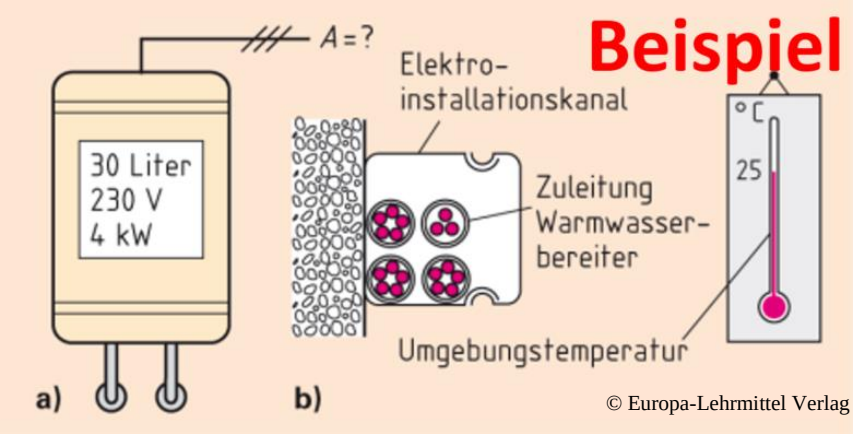


Bild 1: a) Warmwasserspeicher und b) Verlegebedingungen der Zuleitung

Aufgabenschritte:

1) **Berechnen Sie** die Stromaufnahme I_b des Betriebsmittels.
2) **Bestimmen Sie** die Mindeststrombelastbarkeit I_Z der Leitung.
3) **Bestimmen Sie** nach der Art der Verlegung die Verlegeart.
4) **Prüfen Sie** ob die Umgebungstemperatur von 30 °C abweicht. **Ermitteln Sie** den Umrechnungsfaktor f_1 wenn die Umgebungstemperatur abweicht.
5) **Prüfen Sie** ob eine Häufung von Leitungen vorliegt. **Ermitteln Sie** den Umrechnungsfaktor f_2 wenn eine Häufung vorliegt.
6) **Berechnen Sie** den Bemessungswert I_r der Leitung mithilfe von I_Z, f_1 und f_2.
7) **Wählen Sie aus** der Tabelle den erforderlichen Querschnitt unter Berücksichtigung der Verlegeart und nach der Anzahl der belasteten Adern.
8) **Berechnen Sie** den Spannungsfall ΔU. **Bestimmen Sie,** ob der zulässige Spannungsfall Δu von 3 % überschritten wird. Wenn dies der Fall ist, **wählen Sie** den nächstgrößeren Querschnitt und **überprüfen Sie** den Spannungsfall erneut.

Hilfe: Bemessungsströme I_N von Leitungsschutz (LS) – Schaltern: 2A, 4A, 6A, 10A, 13A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 60A

Bestimmen von I_N und I_Z mit Tabelle: Bemessungsströme I_N von LS-Schaltern $I_Z \geq I_N \geq I_b$

Legende:
I_b = Stromaufnahme des Betriebsmittels
I_N = Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung
f_1 = Umrechnungsfaktor bei abweichender Umgebungstemperatur
f_2 = Umrechnungsfaktor bei Häufung von Leitungen
I_r = Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung
I_Z = Strombelastbarkeit der Leitung bei abweichenden Betriebsbedingungen

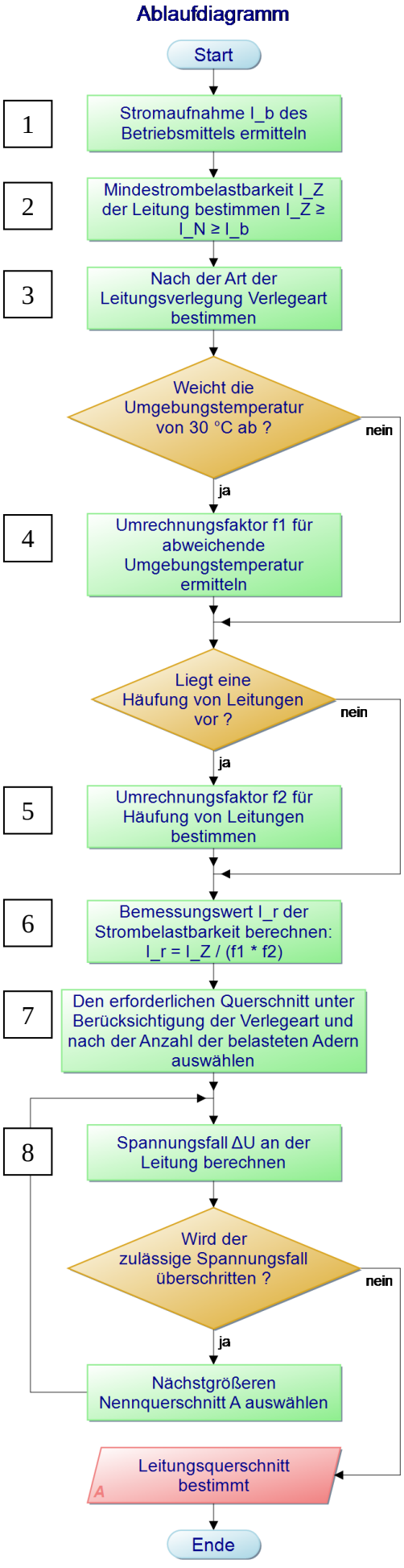
Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE

EEG

Lernfeld 2

Leitungsdimensionierung



Situationsbeschreibung:

In einer Montagehalle wird ein Warmwasserbereiter über eine 35 m lange Mantelleitung angeschlossen. Bestimmen Sie mithilfe von Bild 1 die Verlegeart und den Leiterquerschnitt der Mantelleitung.

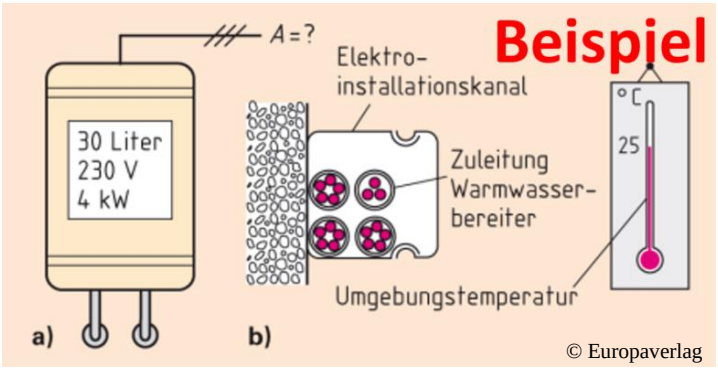


Bild 1: a) Warmwasserspeicher und b) Verlegebedingungen der Zuleitung

Aufgabe 1: Lesen Sie den entsprechenden Abschnitt im Fachkundebuch sowie das beigefügte Infoblatt.

Aufgabe 2: Vervollständigen Sie das nebenstehende Ablaufdiagramm. (Hinweis: Es werden nur die ersten 2 Faktoren für abweichende Betriebsbedingungen berücksichtigt)

Aufgabe 3: Lösen Sie die oben aufgeführte Beispielaufgabe in Partnerarbeit auf einem Extrablatt. Weißen Sie jedem Ihrer Arbeitsschritte die entsprechende Nummer aus dem Ablaufdiagramm zu. Machen Sie sich zu jedem Teilschritt Notizen in Form von Stichpunkten um die Beispielaufgabe als „Kochrezept“ für Zukünftige Aufgaben zu nutzen.

Hilfe: Bemessungsströme I_N von Leitungsschutz (LS) – Schaltern: 2A, 4A, 6A, 10A, 13A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 60A

Bestimmen von I_N und I_Z mit Liste: Bemessungsströme I_N von LS-Schaltern $I_Z \geq I_N \geq I_b$

Legende:

I_b = Stromaufnahme des Betriebsmittels
I_N = Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung
f_1 = Umrechnungsfaktor bei abweichender Umgebungstemperatur
f_2 = Umrechnungsfaktor bei Häufung von Leitungen
I_r = Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung
I_Z = Strombelastbarkeit der Leitung bei abweichenden Betriebsbedingungen

Lösung der Beispielaufgabe:

1) Stromaufnahme des Warmwasserbereiters

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{4000\ W}{230\ V \cdot 1} = \mathbf{17,4\ A}$$

2) Der Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung muss kleiner oder höchstens gleich groß sein wie die Strombelastbarkeit I_Z der Leitung und größer als die Stromaufnahme I_b des Warmwasserbereiters:
   - Stromaufnahme I_b = 17,4 A
   - Überstrom-Schutzeinrichtung I_N = 20 A
   - Strombelastbarkeit der Leitung bei abweichenden Betriebsbedingungen $I_Z \geq$ 20 A

   - Bestimmen von I_N und I_Z mit Tabelle: Bemessungsströme I_N von LS-Schaltern $I_Z \geq I_N \geq I_b$
     $I_Z = I_N$ = 20 A > I_b = 17,4 A

3) Aus Tabelle Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen (Tabellenbuch): **Verlegeart B2**, 2 belastete Adern (Wechselstromkreis)

4) Aus Tabelle Umrechnungsfaktoren f1 für abweichende Umgebungstemperatur 25 °C und PVC-Isolierung (Tabellenbuch): **f_1 = 1,06**

5) Aus Tabelle Umrechnungsfaktoren f2 bei Häufung von Kabeln oder Leitungen auf der Wand, im Rohr oder im Kanal verlegt bei 4 belasteten Leitungen im Elektroinstallationskanal (Tabellenbuch): **f_2 = 0,65**

6) Bemessungswert der Strombelastbarkeit

$$\mathrm{I_r} = \frac{\mathrm{I_Z}}{\mathrm{f_1 \cdot f_2}} = \frac{20\mathrm{A}}{1{,}06 \cdot 0{,}65} = \mathbf{29A}$$

7) Aus Tabelle bei Verlegeart B2 und 2 belasteten Adern: Für I_r = 29 A gewählt **A = 4 mm²**
   - Es wird der kleinstmögliche Querschnitt A_r der I_r vertragen kann ausgewählt

8) $\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_b \cdot \phi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 35\mathrm{m} \cdot 17{,}4\mathrm{A} \cdot 1}{56 \frac{\mathrm{m}}{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2} \cdot 4\mathrm{mm}^2} = \mathbf{5,4V}$

   Zulässiger Spannungsfall: **Δu = 3%** der Netznennspannung: **ΔU = 6,9 V**

   5,4 V < 6,9 V, der gewählte Leiterquerschnitt **A = 4 mm² Cu** ist ausreichend.

   Bei Festanschluss eines Betriebsmittels (hier Warmwasserspeicher) wird I_b zur Berechnung von ΔU genutzt. In Stromkreisen mit Steckvorrichtungen wird I_N zur Berechnung von ΔU genutzt. Wenn ΔU größer als erlaubt ist, wird der Vorgang mit dem nächstgrößeren Querschnitt wiederholt.

Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG**	**Leitungsdimensionierung**
	LF 2	

1) Dimensionieren Sie einen kombinierten Steckdosen- und Beleuchtungsstromkreis.

Der gesamte Stromkreis soll für eine Leistung von **3500 W** ausgelegt werden.

Die Anforderungen an die maximale Betriebstemperatur betragen **30° C**.

Die **NYM**-Leitung wird **mit einer weiteren Leitung unter Putz** verlegt.

Die Entfernung vom Hausverteiler zur am weitesten entfernten Steckdose beträgt **20 m**.

a) **Berechnen Sie** den Betriebsstrom I_B!
b) **Bestimmen Sie** den Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung $\mathbf{I_N}$ und die Strombelastbarkeit der Leitung unter abweichenden Betriebsbedingungen $\mathbf{I_z}$!
c) **Berechnen Sie** den Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung I_r!
d) **Ermitteln Sie** den Leiterquerschnitt!
e) **Prüfen Sie**, ob die Bedingungen für den zulässigen Spannungsfall eingehalten wurden!

2) Dimensionieren Sie die Leitung für den Anschluss eines Cerankochfeldes mit einer Anschlussleistung von 5,5 kW!
Prüfen Sie, ob die vorhandene Leitung ausreichend ist oder eine neue Leitung verlegt werden muss!

Die verlegte Installationsleitung für das Kochfeld trägt die Bezeichnung **NYM 3x1,5 mm²** und wurde **mit zwei weiteren** NYM-Leitungen mit dem gleichem Leiterquerschnitt **nebeneinander auf Putz** verlegt.
Die Leitungslänge zwischen dem Sicherungskasten und der Steckdose beträgt 40m.
Die Umgebungstemperatur beträgt 25° C.

a) **Berechnen Sie** den Betriebsstrom $\mathbf{I_b}$ des Cerankochfeldes.
b) **Bestimmen Sie** den Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung $\mathbf{I_N}$ und die Strombelastbarkeit der Leitung unter abweichenden Betriebsbedingungen $\mathbf{I_z}$!
c) **Berechnen Sie** den Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung I_r!
d) **Ermitteln Sie** den Leiterquerschnitt!
e) **Beachten Sie** dabei auch den zulässigen Spannungsfall!

3) Der zulässige prozentuale Spannungsfall **Δu** beträgt nach DIN18015, Teil 1 von der Messeinrichtung (Energiezähler) bis zum Verbraucher **3 %.**

Berechnen Sie die maximale Leitungslänge $\boldsymbol{l}_{max}$ für die folgenden Fälle:

a) Spannung U = 230 V, maximale Stromstärke I_{max} = 16 A, Leitung NYM 3x1,5 mm²

b) Spannung U = 230 V, maximale Stromstärke I_{max} = 25 A, Leitung NYM 3x2,5 mm²

Aufgabe 1)

a) $P = U \cdot I \rightarrow I_B = \frac{P}{U} = \frac{3500\,W}{230\,V}$

$I_B = \underline{\underline{15{,}22\,A}}$

b) $I_N = I_z = 16\,A$

Merke: $I_B <= I_N <= I_z$

Verlegeart: C (siehe Tabellenbuch)

Belastete Adern: 2

c) f_1: $\vartheta = 30\,°C \rightarrow f_1 = 1{,}0$

f_2: 2 Ltg $\rightarrow f_2 = 0{,}85$ oooo

$\rightarrow f_2 = 0{,}8$ °° ← macht bei 2 Leitungen keinen Sinn !!

$I_r = \frac{I_z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{16\,A}{1{,}0 \cdot 0{,}85} = \underline{\underline{18{,}82\,A}}$

d) aus Tabelle abgelesen: $A = 1{,}5\,mm^2$

$\Delta U = R_{Ltg} \cdot I_B = \frac{2 \cdot l \cdot I_B}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 20m \cdot 15{,}22\,A}{56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 1{,}5\,mm^2}$

$= \underline{\underline{7{,}25\,V}}$

ΔU_{max} ist 3% der Gesamtspannung!

3% von 230V sind 6,9V. Somit fällt zuviel Spannung über der Leitung ab und Querschnitt muss erhöht werden. $\rightarrow A = 2{,}5\,mm^2$

$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_B}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 20m \cdot 15{,}22\,A}{56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 2{,}5\,mm^2} = \underline{\underline{4{,}35\,V}}$

$\Delta U < \Delta U_{max}$ somit wird ein Leiterquerschnitt von $2{,}5\,mm^2$ gewählt.

Aufgabe 2)

a) $I_B = \frac{P}{U} = \frac{5500W}{230V} = \underline{\underline{23,91A}}$

b) $I_B \leq I_N \leq I_Z$

Es kann zunächst immer angenommen werden das $I_N = I_Z$ ist.

$I_N = I_Z = \underline{\underline{25A}}$

Verlegeart: C

Aderanzahl: 2

c) f_1: $\vartheta = 25°C \rightarrow f_1 = 1,06$

f_2: 3 Leitungen $\rightarrow f_2 = 0,79$

Hinweis: In den neuen Tabellenbüchern gibt es nicht die Möglichkeit 3 Leitungen auszuwählen. Nutzen sie dann die nächst größere Anzahl also 4.

$I_T = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{25A}{1,06 \cdot 0,79} = \underline{\underline{29,85A}}$

d) $I_T = 29,85A$ siehe Tabelle $\rightarrow A = 4mm^2$

$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_B}{\kappa \cdot A} = \frac{2 \cdot 40m \cdot 29,91A}{56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 4mm^2} = \underline{\underline{8,54V}}$

zu hoch daher $\rightarrow A = 6mm^2$

$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_B}{\kappa \cdot A} = \frac{2 \cdot 40m \cdot 23,91A}{56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 6mm^2} = \underline{\underline{5,69V}} \rightarrow$ OK

Aufgabe 3)

ΔU ist der Spannungsfall an einer Leitung.
Δu ist der Spannungsfall an einer Leitung in Prozent.

$$\Delta U = \Delta u \cdot 230\,V$$
$$= 0{,}03 \cdot 230\,V$$
$$= \underline{6{,}9\,V}$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_B}{\varkappa \cdot A} \longrightarrow l = \frac{\Delta U \cdot \varkappa \cdot A}{2 \cdot I_{B\,max}}$$

a) $$l_1 = \frac{6{,}9\,V \cdot 56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 1{,}5\,mm^2}{2 \cdot 16\,A} = \underline{\underline{18{,}11\,m}}$$

b) $$l_2 = \frac{6{,}9\,V \cdot 56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 2{,}5\,mm^2}{2 \cdot 25\,A} = \underline{\underline{19{,}32\,m}}$$

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** LF - 2	**Leitungsdimensionierung**

Stiebel Eltron

Typ SH 10 Nr.: 00315- 6703

10 l Cu 7 bar 10 l/min

2 kW 1 / N / PE ~ 230 V



IP 44

Ihre Firma hat den Kundenauftrag angenommen, für den Warmwasserspeicher, dessen Leistungsschild Sie links sehen, die 18 m lange Zuleitung von der Küche zur Unterverteilung zu verlegen und das Gerät an einer Schutzkontaktsteckdose anzuschließen.

Eine Ortsbesichtigung brachte folgende Zusatzinformationen: Die Leitung kann in einem Kanal verlegt werden, in dem sich bereits drei andere NYM-Leitungen befinden. Die Umgebungstemperatur steigt nicht über 25°C.

Bearbeiten Sie den Kundenauftrag, indem Sie eine Leitungsart auswählen und den Leitungsquerschnitt sowohl unter dem Gesichtspunkt der Strombelastbarkeit, als auch unter Berücksichtigung des zulässigen Spannungsfalls dimensionieren (bemessen).

Begründen Sie die Auswahl der von Ihnen gewählten Tabellenwerte unter Angabe der verwendeten Tabellen.

Leitungsdimensionierung Lösung

$$I_b = \frac{P}{U} = \frac{2000W}{230V} = \underline{\underline{8,696A}}$$

Schutzkontaktsteckdose !!

↳ $I_N = I_Z = 16A$

Sie installieren eine Steckdose. Sie können nicht garantieren das der Kunde nicht doch ein anderes Gerät mit mehr Leistung an der Steckdose betreibt, daher wird die Steckdose wie gewohnt mit 16A abgesichert.

Verlegeart: B2 (im Elektroinstallationskanal)
2 belastete Adern

Umgebungstemperatur: 25°C → $f_1 = 1,06$

Anzahl von Leitungen im Kanal: 4 → $f_2 = 0,65$

Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung

$$I_r = \frac{I_z}{f_1 \cdot f_2} = \frac{16A}{1,06 \cdot 0,65} = \underline{\underline{23,22A}}$$

Aus Tabelle Strombelastbarkeit gewählt

$A = \underline{\underline{4mm^2}}$ für $I_r = 23,22A$

Spannungsfall überprüfen

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I_b}{\varkappa \cdot A} = \frac{2 \cdot 18m \cdot 8,696A}{56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \cdot 4mm^2} = 1,4V$$

$\Delta u = 3\% = 6,9V > \Delta U = 1,4V$

Der gewählte Leiterquerschnitt ist ausreichend.

Die **Projektierung elektrischer Leitungen** hat nach DIN VDE 0100-520, TAB, DIN 18015-1 und DIN VDE 0298-4 zu erfolgen **(Bild)**.
Der Mindestquerschnitt der Leitungen ist so zu wählen, dass der höchstzulässige Spannungsfall und die zulässige Strombelastbarkeit I_r der Leitung nach DIN VDE 0298-4 nicht überschritten werden **(Datenblatt Seite 275** und **276)**. Bei der Berechnung des Spannungsfalls setzt man in unverzweigten Stromkreisen, z. B. bei Motorleitungen, den Bemessungsstrom des Motors (Verbrauchers), in allen anderen Stromkreisen den Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung ein.

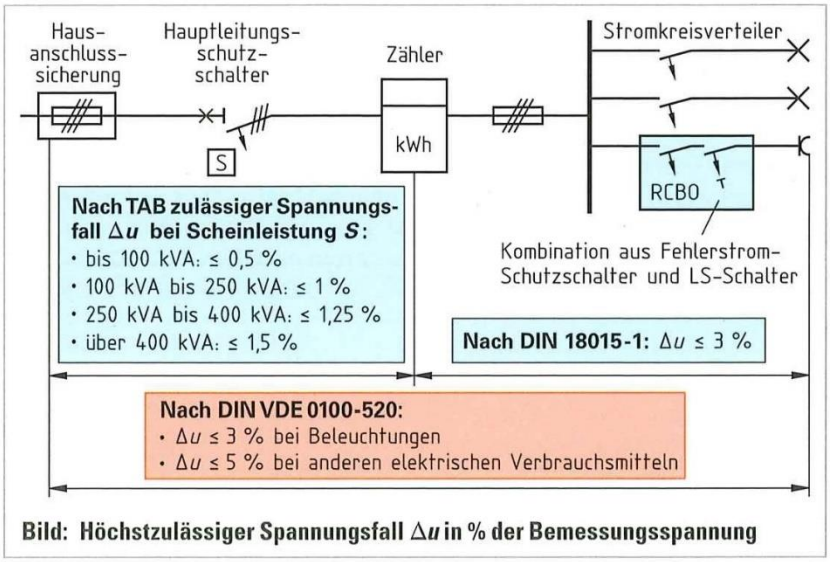


Bild: Höchstzulässiger Spannungsfall Δu in % der Bemessungsspannung

TAB, Abk. für: **T**echnische **A**nschluss**b**edingungen

11.1.1 Unverzweigte Leitungen für Gleichstrom

Leitungen für Gleichstrom berechnet man wie Leitungen für Wechselstrom mit Wirklast.

Beispiel

Vom Zähler zu einem Flutlichtmast führt ein 33 m langes im Leitungskanal verlegtes Kabel NYY 3 × 2,5 mm² (Cu). Es sollen neue Halogenlampen mit einer gesamten Stromaufnahme von 21,7 A bei 230 V eingesetzt werden. Berechnen Sie **a)** den Spannungsfall ΔU in V, **b)** den Spannungsfall Δu in %. **c)** Prüfen Sie, ob der Spannungsfall nach DIN 18015-1 noch zulässig ist. **d)** Welcher Querschnitt muss bei Überschreiten des zulässigen Spannungsfalls neu verlegt werden? **e)** Ist der neue Querschnitt nach DIN VDE 0298-4 bei 30 °C zulässig? **f)** Berechnen Sie den Leistungsverlust für den neuen Querschnitt.

Lösung:

a) $\Delta U_1 = \dfrac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot A_1} = \dfrac{2 \cdot 21{,}7\ \text{A} \cdot 33\ \text{m}}{56\ \text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 2{,}5\ \text{mm}^2} = \mathbf{10{,}2\ V}$

b) $\Delta u_1 = \dfrac{\Delta U_1 \cdot 100\,\%}{U} = \dfrac{10{,}2\ \text{V} \cdot 100\,\%}{230\ \text{V}} = \mathbf{4{,}4\,\%}$

c) Der Spannungsfall von 4,4 % ist nicht zulässig. Maximal zulässig sind 3 %, also ist $\Delta U_2 = \dfrac{\Delta u_2 \cdot U}{100\,\%} = \dfrac{3\,\% \cdot 230\ \text{V}}{100\,\%} = \mathbf{6{,}9\ V}$

d) $A_2 = \dfrac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U_2} = \dfrac{2 \cdot 21{,}7\ \text{A} \cdot 33\ \text{m}}{56\ \text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 6{,}9\ \text{V}} = \mathbf{3{,}7\ mm^2}$

Es muss mindestens ein Querschnitt von **4 mm²** verlegt werden.

e) Zulässig nach DIN VDE 0298-4. **Verlegeart B2 (Tabelle, Seite 275)**, I_r **= 30 A** bei 4 mm² Cu und 2 belastete Adern

f) $P_v = \dfrac{2 \cdot I^2 \cdot l}{\gamma \cdot A_2} = \dfrac{2 \cdot (21{,}7\ \text{A})^2 \cdot 33\ \text{m}}{56\ \text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 4\ \text{mm}^2} = \mathbf{139\ W}$

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot A}$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U \cdot 100\,\%}{U}$$

$$P_v = \frac{2 \cdot I^2 \cdot l}{\gamma \cdot A}$$

$$P_{v\%} = \frac{P_v \cdot 100\,\%}{P}$$

ΔU	Spannungsfall
Δu	Spannungsfall in % der Netznennspannung
U	Netznennspannung
U_1	Spannung am Leitungsanfang
U_2	Spannung am Leitungsende
l	Leitungslänge
I	Leiterstrom
γ	elektr. Leitfähigkeit
A	Leiterquerschnitt
P_v	Leistungsverlust in W
$P_{v\%}$	Leistungsverlust in %
P	zu übertragende Leistung

Quelle: Rechenbuch Elektrotechnik Ein Lehr- und Übungsbuch zur Grund- und Fachstufe
Europa-Lehrmittel
Seite 199, 200 und Lösungsheft Seite 209

Aufgaben zu 11.1.1

1 Der Spannungsfall an einer Leitung zu einem Heizgerät soll höchstens $\Delta u = 3\,\%$ betragen. Berechnen Sie **a)** den zulässigen Spannungsfall ΔU an der Leitung bei einer Nennspannung von 230 V, **b)** die Mindestspannung am Heizgerät bei einer Netzspannung von 240 V.

2 Zu einem elektrischen Warmwasserbereiter mit der Bemessungsspannung 230 V und dem Bemessungsstrom $I = 13$ A soll eine 28 m lange, 3-adrige NYM-Leitung verlegt werden (Verlegeart C). Berechnen Sie den zu verlegenden Querschnitt, wenn $\Delta u \leq 3\,\%$ sein soll.

3 In einer Werkstatt soll eine 25 m lange Anschlussleitung für 220 V Gleichstrom (NYM 3 × 2,5 mm² Cu) im Leitungskanal verlegt werden. **a)** Berechnen Sie aus dem Spannungsfall $\Delta u = 3\,\%$ den maximal zulässigen Strom. **b)** Prüfen Sie nach, ob dieser Strom nach DIN VDE 0298-4 **(Tabellen Seite 275** und **276)** bei 30 °C Umgebungstemperatur zulässig ist.

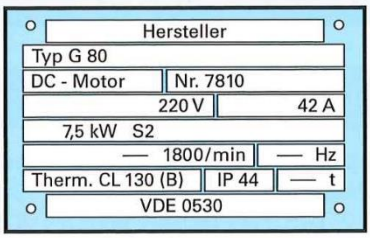


Bild 1: Leistungsschild eines Gleichstrommotors

4 Die 230 m lange, am Boden verlegte Lichtleitung aus 3 × 6 mm² Cu zu einer Baustelle ist an ein 230-V-Netz mit $U_1 = 235$ V Spannung am Leitungsanfang angeschlossen und wird von 13 A durchflossen. **a)** Wie hoch ist die Spannung U_2 an der Baustelle? **b)** Welcher Strom darf höchstens fließen, damit an der Baustelle 220 V zur Verfügung stehen? **c)** Welcher Nennquerschnitt ist zu verlegen, damit bei einem Strom von 10,5 A der Spannungsfall nicht größer als 3 % wird?

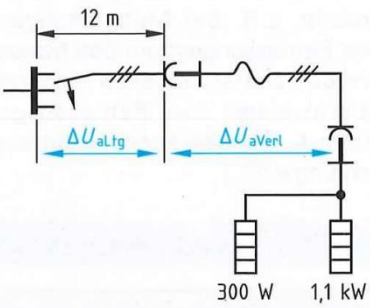


Bild 2: Verlängerungsleitung

5 Der 5,5-kW-Gleichstrommotor eines Rührwerks ist über eine 38 m lange 3-adrige Mantelleitung an die Verteilung angeschlossen. Die Leitung ist in einem Installationskanal auf der Wand verlegt. Die Nennspannung beträgt 220 V, der Wirkungsgrad des Motors 79 %. Der Spannungsfall soll 3 % nicht überschreiten. **a)** Berechnen Sie aus diesem Spannungsfall den erforderlichen Leiterquerschnitt. **b)** Überprüfen Sie, ob der berechnete Querschnitt nach DIN VDE 0298-4 zulässig ist. **c)** Welcher Leistungsverlust tritt bei ordnungsgemäß verlegtem Querschnitt auf?

6 Ein Förderband wird von einem Gleichstrommotor **(Bild 1)** angetrieben. Die 62 m lange 3-adrige Mantelleitung ist im Leitungskanal verlegt. Der Leistungsverlust der Leitung soll höchstens 4 % der Motorbemessungsleistung betragen. Berechnen Sie **a)** den erforderlichen Querschnitt aus dem Leistungsverlust und prüfen Sie, ob der zulässige Spannungsfall nach DIN 18015-1 eingehalten wird. **b)** Wie groß ist der Spannungsfall in V und %?

200/1. **a)** $\Delta U = \frac{\Delta u \cdot U}{100\,\%} = \frac{3\,\% \cdot 230\,\text{V}}{100\,\%} = \mathbf{6{,}9\,V}$ **b)** $U_2 = U_1 - \Delta U = 240\,\text{V} - 6{,}9\,\text{V} = \mathbf{233{,}1\,V}$

200/2. $\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot A}$; $\Delta U = \frac{3\,\% \cdot 230\,\text{V}}{100\,\%} = 6{,}9\,\text{V}$; $A = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{2 \cdot 13\,\text{A} \cdot 28\,\text{m}}{56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 6{,}9\,\text{V}} = \mathbf{1{,}88\,mm^2}$

Zu verlegender Querschnitt $\boldsymbol{A = 2{,}5\,mm^2}$

200/3. **a)** $\Delta U = \frac{\Delta u \cdot U}{100\,\%} = \frac{3\,\% \cdot 220\,\text{V}}{100\,\%} = 6{,}6\,\text{V}$

$I = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A}{2 \cdot l} = \frac{6{,}6\,\text{V} \cdot 56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 2{,}5\,\text{mm}^2}{2 \cdot 25\,\text{m}} = \mathbf{18{,}5\,A}$

b) Zulässig nach DIN VDE 0298-4: **23 A** (Verlegeart B2), Tabellen im **Rechenbuch Elektrotechnik, Seite 275 und 276**

200/4. **a)** $\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 13\,\text{A} \cdot 230\,\text{m}}{56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 6\,\text{mm}^2} = 17{,}8\,\text{V}$

$\boldsymbol{U_2 = U_1 - \Delta U = 230\,V - 17{,}8\,V = 212\,V}$

b) $\Delta U = 235\,\text{V} - 220\,\text{V} = 15\,\text{V}$; $I = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A}{2 \cdot l} = \frac{15\,\text{V} \cdot 56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 6\,\text{mm}^2}{2 \cdot 230\,\text{m}} = \mathbf{11{,}0\,A}$

c) $A = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{2 \cdot 10{,}5\,\text{A} \cdot 230\,\text{m}}{56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 6{,}9\,\text{V}} = 12{,}5\,\text{mm}^2$; gewählt: $\boldsymbol{16\,mm^2\,Cu}$

200/5. **a)** $P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{5{,}5\,\text{kW}}{0{,}79} = 6962\,\text{W}$; $I = \frac{P_{zu}}{U} = \frac{6962\,\text{W}}{220\,\text{V}} = 31{,}64\,\text{A}$

$\Delta u = \frac{\Delta U \cdot 100\,\%}{U}$; $\Delta U = \frac{\Delta u \cdot U}{100\,\%} = \frac{3\,\% \cdot 220\,\text{V}}{100\,\%} = 6{,}6\,\text{V}$

$A = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{2 \cdot 31{,}64\,\text{A} \cdot 38\,\text{m}}{56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 6{,}6\,\text{V}} = 6{,}5\,\text{mm}^2$; gewählt: $\boldsymbol{10\,mm^2\,Cu}$

b) Für **jede** Verlegeart zulässig.

c) $P_v = \frac{2 \cdot I^2 \cdot l}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot (31{,}64\,\text{A})^2 \cdot 38\,\text{m}}{56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 10\,\text{mm}^2} = \mathbf{136\,W}$; $P_{v\%} = \frac{136\,\text{W} \cdot 100\,\%}{6962\,\text{W}} = \mathbf{1{,}95\,\%}$

200/6. **a)** $P_v = \frac{P_{v\%} \cdot P}{100\,\%} = \frac{P_{v\%} \cdot U \cdot I}{100\,\%} = \frac{4\,\% \cdot 220\,\text{V} \cdot 42\,\text{A}}{100\,\%} = 370\,\text{W}$

$A = \frac{2 \cdot I^2 \cdot l}{\gamma \cdot P_v} = \frac{2 \cdot (42\,\text{A})^2 \cdot 62\,\text{m}}{56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 370\,\text{W}} = 10{,}6\,\text{mm}^2$; gewählt: $\boldsymbol{16\,mm^2}$

(zulässig für alle Verlegearten nach DIN VDE 0298-4)

b) $\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 42\,\text{A} \cdot 62\,\text{m}}{56\,\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2) \cdot 16\,\text{mm}^2} = \mathbf{5{,}8\,V}$

$\Delta u = \frac{\Delta U \cdot 100\,\%}{U} = \frac{5{,}8\,\text{V} \cdot 100\,\%}{220\,\text{V}} = \mathbf{2{,}64\,\%}$ (zulässig)

Leitungen und Kabel können sich bei unsachgemäßer Auswahl und Verlegung bei Stromfluss unzulässig erwärmen und zu Bränden in elektrischen Anlagen führen. Deshalb müssen sie nach DIN VDE 0298 entsprechend der Verlegeart ausreichend dimensioniert werden.

1. Nennen Sie die Einflussfaktoren auf die Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln.

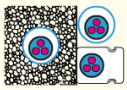
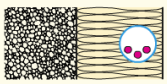
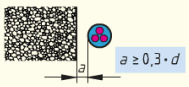
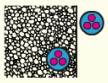
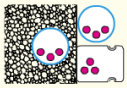
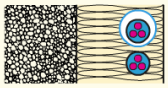
•		•	
•		•	
•		•	
•		•	

2. **a)** Welche Anzahl von belasteten Adern unterscheidet man bei der Verlegung von Leitungen und Kabeln?
b) Wo trifft man solche Leitungen in der Praxis an?

a) Anzahl der Adern	b) Anwendungsbeispiele
2	
3	

3. Nach DIN VDE 0298 unterscheidet man verschiedene Verlegearten. Ordnen Sie den Bildern in der **Tabelle** die Kurzzeichen dieser Verlegearten zu und nennen Sie jeweils die Verlegebedingungen für Leitungen.

Tabelle: Verlegearten (Auswahl)

Verlegeart mit Kurzzeichen		Verlegebedingungen der Leitungen
		
		
		
		
		
		
		

4. Die DIN VDE 0298 gibt die Bemessungswerte I_r der Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln an.
a) Was versteht man unter der Kenngröße I_r?
b) Unter welchen Normalbedingungen gelten diese Werte?

a) _____

b) _____

_____

5. Bestimmen Sie in **Tabelle 1** für folgende Fälle die Strombelastbarkeit I_r.

Tabelle 1: Strombelastbarkeit I_r von Leitungen									
Verlegeart	B2	A1	D	C	A2	C	B1	C	B2
Aderanzahl	2	2	3	3	2	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm² Cu	10	2,5	4	1,5	6	4	6	1,5	25
Strombelastbarkeit I_r in A									

6. Unter welchen Bedingungen müssen die Umrechnungsfaktoren f_1 und f_2 berücksichtigt werden?

f_1:

f_2:

7. Mit den Umrechnungsfaktoren f_1 und f_2 wird die Strombelastbarkeit I_Z bei abweichenden Betriebsbedingungen ermittelt. Geben Sie die dazu notwendige Formel an.

$I_Z =$

8. Berechnen Sie aus der in **Aufgabe 5** ermittelten Strombelastbarkeit I_r aufgrund der sich ändernden Betriebsbedingungen **(Tabelle 2)** die Strombelastbarkeit I_z.
Hinweis: Beachten Sie, dass der Umrechnungsfaktor für PVC-Isolierung und Gummi-Isolierung unterschiedliche Werte annimmt.

Tabelle 2: Änderung der Strombelastbarkeit aufgrund veränderter Betriebsbedingungen									
Strombelastbarkeit I_r in A	52	19,5	27	17,5	32	36	36	19,5	80
Umgebungstemperatur in °C	15	30	45	35	40	30	20	10	45
Leiterisolation aus	PVC	PVC	Gummi	PVC	Gummi	Gummi	PVC	PVC	Gummi
Leitungsanzahl im Kanal	5	8	2	10	1	7	4	3	9
Strombelastbarkeit I_r in A									

9. An elektrischen Leitungen darf der Spannungsfall ΔU nach TAB und DIN 18015-1 bestimmte Werte nicht überschreiten. Geben Sie in **Tabelle 3** die zulässigen Spannungsfälle Δu in % und ΔU in V an.

Tabelle 3: Zulässiger Spannungsfall in elektrischen Leitungen			
Art der Leitung		**Δu in %**	**ΔU in V**
Im 400-V-Netz zwischen Hausanschlusssicherung und Messeinrichtung bei einer Scheinleistung S	< 100 kVA		
	100 kVA bis 250 kVA		
	250 kVA bis 400 kVA		
	> 400 kVA		
Zwischen Messeinrichtung und Verbraucher	bei 230 V		
	bei 400 V		

10. Nach DIN VDE 0100-520 darf der gesamte Spannungsfall zwischen Hausanschlusssicherung und Verbraucher jedoch einen festgelegten Wert nicht überschreiten. Ergänzen Sie **Tabelle 4** um die entsprechenden Werte.

Tabelle 4: Maximaler Spannungsfall	
In Stromkreisen für	**Δu in %**
Beleuchtung	
andere Verbraucher	

11. Welche Schlussfolgerung ziehen Sie, wenn der rechnerisch ermittelte Spannungsfall größer als der laut DIN zulässige Spannungsfall ist?

12. Leitungen sind gegen Überlastung und Kurzschluss mit Überstrom-Schutzeinrichtungen ausgestattet. Welche Bedingungen gelten für den Bemessungsstrom I_N einer Überstrom-Schutzeinrichtung in Bezug auf
a) den Betriebsstrom I_b des Verbrauchers und **b)** die Strombelastbarkeit I_z der Leitung?
c) Vervollständigen Sie die Formel durch die Symbole ≤, = oder ≥.

a)

b)

c) Es muss immer gelten: $I_b \quad I_N \quad I_Z$

Leitungen und Kabel können sich bei unsachgemäßer Auswahl und Verlegung bei Stromfluss unzulässig erwärmen und zu Bränden in elektrischen Anlagen führen. Deshalb müssen sie nach DIN VDE 0298 entsprechend der Verlegeart ausreichend dimensioniert werden.

1. Nennen Sie die Einflussfaktoren auf die Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln.

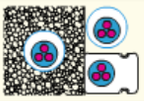
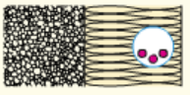
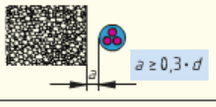
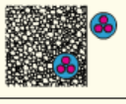
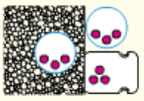
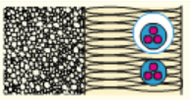
•	Leiterquerschnitt und -material	•	Verlegeart
•	Anzahl der belasteten Adern	•	Umgebungstemperatur
•	Leiterisolierung	•	Häufung von Leitungen
•	Leitungs- und Kabelaufbau	•	Oberwellen

2. **a)** Welche Anzahl von belasteten Adern unterscheidet man bei der Verlegung von Leitungen und Kabeln?
b) Wo trifft man solche Leitungen in der Praxis an?

a) Anzahl der Adern	b) Anwendungsbeispiele
2	Leitungen in Wechsel- und Gleichstromkreisen, z.B. Lampenschaltungen, Anschlussleitungen von Haushaltsgeräten und Büromaschinen
3	Drehstromleitungen, z.B. für Elektromotoren, Geräte zur Raumheizung oder Warmwasserzubereitung

3. Nach DIN VDE 0298 unterscheidet man verschiedene Verlegearten. Ordnen Sie den Bildern in der **Tabelle** die Kurzzeichen dieser Verlegearten zu und nennen Sie jeweils die Verlegebedingungen für Leitungen.

Tabelle: Verlegearten (Auswahl)

Verlegeart mit Kurzzeichen		Verlegebedingungen der Leitungen
	D	Mehradrige Mantelleitungen im Rohr oder im Kabelschacht in der Erde
	B2	Mehradrige Mantelleitungen im Rohr/Kanal auf der Wand
	A1	Aderleitungen in wärmegedämmten Wänden
	E	Mehradrige Mantelleitungen auf Kabelkonsolen oder frei in der Luft mit Abstand *a* zur Wand
	C	Leitungen direkt auf der Wand, im oder unter Putz
	B1	Aderleitungen im Rohr/Kanal auf oder in der Wand
	A2	Mehradrige Mantelleitungen im Rohr oder direkt in wärmegedämmten Wänden

4. Die DIN VDE 0298 gibt die Bemessungswerte I_r der Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln an.
a) Was versteht man unter der Kenngröße I_r?
b) Unter welchen Normalbedingungen gelten diese Werte?

a) Höchstzulässige Dauerstrombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln.

b) Entsprechende Verlegeart, Umgebungstemperatur ϑ = 30°C , nur eine Leitung wird verlegt, Anzahl der belasteten Adern (meist zwei oder drei).

5. Bestimmen Sie in **Tabelle 1** für folgende Fälle die Strombelastbarkeit I_r.

Tabelle 1: Strombelastbarkeit I_r von Leitungen

Verlegeart	B2	A1	D	C	A2	C	B1	C	B2
Aderanzahl	2	2	3	3	2	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm² Cu	10	2,5	4	1,5	6	4	6	1,5	25
Strombelastbarkeit I_r in A	52	19,5	27	17,5	32	36	36	19,5	80

6. Unter welchen Bedingungen müssen die Umrechnungsfaktoren f_1 und f_2 berücksichtigt werden?

f_1: bei abweichender Umgebungstemperatur von 30°C

f_2: für Häufung von Leitungen

7. Mit den Umrechnungsfaktoren f_1 und f_2 wird die Strombelastbarkeit I_Z bei abweichenden Betriebsbedingungen ermittelt. Geben Sie die dazu notwendige Formel an.

$$I_Z = I_r \cdot f_1 \cdot f_2$$

8. Berechnen Sie aus der in **Aufgabe 5** ermittelten Strombelastbarkeit I_r aufgrund der sich ändernden Betriebsbedingungen **(Tabelle 2)** die Strombelastbarkeit I_z.
Hinweis: Beachten Sie, dass der Umrechnungsfaktor für PVC-Isolierung und Gummi-Isolierung unterschiedliche Werte annimmt.

Tabelle 2: Änderung der Strombelastbarkeit aufgrund veränderter Betriebsbedingungen

Strombelastbarkeit I_r in A	52	19,5	27	17,5	32	36	36	19,5	80
Umgebungstemperatur in °C	15	30	45	35	40	30	20	10	45
Leiterisolation aus	PVC	PVC	Gummi	PVC	Gummi	Gummi	PVC	PVC	Gummi
Leitungsanzahl im Kanal	5	8	2	10	1	7	4	3	9
Strombelastbarkeit I_r in A	36,5	10,1	15,3	7,9	26,2	19,4	26,2	16,6	28,4

9. An elektrischen Leitungen darf der Spannungsfall ΔU nach TAB und DIN 18015-1 bestimmte Werte nicht überschreiten. Geben Sie in **Tabelle 3** die zulässigen Spannungsfälle Δu in % und ΔU in V an.

Tabelle 3: Zulässiger Spannungsfall in elektrischen Leitungen

Art der Leitung		Δu in %	ΔU in V
Im 400-V-Netz zwischen Hausanschluss-sicherung und Messeinrichtung bei einer Scheinleistung S	< 100 kVA	≤0,5	≤ 2
	100 kVA bis 250 kVA	≤ 1	≤ 4
	250 kVA bis 400 kVA	≤ 1,25	≤ 5
	> 400 kVA	≤ 1,5	≤ 6
Zwischen Messeinrichtung und Verbraucher	bei 230 V	≤ 3	≤ 6,9
	bei 400 V	≤ 3	≤ 12

10. Nach DIN VDE 0100-520 darf der gesamte Spannungsfall zwischen Hausanschlusssicherung und Verbraucher jedoch einen festgelegten Wert nicht überschreiten. Ergänzen Sie **Tabelle 4** um die entsprechenden Werte.

Tabelle 4: Maximaler Spannungsfall

In Stromkreisen für	Δu in %
Beleuchtung	3
andere Verbraucher	5

11. Welche Schlussfolgerung ziehen Sie, wenn der rechnerisch ermittelte Spannungsfall größer als der laut DIN zulässige Spannungsfall ist?

Es muss der nächstgrößere Nennquerschnitt A des Leiters ausgewählt werden.

12. Leitungen sind gegen Überlastung und Kurzschluss mit Überstrom-Schutzeinrichtungen ausgestattet. Welche Bedingungen gelten für den Bemessungsstrom I_N einer Überstrom-Schutzeinrichtung in Bezug auf
a) den Betriebsstrom I_b des Verbrauchers und **b)** die Strombelastbarkeit I_z der Leitung?
c) Vervollständigen Sie die Formel durch die Symbole ≤, = oder ≥.

a) Der Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung muss größer oder gleich sein wie der Betriebsstrom I_b des Verbrauchers.

b) Der Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung darf nicht größer sein als die Strombelastbarkeit I_z der Leitung.

c) Es muss immer gelten: $I_b \leq I_N \leq I_Z$

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**3. Elektrotechnische Grundgrößen** **Leiterwiderstand erarbeiten**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Lernziel: Einfluss der Materialeigenschaften und Abmessungen auf den Wert des Leiterwiderstandes untersuchen

Der Wert des Leiterwiderstandes ist von Materialeigenschaften und Abmessungen abhängig. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuchs Kapitel „Leiterwiderstand“

1. Was versteht man unter dem spezifischen Widerstand eines Leiterwerkstoffes?

   Der spezifische widerstand ist der widerstand bei den einheitsgrößen 1 => 1qmm Querschnitt und 1m Länge
2. Von welchen Größen hängt der Widerstand eines Leiterstücks ab?

   Querschnitt, Länge der Leitung, Material der Leitung

3. Wie kann man sich die verschieden große Leitfähigkeit von Metallen (z.B. Kupfer, Eisen) erklären?

   Die verschieden Große Leitfähigkeit lässt sich auf den Aufbau der Stoffe in atomarer Ebene zurückführen (Dichte, Anzahl Außenelektronen usw.).

4. Schreiben sie die <u>beiden</u> Bemessungsgleichungen für den Widerstandswert auf, in der die Drahtlänge, der Drahtquerschnitt und die Materialkonstanten (spez. Widerstand und elektr. Leitfähigkeit) berücksichtigt werden.

   R = (ro*Länge)/A = Länge/(gamma*A)

5. Welchen Einfluss haben Länge und Querschnitt auf den Wert des Leiterwiderstandes?

   wenn sich die Länge erhöht, steigt der Widerstand; wenn der Querschnitt sich erhöht wird der Widerstand bei gleicher Länge kleiner.

6. Wie groß ist der Widerstand eines Leiters aus Kupfer, der einen Querschnitt von 6 mm² und eine Länge von 8,5 m hat?

   gamma = 56 für Kupfer

   R = 8,5m / (gamma * 6qmm) = 25,298 mOhm

7. Der Kupferleiter einer Freileitung hat einen Querschnitt von 25 mm² und eine Länge von 5,4 km. Welchen Widerstand hat der Leiter?

   gamma = 56 für Kupfer

   R = 5400m / (gamma * 25 qmm) = 3,857 Ohm

8. Ein Aluminiumdraht hat eine Länge von 25 m und einen Durchmesser von 0,17 cm. Welchen Widerstand hat der Draht?

gamma = 36 für Alu

R = 25m / (gamma * ((pi*(1,7)^2))/4) qmm)) = 305,92 mOhm

9. Ein Stellwiderstand soll neu gewickelt werden. Es wird Konstantandraht (spez. Widerstand ρ =0,5 $\Omega \bullet mm^2 \bullet m^{-1}$) mit einem Durchmesser von 0,5 mm verwendet. Der Widerstandswert soll 56 Ω betragen. Wie viel Meter Draht werden benötigt?

R = (ro*Länge)/A ==> L = R*A / ro

10. Welchen Querschnitt hat ein 20 m langer Kupferdraht, der einen Widerstand von 238 mΩ hat?

11. Eine Zuleitung aus Kupfer zu einem elektrischen Verbraucher soll einen Gesamtwiderstand von 0,15 Ω nicht übersteigen. Die Länge der Zuleitung beträgt 16 m.
    a.) Wie groß muss der Querschnitt sein?
    b.) Welcher Normquerschnitt ist für die Zuleitung einzusetzen?
    c.) Wie groß ist dann der Leiterdurchmesser?
    d.) Wie groß ist der Widerstand der Zuleitung beim gewählten Normquerschnitt?

12. Ein 38 m langer Kupferdraht mit einem Querschnitt von 10 mm^2 soll durch einen widerstandsgleichen Stahldraht (p = 0,13 $\Omega \bullet mm^2 \bullet m^{-1}$) gleicher Länge ersetzt werden. Welchen Durchmesser muss der Stahldraht haben?

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**3. Elektrotechnische Grundgrößen** **Leiterwiderstand erarbeiten**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Lernziel: Einfluss der Materialeigenschaften und Abmessungen auf den Wert des Leiterwiderstandes untersuchen

Der Wert des Leiterwiderstandes ist von Materialeigenschaften und Abmessungen abhängig. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuchs Kapitel „Leiterwiderstand“

1. Was versteht man unter dem spezifischen Widerstand eines Leiterwerkstoffes?

   Der spezifische Widerstand ist der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt

2. Von welchen Größen hängt der Widerstand eines Leiterstücks ab?

   Vom Werkstoff; von der Länge der Leitung und vom Querschnitt der Leitung

3. Wie kann man sich die verschieden große Leitfähigkeit von Metallen (z.B. Kupfer, Eisen) erklären?
   Die gitterförmig angeordneten Atomrümpfe sind in Metallen bei jedem Werkstoff anders. In Abhängigkeit vom Werkstoff wird der Stromfluss (bzw. die Bewegung der freien Elektronen) folglich mehr oder weniger stark durch den Aufbau der Atomrümpfe behindert.

4. Schreiben sie die beiden Bemessungsgleichungen für den Widerstandswert auf, in der die Drahtlänge, der Drahtquerschnitt und die Materialkonstanten (spez. Widerstand und elektr. Leitfähigkeit) berücksichtigt sind.

$$R_L = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{l}{\gamma \cdot A}$$

5. Welchen Einfluss haben Länge und Querschnitt auf den Wert des Leiterwiderstandes?
   Der Wert des Leiterwiderstandes nimmt mit der Leitungslänge zu.
   Der Leiterwiderstand nimmt bei Vergrößerung des Leiterquerschnittes ab.

6. Wie groß ist der Widerstand eines Leiters aus Kupfer, der einen Querschnitt von 6 mm² und eine Länge von 8,5 m hat?

   R_{Leiter}= 25,3 mΩ

7. Der Kupferleiter einer Freileitung hat einen Querschnitt von 25 mm² und eine Länge von 5,4 km. Welchen Widerstand hat der Leiter?

   R_{Leiter}= 3,86 Ω

8. Ein Aluminiumdraht hat eine Länge von 25 m und einen Durchmesser von 0,17 cm. Welchen Widerstand hat der Draht?

   A (q) = 2,27 mm² → R_{Leiter}= 196,7 mΩ

   -> falsch, wurde mit gamma(kupfer=56) statt von Alu(gamma=36) gerechnet
   daraus folgt ergebnis 305,92mOhm

9. Ein Stellwiderstand soll neu gewickelt werden. Es wird Konstantandraht (spez. Widerstand ρ = 0,5 Ω•mm²•m-¹) mit einem Durchmesser von 0,5 mm verwendet. Der Widerstandswert soll 56 Ω betragen. Wie viel Meter Draht werden benötigt?

   DURCHMESSER = 0,5 mm -> A = pi * (0,5^2)/4 = 0,196 qmm

$$R_L = \frac{\rho \cdot l}{A} \Rightarrow l = \frac{R \cdot A}{\rho} = 56m$$ 21,99m ~ 22m

10. Welchen Querschnitt hat ein 20 m langer Kupferdraht, der einen Widerstand von 238 mΩ besitzt?

    A(q) = 1,5 mm²

11. Eine Zuleitung aus Kupfer zu einem elektrischen Verbraucher soll einen Gesamtwiderstand von 0,15 Ω nicht übersteigen. Die Länge der Zuleitung beträgt 16 m.
    a.) Wie groß muss der Querschnitt sein?
    b.) Welcher Normquerschnitt ist für die Zuleitung einzusetzen?
    c.) Wie groß ist dann der Leiterdurchmesser?
    d.) Wie groß ist der Widerstand der Zuleitung beim gewählten Normquerschnitt?

    a) A (q) = 1,9 mm²
    b) Der nächsthöhere Norm- Querschnitt A = 2,5 mm²
    c) d = 1,78 mm (bei A= 2,5 mm²)
    d) R = 114 mΩ

12. Ein 38 m langer Kupferdraht mit einem Querschnitt von 10 mm² soll durch einen widerstandsgleichen Stahldraht (p = 0,13 Ω•mm²•m-¹) gleicher Länge ersetzt werden. Welchen Durchmesser muss der Stahldraht haben?

    R_{Cu} = 67,86 m → A_{Stahl} = 72,8 mm² → d = 9,63 mm

    mOhm

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**3. Elektrotechnische Grundgrößen** **Leiterwiderstand erarbeiten**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Lernziel: Einfluss der Materialeigenschaften und Abmessungen auf den Wert des Leiterwiderstandes untersuchen

Der Wert des Leiterwiderstandes ist von Materialeigenschaften und Abmessungen abhängig. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuchs Kapitel „Leiterwiderstand“

1. Was versteht man unter dem spezifischen Widerstand eines Leiterwerkstoffes?

2. Von welchen Größen hängt der Widerstand eines Leiterstücks ab?

3. Wie kann man sich die verschieden große Leitfähigkeit von Metallen (z.B. Kupfer, Eisen) erklären?

4. Schreiben sie die beiden Bemessungsgleichungen für den Widerstandswert auf, in der die Drahtlänge, der Drahtquerschnitt und die Materialkonstanten (spez. Widerstand und elektr. Leitfähigkeit) berücksichtigt werden.

5. Welchen Einfluss haben Länge und Querschnitt auf den Wert des Leiterwiderstandes?

6. Wie groß ist der Widerstand eines Leiters aus Kupfer, der einen Querschnitt von 6 mm² und eine Länge von 8,5 m hat?

7. Der Kupferleiter einer Freileitung hat einen Querschnitt von 25 mm² und eine Länge von 5,4 km. Welchen Widerstand hat der Leiter?

8. Ein Aluminiumdraht hat eine Länge von 25 m und einen Durchmesser von 0,17 cm. Welchen Widerstand hat der Draht?

9. Ein Stellwiderstand soll neu gewickelt werden. Es wird Konstantandraht (spez. Widerstand ρ =0,5 $\Omega \bullet mm^2 \bullet m^{-1}$) mit einem Durchmesser von 0,5 mm verwendet. Der Widerstandswert soll 56 Ω betragen. Wie viel Meter Draht werden benötigt?

10. Welchen Querschnitt hat ein 20 m langer Kupferdraht, der einen Widerstand von 238 mΩ hat?

11. Eine Zuleitung aus Kupfer zu einem elektrischen Verbraucher soll einen Gesamtwiderstand von 0,15 Ω nicht übersteigen. Die Länge der Zuleitung beträgt 16 m.
    a.) Wie groß muss der Querschnitt sein?
    b.) Welcher Normquerschnitt ist für die Zuleitung einzusetzen?
    c.) Wie groß ist dann der Leiterdurchmesser?
    d.) Wie groß ist der Widerstand der Zuleitung beim gewählten Normquerschnitt?

12. Ein 38 m langer Kupferdraht mit einem Querschnitt von 10 mm^2 soll durch einen widerstandsgleichen Stahldraht (p = 0,13 $\Omega \bullet mm^2 \bullet m^{-1}$) gleicher Länge ersetzt werden. Welchen Durchmesser muss der Stahldraht haben?

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**3. Elektrotechnische Grundgrößen** **Leiterwiderstand erarbeiten**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Lernziel: Einfluss der Materialeigenschaften und Abmessungen auf den Wert des Leiterwiderstandes untersuchen

Der Wert des Leiterwiderstandes ist von Materialeigenschaften und Abmessungen abhängig. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Fachbuchs Kapitel „Leiterwiderstand“

1. Was versteht man unter dem spezifischen Widerstand eines Leiterwerkstoffes?

   Der spezifische Widerstand ist der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt

2. Von welchen Größen hängt der Widerstand eines Leiterstücks ab?

   Vom Werkstoff; von der Länge der Leitung und vom Querschnitt der Leitung

3. Wie kann man sich die verschieden große Leitfähigkeit von Metallen (z.B. Kupfer, Eisen) erklären?
   Die gitterförmig angeordneten Atomrümpfe sind in Metallen bei jedem Werkstoff anders. In Abhängigkeit vom Werkstoff wird der Stromfluss (bzw. die Bewegung der freien Elektronen) folglich mehr oder weniger stark durch den Aufbau der Atomrümpfe behindert.

4. Schreiben sie die beiden Bemessungsgleichungen für den Widerstandswert auf, in der die Drahtlänge, der Drahtquerschnitt und die Materialkonstanten (spez. Widerstand und elektr. Leitfähigkeit) berücksichtigt sind.

$$R_L = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{l}{\gamma \cdot A}$$

5. Welchen Einfluss haben Länge und Querschnitt auf den Wert des Leiterwiderstandes?
   Der Wert des Leiterwiderstandes nimmt mit der Leitungslänge zu.
   Der Leiterwiderstand nimmt bei Vergrößerung des Leiterquerschnittes ab.

6. Wie groß ist der Widerstand eines Leiters aus Kupfer, der einen Querschnitt von 6 mm² und eine Länge von 8,5 m hat?

   R_{Leiter}= 25,3 mΩ

7. Der Kupferleiter einer Freileitung hat einen Querschnitt von 25 mm² und eine Länge von 5,4 km. Welchen Widerstand hat der Leiter?

   R_{Leiter}= 3,86 Ω

8. Ein Aluminiumdraht hat eine Länge von 25 m und einen Durchmesser von 0,17 cm. Welchen Widerstand hat der Draht?

   A (q) = 2,27 mm² → R_{Leiter}= 196,7 mΩ

9. Ein Stellwiderstand soll neu gewickelt werden. Es wird Konstantandraht (spez. Widerstand ρ = 0,5 Ω•mm²•m⁻¹) mit einem Durchmesser von 0,5 mm verwendet. Der Widerstandswert soll 56 Ω betragen. Wie viel Meter Draht werden benötigt?

$$R_L = \frac{\rho \cdot l}{A} \Rightarrow l = \frac{R \cdot A}{\rho} = 56m$$

10. Welchen Querschnitt hat ein 20 m langer Kupferdraht, der einen Widerstand von 238 mΩ besitzt?

    A(q) = 1,5 mm²

11. Eine Zuleitung aus Kupfer zu einem elektrischen Verbraucher soll einen Gesamtwiderstand von 0,15 Ω nicht übersteigen. Die Länge der Zuleitung beträgt 16 m.
    a.) Wie groß muss der Querschnitt sein?
    b.) Welcher Normquerschnitt ist für die Zuleitung einzusetzen?
    c.) Wie groß ist dann der Leiterdurchmesser?
    d.) Wie groß ist der Widerstand der Zuleitung beim gewählten Normquerschnitt?

    a) A (q) = 1,9 mm²
    b) Der nächsthöhere Norm- Querschnitt A = 2,5 mm²
    c) d = 1,78 mm (bei A= 2,5 mm²)
    d) R = 114 mΩ

12. Ein 38 m langer Kupferdraht mit einem Querschnitt von 10 mm² soll durch einen widerstandsgleichen Stahldraht (p = 0,13 Ω•mm²•m⁻¹) gleicher Länge ersetzt werden. Welchen Durchmesser muss der Stahldraht haben?

    R_{Cu} = 67,86 m → A_{Stahl} = 72,8 mm² → d = 9,63 mm

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Leiterwiderstand anwenden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Der Wert des Leiterwiderstandes hängt vom Werkstoff, von der Länge und vom Querschnitt ab. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.
Die Konstante in der Gleichung ist der spezifische Widerstand ρ. Dieser ist so groß wie der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt. Er wird meist bei einer Tempertur von 20 Grad Celsius ermittelt.
Die elektrische Leitfähigkeit χ ist der Kehrwert des spezifischen Widerstandes.

Arbeitsauftrag:
Berechnen Sie bei den folgenden Aufgaben die fehlenden Größen mit Hilfe des Tabellenbuches nach dem vollständigen Lösungsschema:
geg., ges., Lösung: Gleichung suchen, nach gesuchter Größe umstellen, Werte mit Einheiten einsetzen, Ergebnis unterstreichen

---

1.

Nickel = 10,5 ; Nickelin = 2,5)

Der Draht für einen Vorwiderstand aus Nickel (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) in einem Messgerät hat den Durchmesser 0,1 mm und ist 1,81 m lang.

a) Berechnen Sie den Querschnitt q des Drahtes?
b) Berechnen Sie den Widerstandswert des Vorwiderstandes.

q= A = pi* ((0,1mm)^2/4)
A= 7,85x10^-3 mm^2

R = l / y * A = 1,81m / 2,3 xyz * 7,85x10^-3 mm^2
R = 100,25 Ohm

2.

Auf einen Stellwiderstand sind 150 m Konstantandraht (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) mit einem Querschnitt von 0,196 mm² aufgewickelt.
Berechnen Sie den Leiterwiderstand.

R = l / y * A = 150m / 2,3 xyz * 0,196 mm^2
R = 332,74 Ohm

3.
Ein Kupferdraht mit 1,5 mm² Querschnitt hat einen Widerstand von 0,6 Ω.
Ermitteln Sie die Länge des Drahtes.

l = R *y *A = 0,6 Ohm * 1,5qmm * 56 xyz = 50,4m

4.
Welchen Querschnitt haben Drähte von je 100 m Länge aus a) Cu und b) Al, deren Widerstand jeweils 0,3 Ω betragen soll?

A = l / y * R = 100m / y * 0,3 Ohm

A_Cu = 5,952 qmm
A_Al = 9,259 qmm

5.
Ein 1,4 km langer Leiter aus Kupferdraht hat einen Widerstand von 1,56 Ω. Berechnen Sie
a) den Durchmesser des Drahtes
b) den Spannungsfall über dem Draht, wenn ein Strom von 12 A fließt.

R = l / y * A --> A = l / y * R = 1400m / 56 xyz * 1,56 Ohm = 16,025 qmm

A = pi * d^2/ 4 --> d = wurzel(16,025 qmm * 4/ pi)
d = 4,5

dU = R * I = 18,72 V
-> du = dU *100% / U = 18,72 V * 100% / 230V = 8,14 %

-> nicht zulässig, maximaler Spannungsfall darf nur 8% betragen !!

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Leiterwiderstand anwenden	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Der Wert des Leiterwiderstandes hängt vom Werkstoff, von der Länge und vom Querschnitt ab. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.
Die Konstante in der Gleichung ist der spezifische Widerstand ρ. Dieser ist so groß wie der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt. Er wird meist bei einer Tempertur von 20 Grad Celsius ermittelt.
Die elektrische Leitfähigkeit χ ist der Kehrwert des spezifischen Widerstandes.

Arbeitsauftrag:
Berechnen Sie bei den folgenden Aufgaben die fehlenden Größen mit Hilfe des Tabellenbuches nach dem vollständigen Lösungsschema:
geg., ges., Lösung: Gleichung suchen, nach gesuchter Größe umstellen, Werte mit Einheiten einsetzen, Ergebnis unterstreichen

---

1.
Der Draht für einen Vorwiderstand aus Nickel (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) in einem Messgerät hat den Durchmesser 0,1 mm und ist 1,81 m lang.

a) Berechnen Sie den Querschnitt q des Drahtes?
b) Berechnen Sie den Widerstandswert des Vorwiderstandes.

a) q = 0,00785 mm²

b) R = 100 Ω

2.
Auf einen Stellwiderstand sind 150 m Konstantandraht (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) mit einem Querschnitt von 0,196 mm² aufgewickelt.
Berechnen Sie den Leiterwiderstand.

R = 332,74 Ω

3.
Ein Kupferdraht mit 1,5 mm² Querschnitt hat einen Widerstand von 0,6 Ω.
Ermitteln Sie die Länge des Drahtes.

l = 50,4 m

4.
Welchen Querschnitt haben Drähte von je 100 m Länge aus a) Cu und b) Al, deren Widerstand jeweils 0,3 Ω betragen soll?

a) $q_{Cu} = l / (R * \chi) = 5{,}95\ mm^2$

b) $q_{Al} = 9{,}26\ mm^2$

5.
Ein 1,4 km langer Leiter aus Kupferdraht hat einen Widerstand von 1,56 Ω. Berechnen Sie
a) den Durchmesser des Drahtes
b) den Spannungsfall über dem Draht, wenn ein Strom von 12 A fließt.

a) q = 16 mm² --> d = 4,51 mm

b) U = I * R = 18,7 V

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Leiterwiderstand anwenden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Der Wert des Leiterwiderstandes hängt vom Werkstoff, von der Länge und vom Querschnitt ab. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.
Die Konstante in der Gleichung ist der spezifische Widerstand ρ. Dieser ist so groß wie der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt. Er wird meist bei einer Tempertur von 20 Grad Celsius ermittelt.
Die elektrische Leitfähigkeit χ ist der Kehrwert des spezifischen Widerstandes.

Arbeitsauftrag:
Berechnen Sie bei den folgenden Aufgaben die fehlenden Größen mit Hilfe des Tabellenbuches nach dem vollständigen Lösungsschema:
geg., ges., Lösung: Gleichung suchen, nach gesuchter Größe umstellen, Werte mit Einheiten einsetzen, Ergebnis unterstreichen

---

1.
Der Draht für einen Vorwiderstand aus Nickel (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) in einem Messgerät hat den Durchmesser 0,1 mm und ist 1,81 m lang.

a) Berechnen Sie den Querschnitt q des Drahtes?
b) Berechnen Sie den Widerstandswert des Vorwiderstandes.

2.
Auf einen Stellwiderstand sind 150 m Konstantandraht (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) mit einem Querschnitt von 0,196 mm² aufgewickelt.
Berechnen Sie den Leiterwiderstand.

3.
Ein Kupferdraht mit 1,5 mm² Querschnitt hat einen Widerstand von 0,6 Ω.
Ermitteln Sie die Länge des Drahtes.

4.
Welchen Querschnitt haben Drähte von je 100 m Länge aus a) Cu und b) Al, deren Widerstand jeweils 0,3 Ω betragen soll?

5.
Ein 1,4 km langer Leiter aus Kupferdraht hat einen Widerstand von 1,56 Ω. Berechnen Sie
a) den Durchmesser des Drahtes
b) den Spannungsfall über dem Draht, wenn ein Strom von 12 A fließt.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Leiterwiderstand anwenden	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Der Wert des Leiterwiderstandes hängt vom Werkstoff, von der Länge und vom Querschnitt ab. Dieser Zusammenhang wird durch eine Bemessungsgleichung beschrieben.
Die Konstante in der Gleichung ist der spezifische Widerstand ρ. Dieser ist so groß wie der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt. Er wird meist bei einer Tempertur von 20 Grad Celsius ermittelt.
Die elektrische Leitfähigkeit χ ist der Kehrwert des spezifischen Widerstandes.

Arbeitsauftrag:
Berechnen Sie bei den folgenden Aufgaben die fehlenden Größen mit Hilfe des Tabellenbuches nach dem vollständigen Lösungsschema:
geg., ges., Lösung: Gleichung suchen, nach gesuchter Größe umstellen, Werte mit Einheiten einsetzen, Ergebnis unterstreichen

---

1.
Der Draht für einen Vorwiderstand aus Nickel (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) in einem Messgerät hat den Durchmesser 0,1 mm und ist 1,81 m lang.

a) Berechnen Sie den Querschnitt q des Drahtes?
b) Berechnen Sie den Widerstandswert des Vorwiderstandes.

a) q = 0,00785 mm²

b) R = 100 Ω

2.
Auf einen Stellwiderstand sind 150 m Konstantandraht (χ = 2,3 m/ (Ω * mm²) mit einem Querschnitt von 0,196 mm² aufgewickelt.
Berechnen Sie den Leiterwiderstand.

R = 332,74 Ω

3.
Ein Kupferdraht mit 1,5 mm² Querschnitt hat einen Widerstand von 0,6 Ω.
Ermitteln Sie die Länge des Drahtes.

l = 50,4 m

4.
Welchen Querschnitt haben Drähte von je 100 m Länge aus a) Cu und b) Al, deren Widerstand jeweils 0,3 Ω betragen soll?

a) $q_{Cu} = l / (R * \chi) = 5{,}95\ mm^2$

b) $q_{Al} = 9{,}26\ mm^2$

5.
Ein 1,4 km langer Leiter aus Kupferdraht hat einen Widerstand von 1,56 Ω. Berechnen Sie
a) den Durchmesser des Drahtes
b) den Spannungsfall über dem Draht, wenn ein Strom von 12 A fließt.

a) q = 16 mm² --> d = 4,51 mm

b) U = I * R = 18,7 V

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

	Technische Mathematik	*Name:*
	Übung	*Klasse:* 4302
	Vorsätze	*Datum:* 19.09.2003

Information zu <u>Einheiten</u> (elektrischer Größen)!

Ω ê Einheit des elektrischen Widerstandes → $[\,1\frac{V}{A} = 1\,\Omega\,]$ (sprich: Ohm)
A ê Einheit des elektrischen Stromes
V ê Einheit der elektrischen Spannung
F ê Einheit der Kapazitäts
kWh ê Einheit der elktrischen Arbeit (Energie)
W ê Einheit der elektrischen Leistung

<u>Aufgabe:</u>

Formen Sie um!

a) 99,9 MΩ = ... kΩ = ... Ω

..... mΩ = 0,1 Ω = ... kΩ

b) $\frac{100}{5000}\,\Omega$ = ... mΩ = ... µΩ

c) 1000 · 0,5 mA = ... A = ... kA

d) $\frac{10V}{100mA}$ = ... Ω = ... mΩ = ... µΩ

e) $\frac{20V}{200kA}$ = ... mΩ = ... Ω

f) $\frac{1,5\ m}{1,5\ mm^2 \cdot 1\ \frac{m}{mm^2 \cdot \Omega}}$ = ... Ω = ... mΩ

g) 470µF = ... mF = ... F

h) 0,2mV = ... µV = ... V

i) 2kWh = ... Wh = ... MWh

j) 3,3kW = ... W = ... mW

k) 0,15m = ... cm = ... mm

© Rädke

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

	Technische Mathematik	Name: **LÖSUNG**
	Übung	Klasse: 4302
	Vorsätze	Datum: 19.09.2003

Information zu <u>Einheiten</u> (elektrischer Größen)!

Ω ê Einheit des elektrischen Widerstandes → $[\ 1\frac{V}{A} = 1\ \Omega\ ]$ (sprich: Ohm)
A ê Einheit des elektrischen Stromes
V ê Einheit der elektrischen Spannung
F ê Einheit der Kapazitäts
kWh ê Einheit der elktrischen Arbeit (Energie)
W ê Einheit der elektrischen Leistung

<u>Aufgabe:</u>

Formen Sie um!

a) 99,9 MΩ = ..**99.900**.. kΩ = ..**99.900.000**.. Ω

..**100**.. mΩ = 0,1 Ω = ..**0,0001**.. kΩ

b) $\frac{100}{5000}$ Ω = ..**20**.. mΩ = ..**20.000**.. µΩ

c) 1000 · 0,5 mA = ..**0,5**.. A = ..**0,0005**.. kA

d) $\frac{10V}{100mA}$ = ..**100**.. Ω = ..**100.000**.. mΩ = ..**100.000.000**.. µΩ

e) $\frac{20V}{200kA}$ = ..**0,1**.. mΩ = ..**0,0001**.. Ω

f) $\frac{1,5\ m}{1,5\ mm^2 \cdot 1\ \frac{m}{mm^2 \cdot \Omega}}$ = ..**1**.. Ω = ..**1.000**.. mΩ

g) 470µF = ..**0,47**.. mF = ..**0,00047**.. F

h) 0,2mV = ..**200**.. µV = ..**0,0002**.. V

i) 2kWh = ..**2.000**.. Wh = ..**0,002**.. MWh

j) 3,3kW = ..**3.300**.. W = ..**3.300.000**.. mW

k) 0,15m = ..**15**.. cm = ..**150**.. mm

© Rädke



I_N $I_{Z\ bzw.}\ I_r$ I_B

I_B Betriebsstromstärke/Belastungsstromstärke
I_Z Ist die Dauerstrombelastung der Leitung bei abweichenden Betriebsbedingungen (Höchstzulässige Dauerstrombelastung bei abweichenden Betriebsbedingungen)
I_r Ist der Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung (Höchstzulässige Dauerstrombelastung bei einer Umgebungstemperatur von 30°C
I_N Ist der Bemessungsstrom der Überstromschutzeinrichtung (z.B. Leitungsschutzschalter, FI-LS-Schalter

f1 abweichende Umgebungstemperatur Seite Tabellenbuch:
f2 gehäufte Leitungsverlegung Seite Tabellenbuch:
f3 Zahl aller belasteten Adern (incl. weiterer Verbraucher)
f4 Auswirkungen von Oberschwingungen

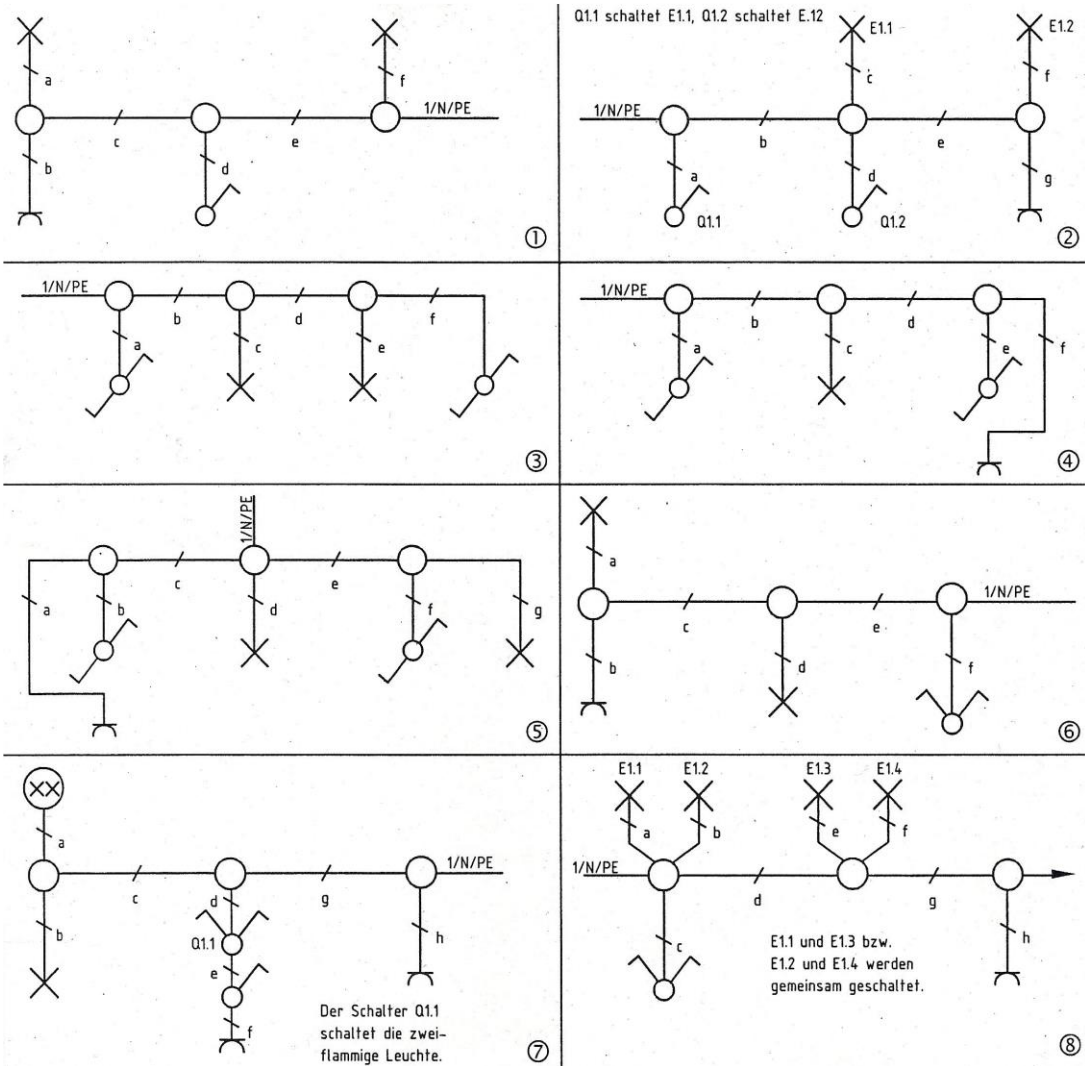
$$I_R = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \qquad I_z = I_r \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

$$\boldsymbol{I_B \leq I_N \leq I_Z}$$

1. Kreuzen Sie in der Tabelle an, welche Merkmale für die einzelnen Netzsysteme gelten.

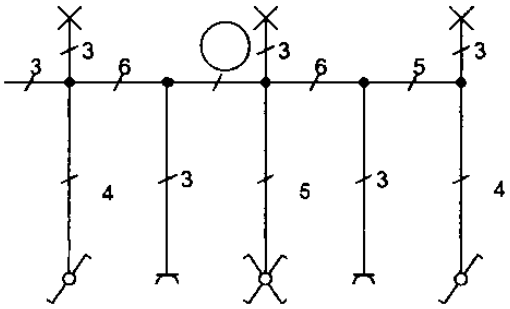
		TN-S-System	**TN-C-System**	**TN-C-S-System**
Transformatorsternpunkt	direkt geerdet			
	nicht geerdet			
Schutzleiter und Neutralleiter	kombiniert			
	getrennt			
Körper über Schutzleiter mit dem Betriebserder verbunden				
Körper über PEN-Leiter mit dem Betriebserder verbunden				
Körper direkt geerdet				

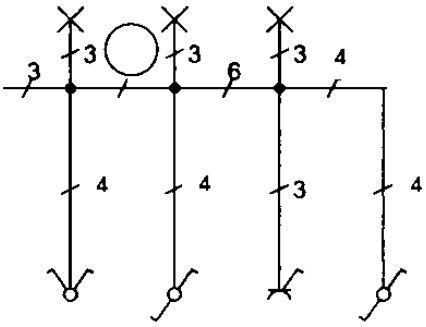
2. Benennen Sie die Installationsschaltung und geben Sie die notwendigen Aderzahlen der zu verlegenden Leitungen an. Geben Sie in Klammern zusätzlich an, wie viel Adern die zu verlegende Leitungen in bestimmten Abschnitten mindestens haben muss.



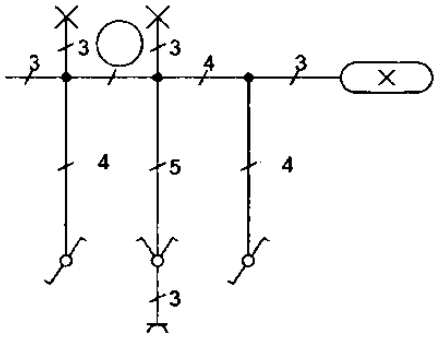
Nr.	Installationsschaltung	a	b	c	d	e	f	g	h
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

3. Ermitteln Sie in den jeweiligen Übersichtsschaltplänen die Aderzahl an der mit gekennzeichneter Stelle und tragen Sie die Aderzahl dort ein.

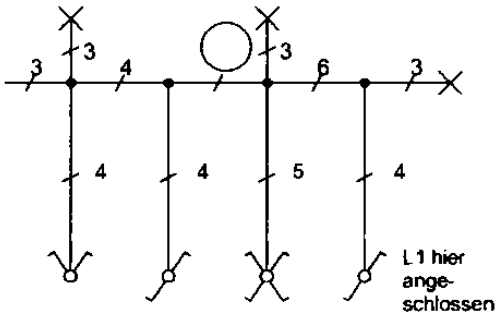




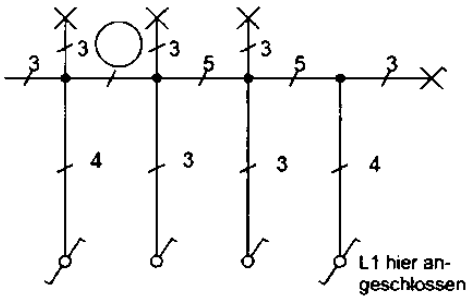
Wechselschalter schalten die linke Lampe



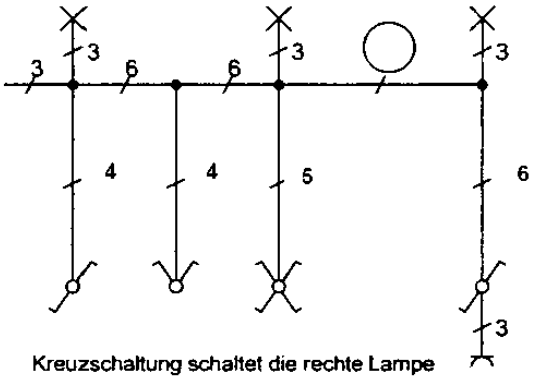
Wechselschalter schalten die Entladungslampe



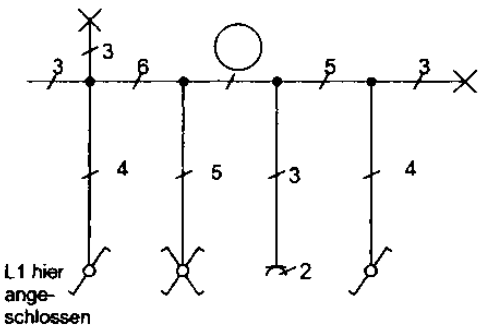
Kreuzschaltung schaltet die mittlere Lampe

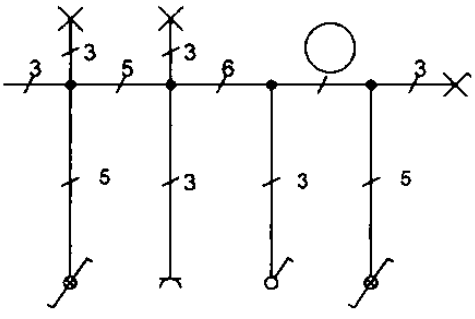


Wechselschalter schalten die mittlere Lampe



Kreuzschaltung schaltet die rechte Lampe





Wechselschalter schalten die linke Lampe

4. Was bedeutet die Leitungskennzeichnung H05VV?

5. Die Zuleitung NYM 3x1,5 mm^2 zu einer Schutzkontaktsteckdose in einem Heizungsraum ist in einer wärmegedämmten Wand verlegt. Im Heizungsraum herrscht eine Umgebungstemperatur von 40 ºC. Welchen Bemessungsstrom darf die Überstromschutzeinrichtung zur Absicherung der Zuleitung haben?

6. Bei welcher Stromstärke muss ein Leitungsschutzschalter der Charakteristik C mit einem Bemessungsstrom I_N = 32 A im Fehlerfall spätestens unverzögert auslösen?

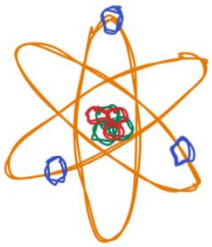
7. Ein Flutlichtmast mit Halogenstrahlern ist an ein 30 m langes, in einem Installationskanal verlegtem Kabel NYY 3x2,5 mm^2, angeschlossen. Die Halogenlampen haben insgesamt eine Leistung von 4,2 kW. Die Netzspannung beträgt 230 V.

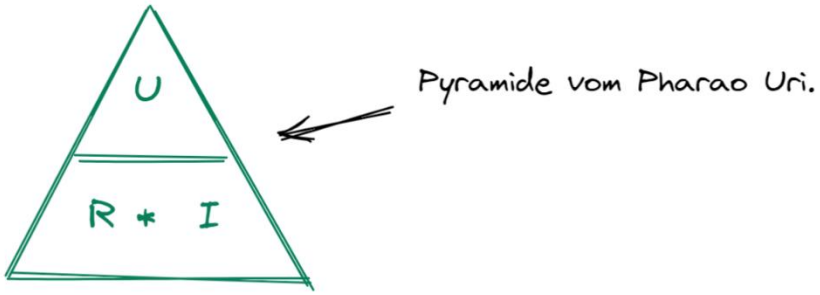
Ermitteln Sie:

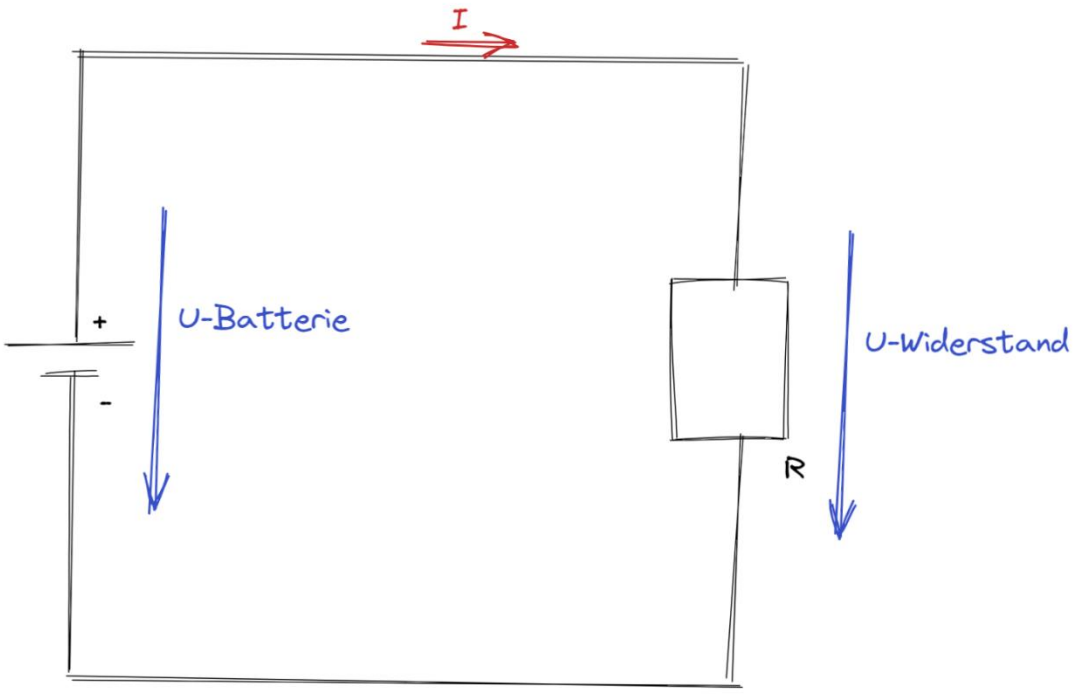
1. den Spannungsfall in V und den Spannungsfall in %.
2. Ist der ermittelte Spannungsfall noch zulässig?
3. Welcher Querschnitt müsste beim Überschreiten des zulässigen Spannungsfalls die neu zu verlegende Leitung haben?

HEIN MOELLER SCHULE
OBERSTUFENZENTRUM ENERGIETECHNIK II

Lernfeld 1:
1. Elektrische Grundgrößen







Inhaltsverzeichnis

1. Einheitenvorsätze 3
2. Physikalische Größen 4
3. Elektrische Ladung 5
Aufgaben zur elektrischen Ladung 6
4. Elektrische Spannung 8
Aufgaben zur elektrischen Spannung 8
5. Elektrischer Strom 10
6. Messen von elektrischer Spannung und Strom 12
Aufgaben zur Kapazität einer Batterie 13
7. Elektrisches Potential 16
8. Stromdichte 17
9. Ohm’sches Gesetz 19
10. Aufgaben zum Ohm’schen Gesetz 20
Aufgaben zum Widerstand 25
11. Analoges Messgerät 26
Übung zum analogen Messgerät 27
12. Elektrischer Widerstand 29

1. Einheitenvorsätze

Elektrische Größen sind nur dann eindeutig erkennbar, wenn sie durch Zahlenwerte und Maßeinheiten vollständig beschrieben werden. Vorsätze sind Buchstaben und dienen dazu, die Größenordnungen zu beschreiben.

Die Leistung wird gemessen in Watt (W).

Eine Glühlampe hat eine Leistung z.B. von ……...
Ein Kraftwerk erzeugt eine Leistung z.B. von .....
Ein MP3 - Player versorgt die Kopfhörer mit ca. ***…….***

1) Ergänzen Sie den folgenden Satz.

Die Leistungsanforderungen in der Elektrotechnik können von **……..** bis…….gehen.

2) Ergänzen Sie in der Tabelle die fehlenden Zahlenwerte und Buchstaben.

Vor-silbe	**Abk.**	**Dezimalzahl und Zahlenbezeichnung**		**Zehner-potenz**	**Beispiel**
Giga					
Mega					
Kilo					
		1		10^0	
Milli					
Mikro					
Nano					
Piko					

3) Wandeln Sie die Werte in eine Form um, die in der Elektrotechnik üblich ist.

(Die Zahl vor dem Komma sollte zwischen 1 und 999 liegen.)

0,0025 W	**2,5 mW**	820 000 000 W	
0,075 W		4 400 W	
0,000 00125 W		80 200 kW	
0,004 mW		1 000 000 nW	
0,07 µW		1 600 µW	

4) Wandeln Sie die Werte um.

99,9 MΩ	kΩ	Ω
100 mΩ	Ω	
$\frac{100\ \Omega}{5000}$	mΩ	μΩ
1000 · 0,5 mA	A	kA
$\frac{10\ V}{100\ mA}$	Ω	m Ω
470 µF	mF	F
0,2 mV	µV	V
2 kWh	Wh	MWh
3,3 kW	W	mW
0,15 m	cm	mm

2. Physikalische Größen

Physikalische Größen sind nur dann aussagefähig, wenn zum Zahlenwert die Maßeinheit angegeben wird.

1) Ergänzen Sie in der Tabelle die fehlenden Angaben.

Größe	Formelzeichen	Einheit	Einheitenzeichen
Länge	*l*	*Meter*	*m*
	A		
	M		
	V		
	J		
			s
			V
			A
			S
Ladung			
			W
	W		

3. Elektrische Ladung

Mit der Ladung beginnt in der Elektrotechnik alles.
So könnte man plakativ beschreiben, dass die elektrische Ladung absolut grundlegend für diverse elektrotechnische Vorgänge ist.

Was hat es denn jetzt mit der Ladung auf sich?

Zum einen bezeichnet der Begriff “elektrische Ladung” eine physikalische Größe mit dem Formelzeichen Q und der Einheit “Coulomb” (Einheitenzeichen “C”).
Zum anderen ist die elektrische Ladung eine Eigenschaft von bestimmten Teilchen. Diese Teilchen sind Elektronen und Protonen, wichtige Bestandteile von Atomen, aus welchen alle uns umgebende Materie besteht. Genauso wie Protonen und Elektronen die Eigenschaft haben, dass sie eine bestimmte Masse haben, haben sie auch die Eigenschaft eine bestimmte Ladung zu haben. Man nennt die Teilchen deshalb auch “Ladungsträger”. Protonen haben dabei eine positive Ladung, Elektronen eine negative Ladung. Die Ladungsmenge der beiden Teilchen ist die sogenannte “Elementarladung” e. Protonen besitzen die Ladungsmenge +e (eine positive Elementarladung) und Elektronen die Ladungsmenge –e (eine negative Elementarladung). Betragsmäßig sind die Ladungsmengen von Protonen und Elektronen also gleich. Der Wert einer einzelnen Elementarladung e lautet $e = 1{,}6022 * 10^{-19}$ Coulomb, was ein enorm kleiner Wert ist, wie man an der Zehnerpotenz erkennen kann.

Eine elektrische Ladung(-smenge) Q basiert immer auf einer Menge von Elementarladungen. Wenn man also von einer Ladung oder Ladungsmenge liest oder hört, dann kann man sich darunter eine (sehr) große Anzahl an Elektronen oder Protonen vorstellen, je nachdem, ob es sich um eine negative Ladung oder eine positive Ladung handelt.

Welche Eigenschaften hat Ladung?

Die wichtigste Eigenschaft von Ladung ist, dass sowohl gleichnamige als auch gegensätzliche Ladungen Kräfte aufeinander ausüben. Gleichnamige Ladungen, also beispielsweise zwei Ladungsträger mit negativer Ladung, stoßen sich ab. Gegensätzliche Ladungen, also beispielsweise ein Ladungsträger mit positiver Ladung und ein Ladungsträger mit negativer Ladung, ziehen sich an. Die Kraft die dabei wirkt, also anziehend oder abstoßend, nennt man “Coulomb-Kraft”, benannt nach dem französischen Physiker Charles Augustin Coulomb, der dieses Phänomen entdeckt hat. Diese Anziehung und Abstoßung von Ladungen sind die Grundlage für viele elektrotechnische Zusammenhänge wie Spannung und Strom.

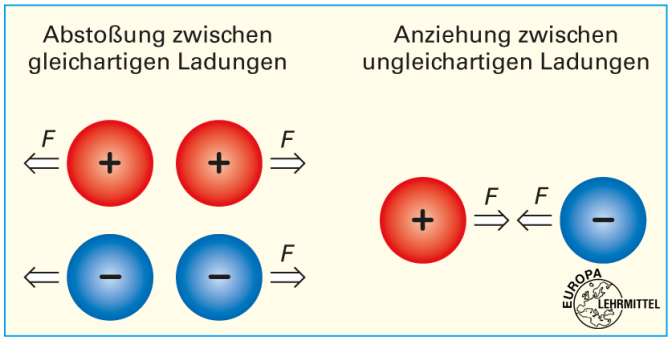
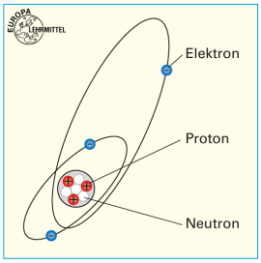


Abbildung 1 Verhalten von Ladungen

Von [Ladung – Elektrotechnik einfach erklärt (elektrotechnik-einfach.de)]

Aufgaben zur elektrischen Ladung

2) *Ergänzen Sie die Polarität der Ladungsträger*



- Elektronen sind _____ Ladungsträger.
- Protonen sind _____ Ladungsträger.
- Ionen sind _____ Ladungsträger.

3) *Welche Kräfte üben Ladungen aufeinander aus?*

4) *Welche Kräfte üben Ladungen aufeinander aus?*

5) *Wie lauten das Formelzeichen, der Einheitenname und das Formelzeichen der elektrischen Ladung?*

Formelzeichen	Einheitenname:	Formelzeichen:

6) *Beschreiben Sie warum was mit den Haaren des Jungen passiert?*



Abbildung 2 Kind mit abstehenden Haaren auf Rutsche (Von Ken Bosma from Green Valley, Arizona, USA - Electric Slide, CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5024736)

7) Elementarladung

Die kleinste elektrische Ladung von Ladungsträgern nennt man Elementarladung *e*.
Nennen Sie den Zahlenwert und die Einheit der Elementarladung *e.*

Schreiben Sie anschließend die Zahl ohne Einheitenvorsatz. (0,0000……).
Welcher Vorteil ergibt sich durch die Nutzung von Einheitenvorsätzen?

8) Durch einen Leiter werden $4*10^{20}$ Elektronen bewegt. Berechnen Sie die gesamte Ladung nach dem Lösungsschema.

Geg.:

Ges.:

Lsg.:

Ergebnis:

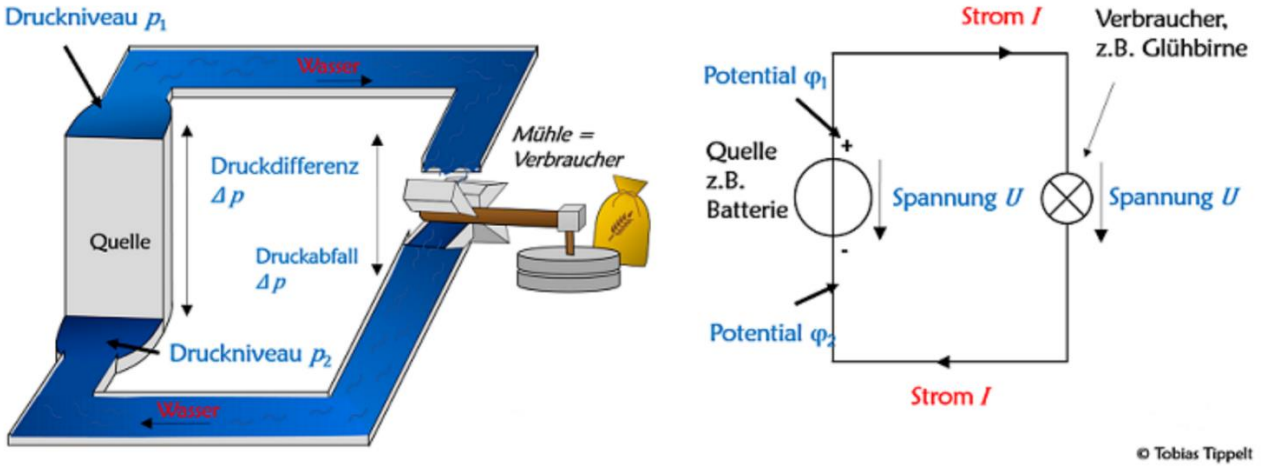
Antwortsatz:

4. Elektrische Spannung

Die elektrische Spannung U:

- **ist die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten im elektrischen Feld.**
- **ist die treibende Kraft für die Ladungsbewegung.**
- **entsteht durch Ladungstrennung.**

Spannung wie die Ladung eine physikalische Größe. Sie hat das Formelzeichen U und die Einheit Volt (Einheitenzeichen “V”).
In einem Stromkreis ist die Spannung quasi die “treibende Kraft”, die den Strom vom Ort mit höherem elektrischem Potential zum Ort mit niedrigerem elektrischem Potential “drückt”. Eine Spannungsquelle, wie beispielsweise eine Batterie, stellt an ihren Klemmen eine Spannung bereit. Diese Spannung fällt dann aufgeteilt auf die einzelnen Verbraucher im Stromkreis ab.
Sehr anschaulich kann man die elektrische Spannung anhand des sogenannten Wassermodells verstehen. Die Vorgänge im Wassermodell kann man sich relativ einfach vorstellen, daher kann man die anschaulichen Zusammenhänge mit Wasser auf den Stromkreis übertragen, um ein erstes Verständnis zu den eher abstrakten Zusammenhängen im Stromkreis zu erlangen.



Der Wasserdruck, den die Quelle im Wasserkreis erzeugt, stellt im Stromkreis die Spannung, die eine Spannungsquelle an Ihren Klemmen bereitstellt, dar. Das Wasser fließt vom Ort mit höherem Druckniveau zum Ort mit niedrigerem Druckniveau (Beispiel: Wasserfall). Genauso fließt der Strom im Stromkreis wie oben beschrieben vom höheren elektrischen Potential in Richtung des niedrigeren Potentials.
Der Druckabfall an einem “Verbraucher” im Wasserkreis, wie einer Wassermühle, entspricht dem Spannungsabfall an einem Verbraucher im Stromkreis, wie einem Widerstand.
Von [Spannung – Elektrotechnik einfach erklärt (elektrotechnik-einfach.de)]

Aufgaben zur elektrischen Spannung

1) ***Beschreiben Sie wie Spannung erzeugt werden kann und wie Spannung in der Natur entsteht?***

2) Wie lauten das Formelzeichen, der Einheitenname und das Formelzeichen der elektrischen Spannung?

Formelzeichen	Einheitenname:	Formelzeichen:

3) Recherchieren Sie typische Spannungsgrößen und ergänzen Sie die Tabelle

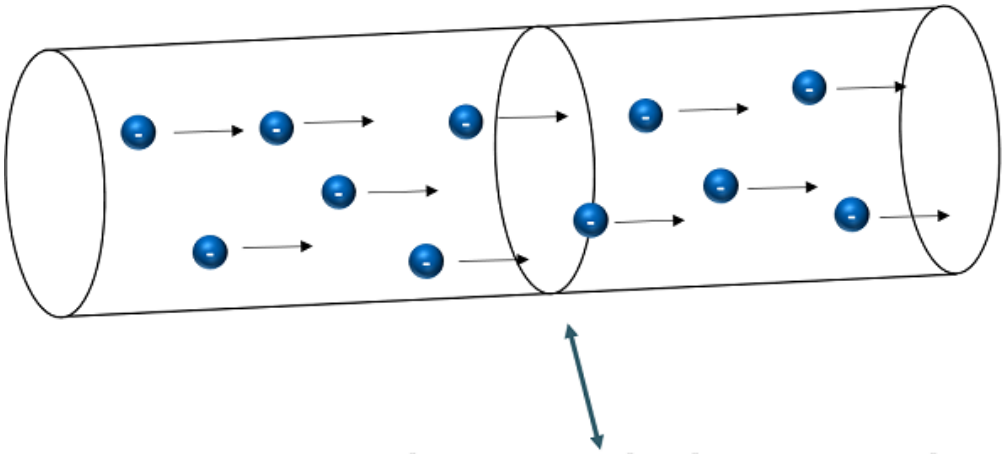
Gegenstand	Spannung	Gleichspannung (DC)	Wechselspannung (AC)
USB-Buchse	5 V	x	
Steckdose	230 V		X
Autobatterie			
Smartphone			
Laptop			
AA-Batterie			
Höchstspannung			

5. Elektrischer Strom

Der elektrische Strom ist eine physikalische Erscheinung der Elektrizitätslehre. Unter dem elektrischen Strom versteht man die gerichtete Bewegung von Elektronen durch einen Leiter.

Der elektrische Strom wie die Ladung oder die Spannung eine physikalische Größe. Er hat das Formelzeichen I und die Einheit Ampere (Einheitenzeichen “I”).
Auf das Wassermodell, welches bereits im Artikel zur Spannung vorgestellt wurde, übertragen ist der elektrische Strom die Wassermenge pro Zeit, die durch einen bestimmten Querschnitt im Wasserkanal fließt. Im Stromkreis ist der Strom die Ladungsmenge pro Zeit, die durch einen definierten Querschnitt, z. B. durch ein Kabel fließt. Diese Ladungsmenge kann zum Beispiel eine bestimmte Menge an Elektronen sein, die durch einen Metallleiter “fließen”. Genauso kann elektrischer Strom aber auch durch die Bewegung anderer Ladungsträger, z. B. Ionen, zustande kommen.
Der Strom fließt dabei immer vom höheren elektrischen Potential zum niedrigeren Potential, genauso wie das Wasser im Wassermodell immer vom höheren Druckniveau zum niedrigeren Durckniveau (Beispiel: Wasserfall).

Wovon ist die Stromstärke abhängig?
Die Höhe des elektrischen Stromes ist abhängig von der Spannung, welche die Quelle bereitstellt und den Verbrauchern, die sich im Stromkreis befinden. Je höher die Spannung der Quelle ist, desto höher ist der Strom. Vergleichbar mit einer Wasserquelle die das Wasser mit hohem Druck in den Kanal schiebt. Außerdem ist die Höhe des Stromes abhängig von den Widerständen im Stromkreis abhängig. Je höher der Gesamtwiderstand (die Summe der einzelnen hintereinander geschalteten Widerstände) ist, desto geringer wird der Stromfluss. Auch das kann man durch das Wassermodell nachvollziehen: Je mehr Hindernisse den Wasserfluss behindern, desto weniger Wassermenge kann durch den Kanal fließen. Dabei ist sowohl der Wasserstrom als auch der elektrische Strom an jeder Stelle gleich groß, sofern es im Kreis keine Verzweigung gibt.

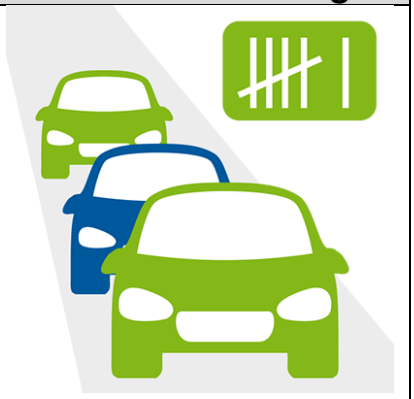


$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{Ladungsmenge\ durch\ einen\ Querschnitt}{Zeitabschnitt}$$

Von [Strom – Elektrotechnik einfach erklärt (elektrotechnik-einfach.de)]

2) Stellen Sie den Vergleich der Folgenden Situation und dem elektrischen Strom dar.

Verkehrszählung: Sie stellen sich mit einem Handzähler und einer Stoppuhr an die Allee der Kosmonauten in Berlin. Sie zählen in 23 Minuten 304 Autos.

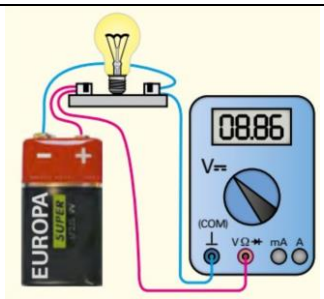
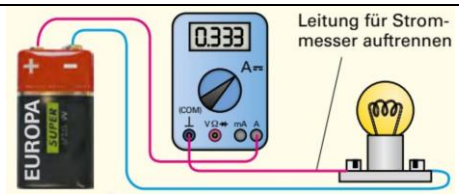
Handzähler	Stoppuhr	Verkehrszählung
		

3) Wie lauten das Formelzeichen, der Einheitenname und das Formelzeichen des elektrischen Stroms?

Formelzeichen	Einheitenname:	Formelzeichen:

6. Messen von elektrischer Spannung und Strom

Ergänzen Sie die Tabelle. Nutzen Sie dazu ihr Fachkundebuch Kapitel 2.4.5 und 2.5.2.

	Spannung messen	**Strom messen**
Merkregel:	*Spannung wird …….. gemessen.*	*Strom wird …….. gemessen.*
Innenwiderstand des Messgeräts:	R_{Innen} ist ……...	R_{Innen} ist ……...
Formel:		
Schematische Darstellung:		
Stromlaufplan der Messung:		
Name des Messgerätes:		
Schaltzeichen des Messgerätes:		

Zeichen Sie einen Stromkreis mit einer Batterie als Quelle und einer Glühlampe als Verbraucher und zeichnen Sie die Messgeräte ein, um Strom und Spannung gleichzeitig zu messen.

Aufgaben zur Kapazität einer Batterie

Berechnen Sie die fehlenden elektrischen Größen nach dem vollständigem Lösungsschema.

1. Durch die Aderleitung (H03V) fließt je Sekunde eine Ladung von 2 As.
   Berechnen Sie die Stärke des Stroms.

2. Während eines Blitzschlages werden innerhalb von 100 ms Ladungen mit der Menge von 1500 C bewegt. Berechnen Sie die Stromstärke, die der Blitz erzeugt.

3. Der Akkumulator eines PKW hat nach Herstellerangaben diese Bemessungswerte: 55 Ah /12 V. Der Fahrer des PKW hatte nach Beendigung seiner Fahrt vergessen, das Radio abzuschalten, so dass ein ständiger Strom mit der Stärke von 1,25 A floss. Berechnen Sie, nach welcher Zeit der Akkumulator entladen war.

4. Der Akku (Typ „LR3“ oder „Size AAA“) hat eine Spannung von 1,2 V. Die zur Vollaufladung eines Akkumulators benötigte Ladung beträgt 0,875Ah. Die Ladezeit des Akkus beträgt 8 Stunden. Dieser voll aufgeladene Akkumulator soll in einer Funkuhr verwendet werden. Diese Uhr benötigt zu ihrem Betrieb eine Stromstärke von 70µA.



a) Berechnen Sie, welche Ladungsmenge (in mAh) dieser Akkumulator speichern kann.

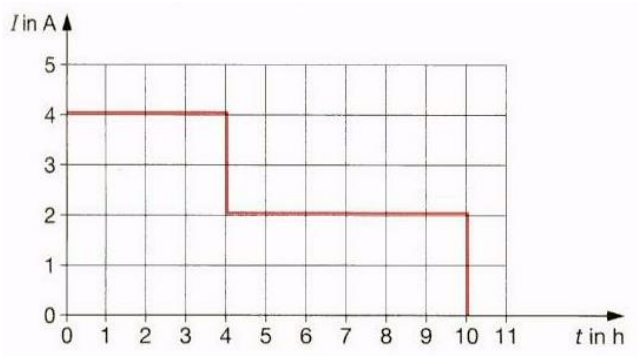
b) Berechnen Sie, mit welcher Stromstärke (in mA) das Ladegerät diesen Akku lädt.

c) Berechnen Sie, wie lange die Funkuhr (in Tagen) mit dem voll aufgeladenen Akku betrieben werden kann.

5. Auf der Umhüllung des abgebildeten Akkumulators für ein schnurloses Telefon stehen folgende Daten: Ni- Cd; 1,2 V; 750 mA Laut Telefonhersteller sind 100h Standby- Betrieb möglich. Berechnen Sie die Stromstärke im Standby- Betrieb, die das Telefon aufnimmt.



7. Ein Akkumulator wird 10 Stunden lang aufgeladen. In den ersten 4 Stunden mit 4 A und danach mit 2 A.



a) Berechnen Sie die insgesamt transportierte Ladung für die dargestellte Zeit.

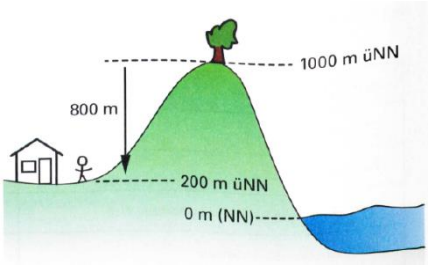
b) Zu wie viel Prozent ist der Akkumulator aufgeladen, wenn seine Kapazität mit 36 Ah angegeben ist?

7. Elektrisches Potential

Auf diesen Seiten sollst Du den Unterschied zwischen Spannung und Potenzial lernen. Eigentlich ist es ganz einfach: Die Spannung ist immer eine Differenz (ein Unterschied) zwischen zwei potenzialen.

Die Texte sind aus dem Heft: Elektrotechnik für den Berufseinstieg (Europa Lehrmittel)

Das elektrische Potenzial



Das elektrische Potenzial lässt sich gut mit den Höhenangaben in einem Gebirge erklären. Schau dir das Bild an. Man sieht drei verschiedene Höhenlagen:

- Der Meeresspiegel,
- die Ebene mit dem Haus und seinem Bewohner und
- den Gipfel mit dem Baum.

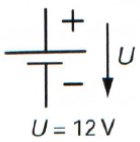
Für alle drei Ebenen gibt es eine Höhenangabe: 1000 m, 200 m und 0 m (NN). Diese Höhenangaben sind immer auf die Höhenangabe des Meeresspiegels bezogen, d.h. von dort angerechnet. Daher auch die Angabe „üNN'! Das bedeutet „über normal Null', also „über dem Meeresspiegel': Der Berg ist 1000 m hoch, gemessen vom Meeresspiegel aus. Oder anders formuliert: bezogen auf den Meeresspiegel. Das Männlein jedoch sieht das anders: Für ihn ist der Berg 800m hoch. Das liegt daran, dass er selbst schon auf einer Höhe von 200 m üNN steht. Er sieht nur den Höhenunterschied vom Berggipfel zu seinem Standort: 1000 m — 200 m = 800 m!

So ähnlich verhält es sich mit der elektrischen Spannung und dem elektrischen Potenzial. Die Spannung ist eine Potenzialdifferenz. Potenziale sind in der elektrotechnischen Praxis meistens auf Masse oder auf Erde bezogen, d.h. auf 0 V. Gibt es in einem Gerät oder in einer Anlage eine solche Masse, so sind alle Potentiale auf diese Masse bezogen. Dann werden Spannungen und Potentiale gleichgesetzt.

Spannung und Potential

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$
$$[\varphi] = V\ (Volt)$$

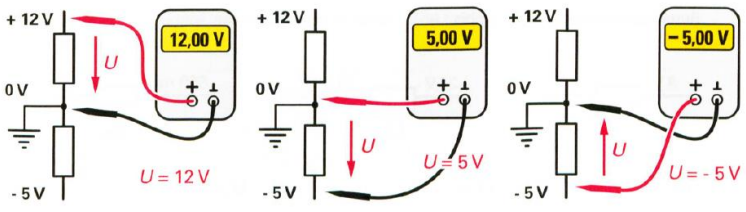
Spannungspfeile



Spannungen sind Unterschiede (also Differenzen) von Potenzialen. Sie werden gerne als Pfeile gezeichnet. Üblicherweise zeigt ein solcher Spannungspfeil vom höheren zum niedrigeren Potenzial. Das höhere Potenzial ist am Pluspol, das niedrigere Potenzial am Minuspol.

Dann ist die Spannung positiv.

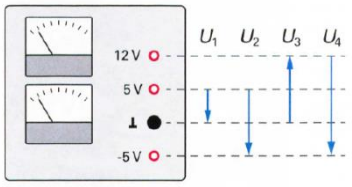
Messen von Spannungen



Beim Messen einer Spannung wird immer eine Potenzialdifferenz gemessen — das sollte man wissen. Es kommt also darauf an, wie die Messleitungen an das Messobjekt angeschlossen werden. Jedes Messgerät hat einen COM-Anschluss. Das ist seine eigene Masse. Ist dieser Anschluss am niedrigeren Potenzial, zeigt das Gerät einen positiven Wert an. Man kann sich auch vorstellen, dass man eine Spannung misst, deren Spannungspfeil immer vom „+"-Eingang des Gerätes zum COM-Eingang zeigt. Das Gerät zeigt also nie einen „falschen" Wert an!

1) Aufgabe

Bei dieser Aufgabe sollst Du Spannungen an einem Netzgerät ausrechnen. Die Pfeile zeigen jeweils die Richtung an, wie die Spannung gezählt werden muss. Verwende zur Berechnung die Formel für die Berechnung von einer Spannung aus zwei Potenzialen. Achte auf die Vorzeichen. Einer der Pfeile ist verkehrt herum gezeichnet!

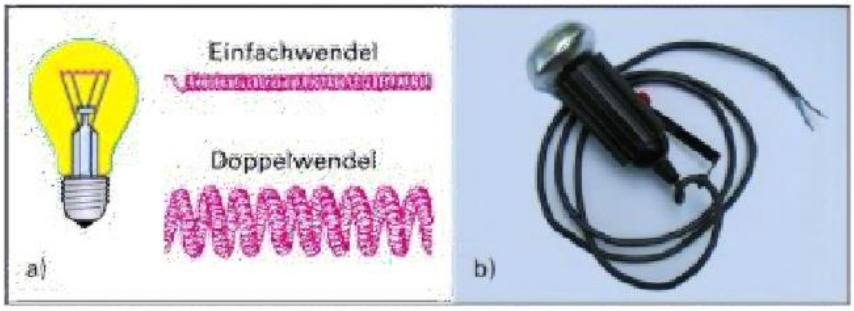


U1=	U2=
U3=	U4=

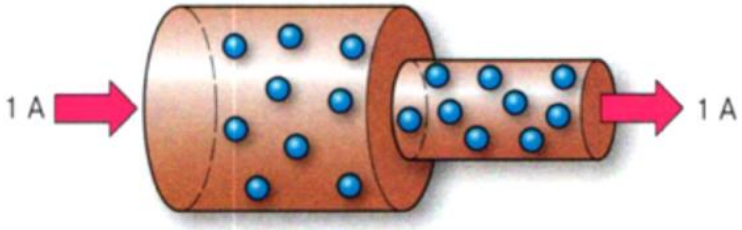
Kontrolle= U1+U2+U3+U4 = 20V

8. Stromdichte

Der elektrische Strom, der durch die Glühlampe der Stehleuchte fließt, bringt die Glühlampe zum Leuchten (Erwärmung). Der gleiche Strom fließt auch in der Zuleitung.



In einem Stromkreis fließt der Strom häufig durch Leiter mit unterschiedlich großen Querschnitten. Bei einer Glühlampe ist beispielsweise der Querschnitt des Glühfadens erheblich kleiner als der Querschnitt der Zuleitung aus Kupfer. Es kommt deshalb zur Erwärmung des Glühfadens, während bei der Kupferleitung keine nennenswerte Erwärmung feststellbar ist. Ursache hierfür ist die gleichbleibende Stromstärke im Stromkreis, denn in gleichen Zeitabständen fließen gleich viele Elektronen durch unterschiedlich große Querschnitte. Im Leiterquerschnitt A_2 ist die **Stromdichte J** größer als im Leiterquerschnitt A_1. Die Stromdichte steigt, bei gleichbleibender Stromstärke mit abnehmendem Querschnitt, an.



A: Querschnitt, Fläche

Querschnitt A_1 > Querschnitt A_2

$J_1 < J_2$

Quelle: Elektrotechnik Gesamtband, Westermann Verlag

A 1: **a) Ergänzen Sie** die Tabelle „Grundlagen der elektrischen Stromdichte“.

b) Beschreiben Sie den Begriff Stromdichte.

Zeit: 5 min *Sozialform*: Einzelarbeit

Grundlagen der elektrischen Stromdichte			
Formelzeichen	**Einheit**	**Einheitenzeichen**	**Formel**

Beschreibung

A 2: **a) Geben Sie an**, warum leuchtet die Glühlampe.
b) Geben Sie an, warum erwärmt sich die Zuleitung nur unwesentlich?

Zeit: 5 min *Sozialform*: Einzelarbeit

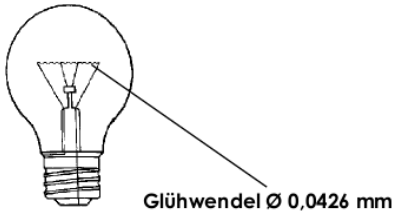
A 4: **Geben Sie an,** welche wesentliche Bedeutung die Stromdichte hat
a) bei der Schmelzsicherung,
b) bei der Auswahl von Leiterquerschnitten bzw. beim Leitungsschutz.

Zeit: 5 min *Sozialform*: Einzelarbeit

a)

b)

A1: Die 60 W Glühlampe in einer Schreibtischleuchte ist über eine Leitung (A = 0,75 mm²) angeschlossen und wird mit I = 0,26 A durchflossen.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Stromdichte **a)** in der Zuleitung **b)** und im Glühdraht.



Hilfe: $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

A2: Die Sammelschiene eines Verteilers ist 30 mm breit und 10 mm hoch. Sie darf mit 630 A belastet werden. **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema die zulässige Stromdichte.

A3: Durch eine Spule soll ein Strom von 1,35 A fließen. Die Stromdichte darf höchstens 3,5 A/mm² betragen.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema:
a) den Leiterquerschnitt und
b) den Leiterdurchmesser.

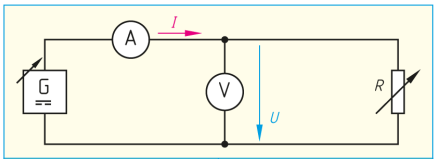
A4: Zwei Heizwiderstände liegen parallel an 230 V und werden von jeweils 4,35 A durchflossen. Der eine Heizleiterdraht hat einen Durchmesser von 0,45 mm, der andere hat einen Durchmesser von 0,35 mm.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Stromdichte in den Heizwiderständen.

9. Ohm'sches Gesetz

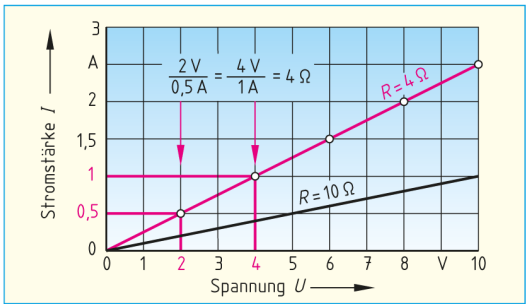
Ohm'sches Gesetz

Der Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung, Stromstärke und Widerstand wurde im Jahr 1826 durch Georg Simon Ohm (Bild links) entdeckt. Ihm zu Ehren wird auch heute noch die Widerstandsgleichung (5) als „Ohm'sches Gesetz" bezeichnet und in folgender Form angegeben: **U=R*I**





Versuch 1: Widerstand konstant $R = 4\ \Omega$		**Versuch 2:** Spannung konstant $U = 10$ V	
Spannung in V	Strom in A	Widerstand in Ω	Strom in A
2	0,5	2	5,0
4	1,0	4	2,5
6	1,5	6	1,67
8	2,0	8	1,25
10	2,5	10	1,0



Je höher die Spannung ist, desto größer ist die Stromstärke: $I \sim U$

$\frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}}$ = konstant = Widerstand

Die Stromstärke ist bei gleichem Widerstand proportional (verhältnisgleich) der Spannung, sie vergrößert sich also im gleichen Verhältnis wie die Spannung anwächst: $I \sim U$ (Versuch 1, Bild Mitte).
Trägt man die im Versuch gemessenen Werte des Stromes abhängig von der zugehörigen Spannung in ein Schaubild ein, so erhält man durch Verbinden der Messpunkte eine Gerade (Bild rechts). Der Widerstand ist linear. Ein größerer Widerstand, z.B. R = 10 Ω, hat eine Kennlinie mit geringerer Steigung.
Von Wikipedia (Bild Georg Ohm), Fachkunde Buch und Stromstärke, Spannung und Widerstand — Grundwissen Physik (grund-wissen.de)

10. Aufgaben zum Ohm’schen Gesetz

1. Aufgabe

Vervollständigen Sie die folgende Tabelle.

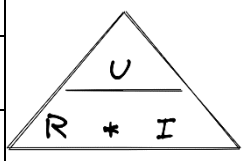
Größe	Formelzeichen	Einheitenname	Einheit
Ladung			
Spannung			
Strom			
Stromdichte			
Widerstand			

2. Aufgabe:

Wie lautet die Grundformel des Ohm’schen Gesetz?

Stellen Sie die Formel, mit vollständigen Rechenweg, nach I und R um.

Erklären Sie, wie das „Ohm‘sche Dreieck“ verwendet wird:



Aufgabe:
Berechnen Sie den Widerstand in Ω und kΩ, wenn durch ihn ein Strom von 20 mA fließt und eine Spannung von 0,060 kV anliegt.

3. Aufgabe:

Zeichne einen Stromkreis aus einer Spannungsquelle (Batterie), einem Schalter und einer Lampe. Die Batterie liefert eine Spannung von 12V. Auf der Lampe stehen die Nennwerte 12V, 0,3A.
Zeichne den Strompfeil und alle Spannungspfeile ein und beschrifte die Bauteile.
Berechne den Widerstand der Lampe

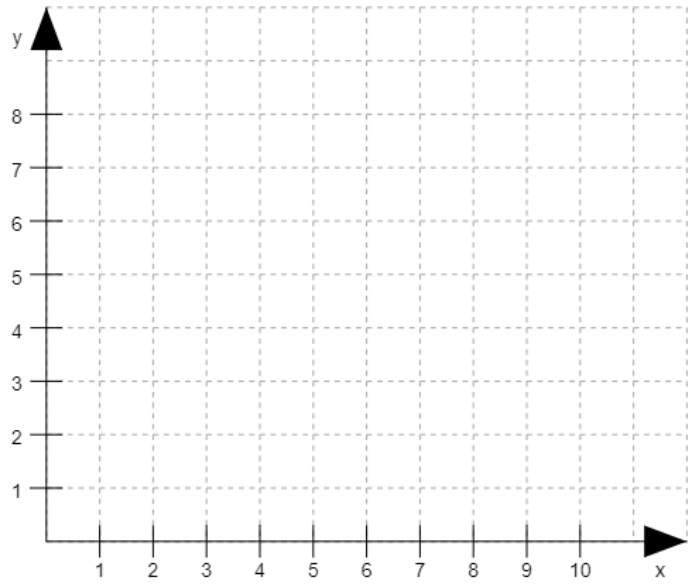
4. Aufgabe:

An einen Bleigelakku (24V) mit der Kapazität von 20Ah wird eine Leuchte mit dem Widerstand von 30 Ω angeschlossen. Berechnen Sie den Strom in mA und die Leuchtdauer der Lampe.

5. Aufgabe:

Berechne den Strom für verschiedene Spannungswerte und vervollständige die Tabelle
Übertrage die Werte aus der Tabelle in das Diagramm (kleine kreuze) Verbinde die Kreuze mit einem Lineal

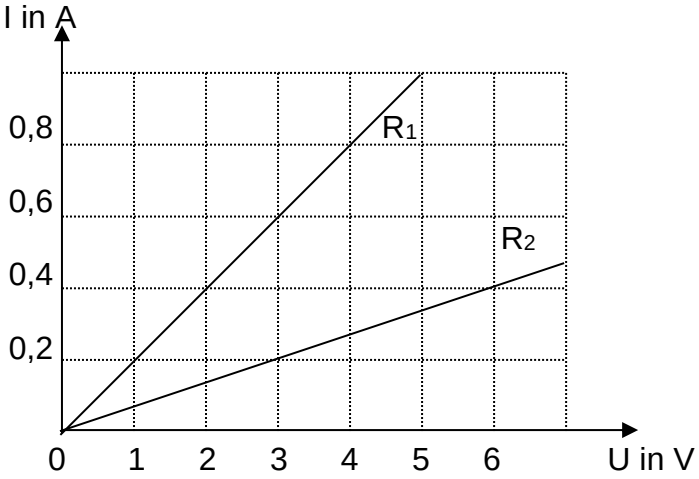
U in V	R1= 10 Ω	R2= 30 Ω	R3= 50 Ω
0	0 A		
1	0,1 A		
2	0,2 A		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			



Y – Achse: I an 100mA
X – Achse: U in V

Beschreiben Sie den Verlauf der Kennlinien:

6. Widerstandswerte aus einer Kennlinie ermitteln



Berechnen Sie die Werte der Widerstände R_1 und R_2.

7. Stromstärke berechnen

1. Welcher Strom fließt durch einen Widerstand von 12 Ω bei einer angelegten Spannung von 4V?

2. Berechnen Sie die Stromstärke des Stromes, der durch eine Lampe (R = 80 Ω) fließt, wenn eine Spannung von 12 V anliegt.

3. Die Pole einer 4,5 V - Batterie werden durch einen Draht, der einen Widerstand von 10 Ω hat, verbunden. Berechnen Sie die Stromstärke, die durch den Draht fließt.

8. Spannung berechnen

1. Durch einen Leiter mit 4,3 Ω fließt ein Strom von 2,5 A. Wie groß ist die anliegende Spannung?

2. Durch eine Lampe mit einem Widerstand von 60 Ω fließt ein Strom von 400 mA. Wie groß ist die Spannung, die an der Lampe anliegt?

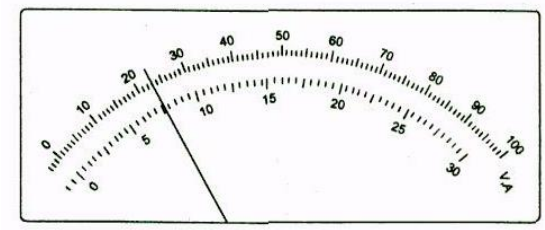
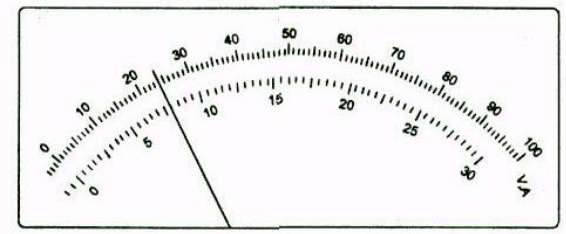
3. Welche Spannung muss an einen Widerstand von 15 Ω anliegen, um die Stromstärke von 0,5 A zu erhalten?

Aufgaben zum Widerstand

1. Zwischen den Anschlüssen eines Drahtes herrscht eine Spannung von 6 V. Der Strom beträgt 0,4 A. Berechnen Sie den Widerstandswert des Drahtes.

2. Bei einer Spannung von 12 V fließt durch eine Lampe ein Strom von 300 mA. Wie groß ist der Widerstand der Lampe?

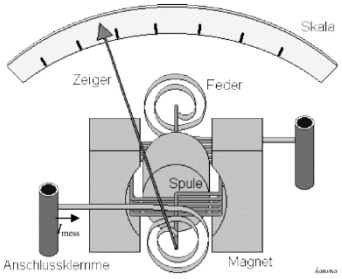
3. Berechnen Sie aus den Messwerten die Größe des Widerstandes R.

Strommessung	**Spannungsmessung**
	
Meßbereich: 10 µA Meßwert: _____	Meßbereich: 30 V Meßwert: _____

11. Analoges Messgerät

Funktionsweise Drehspulmesswerk

Beim Drehspulmesswerk befindet sich eine drehbar gelagerte Spule im Magnetfeld eines Dauermagneten. Die zwei Spiralfedern sorgen für die Rückstellung des Zeigers in die Ruhelage. Außerdem wird über diese der Messstrom zur Spule geführt, so dass auf die im Luftspalt befindlichen Leiter der Spule die Lorentzkraft wirkt. Dadurch dreht sich der Spulenkörper im Feld des Magneten gegen die Kraft der Federn, bis das Drehmoment aus der Lorentzkraft gleich dem Drehmoment aus der winkelabhängigen Rückstellkraft der Spiralfedern ist. In dieser stabilen Lage bleibt der Zeiger stehen und gibt auf der Skala den Messwert an.



Quelle: vgl. http://www.onlineenzyklopaedie.de/d/dr/drehspulmesswerk.html vom 08.08.2012

Richtiges Messen: Messbereich einstellen

Durch Drehen des Wahlschalters kann der Messbereichsendwert verändert werden. Der Messbereichsendwert steht für den maximal möglichen Wert der auf der Skala abgebildet und damit gemessen werden kann! Bei dem nebenstehenden Messgerät steht dieser für die Wechselspannungsmessung von 300V. Darüber liegende Spannungswerte können nicht mehr angezeigt werden und würden auch zu einer Beschädigung des Gerätes führen. Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, dass der Messbereichsendwert möglichst so angepasst wird, dass der Zeiger im oberen Drittel der Skala liegt. In diesem Bereich kann mit der höchsten Genauigkeit gemessen werden. **<u>Achtung vor dem Verstellen des Messbereiches nachdenken!</u>**

Richtiges Messen: Welche Skala ist die Richtige?



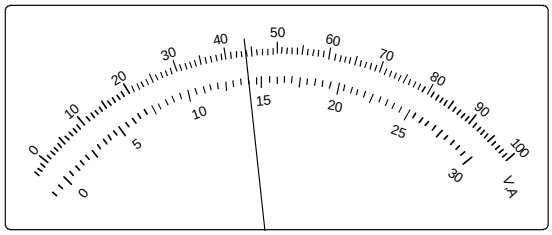
Für die Messungen von Strom und Spannung sind die zwei oberen Skalen relevant. Die oberste ist eine 10er Skala und endet bei 100. Die darunter ist eine 3er Skala und endet bei 30. Die Auswahl richtet sich nach dem eingestellten Messbereich. Beinhaltet dieser eine Ziffer 1 dann gilt die 10er Skala. Beinhaltet der Messbereich eine 3 dann gilt die 3er Skala. Es ist klar, wird die **falsche Skala** zu dem Messbereich benutzt, ist das abgelesene **Messergebnis falsch!** Die Skala gibt nur die Einteilung vor. Welcher Wert an der entsprechenden Zeigerstellung abzulesen ist hängt also vom Messbereich und damit dem Endwert ab!

Messwert ablesen

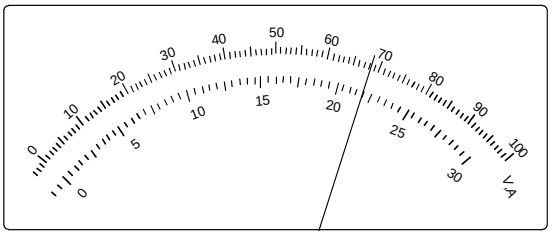
Als Ablesehilfe haben die Messgeräte einen Spiegelstreifen zwischen den Skalen. Für eine genaue Messung ist darauf zu achten den Parallaxenfehler möglichst gering zu halten. Das wird erreicht indem die Ableseposition so eingenommen wird, dass die **Spiegelung** des Zeigers **deckungsgleich** unter dem echten **Zeiger** liegt.

Übung zum analogen Messgerät

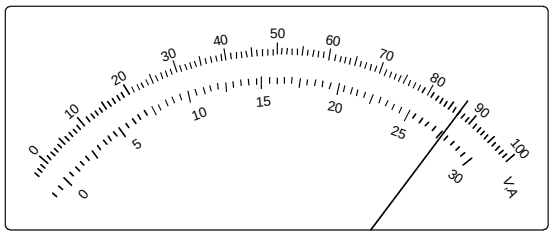
Ermitteln Sie die Messwerte für die angegebenen Zeigerstellungen eines Analoginstrumentes**.**



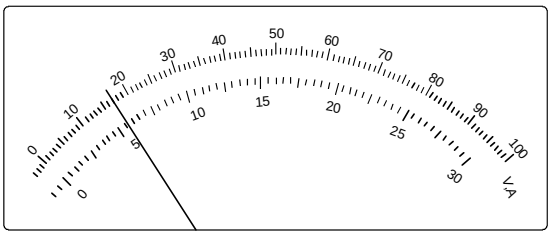
Messbereich: 1000 V Messwert:_____



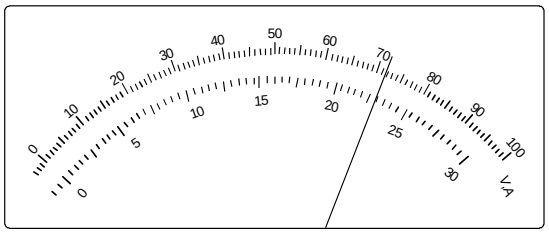
Messbereich: 300 mA Messwert:_____



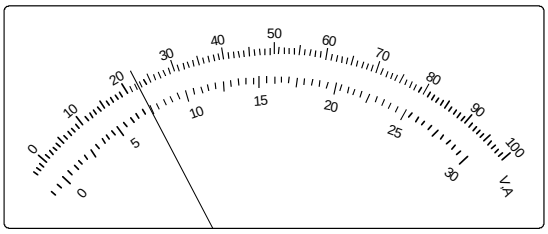
Messbereich: 10 A Messwert:_____



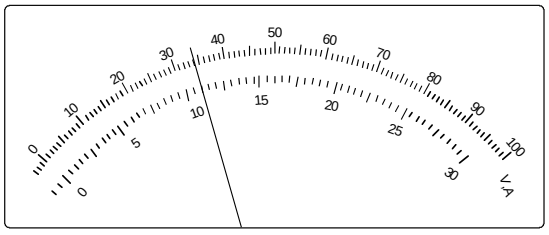
Messbereich: 10 V Messwert:_____



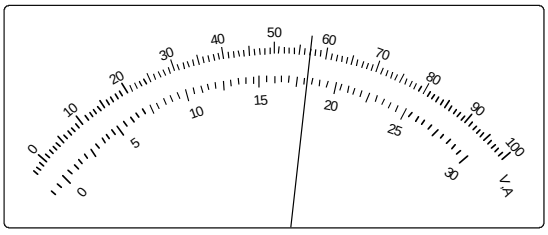
Messbereich: 0,3 V Messwert:_____



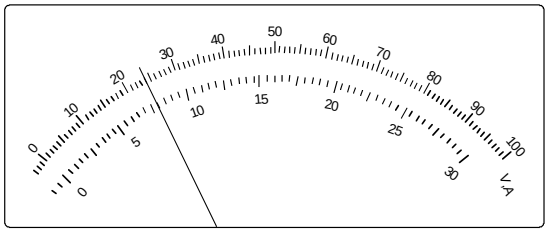
Messbereich: 30 V Messwert:_____



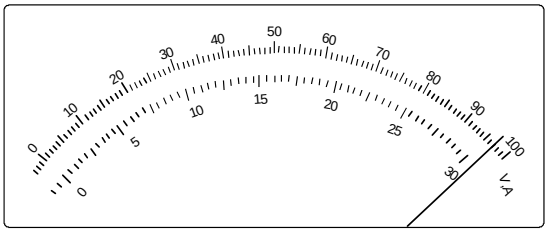
Messbereich: 3 mA Messwert:_____



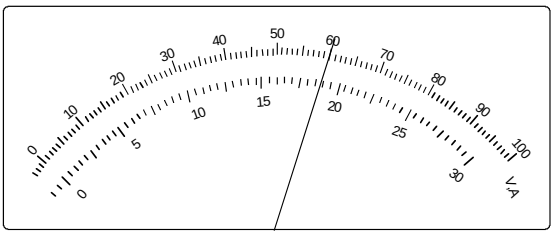
Messbereich: 100 V Messwert:_____



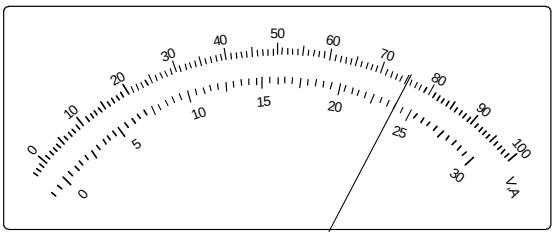
Messbereich: 30 mA Messwert:_____



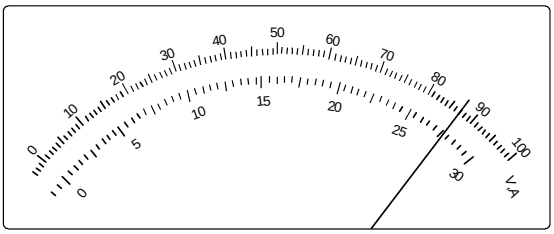
Messbereich: 10 µA Messwert:_____



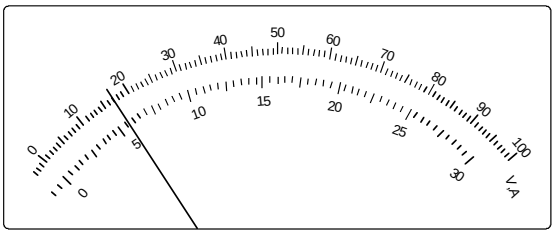
Messbereich: 100 V Messwert:_____



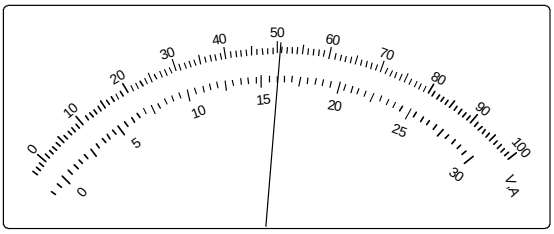
Messbereich: 30 mA Messwert:_____



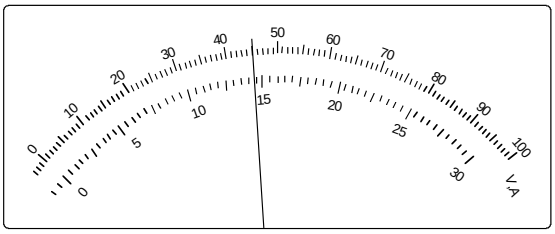
Messbereich: 1 A Messwert:_____



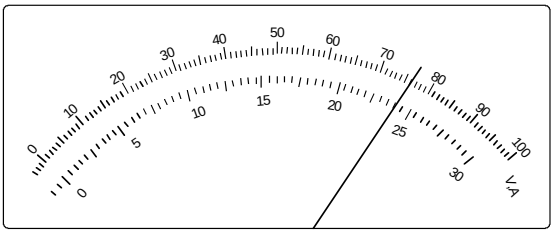
Messbereich: 1000 V Messwert-_____



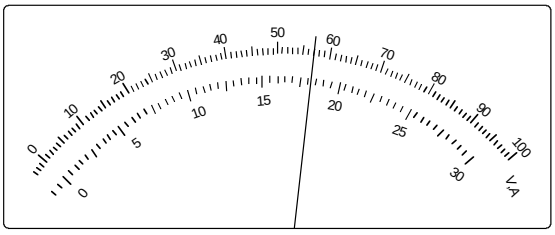
Messbereich: 30 mV Messwert:_____



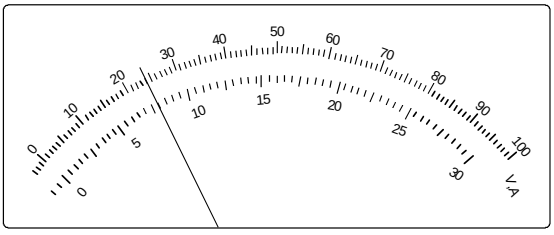
Messbereich: 3 mA Messwert:_____



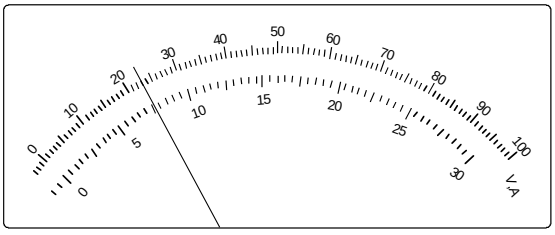
Messbereich: 300 mA Messwert:_____



Messbereich: 100 V Messwert:_____



Messbereich: 30 V Messwert:_____



Messbereich: 10 µA Messwert:_____

12. Elektrischer Widerstand

Informieren Sie sich zum elektrischen Widerstand, Leitwert und Leiterwiderstand.
Fachkunde Buch S. 36 – 38. Youtube: Simpleclub: Ohm'sches Gesetz & Widerstände

1. Was versteht man unter einem Widerstand? Geben Sie zwei Erklärungen:

2. Was gibt der Spezifische Widerstand ρ (rho) eines Leiters an?

3. Ergänzen Sie die Tabelle

	Elektrischer Widerstand	**Elektrischer Leitwert**
Formelzeichen		
Einheitenname		
Einheitenzeichen		

4. Der elektrische Leitwert

Der elektrische Widerstand hat die Einheit Ohm (Ω). Bei sehr kleinen Widerständen werden die Zahlenwerte schnell unhandlich, z. B. 0,00035 Ω. Das ist vor allem bei Metallen der Fall, die den Strom sehr gut leiten.
Es gibt aber noch eine weitere physikalische Größe, die für solche guten Leiter besser geeignet ist als der Widerstand. Man nennt diese Größe den Leitwert. Sein Formelbuchstabe ist das G. Die Berechnung ist einfach: Es gilt G = 1/R. Also: Je kleiner der Widerstand, desto größer der Leitwert.
Die Einheit für den Leitwert ist Siemens (S).

Berechne für folgende Widerstände den Leitwert:
R = 0,1 Ω G=
R = 0,005 Ω G
R = 20 m Ω G=
R = 0,8 m Ω G =

5. Wie lautet die Maßeinheit des spezifischen Widerstands ρ (rho) und des spezifischen Leitwerts γ(gamma)?

[ρ] =	[γ] =

5. Wie lautet die Formel zur Berechnung des Leiterwiderstands?

R=

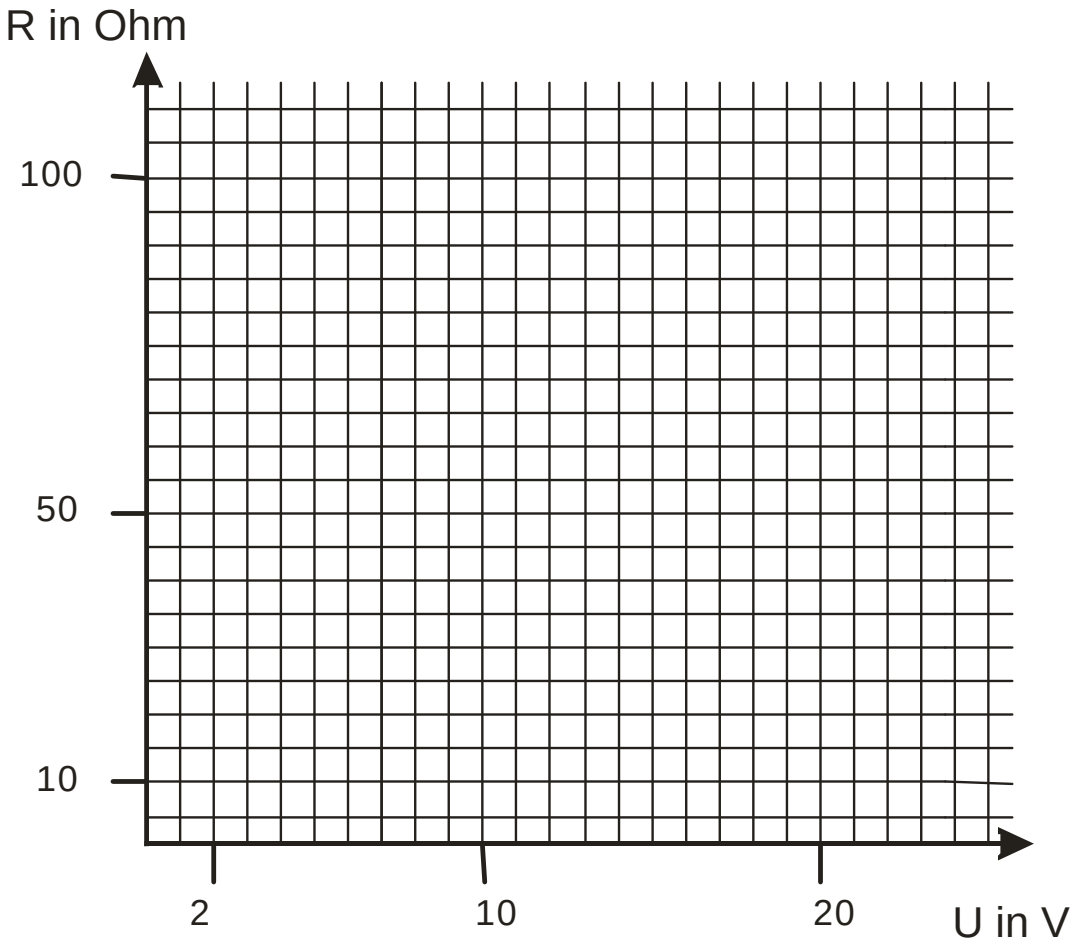
Lars hat in der Fernsehreparaturwerkstatt eine sortierte Kiste mit verschiedenen Widerständen fallen lassen. Nun will er, ohne dass jemand sein Missgeschick merkt alle Widerstände in der richtigen Zuordnung einsortieren. Alle Widerstände wurden mit einem Strom von 250mA geprüft und die Spannungen dazu ermittelt.

A : Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben.

1. Berechnen Sie die Werte der Widerstände für folgende Spannungen:
   U_1 = 2,5 V; U_2 = 7,5 V; U_3 = 12,75 V; U_4 = 18,75 V und U_5 = 25 V

2. Stellen Sie die Funktion R = f(U) graphisch dar.

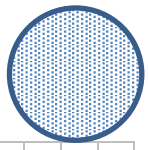
3. Formulieren Sie einen Merksatz zum Widerstands- Spannungs-Verhalten bei konstantem Strom.



4. Welche Farbcodierung besitzen die Widerstände?

Widerstand	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring
R1 =				
R2 =				
R3 =				
R4 =				
R5 =				

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben nach dem vollständigem Lösungsschema.



1. Bestimmen Sie die Fläche A von dem Kreis.

2. Durch eine Lampe mit einem Widerstand von 60 MΩ fließt ein Strom von 400 µA. Wie groß ist die Spannung, die an der Lampe anliegt?

3. Wie groß ist der Widerstandswert eines elektrischen Leiters aus Kupfer, der einen Querschnitt von 6 mm^2 und eine Länge von 8,5 m hat?

4. Wie lang ist der Leiter aus Konstantandraht bei einem Durchmesser 0,2 mm und einem Widerstandswert von 150 Ω?

5. Welchen Widerstandswert hat die Zuleitung zu einem Verbraucher, der in einer Entfernung von 26 m zur Steckdose über eine Kunststoffschlauchleitung H03VV- F 3 x 1,5 mm^2 angeschlossen ist? (Kupfer)

6. Welchen Querschnitt hat ein Aluminiumleiter von 7 m Länge und einem Widerstandswert von 50 mΩ?

7. Welchen Querschnitt hat ein Aluminiumleiter von 7 m Länge und einem Widerstandswert von 50 mΩ?

8. Wie viel Meter Kupferdraht von 0,1 mm Durchmesser befinden sich auf einer Spule, durch die bei einer angelegten Spannung von 10 V ein Strom von 60 mA fließt?

9. Welcher Strom durchfließt eine Spule aus 300 m Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,5 mm? Die angelegte Spannung beträgt 6 V.

10. Ein Aluminiumkabel besteht aus 25 Einzeldrähten, deren Querschnitt jeweils 6 mm^2 beträgt. Das Kabel hat eine Länge von 50 m.
    a) Wie groß ist der Durchmesser eines Leiters?
    b) Berechnen Sie den Widerstandswert des Kabels.

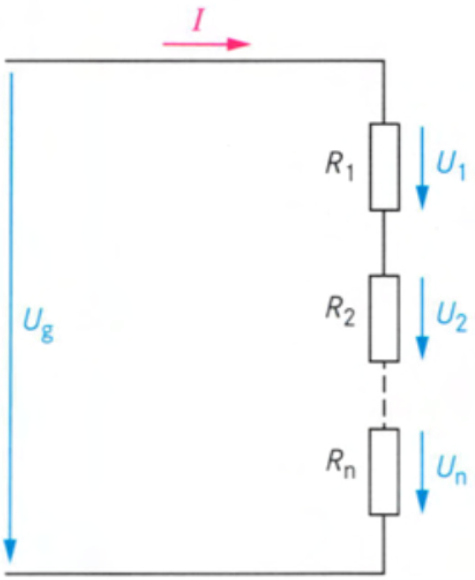
11. In einer Relaisspule aus Kupfer- Lackdraht von 0,34 mm Durchmesser soll eine Stromdichte von 4,5 A/ mm^2 nicht überschritten werden. Die Spule wird mit 24 V betrieben.
    a) Berechnen Sie die zulässige Stromstärke.
    b) Wie lang ist der Wicklungsdraht?

12. Eine Zuleitung zu einem elektrischen Verbraucher soll einen Gesamtwiderstand von 150 mΩ nicht übersteigen. Als Leitermaterial wurde Kupfer verwendet. Die Zuleitung hat eine Länge von 16 m.
    a) Wie groß muss der Querschnitt sein?
    b) Welcher Normquerschnitt ist einzusetzen?
    c) Wie verändert sich der Widerstandswert beim gewählten Normquerschnitt?

Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** LF1	**Reihenschaltung**

Notizen Reihenschaltung



Berechnung des Gesamtwiderstandes

Gesamt- und Teilspannungen, sowie Strom in einer Reihenschaltung

Leistung

Infotext Reihenschaltung

Quelle: Elektrotechnik Gesamtband 4. Auflage– Westermann Verlag

Die Geräte, Widerstände oder Bauelemente liegen schaltungstechnisch hintereinander (**in Reihe**, in Serie [in series]) und sind mit dem nachfolgenden Objekt elektrisch verbunden. Für die Herleitung der Gesetzmäßigkeiten sind in Abb. 1 zwei Geräte durch Widerstände dargestellt worden.

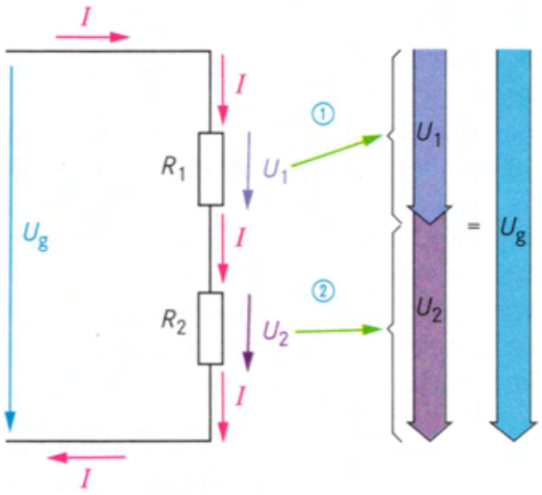


Abb. 1: Spannungsaufteilung

Die insgesamt zur Verfügung stehende Spannung U_g teilt sich auf die zwei Widerstände mit den Teilspannungen U_1 und U_2 auf (**Spannungsaufteilung** [voltage dividing]). Durch alle Widerstände fließt derselbe Strom, die Stromstärke ist also überall gleich. Wenn Widerstände zusätzlich in Reihe geschaltet werden, verringert sich die ursprüngliche Stromstärke. Wenn durch Entfernen eines Widerstandes die Reihenschaltung unterbrochen wird, fließt kein Strom mehr.

Verallgemeinert man die Reihenschaltung von zwei Widerständen auf beliebig viele Widerstände (Abb. 2), lassen sich folgende Formeln aufstellen:

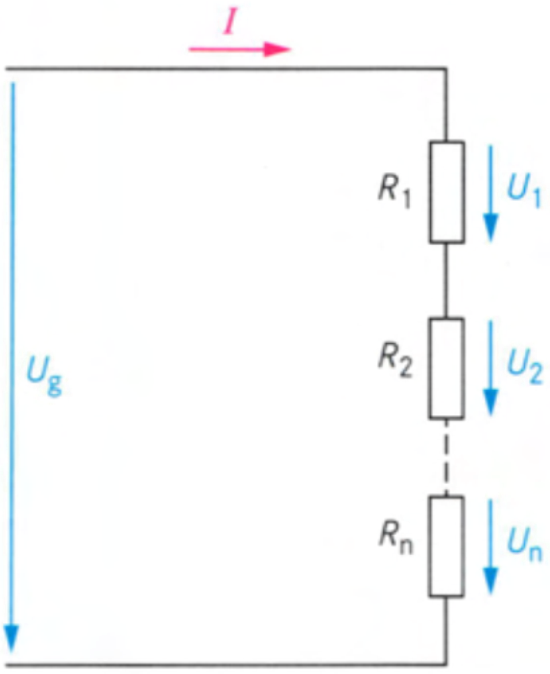


Abb. 2: Reihenschaltung

Spannungen

2. Kirchhoffsches Gesetz [kirchhoff´s law]

$$U_g = U_1 + U_2 + \ \dots \ + U_n$$

$$U_g = I \cdot R_g \quad U_1 = I \cdot R_1 \quad U_2 = I \cdot R_2 \ \dots \ U_n = I \cdot R_n$$

Widerstände

In der Formel für die Spannungsaufteilung werden die einzelnen Spannungen durch $I \cdot R$ ausgedrückt.

$$I \cdot R_g = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \ \dots \ + I \cdot R_n$$

Als **gemeinsame Größe** kommt die **Stromstärke I** vor. Sie wird gekürzt und man erhält eine Gleichung mit den Widerständen:

$$R_g = R_1 + R_2 + \ \dots \ + R_n$$

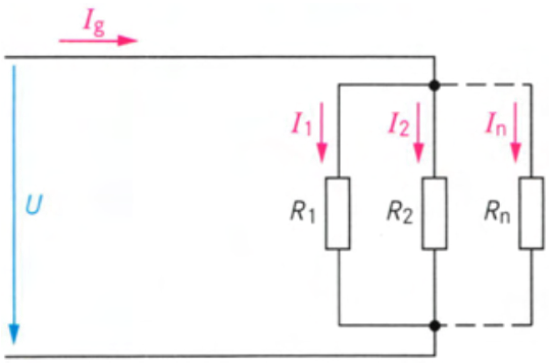
Leistungen

Die Leistung ist das Produkt aus Spannung und Stromstärke. Da an jedem Widerstand eine Spannung liegt und ein Strom fließt, ist die Gesamtleistung gleich der Summe der Einzelleistungen.

$$P_g = P_1 + P_2 + \ \dots + P_n$$

Parallelschaltung

Notizen Parallelschaltung



Berechnung des Gesamtwiderstandes

Gesamt- und Teilströme, sowie Spannung in einer Parallelschaltung

Leistung

Infotext Parallelschaltung

Quelle: Elektrotechnik Gesamtband 4. Auflage– Westermann Verlag

Alle Geräte, die über Steckdosen mit elektrischer Energie versorgt werden, liegen schaltungstechnisch nebeneinander (**parallel** [parallel]) und an der gleichen Spannung. Für die Herleitung der Gesetzmäßigkeiten sind in Abb. 1 beispielsweise zwei Geräte durch Widerstände dargestellt worden.

Unabhängig von der Anzahl der parallel geschalteten Widerstände gibt es für die Schaltung zwei Verbindungspunkte, in denen sich der Strom I_g aufteilt bzw. wieder vereinigt (**Stromverzweigung** [current branching]). Bei zwei Widerständen entstehen zwei Teilströme I_1 und I_2. Wenn weitere Widerstände hinzugeschaltet werden, ändert sich die Spannung nicht, aber durch den zusätzlichen Strom erhöht sich die Gesamtstromstärke. Die Leitfähigkeit vergrößert sich. Wenn ein Widerstand entfernt wird, verringert sich die Gesamtstromstärke.

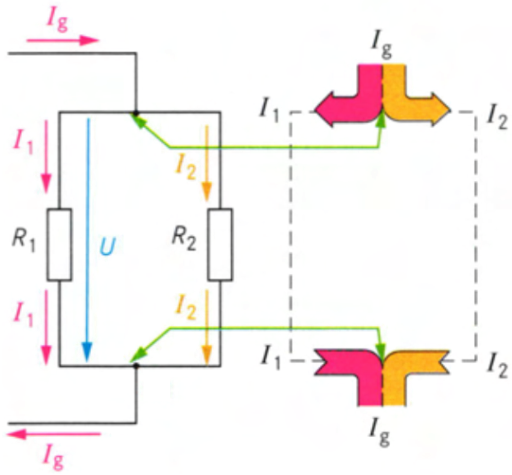


Abb. 1: Stromverzweigung

Verallgemeinert man die Parallelschaltung von zwei Widerständen auf beliebig viele Widerstände (Abb. 2), lassen sich folgende Formeln aufstellen:

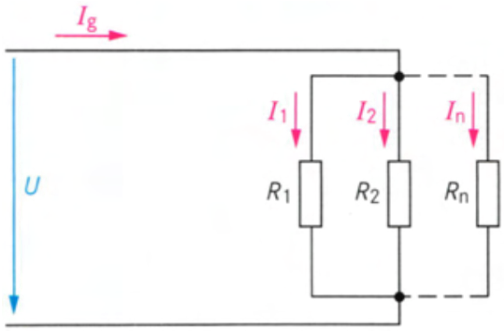


Abb. 2: Parallelschaltung

Stromstärke

1. Kirchhoffsches Gesetz [Kirchhoff´s law]

$$I_g = I_1 + I_2 + \cdots + I_n$$

$$I_g = \frac{U}{R_g} \quad I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad \ldots \quad I_n = \frac{U}{R_n}$$

Leitwert und Widerstand

In der Formel für die Stromverzweigung werden die Formeln für die einzelnen Stromstärken eingesetzt.

$$\frac{U}{R_g} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \cdots + \frac{U}{R_n}$$

Als gemeinsame Größe kommt die Spannung U vor. Sie wird gekürzt und man erhält eine Gleichung mit den Leitwerten:

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

$$G_g = G_1 + G_2 + \cdots + G_n \qquad R_g = \frac{1}{G_g}$$

Leistung

Die Leistung ist das Produkt aus Spannung und Stromstärke. Da an jedem Widerstand Spannung liegt und ein entsprechender Strom fließt, ist die Gesamtleistung gleich der Summe der Einzelleistungen.

$$P_g = P_1 + P_2 + \cdots + P_n$$

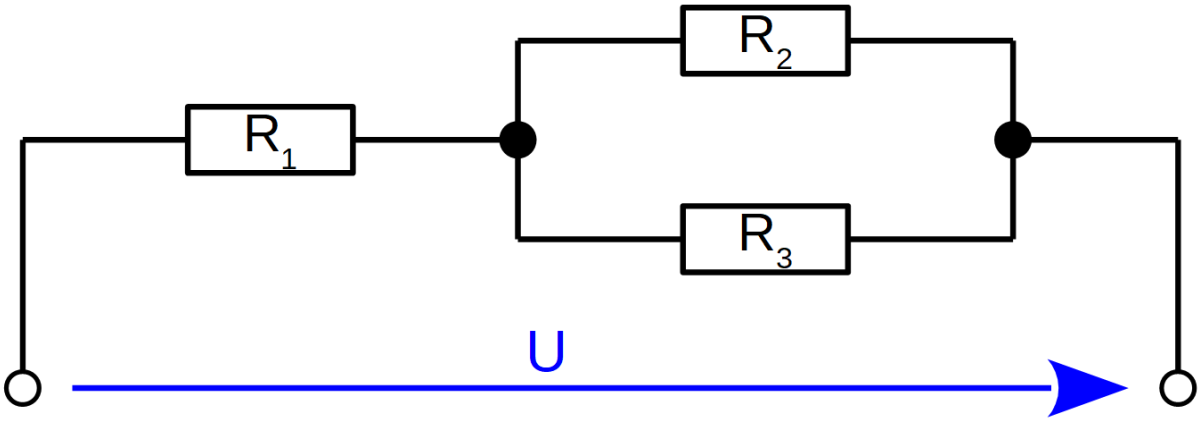
Besonderheit für Gesamtwiderstand von zwei parallel geschalteten Widerständen

$$\frac{1}{R_G} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_g} = \frac{R_2}{R_1 \cdot R_2} + \frac{R_1}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_g} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Aufgaben Widerstandsnetzwerke

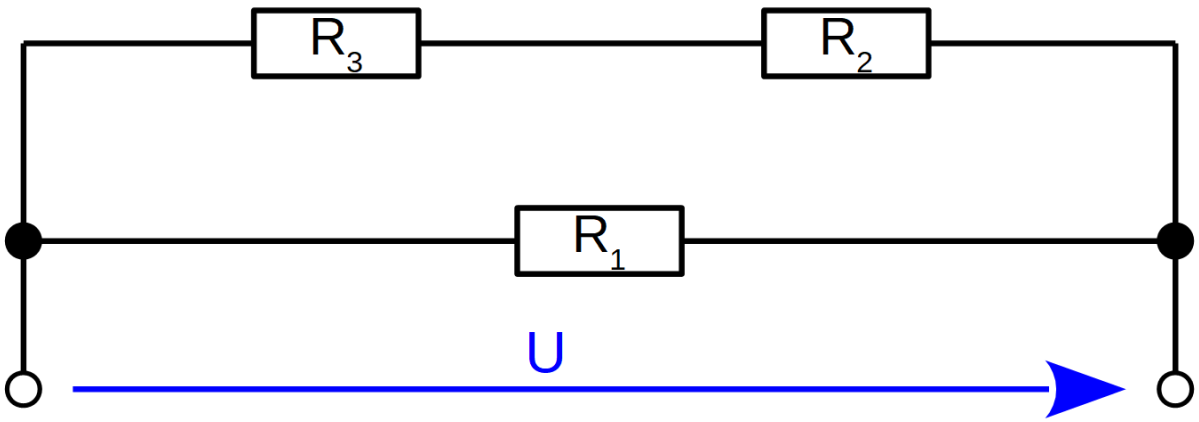
Aufgabe 1: **Berechnen Sie** den Gesamtwiderstand der Schaltung. **Geben Sie** den vollständigen Rechenweg mit **an** und **Zeichnen Sie** die Strompfeile in die Schaltung **ein**.

Widerstandswerte: $R_1 = 55{,}7\ \Omega$; $R_2 = 118\ \Omega$; $R_3 = 91{,}3\ \Omega$



Aufgabe 2: **Berechnen Sie** den Gesamtwiderstand der Schaltung. **Geben Sie** den vollständigen Rechenweg mit **an** und **Zeichnen Sie** die Strompfeile in die Schaltung **ein**.

Widerstandswerte: $R_1 = 55{,}7\ \Omega$; $R_2 = 118\ \Omega$; $R_3 = 91{,}3\ \Omega$



Aufgabe 3: Bei Bauarbeiten kommen Sie versehentlich mit elektrisch leitenden Teilen in Berührung. **Berechnen Sie** für die Stromflüsse a) bis d) die über den Körper fließende Ströme, wenn Netzspannung anliegt.
Zeichnen Sie für jeden Stromweg die Widerstandsschaltung.

Widerstandswerte:

R_1 = 350 Ω

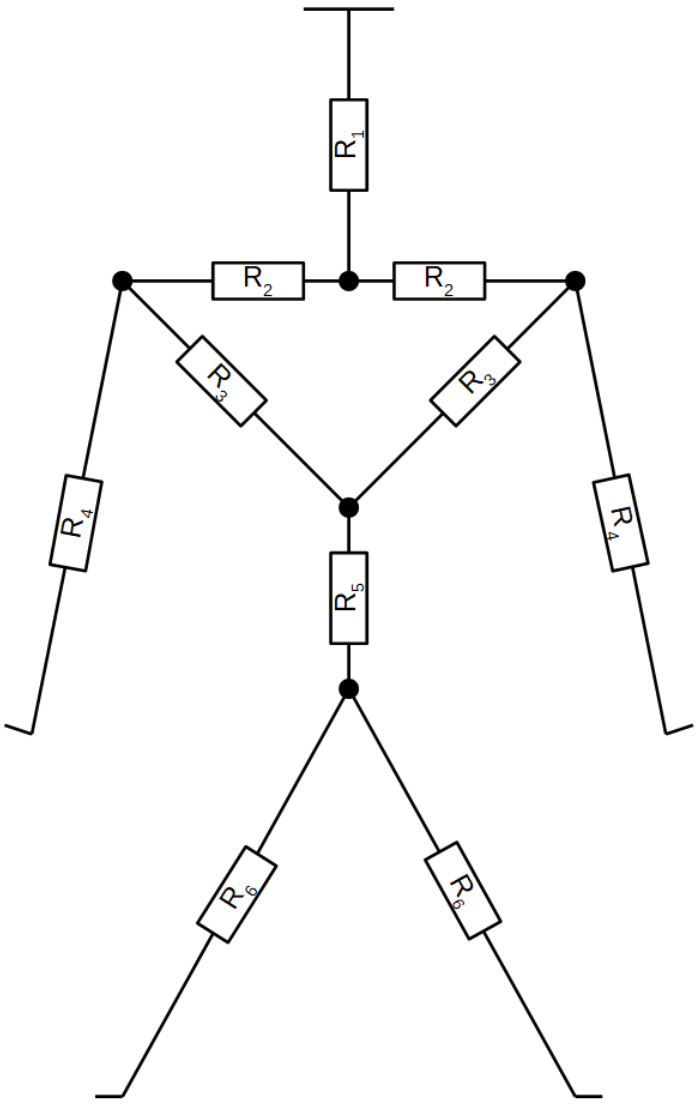
R_2 = 50 Ω

R_3 = 125 Ω

R_4 = 460 Ω

R_5 = 15 Ω

R_6 = 480 Ω



a) Der elektrische Strom fließt vom linken Arm zum rechten Arm.

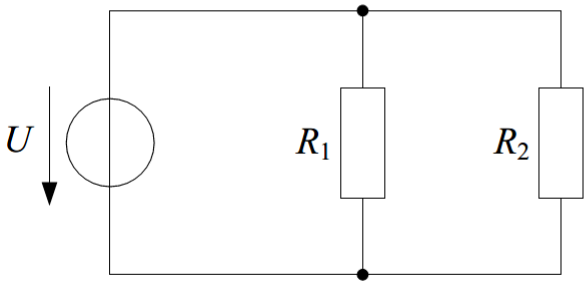
b) Der elektrische Strom fließt vom rechten Arm zum linken Bein.

c) Der elektrische Strom fließt vom Kopf zum rechten Bein.

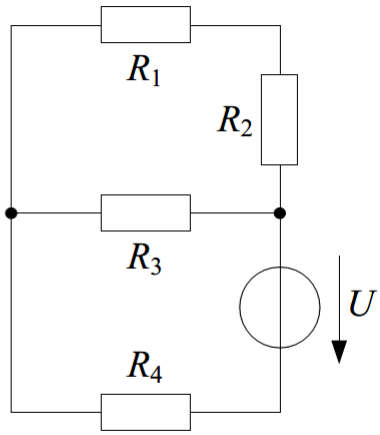
d) Der elektrische Strom fließt vom Kopf zum linken Arm.

1. Kirchhoffsche Gesetze

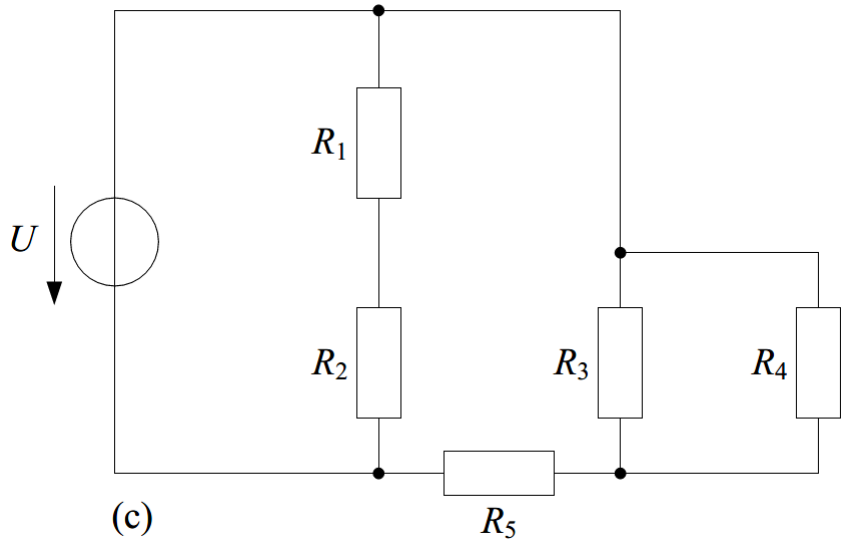
Stellen Sie alle Knoten-, Maschengleichungen und ohmsche Gleichungen für die Schaltungen (a) bis (c) auf.



(a)



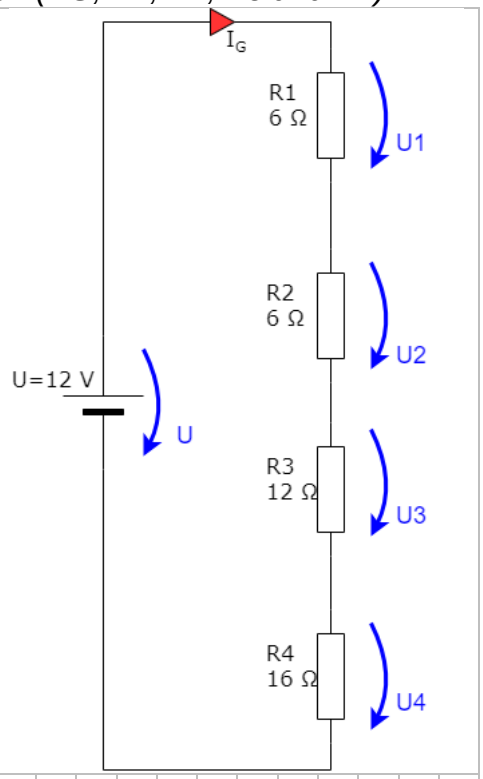
(b)



(c)

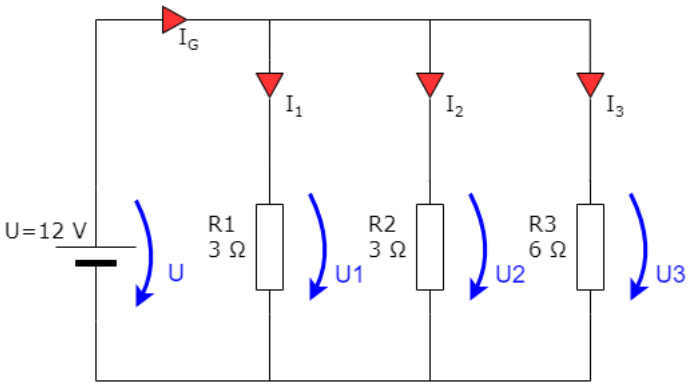
1. Aufgabe zur Reihenschaltung

Berechnen Sie den Gesamtwiderstand (R_G), den Gesamtstrom (I_G), die Teilspannungen (U1, U2, U3 und U4) und Leistungen an den Widerständen (PG, P1, P2, P3 und P4)



2. Aufgabe zur Parallelschaltung

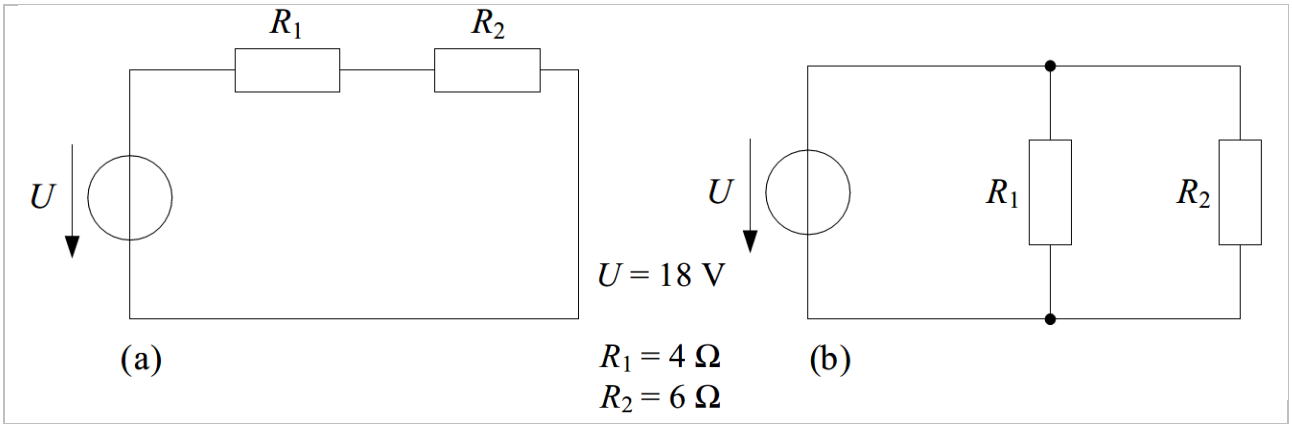
Berechnen Sie den Gesamtwiderstand (R_G), den Gesamtstrom (I_G), die Teilströme (I1, I2 und I3) und Leistungen an den Widerständen (PG, P1, P2 und P3)

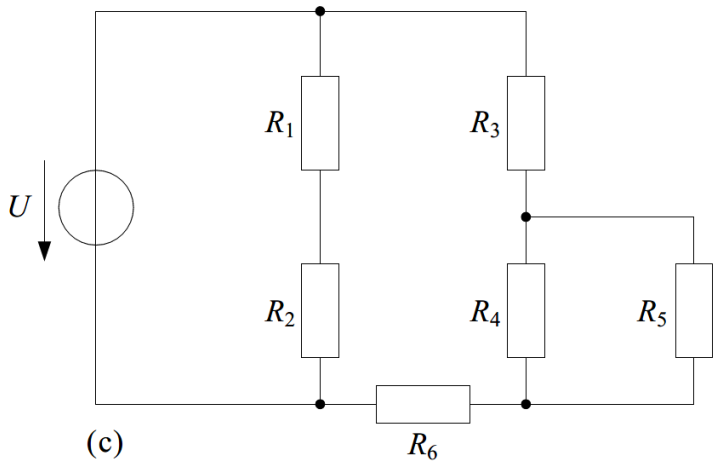


Übungen zu Parallel- und Reihenschaltung von el. Widerständen

1. Aufgabe: Parallel- und Reihenschaltung von elektrischen Widerständen

Widerstände werden oft in Parallel- und Reihenschaltung verwendet. Bestimmen Sie die Teilspannungen, die Teilströme, den Gesamtstrom und den Gesamtwiderstand für die Schaltungen (a) bis (d).

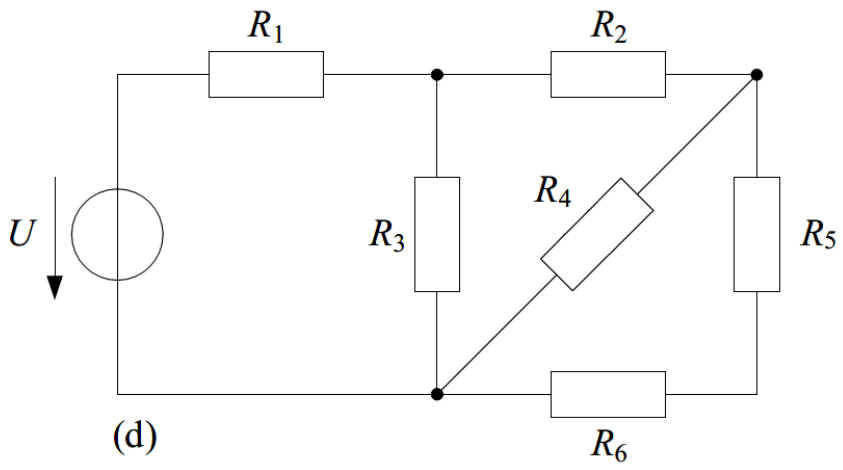




(c)

$U = 18$ V

$R_1 = 4\ \Omega$
$R_2 = 6\ \Omega$
$R_3 = 8\ \Omega$
$R_4 = 3\ \Omega$
$R_5 = 6\ \Omega$
$R_6 = 5\ \Omega$



(d)

$U = 18\ \text{V}$

$R_1 = 4\ \Omega$
$R_2 = 6\ \Omega$
$R_3 = 8\ \Omega$
$R_4 = 3\ \Omega$
$R_5 = 6\ \Omega$
$R_6 = 5\ \Omega$

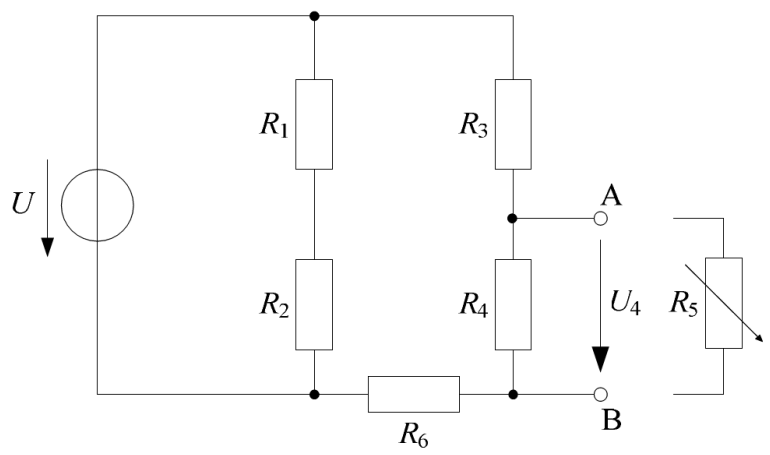
2. Aufgabe: Spannungsteiler und elektrische Leistung

Der Widerstand R_5 ist eine variable Last, die von der Spannungsquelle U_4 an den Anschluss A und B angeschlossen werden soll.

a) Berechnen Sie die Ausgangsspannung U_4 ohne den Lastwiderstand R_5 (im Leerlauf).

b) Berechnen Sie die umgesetzte Leistung des Netzwerks ohne den Lastwiderstand R_5 (Leerlaufleistung).

c) Berechnen Sie den Wirkungsgrad η der Schaltung bei $R_5 = 9\ \Omega$.



$U = 18\ \text{V}$

$R_1 = 4\ \Omega$
$R_2 = 6\ \Omega$
$R_3 = 8\ \Omega$
$R_4 = 3\ \Omega$
$R_5 = 1..10\ \Omega$
$R_6 = 5\ \Omega$

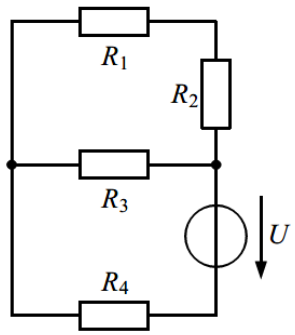
Hausaufgabe zum 12.12.22

1. Aufgabe: Parallel- und Reihenschaltung von elektrischen Widerständen

Bestimmen Sie für folgende Schaltungen:

- den Gesamtwiderstand,
- den Gesamtstrom (bei einer Spannungsquelle)
- alle Teilspannungen und Zweigströme.

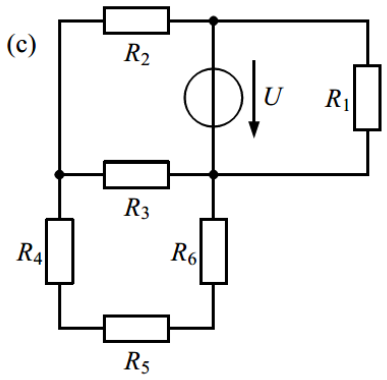
(a)



$U = 56\ \text{V}$

$R_1 = 5\ \Omega$
$R_2 = 5\ \Omega$
$R_3 = 10\ \Omega$
$R_4 = 3\ \Omega$

(c)



$U = 28$ V

$R_1 = 7\ \Omega$
$R_2 = 4\ \Omega$
$R_3 = 6\ \Omega$
$R_4 = 3\ \Omega$
$R_5 = 1\ \Omega$
$R_6 = 2\ \Omega$

Ersatzwiderstände von Schaltungen

Die Widerstände gemischter Schaltungen (Gruppenschaltungen) lassen sich nach der folgenden Vorgehensweise schrittweise zu einem Ersatzwiderstand zusammenfassen:

- Die Schaltung wird von innen nach außen in Reihen- und Parallelschaltungen aufgelöst.
- Die Reihen- und Parallelschaltungen werden Schritt für Schritt zu Ersatzwiderständen zusammengefasst **(Bild und Bilder 3 bis 5, Seite 44)**.
- Die Schritte des Zusammenfassens werden wiederholt, bis nur noch ein Ersatzwiderstand R vorliegt.

Ermitteln Sie für die gemischte Schaltung **(Bild a)** den Ersatzwiderstand R. Fassen Sie dazu die Schaltung schrittweise zu Ersatzwiderständen zusammen. Berechnen Sie anschließend die in der Schaltung eingezeichneten Ströme und Spannungen, wenn die Spannung $U = 12$ V an der Schaltung liegt. Folgen Sie den eingezeichneten Pfeilen.

Schritt 1 **(Bild a)**:
R_1 und R_2 zu R_{12} zusammenfassen:

Schritt 2 **(Bild b)**:
R_{12} und R_3 zu R_{123} zusammenfassen:

Schritt 3 **(Bild c)**:
R_{123} und R_4 zu R_{1234} zusammenfassen:

Schritt 4 **(Bild d und e)**:
R_{1234} und R_5 zu R zusammenfassen:

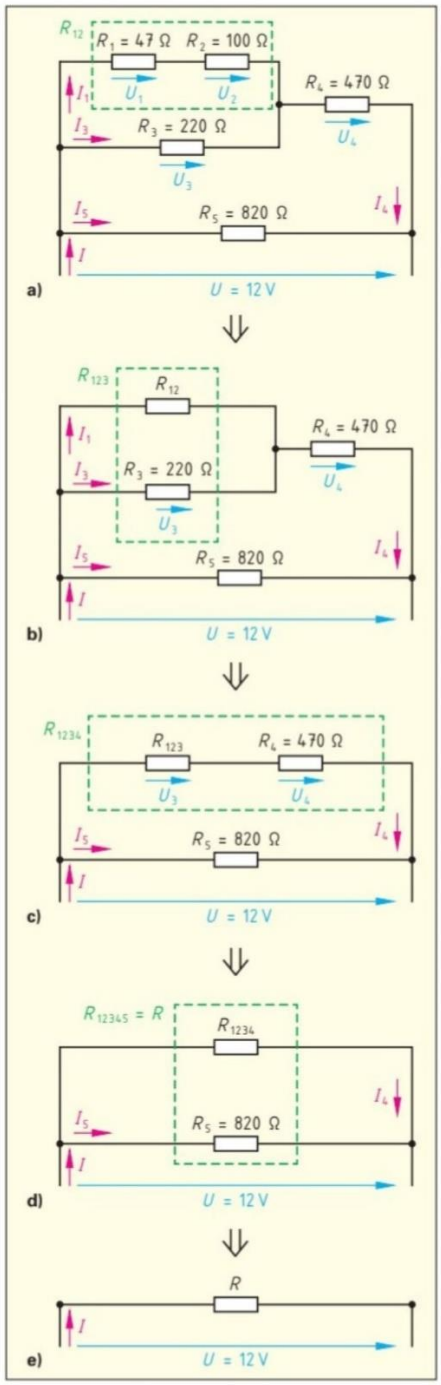


Bild: Gemischte Schaltung

Spannungen U_1 und U_2 berechnen:

Stromstärken I_3 und I_1 berechnen:

Spannungen U_4 und U_3 berechnen:

Stromstärke I_4 berechnen:

Stromstärke I_5 berechnen:

Gesamtstromstärke I berechnen:

$R_1 = 47\ \Omega$ $R_2 = 100\ \Omega$ $R_3 = 220\ \Omega$ $R_4 = 470\ \Omega$ $R_5 = 820\ \Omega$

Testen Sie Ihre Fachkompetenz

Der belastete Spannungsteiler ist eine technische Anwendung der gemischten Schaltung.

1. Berechnen Sie für den unbelasteten Spannungsteiler **(Bild 1) a)** den Strom I und **b)** die Teilspannungen U_1 und U_{20}.

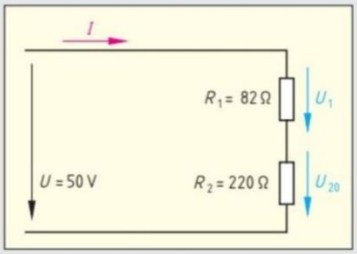


Bild 1: Spannungsteiler, unbelastet

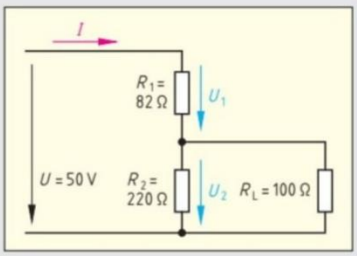


Bild 2: Spannungsteiler, belastet

2. Berechnen Sie für den belasteten Spannungsteiler **(Bild 2) a)** den Gesamtstrom I und **b)** die Teilspannungen U_1 und U_2.

3. Begründen Sie, warum die Spannung U_2 des belasteten Spannungsteilers **(Bild 2)** gegenüber der Spannung U_{20} des unbelasteten Spannungsteilers **(Bild 1)** kleiner geworden ist.

4. Bestimmen Sie für die gemischte Schaltung **(Bild 3)** den Ersatzwiderstand R.

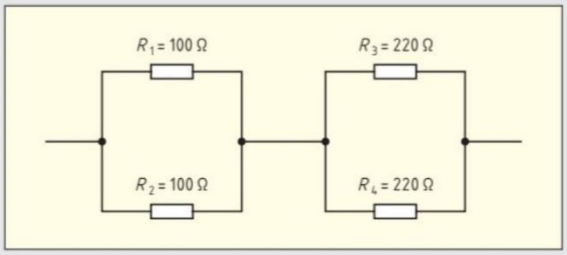


Bild 3: Gemischte Schaltung

5. Berechnen Sie für die Heizwiderstände des intakten Durchlauferhitzers **(Bild 2, Seite 44) a)** den Strom I, der durch einen Widerstand fließt, **b)** die Leistung P, die von einem Widerstand aufgenommen wird und **c)** die gesamte aufgenommene Leistung P_{ges}. An jedem der drei Widerstände liegt die Außenleiterspannung $U = 400$ V.

a)

b)

c)

A 1: Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben und wenden Sie für die Berechnung das vollständige Lösungsschema an.

1. Welchen Gesamtwiderstand bilden vier parallel geschaltete Widerstände mit den Werten:
   $R_1 = 3\ \Omega$; $R_2 = 6\ \Omega$; $R_3 = 10\ \Omega$; $R_4 = 15\ \Omega$?

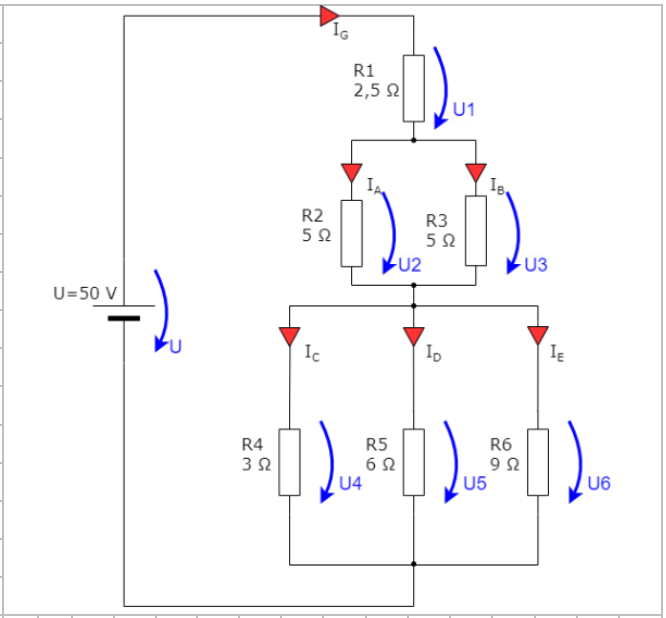
2. Der Gesamtwiderstand zweier parallel geschalteter Widerstände wird mit 12,5 Ω angegeben. Wie groß ist R_2, wenn R_1 mit 25 Ω bekannt ist?

3. Drei parallel geschaltete Widerstände $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$ und $R_3 = 50\ \Omega$ liegen an einer Spannung von 230 V. Welcher Gesamtstrom fließt in der Schaltung?

4. Durch eine Glühlampe fließt bei Anlegen einer Spannung von 230 V ein Strom von 325 mA. Wird ein zweiter Verbraucher an die Spannungsquelle angeschlossen, fließt in der gemeinsamen Zuleitung ein Strom von 750 mA. Berechnen Sie die Widerstände der einzelnen Verbraucher und den Gesamtwiderstand der Schaltung.

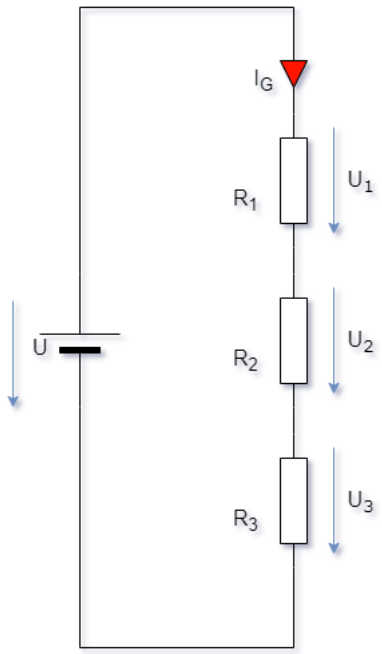
5. Berechnen Sie von der folgenden Schaltung:

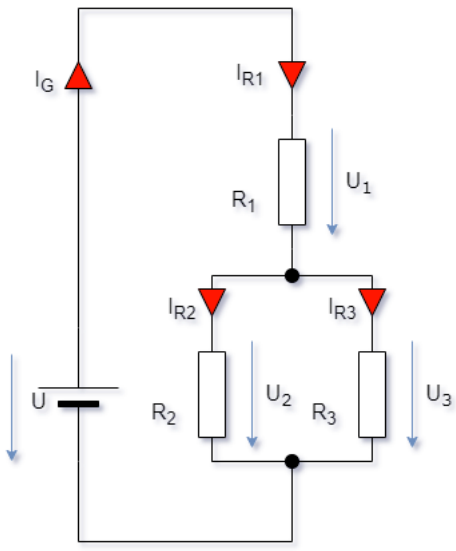
- Gesamtwiderstand R_G
- Gesamtstrom I_G
- Teilströme I_A- I_E
- Spannungen U_1-U_6

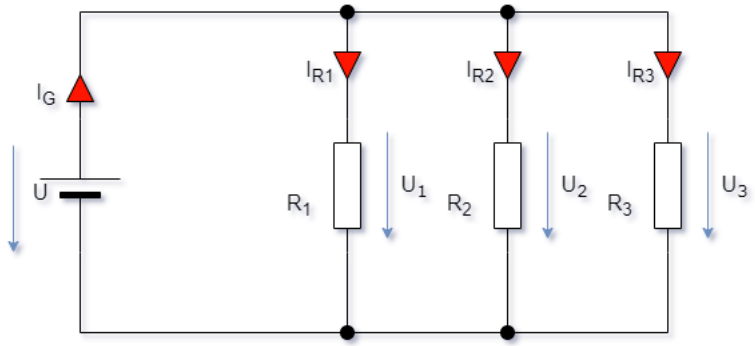


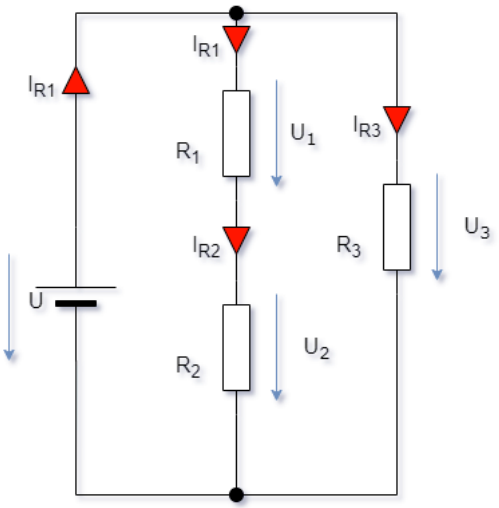
Schwerpunkte Klassenarbeit 2

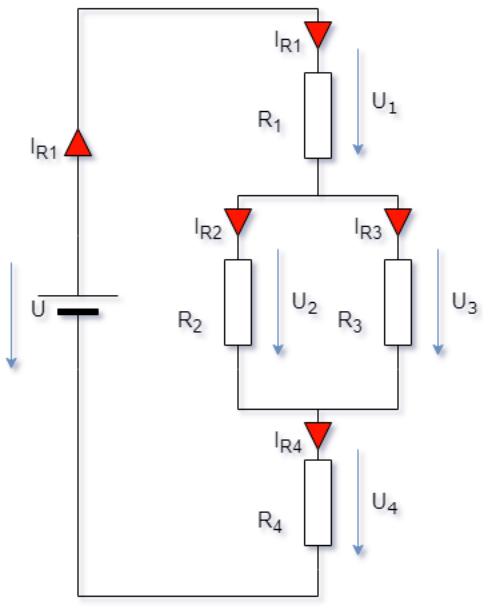
- Gesetzmäßigkeiten der Reihen und Parallelschaltung anwenden können
- Einfluss der Spannungsänderung auf die Leistungsänderung kennen
- Spannungsfall berechnen können
- Ersatzschaltbild zeichnen können
- Gemischtschaltung berechnen können
- Auswirkungen des Ausfalls eines Widerstandes auf R_{Ges}, I_{Ges} und Teilspannung am Widerstand kennen
- Reale Spannungsquelle (Innenwiderstand, Leerlauf, Kurzschluss)






I_G
I_{R1}
I_{R2}
I_{R3}
U
R_1
U_1
R_2
U_2
R_3
U_3


I_{R1}
I_{R1}
R_1
U_1
I_{R3}
R_3
U_3
I_{R2}
U
R_2
U_2

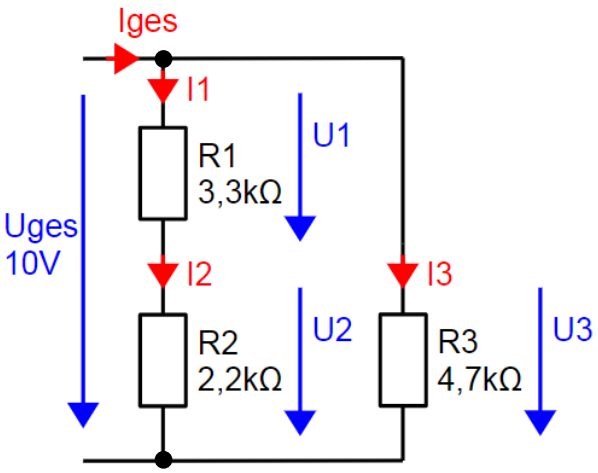

I_{R1}
R_1
U_1
I_{R1}
I_{R2}
I_{R3}
U
R_2
U_2
R_3
U_3
I_{R4}
R_4
U_4

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EEG** LF - 1	**Gemischte Schaltungen**

Lösen Sie alle Aufgaben auf einem Extrablatt und die Rechenaufgaben nach dem Lösungsschema!

Aufgabe 1:

a) **Berechnen Sie** alle Ströme und Spannungen.
b) **Beschreiben Sie** mit eigenen Worten wie sich I_1 ändert, wenn zu R_1 und R_2 ein 1 kΩ Widerstand in Reihe geschaltet wird.
c) **Beschreiben Sie** mit eigenen Worten wie sich I1 ändert, wenn ein 1 kΩ Widerstand parallel zu R3 geschaltet wird?



Aufgabe 2:

Zwei Lampen mit den Nennwerten 12 V / 160 mA werden parallel geschaltet.
In Reihe dazu schaltet man einen Vorwiderstand R_V. Die Gesamtschaltung wird an 15 V angeschlossen.

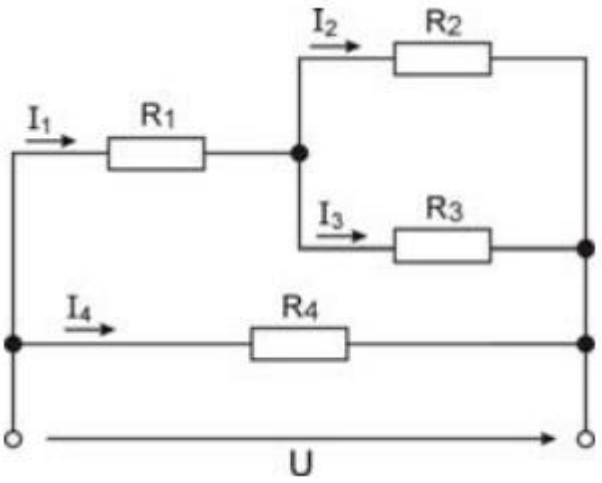
a) **Skizzieren Sie** die Schaltung.
b) **Berechnen Sie** R_V so, dass die Lampe mit Ihren Nennwerten betrieben werden. Ist es ausreichend, wenn man einen 0,5 W Widerstand verwendet?
c) **Erklären Sie** was passiert, wenn eine Lampe defekt ist. (R_V aus Aufgabe 2b) bleibt unverändert)

Aufgabe 3:

In der Schaltung im nebenstehenden Bild sind gegeben:

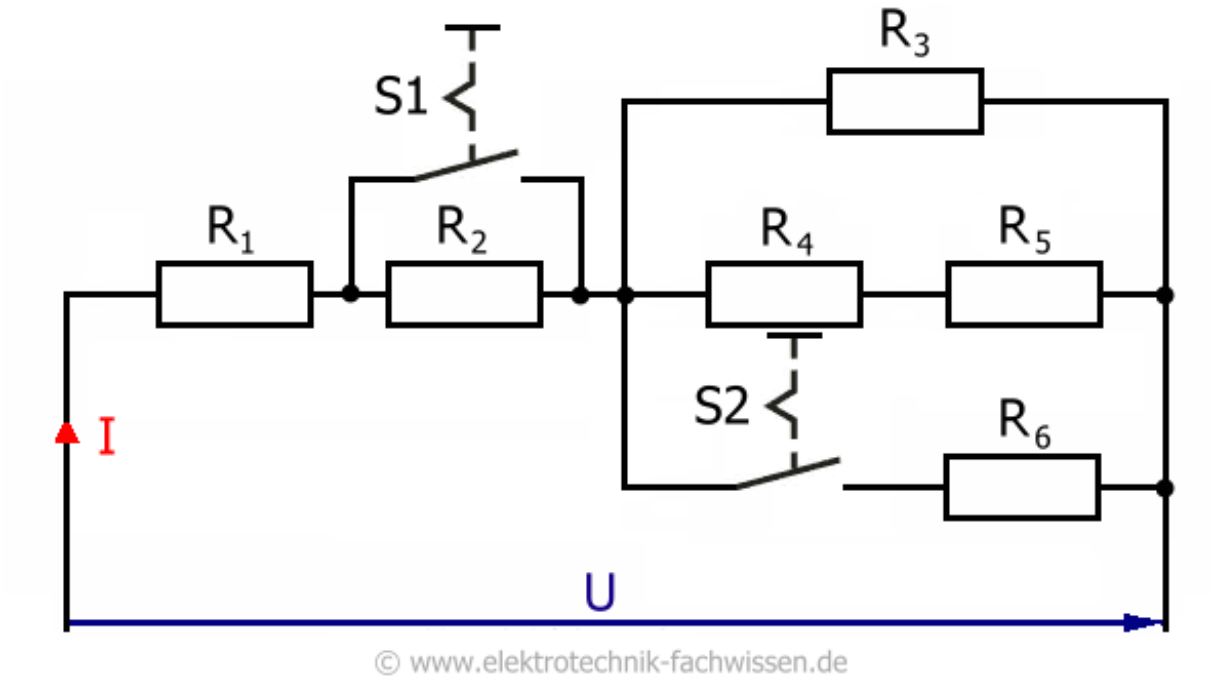
U = 24 V, R_1 = 560 Ω, R_3 = 180 Ω, R_4 = 470 Ω, I_{ges} = 87,48 mA

Berechnen Sie den Gesamtwiderstand der Schaltung sowie die fehlenden Widerstände, Spannungen und Ströme.



Aufgabe 4:

Kreuzen Sie an, welche Aussagen zu dieser gemischten Schaltung richtig und falsch sind.



	Richtig	Falsch	
1.)			$U_{R3} = U_{R4} + U_{R5}$
2.)			$I_{R1} = I_{R4}$
3.)			Wird S1 geschlossen, dann ist $U_{R2} = 0$.
4.)			Wird S1 geschlossen, dann wird R_{ges} größer.
5.)			Wird S1 geschlossen, dann vermindert sich die Leistung der Schaltung.
6.)			Wenn der Schalter S1 geschlossen wird, dann erhöht sich die Spannung an R_5.
7.)			Wird S2 geschlossen, dann wird R_{ges} größer.
8.)			Wird S2 geschlossen, dann wird U_{R1} größer.
9.)			Wird S2 geschlossen, dann wird I kleiner.
10.)			Wird S2 geschlossen, dann wird U_{R4} kleiner.

Quellen: https://studylibde.com/doc/5520584/16-übungen-gemischte-schaltungen---carl-engler-schule

https://www.elektrotechnik-fachwissen.de/php/aufgabe-gruppenschaltung-schalter.php

http://ralfschollmeyer.de/schule/elektro/gemschal/aufgscha.pdf

Aufgabe 1:

a)

$$I3 = \frac{U3}{R3} = 2{,}128\,mA$$

$$R23 = R1 + R2 = 5{,}5k\Omega$$

$$I1 = I2 = I23 = \frac{U23}{R23} = \frac{10V}{5{,}5}\,k\,\Omega = 1{,}818\,mA$$

$$U1 = R1 * I1 = 6V$$

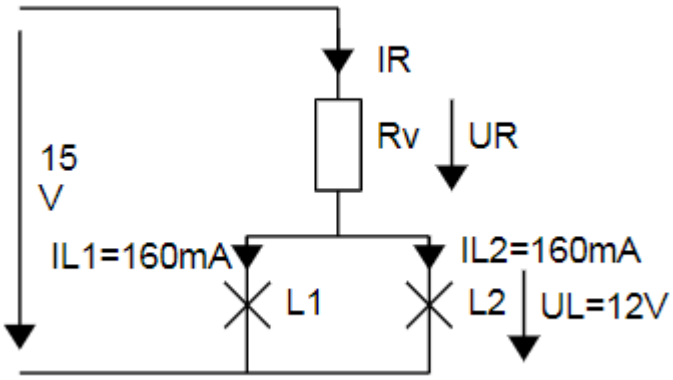
$$U2 = Uges - U2 = 4V$$

b) 1 kΩ in Reihe zu R_{12} → R_{124} ↑ → I_1 ↓(I_3 bleibt unverändert)

c) 1 kΩ parallel zu R_3 → I_1 ändert sich nicht, da sich weder U_{ges} noch R_{12} ändern.

Aufgabe 2:

a)



b) $I_R = I_{L1} + I_{L2} = 160mA + 160mA = 320\,mA$

$U_R = U_0 - U_L = 15V - 12V = 3\,V$

$R_V = \frac{U_R}{I_R} = \frac{3V}{0{,}32A} = 9{,}38\,V$

$P_V = U_R \cdot I_R = 3\,V \cdot 0{,}32\,A = 0{,}96\,W$

Ein 0,5 W Widerstand ist <u>nicht</u> ausreichen.

c) Für eine Lampe braucht man einen Widerstand von R_v = 3V / 160mA = 18,75 Ω. Daher ist der vorhandene Widerstand zu klein, die Lampe erhält einen zu großen Strom, und an ihr liegt eine zu große Spannung an.

Aufgabe 3:

$R_{ges} = \frac{U}{I_{ges}} = \frac{24V}{87{,}48mA} = 274{,}35\Omega$

$I_4 = \frac{U}{R_4} = \frac{24V}{470\Omega} = 51{,}06mA$

$I_1 = I_{ges} - I_4 = 87{,}48mA - 51{,}06A = 36{,}42mA$

$U_1 = R_1 \cdot I_1 = 560\Omega \cdot 36{,}42mA = 20{,}395V$

$U_2 = U_3 = U - U_1 = 3{,}605V$

$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{3{,}605V}{180\Omega} = 20{,}03mA$

$I_2 = I_1 - I_3 = 36{,}42mA - 20{,}03mA = 16{,}39mA$

$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{3{,}605V}{16{,}39mA} = 219{,}95\Omega$

$U_4 = U$

Aufgabe 4:

	Richtig	Falsch	
1.)	x		$U_{R3} = U_{R4} + U_{R5}$
2.)		x	$I_{R1} = I_{R4}$
3.)	x		Wird S1 geschlossen, dann ist $U_{R2} = 0$.
4.)		x	Wird S1 geschlossen, dann wird R_{ges} größer.
5.)		x	Wird S1 geschlossen, dann vermindert sich die Leistung der Schaltung.
6.)	x		Wenn der Schalter S1 geschlossen wird, dann erhöht sich die Spannung an R_5.
7.)		x	Wird S2 geschlossen, dann wird R_{ges} größer.
8.)	x		Wird S2 geschlossen, dann wird U_{R1} größer.
9.)		x	Wird S2 geschlossen, dann wird I kleiner.
10.)	x		Wird S2 geschlossen, dann wird U_{R4} kleiner.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 2	2. Installationsschaltungen Schaltplanarten unterscheiden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Schaltpläne sind zeichnerische Darstellungen, welche den Zusammenhang und die Art von elektrischen Betriebsmitteln durch Schaltzeichen beschreiben. Man unterscheidet hauptsächlich Pläne, die Wirkungsweise, Anordnung und Verdrahtung der jeweiligen Schaltung wiedergeben.

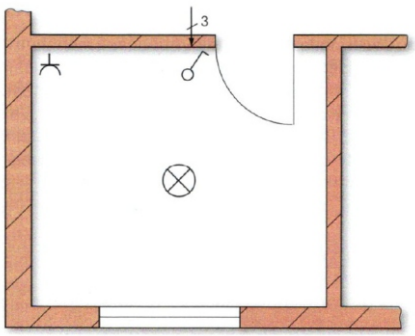
Aufgabe:
Die drei gegebenen Schaltplanarten zeigen eine Ausschaltung und eine Steckdose.
Bearbeiten Sie zur Unterscheidung der Schaltplanarten die folgenden Aufgaben. Lesen Sie dazu das Kapitel "Schaltpläne" im Fachbuch.

1. Geben Sie in Stichpunkten die Besonderheiten der jeweiligen Schaltplanarten an und wozu sind Sie besonders gut geeignet? Was kann man besonders gut erkennen/ablesen?

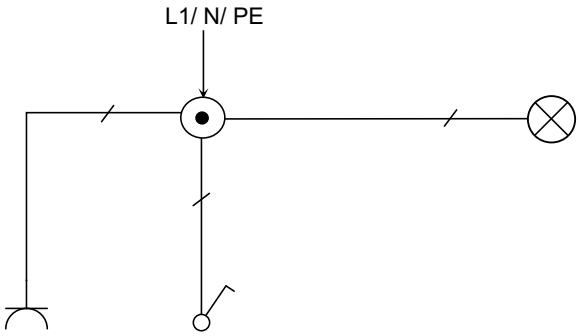
2. Kennzeichnen Sie die eingezeichneten Betriebsmittel in den Schaltplänen normgerecht (mit Kennbuchstaben und Ziffer).

3. Geben Sie die Aderzahlen im Übersichtsplan an.

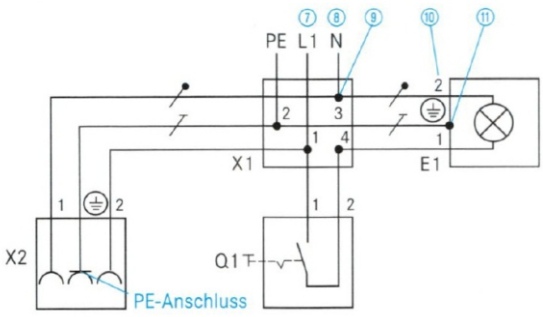
Installationsplan



Übersichtsplan



Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 2	2. Installationsschaltungen Schaltplanarten unterscheiden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Schaltpläne sind zeichnerische Darstellungen, welche den Zusammenhang und die Art von elektrischen Betriebsmitteln durch Schaltzeichen beschreiben. Man unterscheidet hauptsächlich Pläne, die Wirkungsweise, Anordnung und Verdrahtung der jeweiligen Schaltung wiedergeben.

Aufgabe:
Die drei gegebenen Schaltplanarten zeigen eine Ausschaltung und eine Steckdose.
Bearbeiten Sie zur Unterscheidung der Schaltplanarten die folgenden Aufgaben. Lesen Sie dazu das Kapitel "Schaltpläne" im Fachbuch.

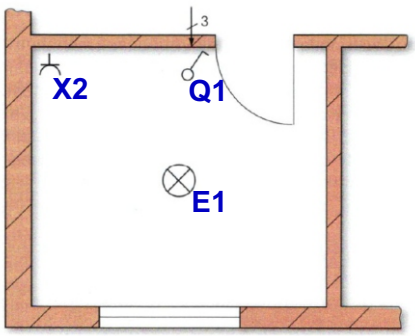
1. Geben Sie in Stichpunkten die Besonderheiten der jeweiligen Schaltplanarten an und wozu sind Sie besonders gut geeignet? Was kann man besonders gut erkennen/ablesen?

2. Kennzeichnen Sie die eingezeichneten Betriebsmittel in den Schaltplänen normgerecht (mit Kennbuchstaben und Ziffer).

3. Geben Sie die Aderzahlen im Übersichtsplan an.

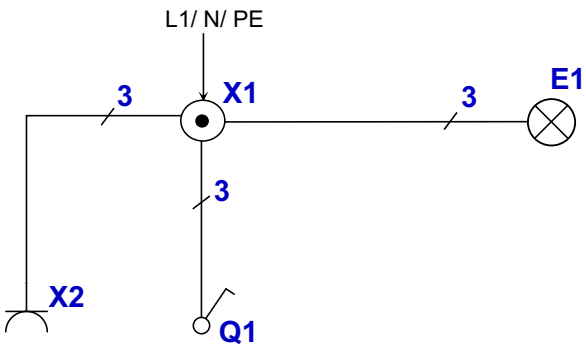
Installationsplan

1. die örtliche Lage der Betriebsmittel/ Objekte ist festgelegt
2. einfache einpolige Schaltzeichen
3. gut geeignet für die Erstellung einer Stückliste
4. guten Überblick über die gesamte Installation
5. Änderungen und Ergänzungen können gut dokumentiert werden



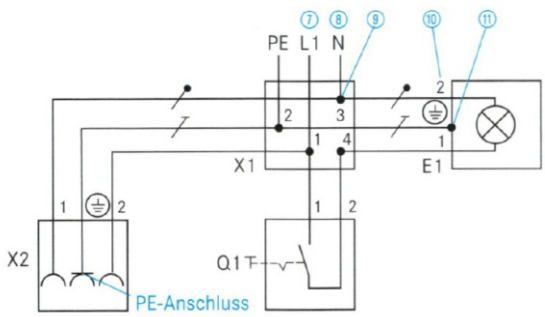
Übersichtsplan

1. einfache einpolige Schaltzeichen
2. schneller Überblick über die Schaltung möglich
3. Hinweise auf Leitungsführung, Verlegeart und Leitungsart
4. Betriebsmittel mit den Kennbuchstaben, Stromkreise u. Verbindungen gut erkennbar



Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

1. alle Einzelheiten erkennbar - Stromweg/ Funktion nachvollziehbar.
2. gut geeignet für Fehlersuche
3. Schutzmaßnahme erkennbar PE-Anschluss
4. Schaltzeichen mehrpolig dargestellt
- Darstellung immer stromlos!! (Lampen AUS)
Problem: Funktion der Anlage wird manchmal unübersichtlich/ erschwert



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 2	2. Installationsschaltungen Schaltplanarten unterscheiden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Schaltpläne sind zeichnerische Darstellungen, welche den Zusammenhang und die Art von elektrischen Betriebsmitteln durch Schaltzeichen beschreiben. Man unterscheidet hauptsächlich Pläne, die Wirkungsweise, Anordnung und Verdrahtung der jeweiligen Schaltung wiedergeben.

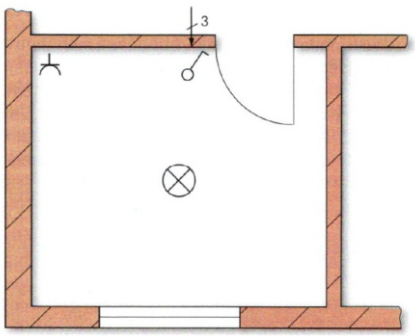
Aufgabe:
Die drei gegebenen Schaltplanarten zeigen eine Ausschaltung und eine Steckdose.
Bearbeiten Sie zur Unterscheidung der Schaltplanarten die folgenden Aufgaben. Lesen Sie dazu das Kapitel "Schaltpläne" im Fachbuch.

1. Geben Sie in Stichpunkten die Besonderheiten der jeweiligen Schaltplanarten an und wozu sind Sie besonders gut geeignet? Was kann man besonders gut erkennen/ablesen?

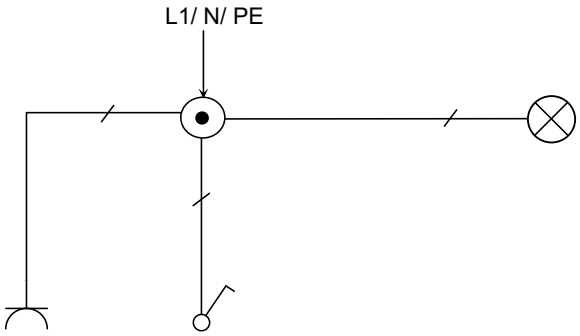
2. Kennzeichnen Sie die eingezeichneten Betriebsmittel in den Schaltplänen normgerecht (mit Kennbuchstaben und Ziffer).

3. Geben Sie die Aderzahlen im Übersichtsplan an.

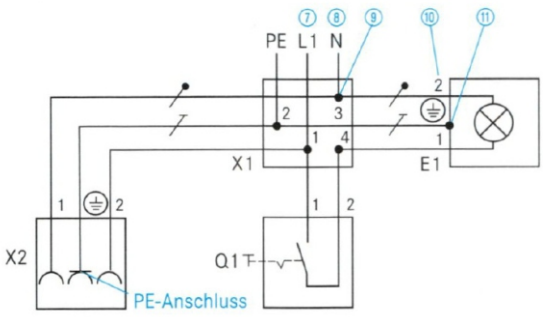
Installationsplan



Übersichtsplan



Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 2	2. Installationsschaltungen Schaltplanarten unterscheiden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Schaltpläne sind zeichnerische Darstellungen, welche den Zusammenhang und die Art von elektrischen Betriebsmitteln durch Schaltzeichen beschreiben. Man unterscheidet hauptsächlich Pläne, die Wirkungsweise, Anordnung und Verdrahtung der jeweiligen Schaltung wiedergeben.

Aufgabe:
Die drei gegebenen Schaltplanarten zeigen eine Ausschaltung und eine Steckdose.
Bearbeiten Sie zur Unterscheidung der Schaltplanarten die folgenden Aufgaben. Lesen Sie dazu das Kapitel "Schaltpläne" im Fachbuch.

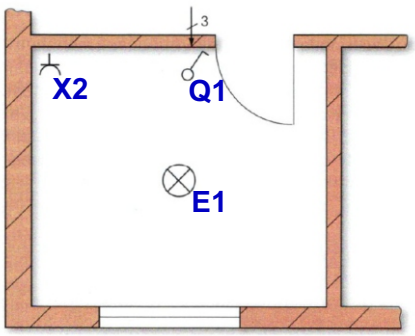
1. Geben Sie in Stichpunkten die Besonderheiten der jeweiligen Schaltplanarten an und wozu sind Sie besonders gut geeignet? Was kann man besonders gut erkennen/ablesen?

2. Kennzeichnen Sie die eingezeichneten Betriebsmittel in den Schaltplänen normgerecht (mit Kennbuchstaben und Ziffer).

3. Geben Sie die Aderzahlen im Übersichtsplan an.

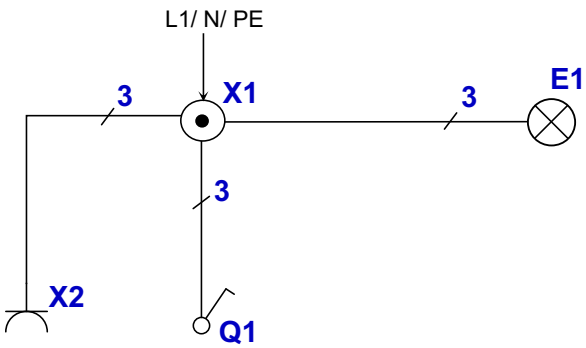
Installationsplan

1. die örtliche Lage der Betriebsmittel/ Objekte ist festgelegt
2. einfache einpolige Schaltzeichen
3. gut geeignet für die Erstellung einer Stückliste
4. guten Überblick über die gesamte Installation
5. Änderungen und Ergänzungen können gut dokumentiert werden



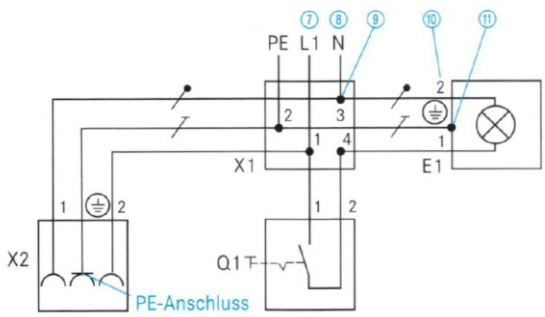
Übersichtsplan

1. einfache einpolige Schaltzeichen
2. schneller Überblick über die Schaltung möglich
3. Hinweise auf Leitungsführung, Verlegeart und Leitungsart
4. Betriebsmittel mit den Kennbuchstaben, Stromkreise u. Verbindungen gut erkennbar



Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

1. alle Einzelheiten erkennbar - Stromweg/ Funktion nachvollziehbar.
2. gut geeignet für Fehlersuche
3. Schutzmaßnahme erkennbar PE-Anschluss
4. Schaltzeichen mehrpolig dargestellt
- Darstellung immer stromlos!! (Lampen AUS)
Problem: Funktion der Anlage wird manchmal unübersichtlich/ erschwert



Darstellungsarten von Installationsschaltungen

Posteingang

Sehr geehrte/r Frau/Herr Schnabel,

auf Nachkommen ihrer Bitte schildere ich Ihnen mein persönliches Anliegen in dieser E-Mail. Ich möchte das Zimmer meiner Tochter sanieren und somit auch die Elektroinstallation erweitern bzw. erneuern lassen. Ich habe in meinen Unterlagen noch alte Schaltpläne gefunden, die Ihnen vielleicht weiterhelfen könnten. Leider habe ich davon keine Ahnung und kann Ihnen diesbezüglich keine weiteren Informationen geben. Außerdem sind die verschiedenen Schaltpläne durch Wasserflecken stark verschmutzt und können teilweise nicht mehr richtig gelesen werden, da ich sie im Keller gelagert habe und dieser feucht war.

Ich bitte Sie, dass Sie sich die Unterlagen anzusehen und die verschiedenen Schaltpläne wieder in Stand setzen, wenn das möglich ist. Danach können wir gerne über die Erweiterung der Elektroinstallation sprechen.

Zusatz: Meine Tochter wünscht sich einen Beamer, welchen sie in die Mitte des Raumes platzieren möchte. Dieser soll auf die Wand zur Tür abstrahlen. Was für eine elektrische Installation wäre dafür notwendig, damit sie den Beamer dort anschließen kann (Sie möchte nicht quer durch Zimmer Verlängerungskabel legen)?

Die neue Couch soll im hinteren Bereich des Zimmers stehen (siehe Skizze, habe ich per Hand eingezeichnet). In der Ecke sind bereits zwei Steckdosen, reichen diese aus? Sinnvoll wäre es sicher, wenn sie von der Couchecke aus, das Licht im Zimmer ein- und ausschalten kann? Gibt es dafür ebenfalls eine Lösung?

Ich bitte Sie, mir einen möglichen Lösungsvorschlag zu machen und ein Angebot elektronisch zukommen zu lassen.

Mit freundlichen Grüßen

S. Klunker

Vereinfachte Formulierung

Posteingang

Sehr geehrte/r Frau/Herr Schnabel,

Ich möchte das Zimmer meiner Tochter ***sanieren***. Die Elektroinstallation muss auch **erneuert** werden. Ich habe alte Schaltpläne gefunden. Vielleicht helfen die Ihnen weiter. Leider kenne ich mich damit nicht aus und kann Ihnen nicht helfen. Auf den Schaltplänen sind Wasserflecken, weil ich die Schaltpläne im nassen Keller **gelagert** habe.

Ich bitte Sie, dass Sie mir helfen. Bitte erneuern Sie die Schaltpläne. Danach können wir gerne über die **Erweiterung** der Elektroinstallation sprechen.

Zusatz: Meine Tochter wünscht sich einen Beamer. Dieser soll in die Mitte des Raumes stehen. Dieser soll auf die Wand zur Tür abstrahlen. Was für eine elektrische Installation ist dafür notwendig? Es sollen keine Verlängerungskabel durch den Raum gelegt werden.

Die neue Couch soll im hinteren Bereich des Zimmers stehen (siehe Skizze, habe ich per Hand eingezeichnet). In der Ecke sind bereits zwei Steckdosen, sind das genug? Das Licht soll von der Couchecke ein- und ausgeschalten werden können. Gibt es dafür eine Lösung?

Ich bitte Sie, mir einen möglichen Lösungsvorschlag zu machen und ein Angebot per E-Mail zukommen zu lassen.

Mit freundlichen Grüßen

S. Klunker

Glossar

Wort	Bedeutung
sanieren	Gebäude/Zimmer in besseren Zustand bringen
erneuern (erneuert)	etwas wiederherstellen, moderner machen
Lagern (gelagert)	etwas für eine spätere Verwendung an einen vorgesehen Ort ablegen
Erweiterung	Vergrößerung, auch Ausbau eines technischen Systems

Lernaufgaben: **Sozialform: Partner*innenarbeit**

Zeit: 30 Minuten

1. **Informieren Sie** sich in Ihrem Lehrbuch sowie in Ihrem Tabellenbuch über die verschiedenen Schaltplanarten.

2. **Ordnen Sie** die verschiedenen Schaltplanarten den verschiedenen Schaltplänen von Frau Schnabel **zu**.

3. **Notieren Sie** sich zu jeder Schaltplanart auf dem Arbeitsblatt einige Stichpunkte (Darstellungsart, Räumliche Lage, Informationen, Stromweg verfolgbar, Wirkungsweise der Schaltung ersichtlich? Vorteile, Nachteile, …).

4. **Zeichnen Sie** für Frau Schnabel auf dem Arbeitsblatt die Schaltpläne erneut, damit sie diese für ihre Unterlagen hat.

5. **Zusatz: Überlegen Sie** sich, wie Sie den Wünschen von Frau Schnabel für die Umgestaltung des Zimmers nachkommen können. **Erweitern Sie** die Schaltpläne nach den Wünschen von Frau Schnabel.

Schaltplanarten

Übersichtsschaltplan:

Installationsplan:



Installationsschaltplan:



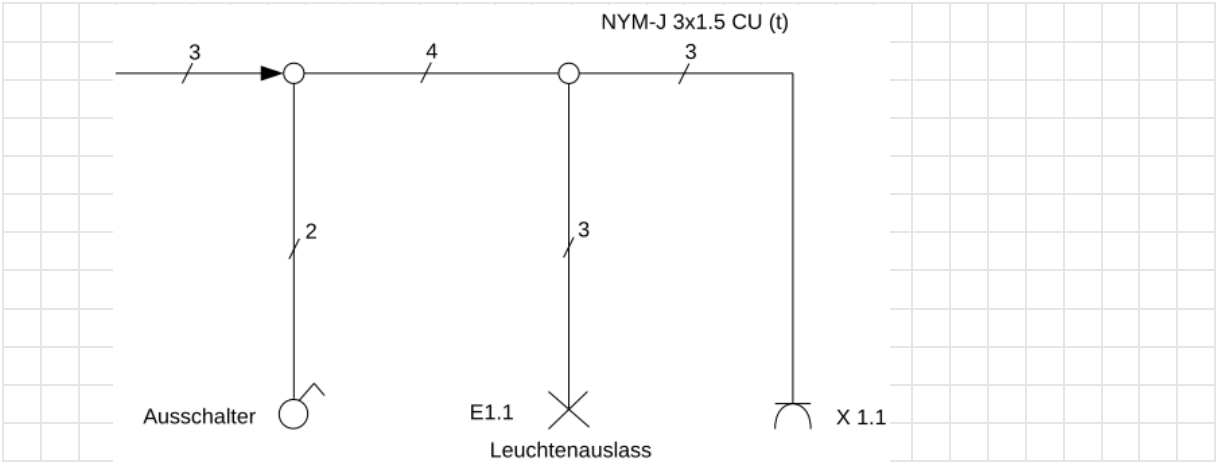
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung:

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung:

Schaltplanarten

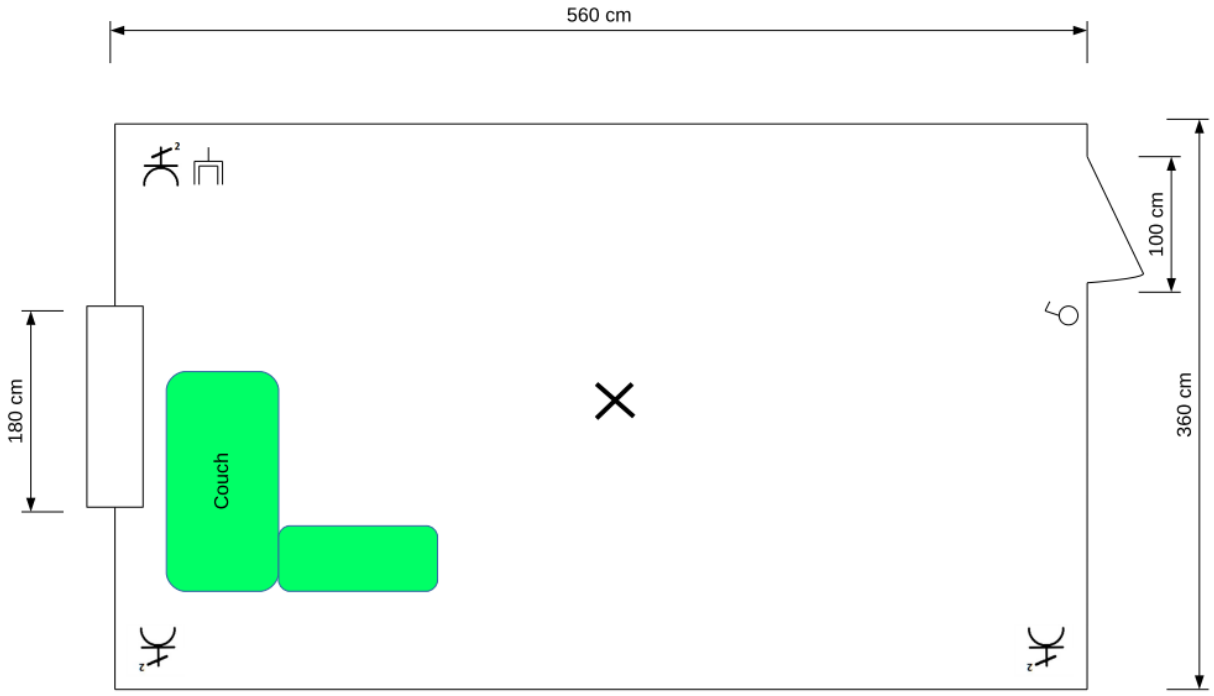
Übersichtsschaltplan:

vereinfachte, einpolige Darstellung, räumliche Lage der BE unberücksichtigt, BE werden möglichst Lagerichtig positioniert, keine Information zur Funktion der Schaltung



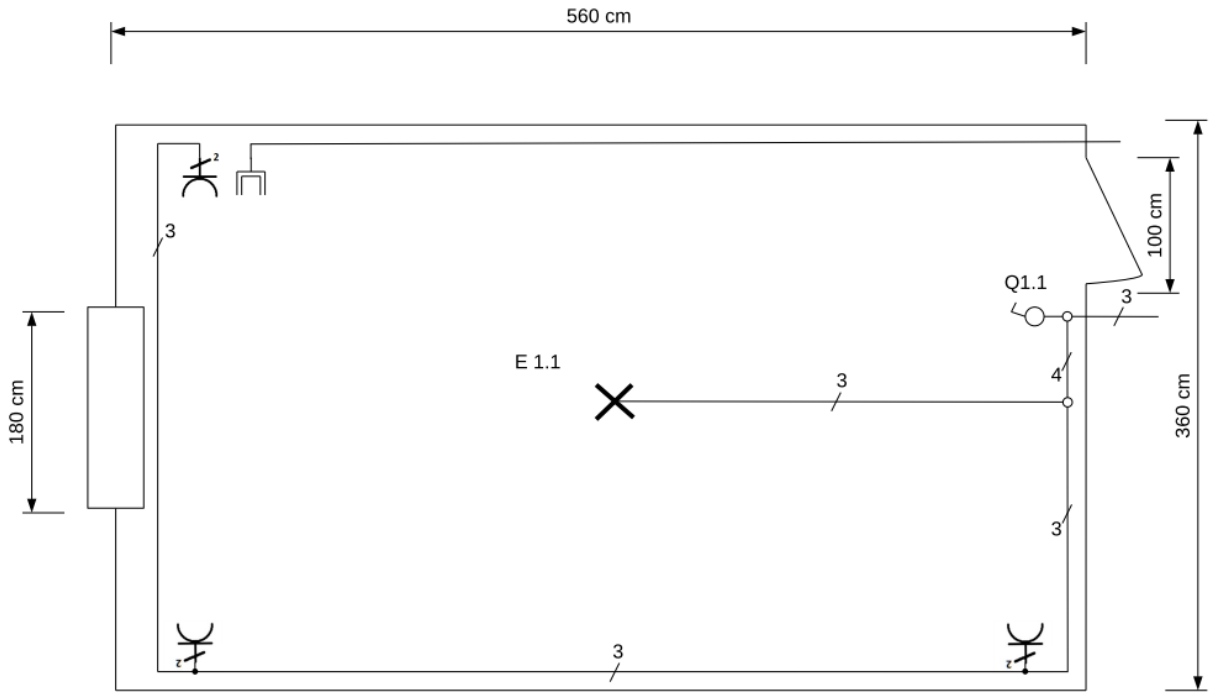
Installationsplan:

keine Leitungen, BE lagerichtig eingezeichnet



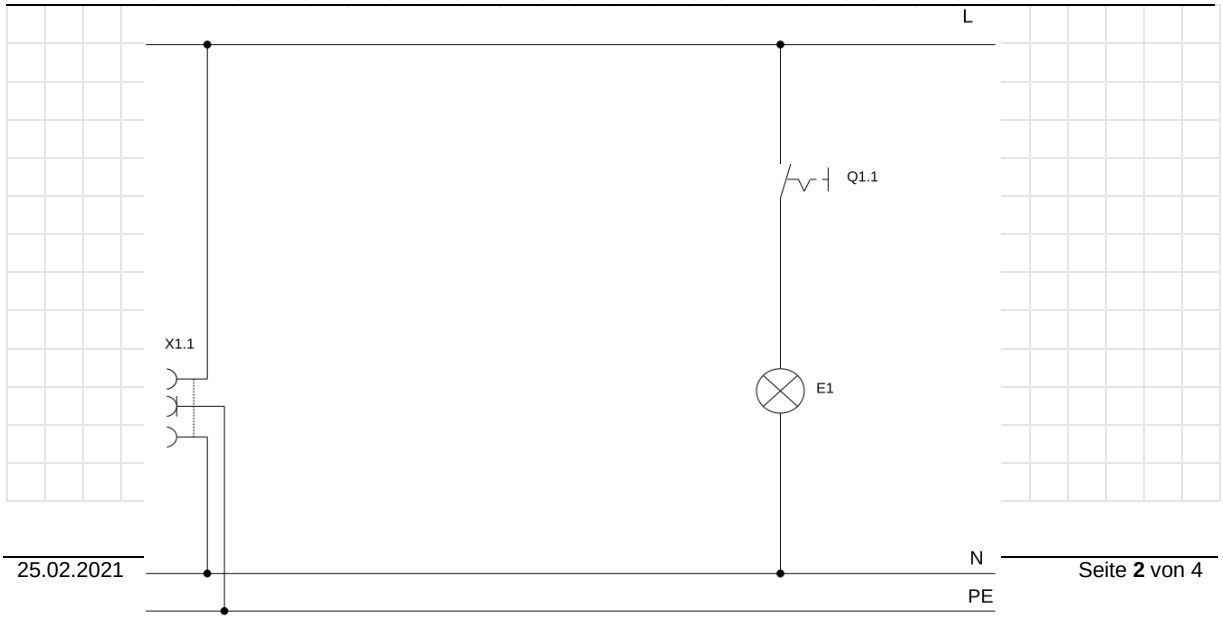
Installationsschaltplan:

einpolige Darstellung, lagerichtig, alle zur Leitungsverlegung nötigen Angaben können entnommen werden, keine Information zur Funktion der Schaltung



Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung:

allpolig, nach Stromwegen aufgelöst, möglichst kreuzungsfrei zu zeichnen, keine räumliche Anordnung der BE, auf Umrahmungen wird verzichtet, zeigt die Funktion der Schaltung

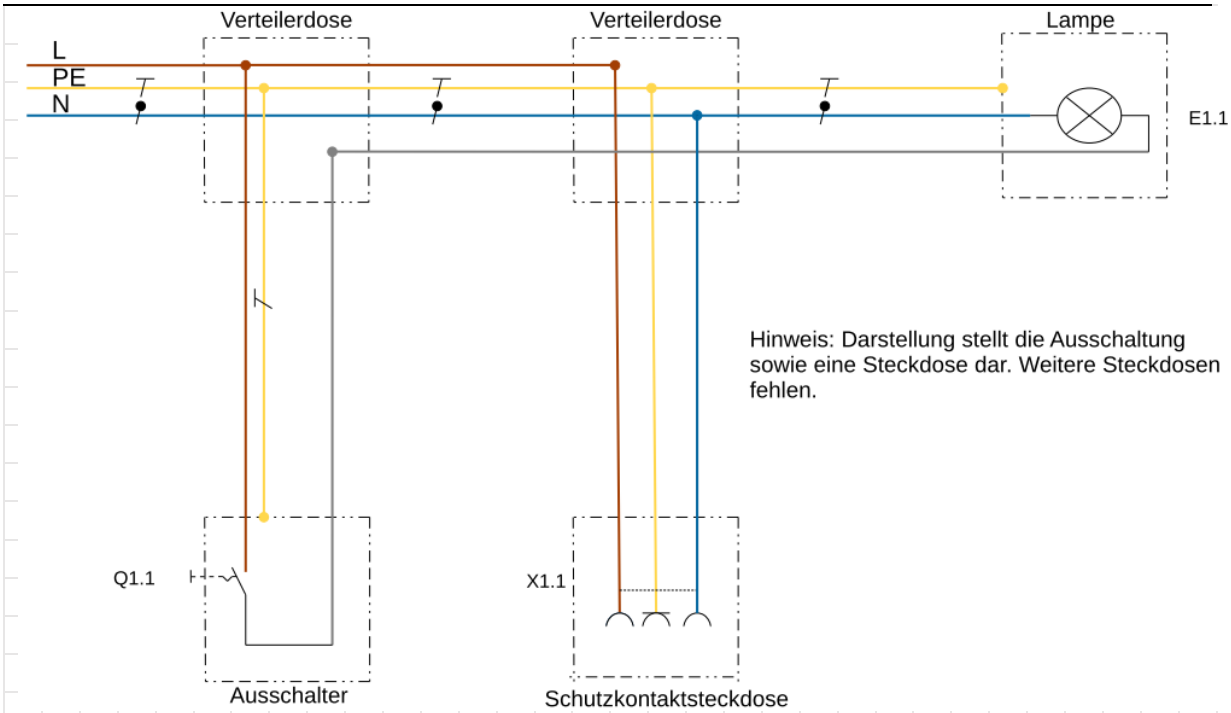


Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung:

zeigt Verbindungen mit allen Einzelteilen, Teile des selben BE werden

zusammenhängend gezeichnet, es kann die räumliche Anordnung der BE

Berücksichtigt werden, zeigt die Funktion der Schaltung



Darstellungsarten von Installationsschaltungen

Posteingang

Sehr geehrte/r Frau/Herr Schnabel,

auf Nachkommen ihrer Bitte schildere ich Ihnen mein persönliches Anliegen in dieser E-Mail. Ich möchte das Zimmer meiner Tochter sanieren und somit auch die Elektroinstallation erweitern bzw. erneuern lassen. Ich habe in meinen Unterlagen noch alte Schaltpläne gefunden, die Ihnen vielleicht weiterhelfen könnten. Leider habe ich davon keine Ahnung und kann Ihnen diesbezüglich keine weiteren Informationen geben. Außerdem sind die verschiedenen Schaltpläne durch Wasserflecken stark verschmutzt und können teilweise nicht mehr richtig gelesen werden, da ich sie im Keller gelagert habe und dieser feucht war.

Ich bitte Sie, dass Sie sich die Unterlagen anzusehen und die verschiedenen Schaltpläne wieder in Stand setzen, wenn das möglich ist. Danach können wir gerne über die Erweiterung der Elektroinstallation sprechen.

Zusatz: Meine Tochter wünscht sich einen Beamer, welchen sie in die Mitte des Raumes platzieren möchte. Dieser soll auf die Wand zur Tür abstrahlen. Was für eine elektrische Installation wäre dafür notwendig, damit sie den Beamer dort anschließen kann (Sie möchte nicht quer durch Zimmer Verlängerungskabel legen)?

Die neue Couch soll im hinteren Bereich des Zimmers stehen (siehe Skizze, habe ich per Hand eingezeichnet). In der Ecke sind bereits zwei Steckdosen, reichen diese aus? Sinnvoll wäre es sicher, wenn sie von der Couchecke aus, das Licht im Zimmer ein- und ausschalten kann? Gibt es dafür ebenfalls eine Lösung?

Ich bitte Sie, mir einen möglichen Lösungsvorschlag zu machen und ein Angebot elektronisch zukommen zu lassen.

Mit freundlichen Grüßen

S. Klunker

Vereinfachte Formulierung

Posteingang

Sehr geehrte/r Frau/Herr Schnabel,

Ich möchte das Zimmer meiner Tochter ***sanieren***. Die Elektroinstallation muss auch **erneuert** werden. Ich habe alte Schaltpläne gefunden. Vielleicht helfen die Ihnen weiter. Leider kenne ich mich damit nicht aus und kann Ihnen nicht helfen. Auf den Schaltplänen sind Wasserflecken, weil ich die Schaltpläne im nassen Keller **gelagert** habe.

Ich bitte Sie, dass Sie mir helfen. Bitte erneuern Sie die Schaltpläne. Danach können wir gerne über die **Erweiterung** der Elektroinstallation sprechen.

Zusatz: Meine Tochter wünscht sich einen Beamer. Dieser soll in die Mitte des Raumes stehen. Dieser soll auf die Wand zur Tür abstrahlen. Was für eine elektrische Installation ist dafür notwendig? Es sollen keine Verlängerungskabel durch den Raum gelegt werden.

Die neue Couch soll im hinteren Bereich des Zimmers stehen (siehe Skizze, habe ich per Hand eingezeichnet). In der Ecke sind bereits zwei Steckdosen, sind das genug? Das Licht soll von der Couchecke ein- und ausgeschalten werden können. Gibt es dafür eine Lösung?

Ich bitte Sie, mir einen möglichen Lösungsvorschlag zu machen und ein Angebot per E-Mail zukommen zu lassen.

Mit freundlichen Grüßen

S. Klunker

Glossar

Wort	Bedeutung
sanieren	Gebäude/Zimmer in besseren Zustand bringen
erneuern (erneuert)	etwas wiederherstellen, moderner machen
Lagern (gelagert)	etwas für eine spätere Verwendung an einen vorgesehen Ort ablegen
Erweiterung	Vergrößerung, auch Ausbau eines technischen Systems

Lernaufgaben: **Sozialform: Partner*innenarbeit**

Zeit: 30 Minuten

1. **Informieren Sie** sich in Ihrem Lehrbuch sowie in Ihrem Tabellenbuch über die verschiedenen Schaltplanarten.

2. **Ordnen Sie** die verschiedenen Schaltplanarten den verschiedenen Schaltplänen von Frau Schnabel **zu**.

3. **Notieren Sie** sich zu jeder Schaltplanart auf dem Arbeitsblatt einige Stichpunkte (Darstellungsart, Räumliche Lage, Informationen, Stromweg verfolgbar, Wirkungsweise der Schaltung ersichtlich? Vorteile, Nachteile, …).

4. **Zeichnen Sie** für Frau Schnabel auf dem Arbeitsblatt die Schaltpläne erneut, damit sie diese für ihre Unterlagen hat.

5. **Zusatz: Überlegen Sie** sich, wie Sie den Wünschen von Frau Schnabel für die Umgestaltung des Zimmers nachkommen können. **Erweitern Sie** die Schaltpläne nach den Wünschen von Frau Schnabel.

Schaltplanarten

Übersichtsschaltplan:

Installationsplan:



Installationsschaltplan:



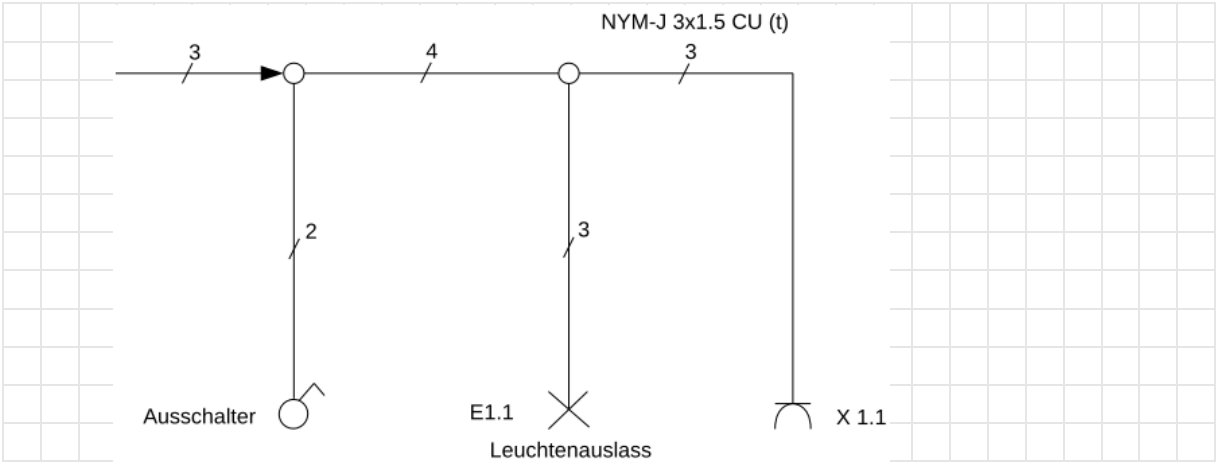
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung:

Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung:

Schaltplanarten

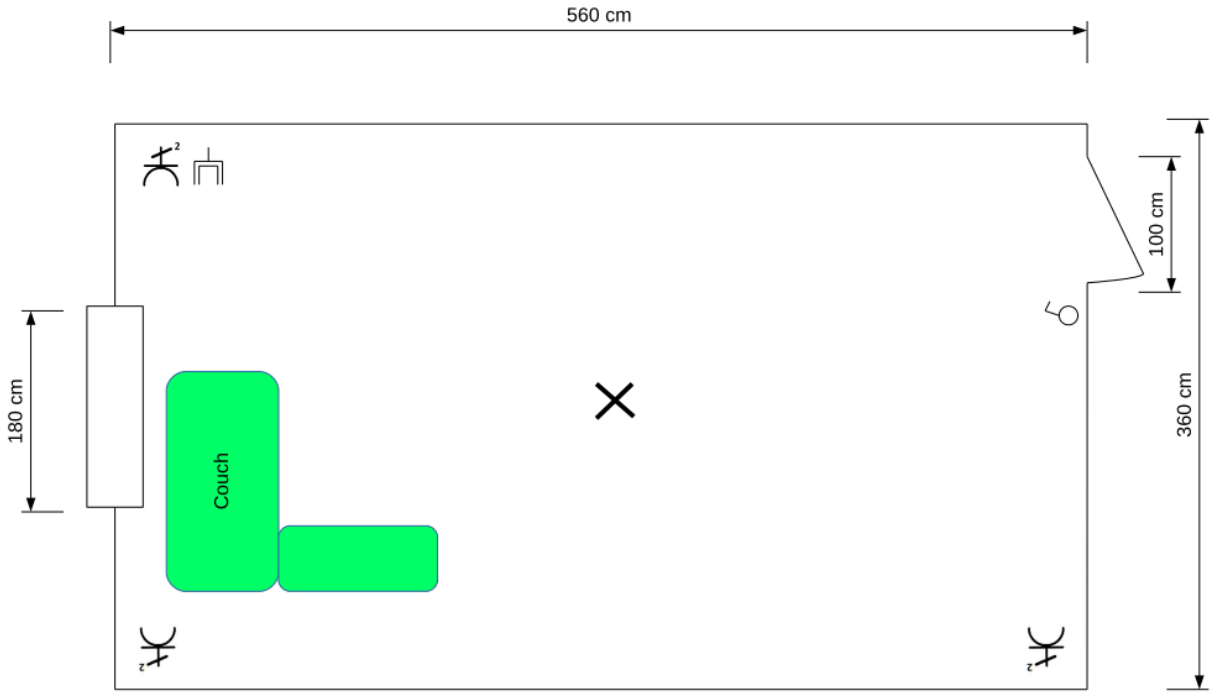
Übersichtsschaltplan:

vereinfachte, einpolige Darstellung, räumliche Lage der BE unberücksichtigt, BE werden möglichst Lagerichtig positioniert, keine Information zur Funktion der Schaltung



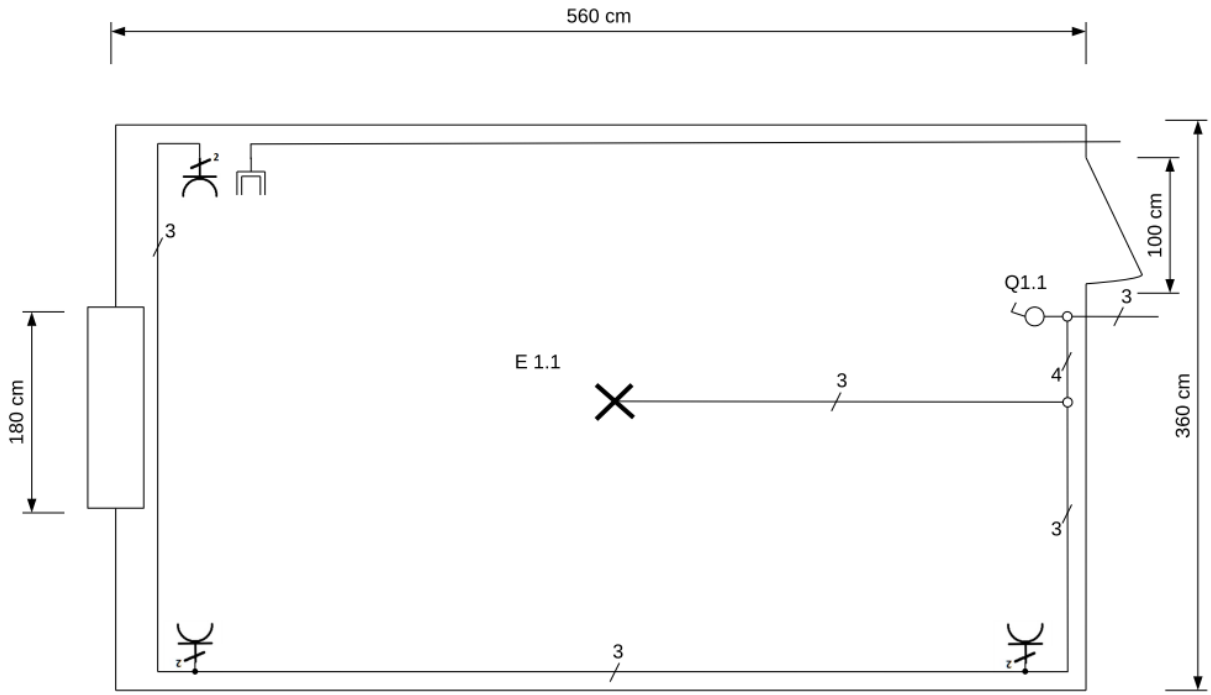
Installationsplan:

keine Leitungen, BE lagerichtig eingezeichnet



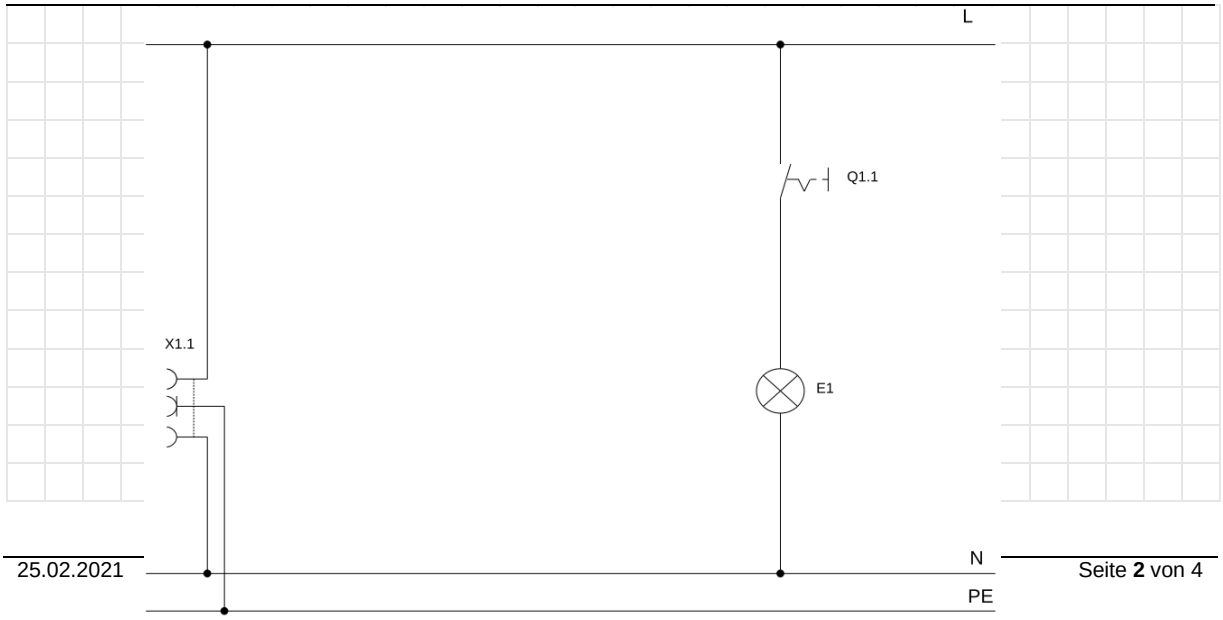
Installationsschaltplan:

einpolige Darstellung, lagerichtig, alle zur Leitungsverlegung nötigen Angaben können entnommen werden, keine Information zur Funktion der Schaltung



Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung:

allpolig, nach Stromwegen aufgelöst, möglichst kreuzungsfrei zu zeichnen, keine räumliche Anordnung der BE, auf Umrahmungen wird verzichtet, zeigt die Funktion der Schaltung

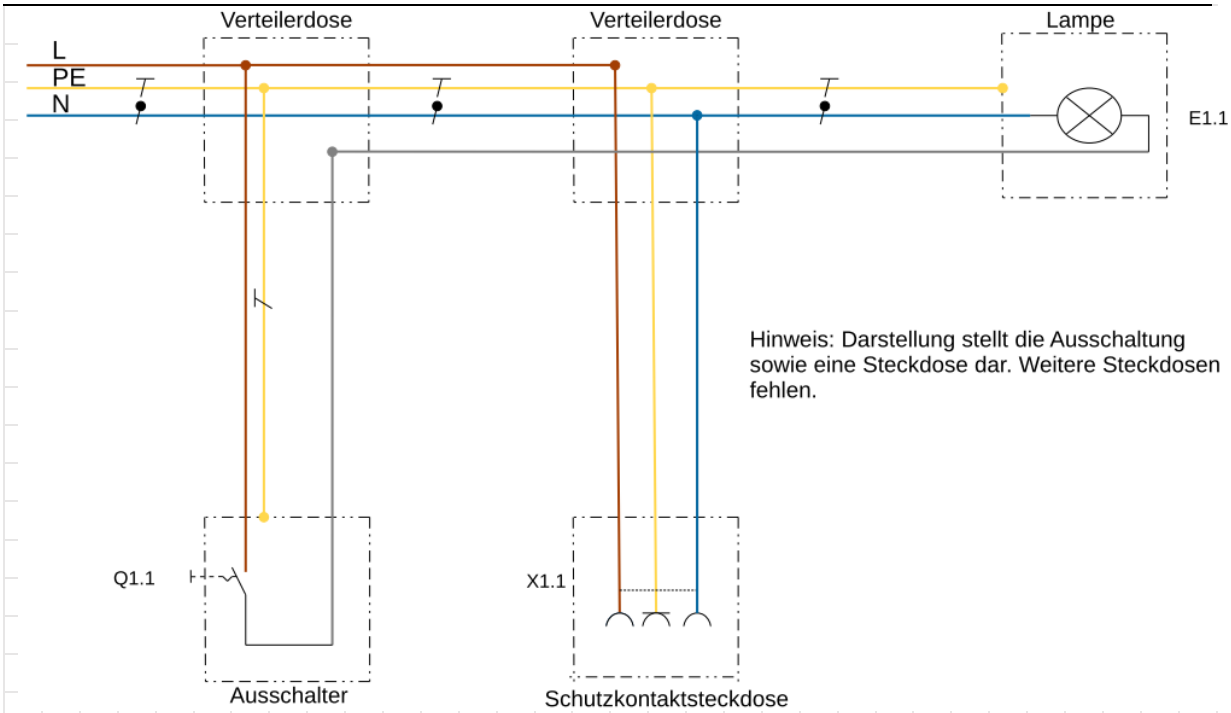


Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung:

zeigt Verbindungen mit allen Einzelteilen, Teile des selben BE werden

zusammenhängend gezeichnet, es kann die räumliche Anordnung der BE

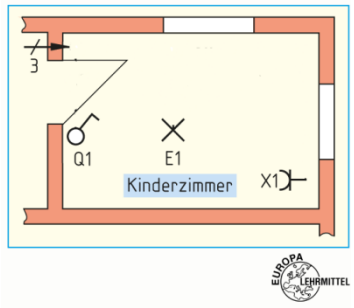
Berücksichtigt werden, zeigt die Funktion der Schaltung



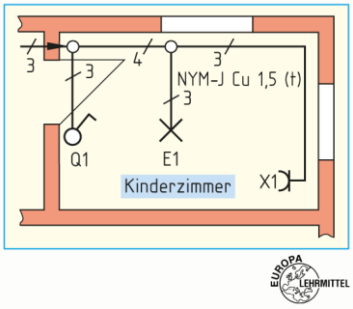
Klasse: Name: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** LF - 2	**Darstellungsarten Übersicht**

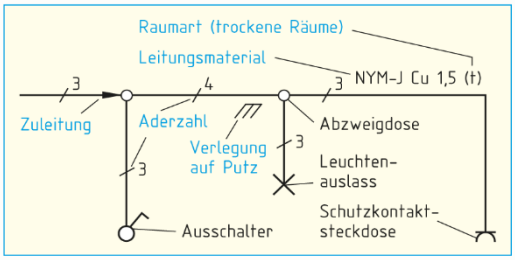
Installationsplan



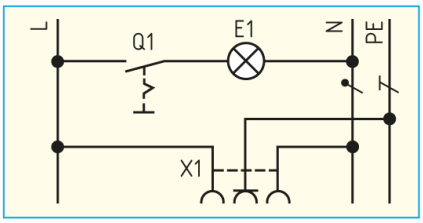
Installationsschaltplan



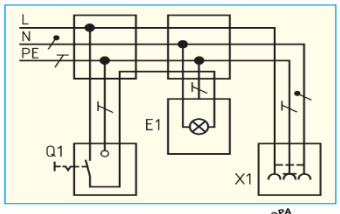
Übersichtsplan



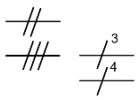
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Hinweise für Schaltpläne

Einpolige Darstellung:	<u>Alle Leiter</u> eines Leitungsabschnittes durch <u>eine Volllinie</u> dargestellt.
Allpolige Darstellung:	<u>Jeder Leiter</u> eines Leitungsabschnittes durch <u>eine Volllinie</u> dargestellt.
Aderanzahl (einpol. Darst.):	2 Leiter -> 2 Querstriche 3 Leiter -> 3 Querstriche oder 1 Querstrich mit Leiteranzahl 3 > 3 Leiter -> 1 Querstrich mit Leiteranzahl 
Darstellung Leiter:	Neutralleiter N-Leiter Schutzleiter PE-Leiter Neutral- u. Schutzleiter PEN-Leiter
Stromlaufpläne:	Schalter werden generell in geöffneten Zustand gezeichnet; will man den Stromlauf verfolgen, muss man sich die Schalter geschlossen vorstellen
Betriebsmittel:	werden eindeutig und gleichlautend gekennzeichnet z.B. Q2.1 (Q = Schalter; 1 = Nummer des Stromkreises, 2 = Nummer (Anzahl) des Betriebsmittels)
Ausführungs-richtlinien:	• Darstellung im stromlosen Zustand, Schalter bzw. Geräte in Grundstellung, Abweichungen müssen angegeben werden • Übersichtliche Darstellung, Leitungen möglichst kreuzungsfrei einzeichnen

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

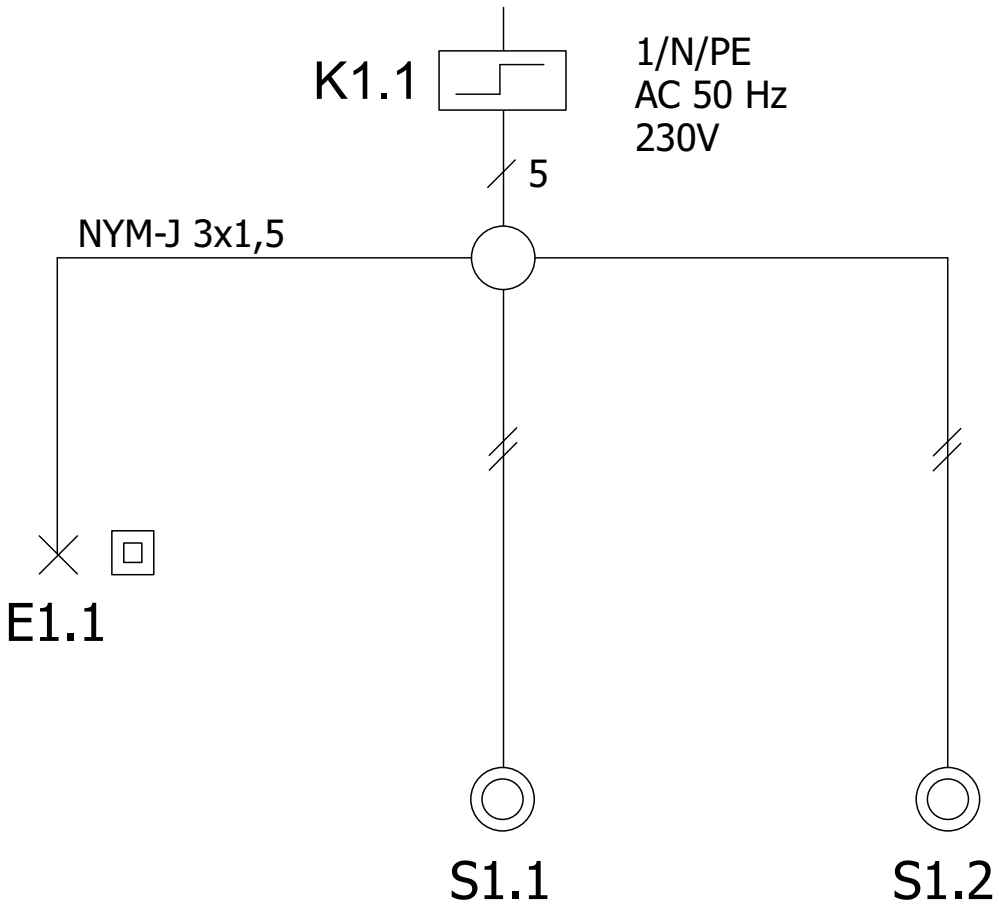
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

1. Übersichtsschaltplan



Der **Übersichtsschaltplan**

zeigt die Schaltung in vereinfachter, meist einpoliger Darstellung.

Es werden die wesentlichen funktionellen Informationen, besonders die zur Grobplanung - allerdings unabhängig vom Raumgrundriss - abgebildet.

Vorteil: Übersichtsschaltpläne sind als konzeptionelle (Hand-) Skizzen von Bedeutung. Sie spielen als Kundendokumentation keine Rolle.

© Rädke • 11-2004

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

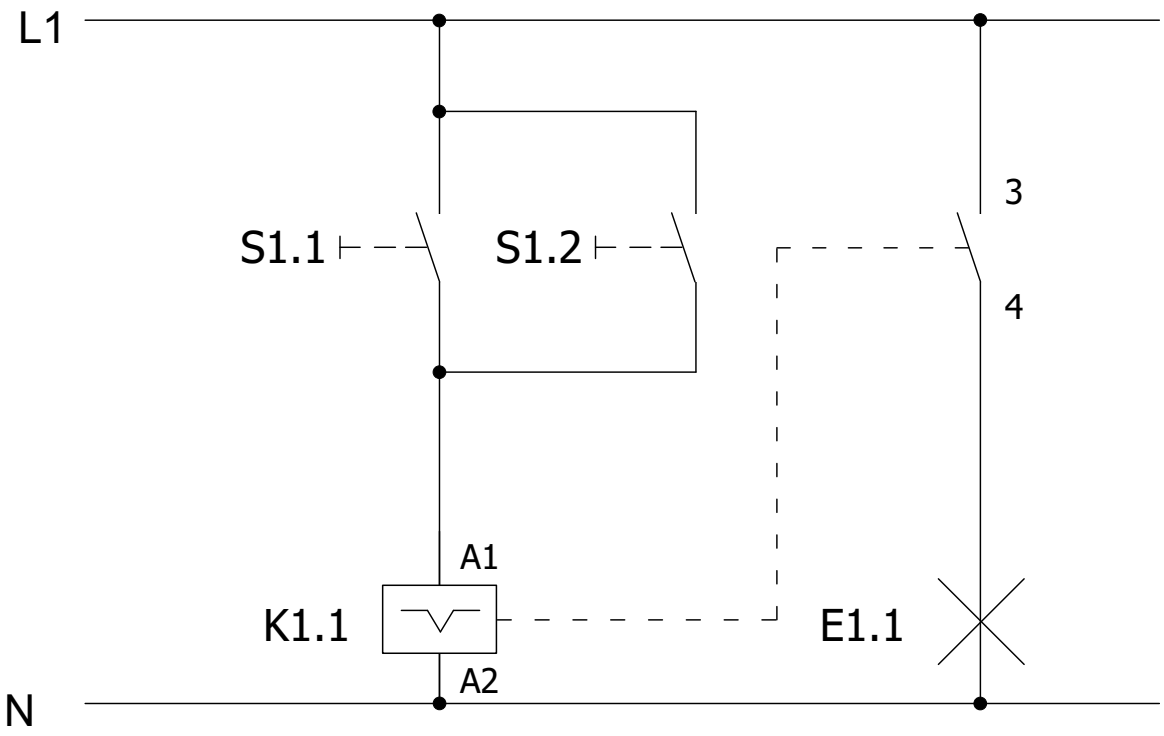
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

2. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



Der **Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung**

ist eine übersichtlich nach **vertikalen** Stromwegen aufgelöste Schaltung mit allen funktionellen Verbindungen und Einzelheiten (z.B.: Klemmen-bezeichnung [hier bei K1.1: A1-A2; 3-4]).

Die Betriebsmittel werden übersichtlich, ohne räumliche Anordnung gezeichnet, so dass die Funktion der Schaltung - dies ist der **Vorteil** - deutlich lesbar ist und ein wichtiges **Hilfsmittel** zur Verdrahtung darstellt.

Besonderer Nachteil: Die erforderliche Aderzahl von Leitungen kann schwer ermittelt werden.

© Rädke • 11-2004

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

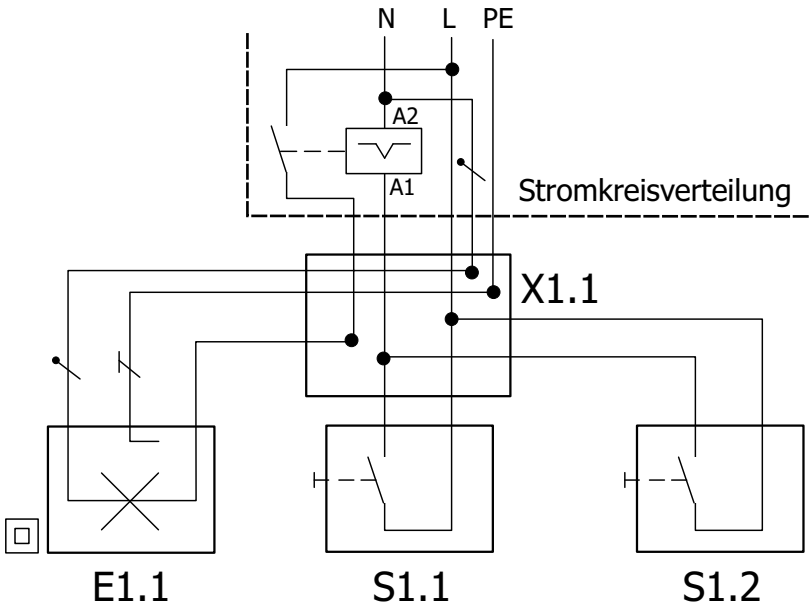
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

3. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Der **Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung**

zeigt die funktions- und schutztechnischen Verbindungen der Betriebsmittel einer Schaltung in allen Einzelheiten.
Dabei werden die Betriebsmittel weitestgehend entsprechend ihrer tatsächlichen Lage angeordnet.

Vorteil:
Erkennen der Aderzahl aber auch der Funktion der zu verwendeten Leitungen.

Nachteil:
Diese Darstellung ist aufwendig und kann bei umfangreichen Schaltungen unübersichtlich sein.

© Rädke • 11-2004

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

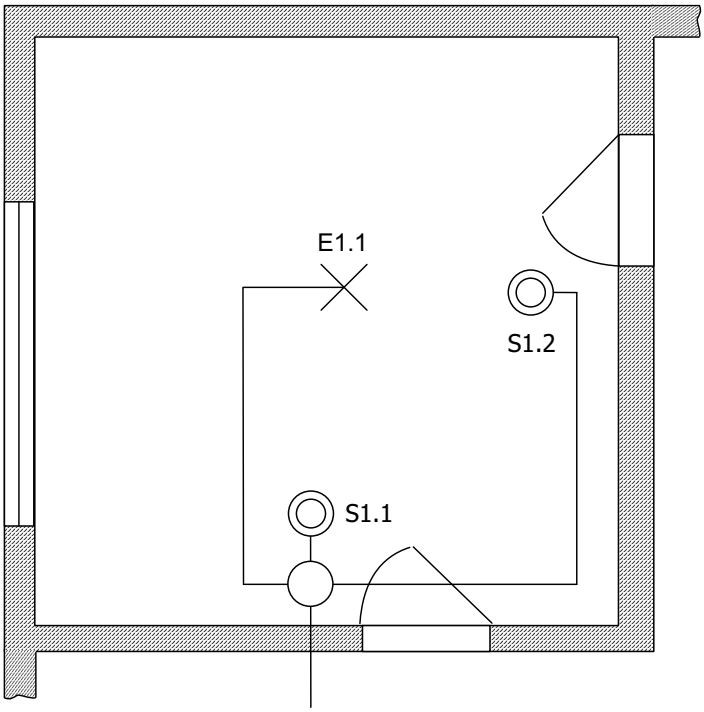
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

4. Installationsplan



Der **Installationsplan**

ist eine mit Installationsgeräten gezeichnete Schaltung. Betriebsmitteln werden übersichtlich, in **räumlicher** Anordnung gezeichnet.
Er ist **der** BAUPLAN!
Die Schaltzeichen und die Buchstabenkenn-zeichnung geben die Art der Betriebsmittel, den Stromkreis (1. Ziffer) und die Anzahl der gleichwertigen Geräte (2. Ziffer) an.

Allerdings: Die Eintragung von Leitungen - wie hier - ist unüblich.
Nachteil: Es ist nicht zu erkennen, wie die einzelnen Betriebsmittel verdrahtet werden.

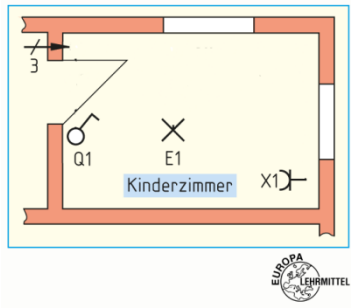
Die Darstellungsart "INSTALLATIONSPLAN" wird bevorzugt, wenn ein architektonischer Raumgrundriss besteht und weil davon auszugehen ist, dass dieser von einer Fachkraft "gelesen" und umgesetzt werden kann.

© Rädke • 11-2004

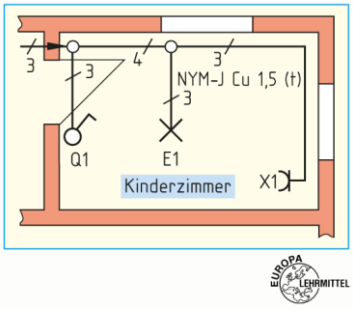
Klasse: Name: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** LF - 2	**Darstellungsarten Übersicht**

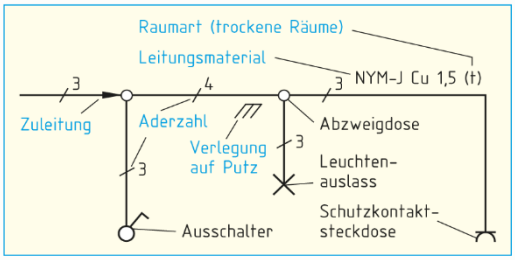
Installationsplan



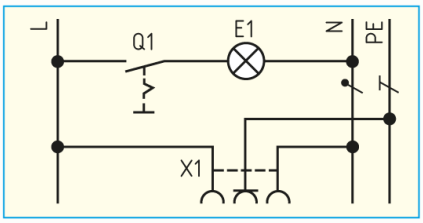
Installationsschaltplan



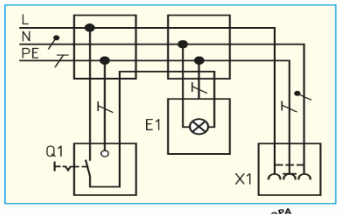
Übersichtsplan



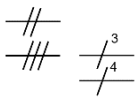
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Hinweise für Schaltpläne

Einpolige Darstellung:	<u>Alle Leiter</u> eines Leitungsabschnittes durch <u>eine Volllinie</u> dargestellt.
Allpolige Darstellung:	<u>Jeder Leiter</u> eines Leitungsabschnittes durch <u>eine Volllinie</u> dargestellt.
Aderanzahl (einpol. Darst.):	2 Leiter -> 2 Querstriche 3 Leiter -> 3 Querstriche oder 1 Querstrich mit Leiteranzahl 3 > 3 Leiter -> 1 Querstrich mit Leiteranzahl 
Darstellung Leiter:	Neutralleiter N-Leiter Schutzleiter PE-Leiter Neutral- u. Schutzleiter PEN-Leiter
Stromlaufpläne:	Schalter werden generell in geöffneten Zustand gezeichnet; will man den Stromlauf verfolgen, muss man sich die Schalter geschlossen vorstellen
Betriebsmittel:	werden eindeutig und gleichlautend gekennzeichnet z.B. Q2.1 (Q = Schalter; 1 = Nummer des Stromkreises, 2 = Nummer (Anzahl) des Betriebsmittels)
Ausführungs-richtlinien:	• Darstellung im stromlosen Zustand, Schalter bzw. Geräte in Grundstellung, Abweichungen müssen angegeben werden • Übersichtliche Darstellung, Leitungen möglichst kreuzungsfrei einzeichnen

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

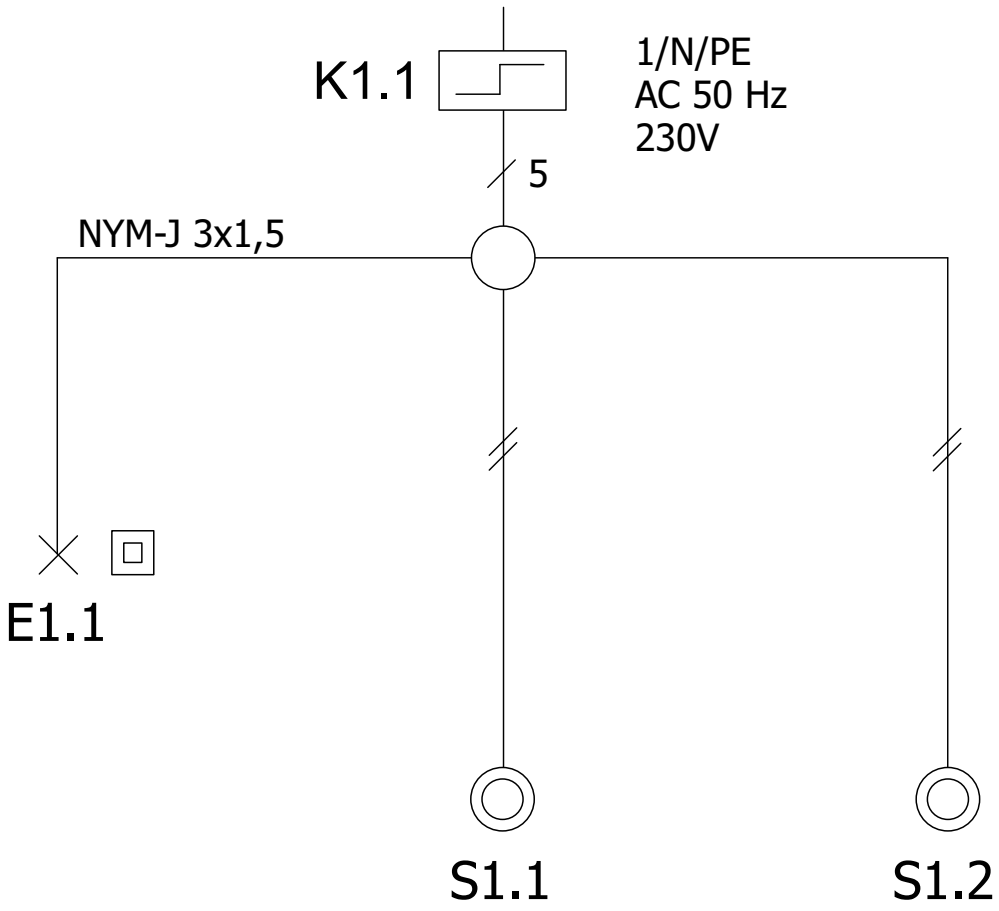
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

1. Übersichtsschaltplan



Der **Übersichtsschaltplan**

zeigt die Schaltung in vereinfachter, meist einpoliger Darstellung.

Es werden die wesentlichen funktionellen Informationen, besonders die zur Grobplanung - allerdings unabhängig vom Raumgrundriss - abgebildet.

Vorteil: Übersichtsschaltpläne sind als konzeptionelle (Hand-) Skizzen von Bedeutung. Sie spielen als Kundendokumentation keine Rolle.

© Rädke • 11-2004

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

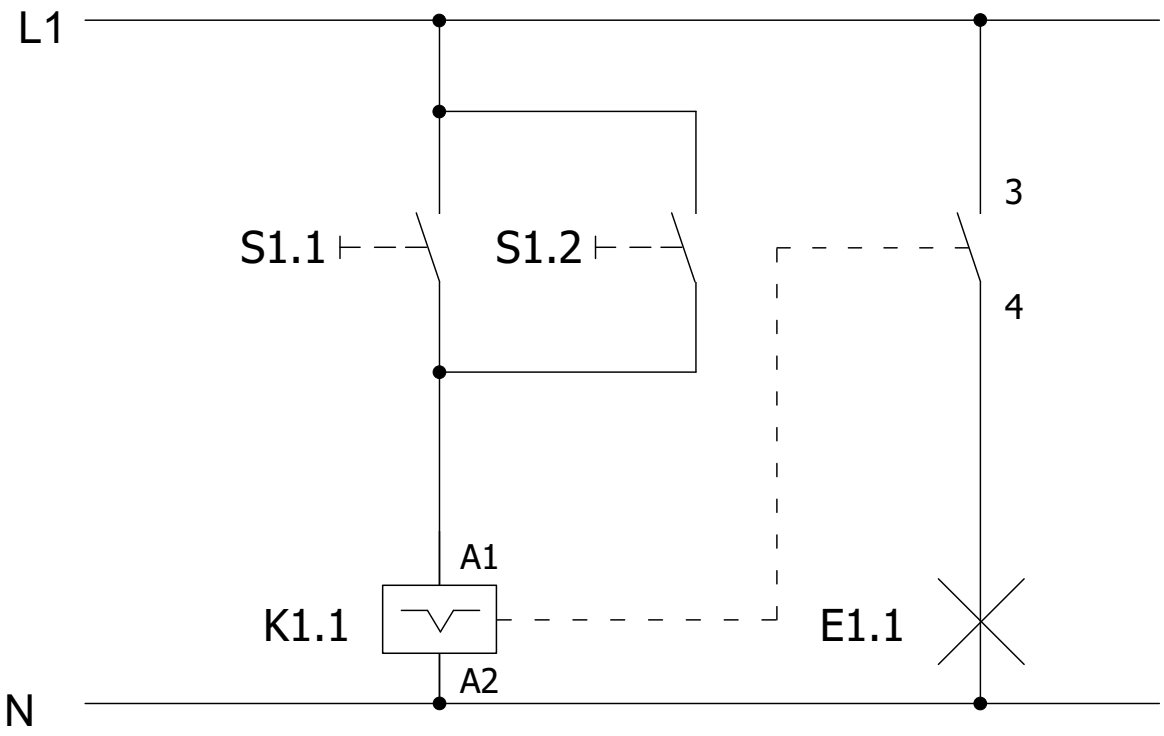
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

2. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



Der **Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung**

ist eine übersichtlich nach **vertikalen** Stromwegen aufgelöste Schaltung mit allen funktionellen Verbindungen und Einzelheiten (z.B.: Klemmen-bezeichnung [hier bei K1.1: A1-A2; 3-4]).

Die Betriebsmittel werden übersichtlich, ohne räumliche Anordnung gezeichnet, so dass die Funktion der Schaltung - dies ist der **Vorteil** - deutlich lesbar ist und ein wichtiges **Hilfsmittel** zur Verdrahtung darstellt.

Besonderer Nachteil: Die erforderliche Aderzahl von Leitungen kann schwer ermittelt werden.

© Rädke • 11-2004

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

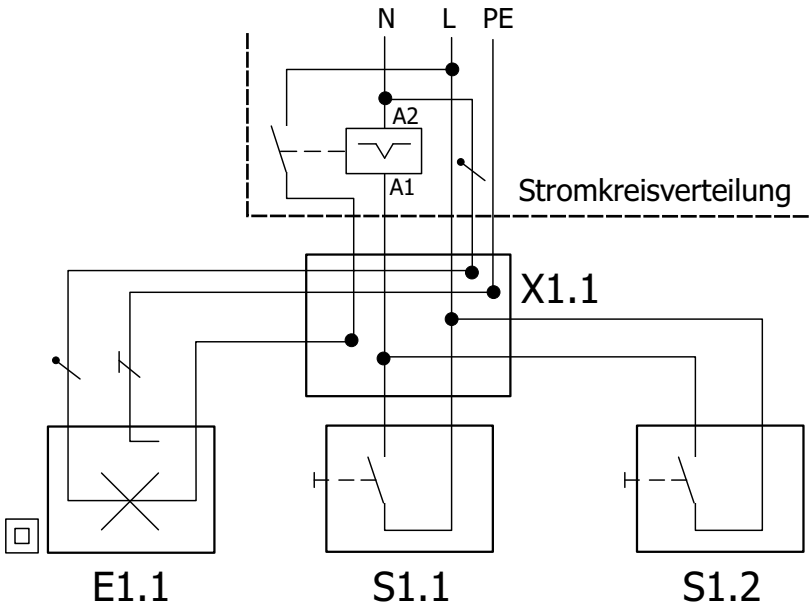
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

3. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Der **Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung**

zeigt die funktions- und schutztechnischen Verbindungen der Betriebsmittel einer Schaltung in allen Einzelheiten.
Dabei werden die Betriebsmittel weitestgehend entsprechend ihrer tatsächlichen Lage angeordnet.

Vorteil:
Erkennen der Aderzahl aber auch der Funktion der zu verwendeten Leitungen.

Nachteil:
Diese Darstellung ist aufwendig und kann bei umfangreichen Schaltungen unübersichtlich sein.

© Rädke • 11-2004

HEIN-MOELLER-Schule
OSZ Energietechnik II
Berufsfachschule, Fachoberschule und Berufsschule
Allee der Kosmonauten 18, 10315 Berlin
☎ 030-54933-0 | 030-54933-37

Darstellungsarten

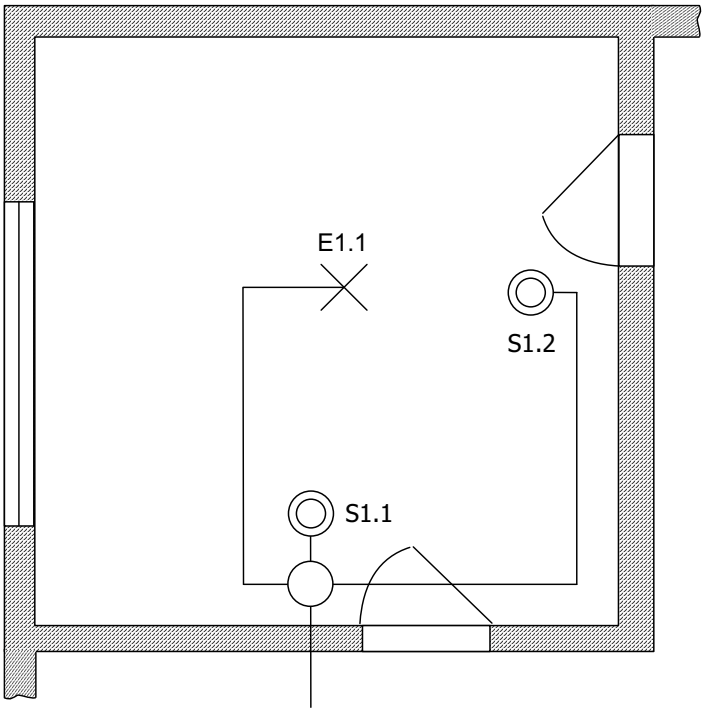
(Haus-Installation)

Name:

Klasse:

Datum:

4. Installationsplan



Der **Installationsplan**

ist eine mit Installationsgeräten gezeichnete Schaltung. Betriebsmitteln werden übersichtlich, in **räumlicher** Anordnung gezeichnet.
Er ist **der** BAUPLAN!
Die Schaltzeichen und die Buchstabenkenn-zeichnung geben die Art der Betriebsmittel, den Stromkreis (1. Ziffer) und die Anzahl der gleichwertigen Geräte (2. Ziffer) an.

Allerdings: Die Eintragung von Leitungen - wie hier - ist unüblich.
Nachteil: Es ist nicht zu erkennen, wie die einzelnen Betriebsmittel verdrahtet werden.

Die Darstellungsart "INSTALLATIONSPLAN" wird bevorzugt, wenn ein architektonischer Raumgrundriss besteht und weil davon auszugehen ist, dass dieser von einer Fachkraft "gelesen" und umgesetzt werden kann.

© Rädke • 11-2004

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** LF 1	**Schutzmaßnahmen**

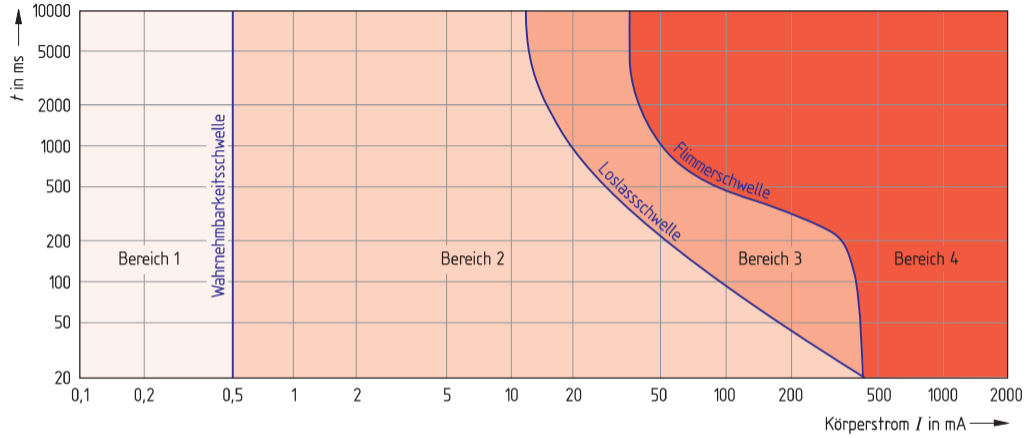
Zielsetzung: Sie kennen wesentliche Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag bei der Arbeit an elektrischen Anlagen.

Szenario:

Im Rahmen Ihrer Ausbildung in der IT-Serviceabteilung eines großen Unternehmens, müssen Sie unter anderem IT-Komponenten reparieren und deren **elektrische Sicherheit** überprüfen. Da Sie bei diesen Arbeiten mit gefährlichen Spannungen in Berührung kommen können, fordert Ihr Betreuer von Ihnen, dass Sie bei der **Arbeit an elektrischen Anlagen und Geräten** die **Schutzmaßnahmen** gegen **elektrischen Schlag** infolge **gefährlicher Berührungsspannungen** unbedingt einhalten müssen.
Um sicherzustellen, dass Sie diesbezüglich über wesentliche Kenntnisse verfügen, bittet Sie Ihr Betreuer, die folgenden Aufgaben zu lösen.

Handlungsaufgaben:

Aufgabe 1: Die Abbildung zeigt die Wirkung des elektrischen Stromes auf erwachsene Personen.



Bereich 1: keine Wahrnehmung durch den Menschen
Bereich 2: leichtes Kribbeln, Krampf, Erschrecken
Bereich 3: starker Muskelkrampf, unregelmäßiger Herzschlag, Verbrennungen
Bereich 4: Herzkammerflimmern, starke Verbrennungen, Herzstillstand und Tod

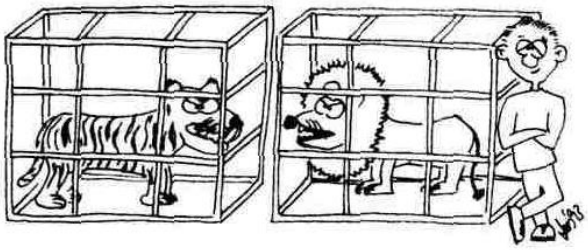
Quelle: EINS Verlag, IT-Basiswissen Praktische Anwendungen

a) **Geben Sie an**, ab welcher Stromstärke – nach obigem Diagramm – Strom wahrgenommen wird.

b) Das Erreichen der Bereiche 3 (Loslassschwelle) und 4 (Flimmerschwelle) ist von der Einwirkzeit des Stromes abhängig. **Erläutern Sie** das anhand eines Beispiels (der Grafik).

c) Ab welcher Stromstärke kann auch eine nur sehr kurze Einwirkzeit tödlich sein?

Aufgabe 2: Bevor Sie an einer elektrischen Anlage arbeiten, müssen Sie unter Beachtung der fünf Sicherheitsregeln Spannungsfreiheit herstellen.
Nummerieren Sie die fünf Sicherheitsregeln in die korrekte Reihenfolge.



Nr.:__

Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken



Nr.:__

Gegen Wiedereinschalten sichern



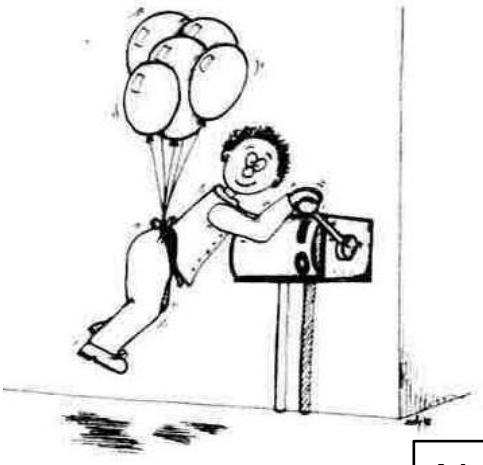
Nr.:__

Auf jeden Fall nach der Instandsetzung eine Funktionsprüfung vornehmen



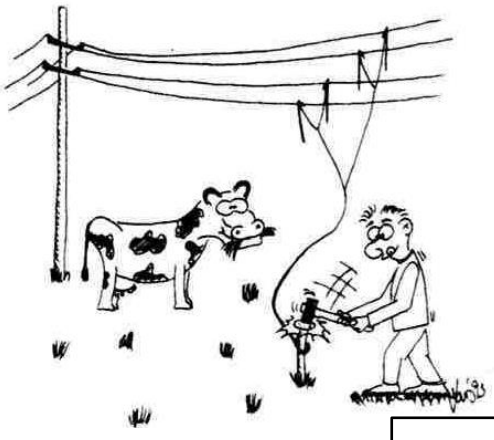
Nr.:__

Spannungsfreiheit feststellen



Nr.:__

Freischalten



Nr.:__

Erden und Kurzschließen

Aufgabe 3: Die Tabelle „Elektrische Fehler“ enthält wesentliche Definitionen von elektrischen Fehlern und zugehörigen Begriffen. Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie den Definitionen die entsprechenden Begriffe zuordnen.

Körperschluss – Berührungsspannung – Körper – aktive Teile – Leiterschluss – Fehlerstrom – Erdschluss – Fehlerspannung – Kurzschluss

Elektrische Fehler	
Begriffe	**Definitionen**
	leitfähige Teile eines Betriebsmittels, die unter normalen Bedingungen unter Spannung stehen; der Neutralleiter gehört dazu, nicht aber der PEN-Leiter
	berührbare, leitfähige Teile von Betriebsmitteln, die nicht aktive Teile sind, jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen können, z.B. leitfähige Teile am Gehäuse
	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, ohne dass ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, wobei ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
	fehlerhafte Verbindung zwischen aktiven Teilen und dem Körper, z.B. leitfähigen, berührbaren Teilen des Gehäuses
	fehlerhafte Verbindung zwischen einem Außenleiter oder dem Neutralleiter und der Erde
	im Fehlerfall auftretende Spannung zwischen einem Körper, z.B. einem Gehäuse, und der Erde
	Der Teil der Fehlerspannung, der von einem Menschen überbrückt werden kann
	Der aufgrund eines Fehlers fließende Strom

Aufgabe 4: Geben Sie an, ab welchem Wert elektrische Spannungen für den Menschen gefährlich werden. Unterscheiden Sie dabei zwischen Wechselspannung (AC) und Gleichspannung (DC).

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** LF 1	**Schutzmaßnahmen**

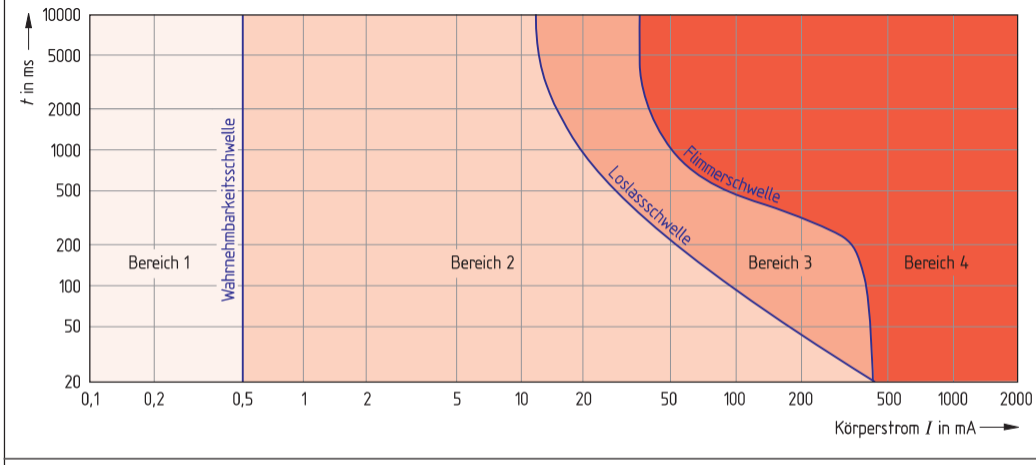
Zielsetzung: Sie kennen wesentliche Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag bei der Arbeit an elektrischen Anlagen.

Szenario:

Im Rahmen Ihrer Ausbildung in der IT-Serviceabteilung eines großen Unternehmens, müssen Sie unter anderem IT-Komponenten reparieren und deren **elektrische Sicherheit** überprüfen. Da Sie bei diesen Arbeiten mit gefährlichen Spannungen in Berührung kommen können, fordert Ihr Betreuer von Ihnen, dass Sie bei der **Arbeit an elektrischen Anlagen und Geräten** die **Schutzmaßnahmen** gegen **elektrischen Schlag** infolge **gefährlicher Berührungsspannungen** unbedingt einhalten müssen.
Um sicherzustellen, dass Sie diesbezüglich über wesentliche Kenntnisse verfügen, bittet Sie Ihr Betreuer, die folgenden Aufgaben zu lösen.

Handlungsaufgaben:

Aufgabe 1: Die Abbildung zeigt die Wirkung des elektrischen Stromes auf erwachsene Personen.



Bereich 1: keine Wahrnehmung durch den Menschen
Bereich 2: leichtes Kribbeln, Krampf, Erschrecken
Bereich 3: starker Muskelkrampf, unregelmäßiger Herzschlag, Verbrennungen
Bereich 4: Herzkammerflimmern, starke Verbrennungen, Herzstillstand und Tod

Quelle: EINS Verlag, IT-Basiswissen Praktische Anwendungen

a) **Geben Sie an**, ab welcher Stromstärke – nach obigem Diagramm – Strom wahrgenommen wird.

Strom wird ab einer Stromstärke von 0,5 mA wahrgenommen.

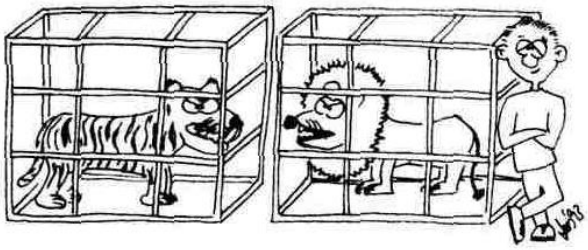
b) Das Erreichen der Bereiche 3 (Loslassschwelle) und 4 (Flimmerschwelle) ist von der Einwirkzeit des Stromes abhängig. **Erläutern Sie** das anhand eines Beispiels (der Grafik).

Grundsätzlich gilt für Stromstärken von 10 mA …500 mA: Je höher der Strom ist, desto früher ist der Bereich 3 erreicht. So wird bei einem Strom von 200 mA schon nach fast 50 ms die Loslassschwelle erreicht, bei einem Strom von 20 mA erst nach 1 s.

c) Ab welcher Stromstärke kann auch eine nur sehr kurze Einwirkzeit tödlich sein?

ab ca. 500 mA

Aufgabe 2: Bevor Sie an einer elektrischen Anlage arbeiten, müssen Sie unter Beachtung der fünf Sicherheitsregeln Spannungsfreiheit herstellen.
Nummerieren Sie die fünf Sicherheitsregeln in die korrekte Reihenfolge.



5

Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken



2

Gegen Widereinschalten sichern



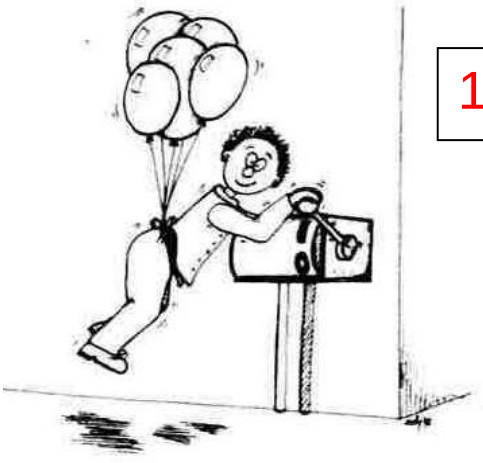
6

Auf jeden Fall nach der Instandsetzung eine Funktionsprüfung vornehmen.



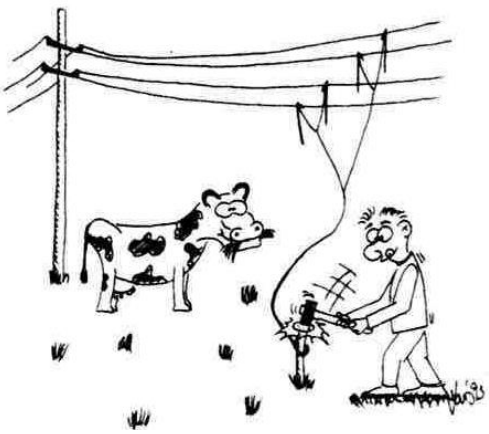
3

Spannungsfreiheit feststellen



1

Freischalten



4

Erden und Kurzschließen

Aufgabe 3: Die Tabelle „Elektrische Fehler“ enthält wesentliche Definitionen von elektrischen Fehlern und zugehörigen Begriffen. Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie den Definitionen die entsprechenden Begriffe zuordnen.

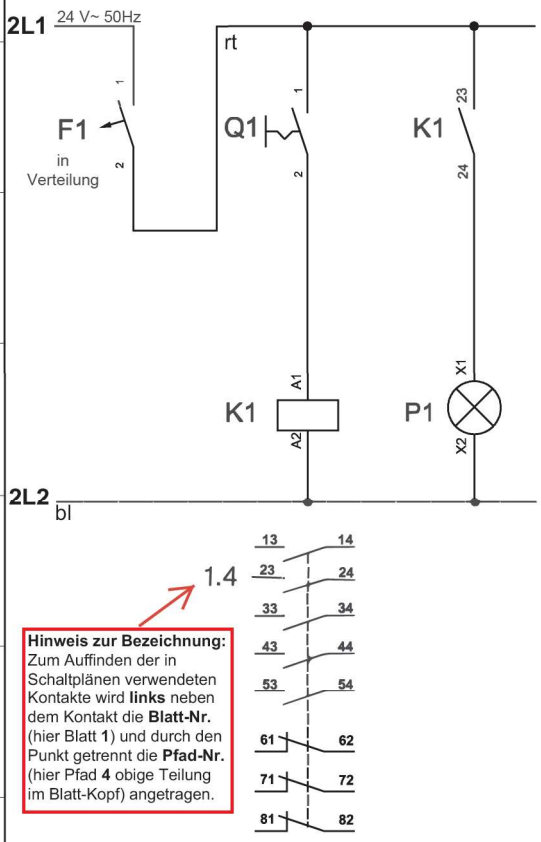
Körperschluss – Berührungsspannung – Körper – aktive Teile – Leiterschluss – Fehlerstrom – Erdschluss – Fehlerspannung – Kurzschluss

Elektrische Fehler	
Begriffe	**Definitionen**
Aktive Teile	leitfähige Teile eines Betriebsmittels, die unter normalen Bedingungen unter Spannung stehen; der Neutralleiter gehört dazu, nicht aber der PEN-Leiter
Körper	berührbare, leitfähige Teile von Betriebsmitteln, die nicht aktive Teile sind, jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen können, z.B. leitfähige Teile am Gehäuse
Kurzschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, ohne dass ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
Leiterschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Leitern, wobei ein Nutzwiderstand, z.B. eine Lampe, im Fehlerstromkreis liegt
Körperschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen aktiven Teilen und dem Körper, z.B. leitfähigen, berührbaren Teilen des Gehäuses
Erdschluss	fehlerhafte Verbindung zwischen einem Außenleiter oder dem Neutralleiter und der Erde
Fehlerspannung	im Fehlerfall auftretende Spannung zwischen einem Körper, z.B. einem Gehäuse, und der Erde
Berührungsspannung	Der Teil der Fehlerspannung, der von einem Menschen überbrückt werden kann
Fehlerstrom	Der aufgrund eines Fehlers fließende Strom

Aufgabe 4: Geben Sie an, ab welchem Wert elektrische Spannungen für den Menschen gefährlich werden. Unterscheiden Sie dabei zwischen Wechselspannung (AC) und Gleichspannung (DC).

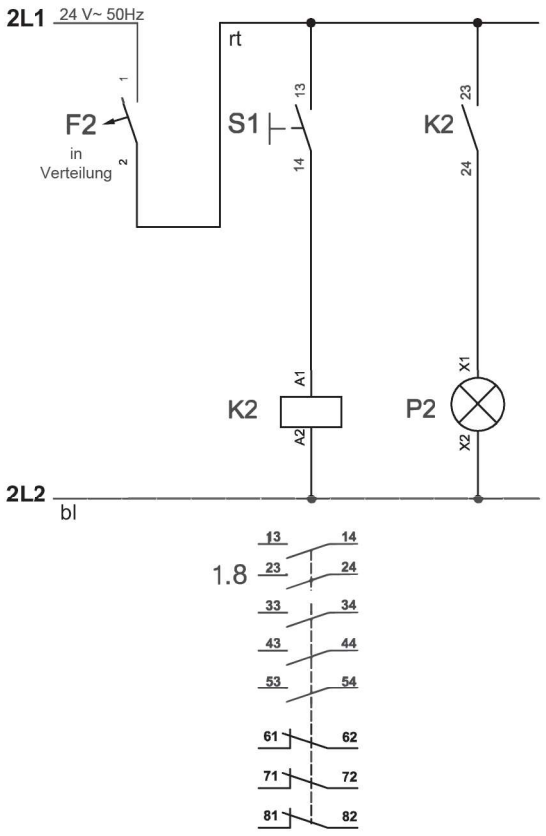
für Menschen gefährliche Spannungen: U > 50 V AC, U > 120 V DC

Erläutern Sie die Funktion der einfachen Schützschaltung, bei Betätigung des Schalters Q1.

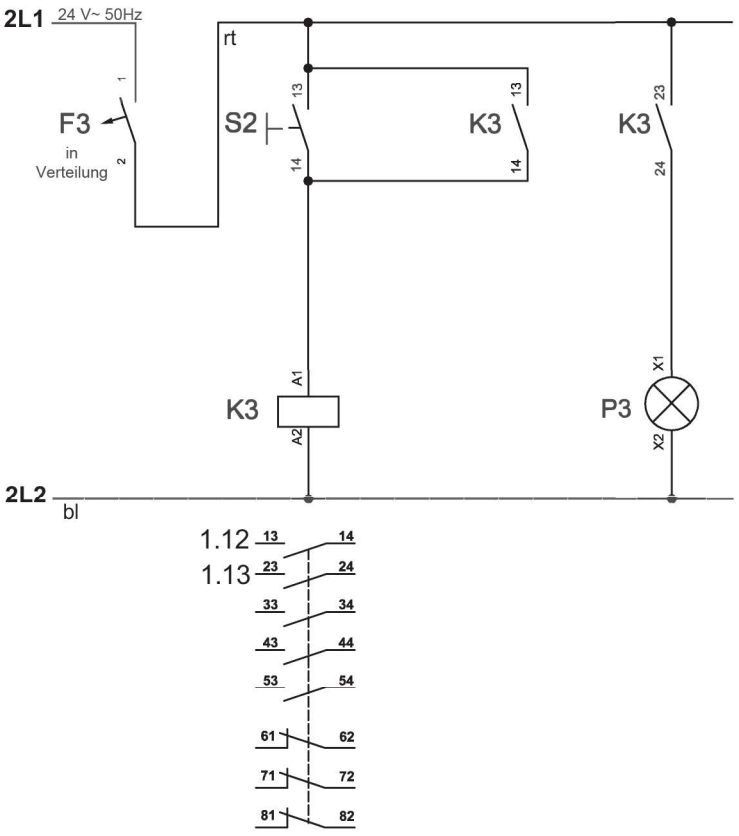


Hinweis zur Bezeichnung:
Zum Auffinden der in Schaltplänen verwendeten Kontakte wird **links** neben dem Kontakt die **Blatt-Nr.** (hier Blatt **1**) und durch den Punkt getrennt die **Pfad-Nr.** (hier Pfad **4** obige Teilung im Blatt-Kopf) angetragen.

Ersetzen Sie den Schalter Q1 durch einen Taster S1.
Erläutern Sie die veränderte Funktion der Schaltung.



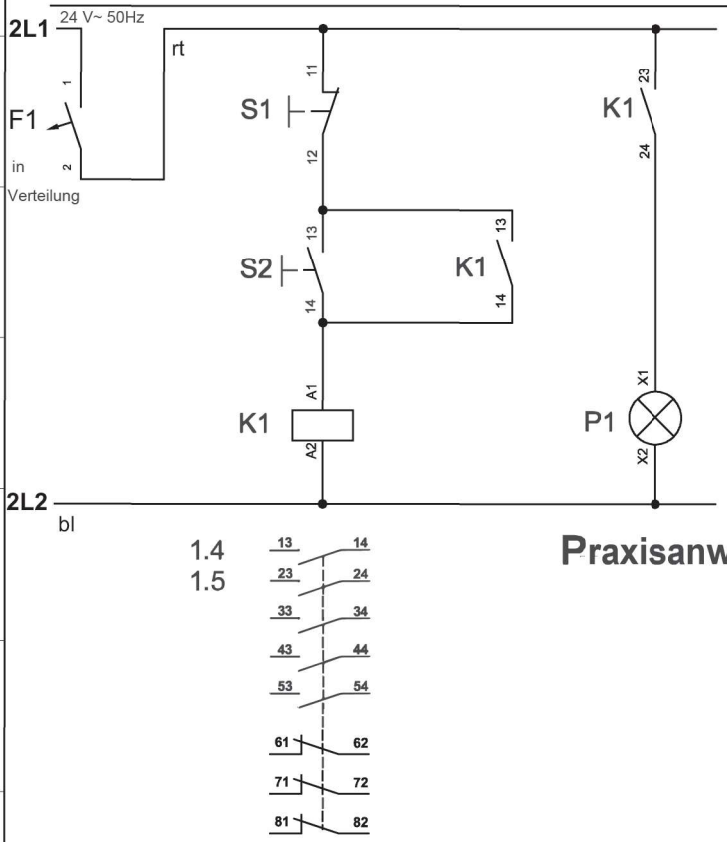
Parallel zu S2 wird ein Hilfskontakt von K3 geschaltet.
Welche Vor- und Nachteile ergeben sich gegen über der vorherigen Schaltung



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LF 3 Steuerungstechnik**		Datum / Name	Bezeichnung: **Schützschaltung Grundübung 1**
		gez.:		Blatt **1/1**
				Re 2022

Grundschaltung: _____

Beschreiben Sie die Grundschaltung.

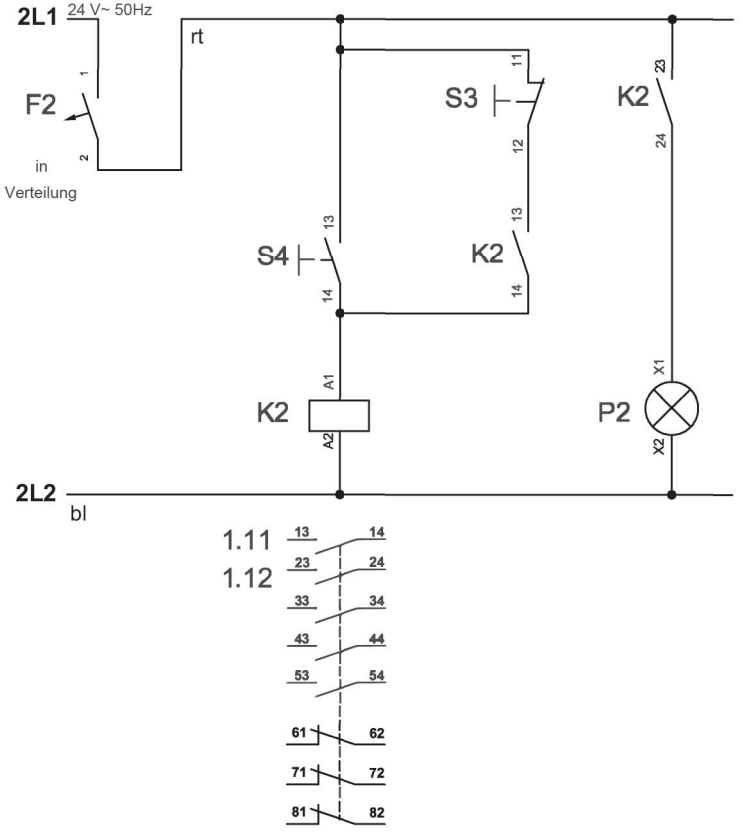


1.4
1.5

Praxisanwendung:

Grundschaltung: _____

Beschreiben Sie die Grundschaltung.

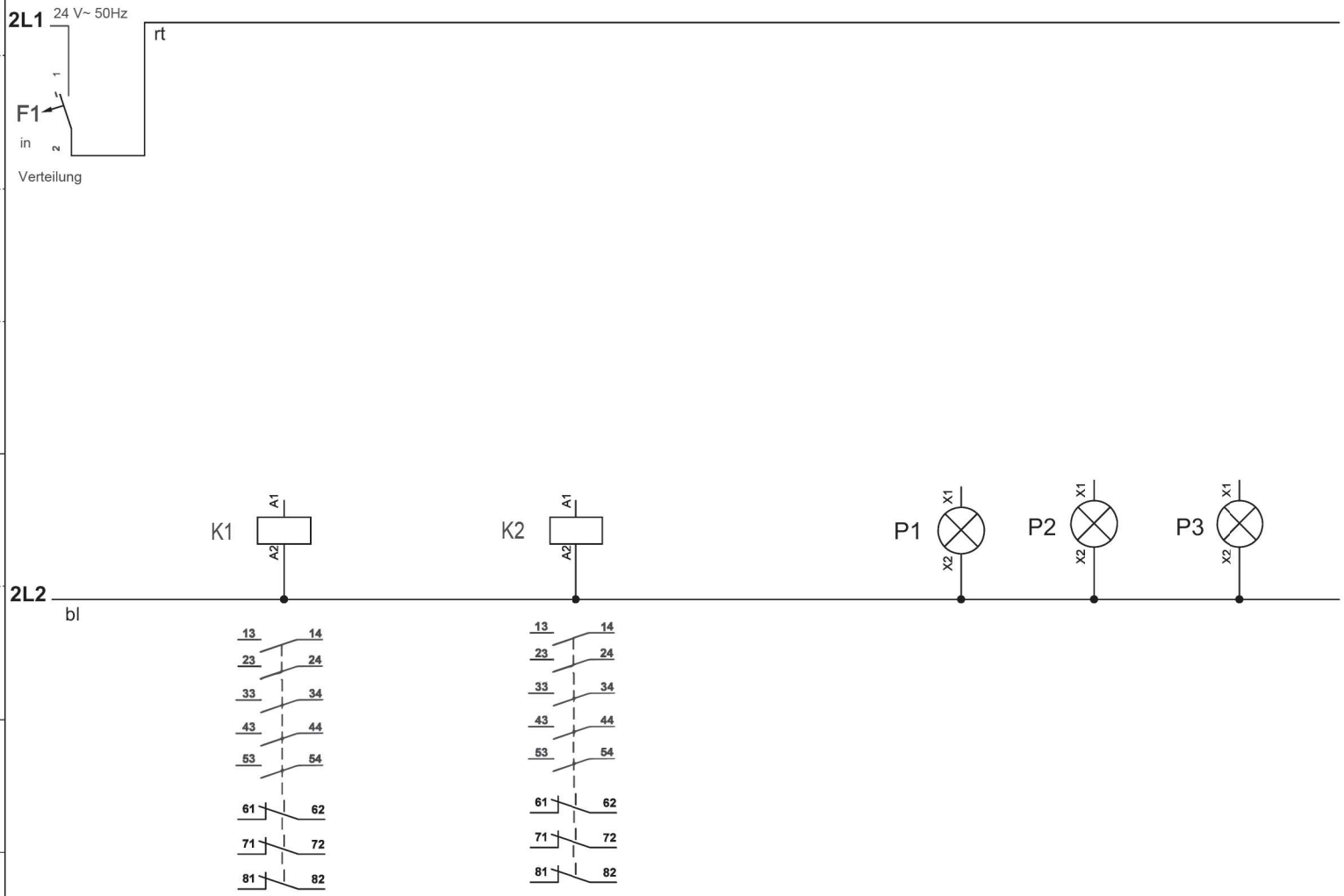


1.11
1.12

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LF 3 Steuerungstechnik**	
	Datum	Name
gez.:		
	Schützschaltung Grundübung 2	Blatt **1/1**
		Re 2022

Wird der "**EIN**"-Taster **S2 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S3** soll das Schütz **K2 eingeschaltet werden** und sich **selbst halten**. Mit dem "**AUS**"-Taster **S1** werden beide Schütze **ausgeschaltet**. Die Meldeleuchte **P1** soll den **Aus**-Zustand beider Schütze **anzeigen**. Die Meldeleuchte **P2 leuchtet**, wenn das Schütze **K1 angezogen** hat. Die Meldeleuchte **P3 leuchtet**, wenn das Schütze **K2 angezogen** hat.

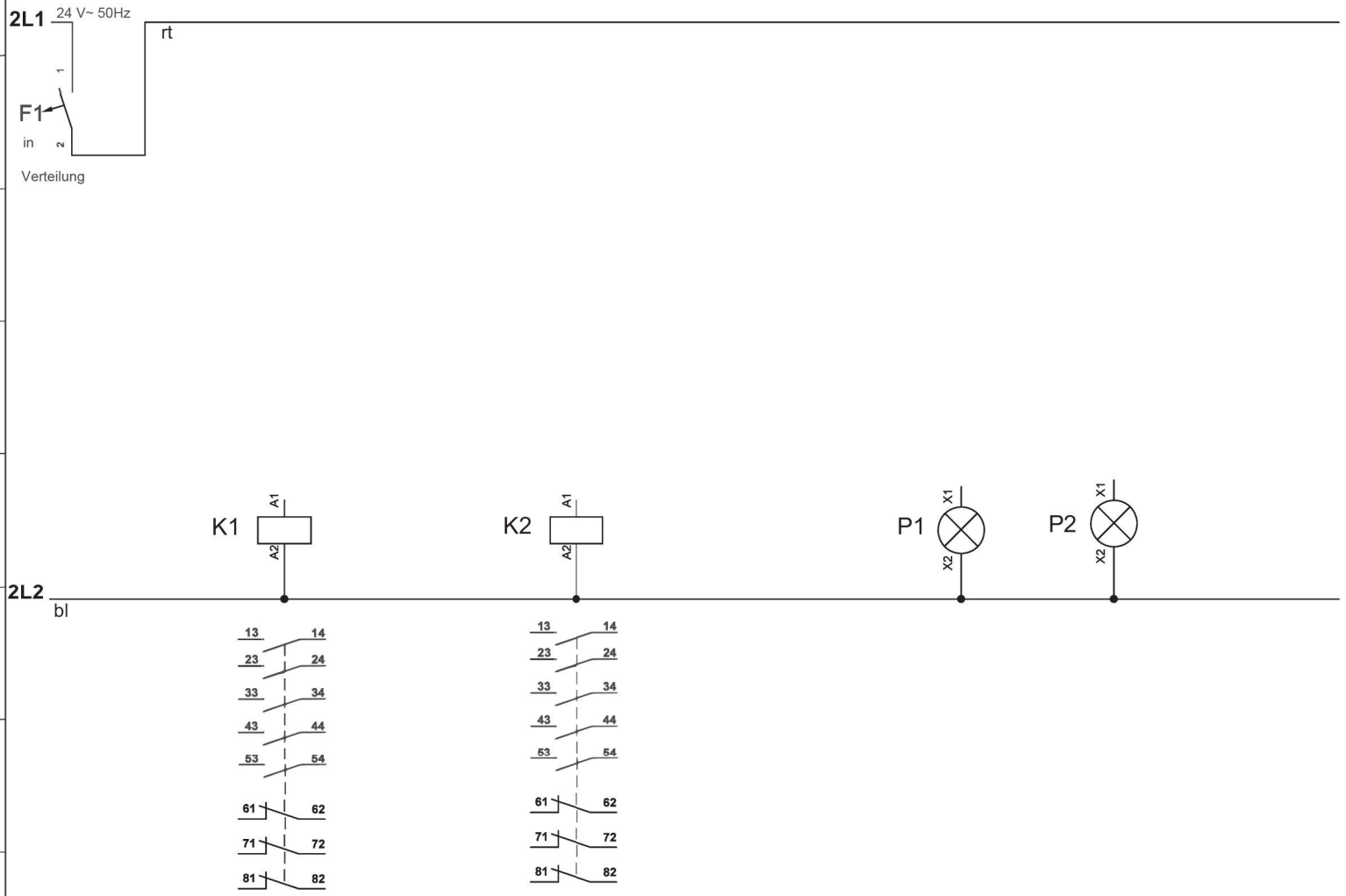
Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LF 3 Steuerungstechnik**		Datum / Name	**Schützsteuerung Übung 1**
		gez.:		Blatt 1/1
				Re 2022

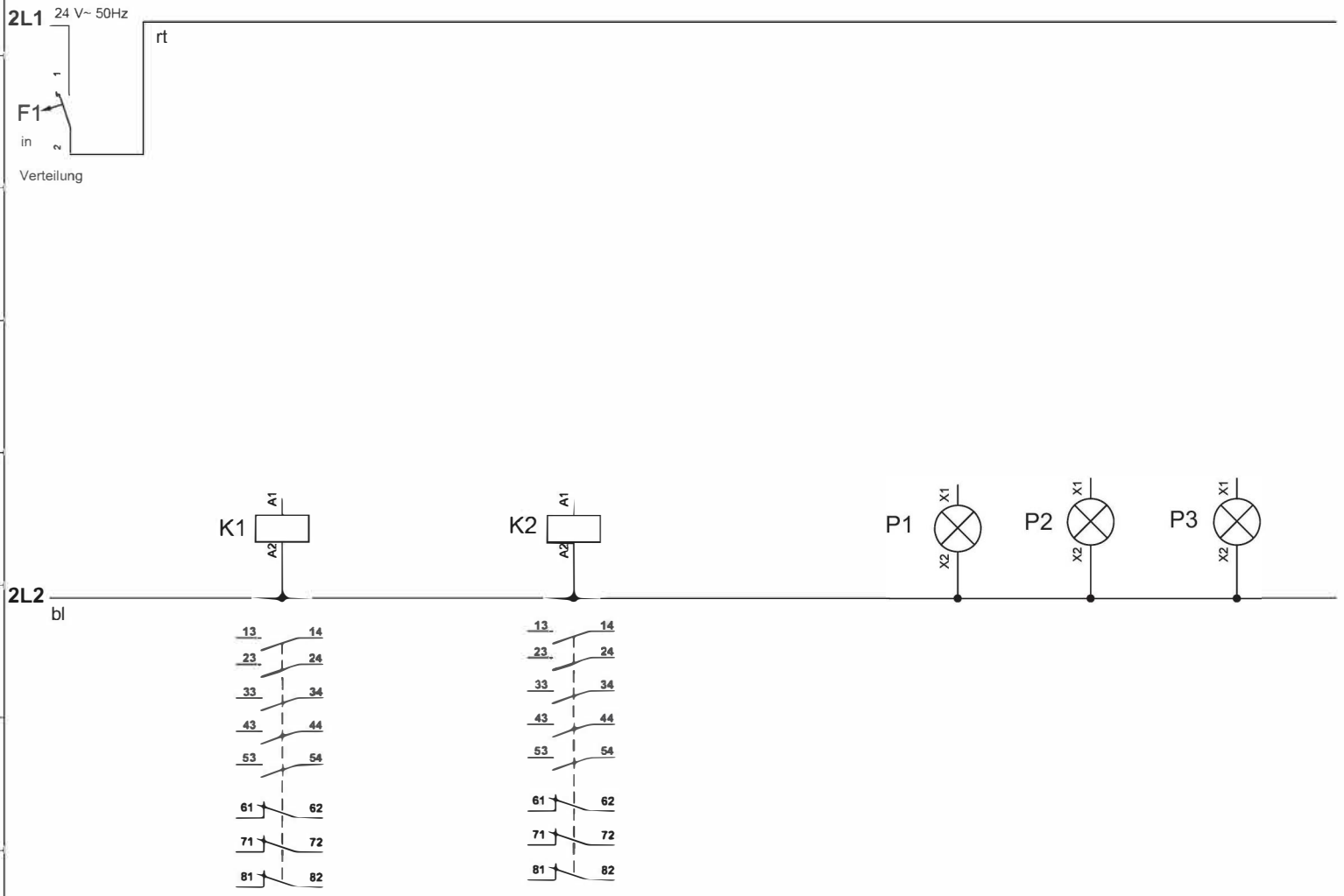
Wird der "**EIN**"-Taster **S2 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S3** kann das Schütz **K2** erst dann **eingeschaltet werden**, **wenn** Schütz **K1 angezogen ist**. **K2** soll sich ebenfalls **selbst halten**. Mit dem "**AUS**"-Taster **S1** werden beide Schütze **ausgeschaltet**. Die Meldeleuchte **P1** l**euchtet,** wenn Schütz **K1** angezogen hat und wird **abgeschalten**, wenn Schütz **K2 anzieht**. Die Meldeleuchte **P2 leuchtet**, wenn das Schütze **K2 angezogen** hat.

Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



LF 3 Steuerungstechnik		Datum	Name	Blatt 1/1
	gez.:			Schützsteuerung Übung 2
				Re 2022

Wird der "**EIN**"-Taster **S2 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich solange **selbst halten** bis der **"AUS"**-Taster **S1 betätigt wird**. Mit dem "EIN"-Taster **S4** kann das Schütz **K2** erst dann **eingeschaltet werden**, **wenn** Schütz **K1 angezogen ist**. **K2** soll sich solange **selbst halten** bis es durch Betätigen des "**AUS**"-Tasters **S3 ausgeschaltet wird**. Die Meldeleuchte **P1** soll den **Aus-Zustand** beider Schütze **anzeigen**. Die Meldeleuchte **P2 leuchtet**, wenn das Schütze **K1 angezogen** hat. Die Meldeleuchte **P3 leuchtet**, wenn das Schütze **K2 angezogen** hat.
Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



	Datum	Name
gez.:		

LF 3
Steuerungstechnik

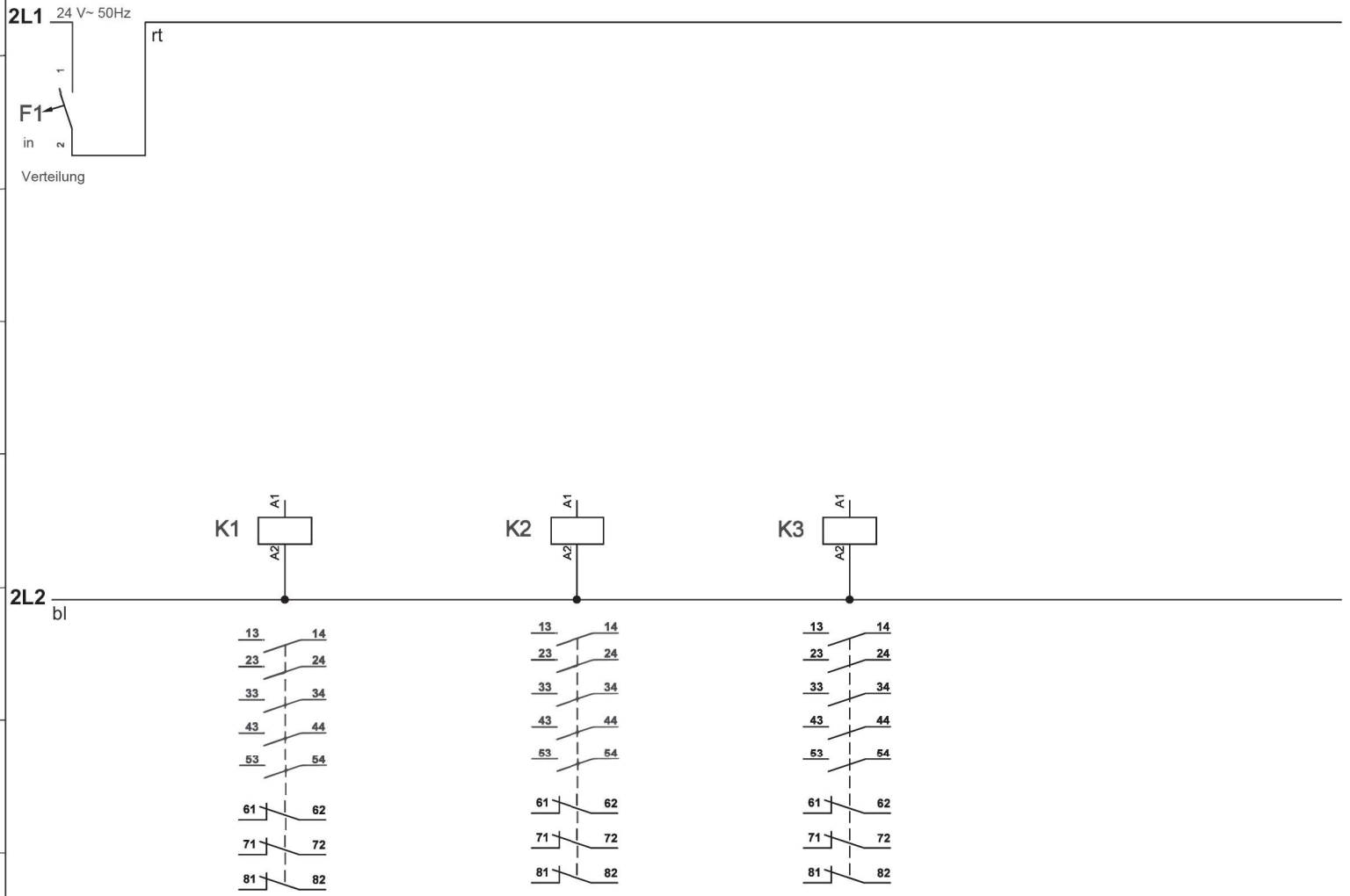
Schützsteuerung Übung 3

Blatt 1/1

Re 2022

Wird der "**EIN**"-Taster **S2 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S3** kann das Schütz **K2** erst dann **eingeschaltet werden**, **wenn** Schütz **K1 angezogen ist**. **K2** soll sich ebenfalls **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S4** kann das Schütz **K3** erst dann **eingeschaltet werden**, **wenn** Schütz **K2 angezogen ist**. **K3** soll sich ebenfalls **selbst halten**. Mit dem "**AUS**"-Taster **S1** werden alle Schütze **ausgeschaltet**.

Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



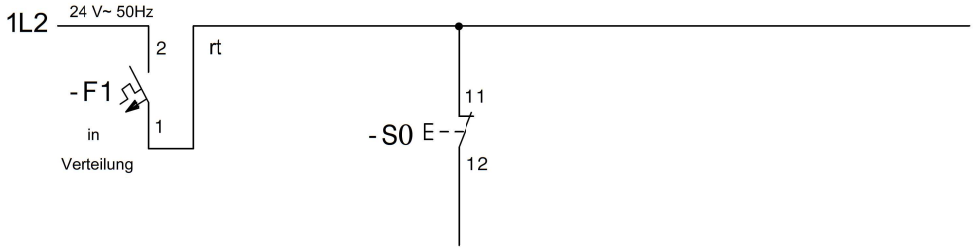
Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LF 3 Steuerungstechnik**		Datum	Name	Bezeichnung: **Schützsteuerung Übung 4**
		gez.:			Blatt **1/1**
					Re 2022

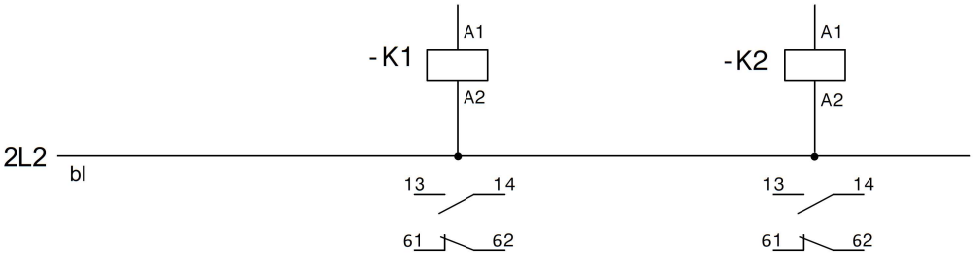
Schulversion

1	2	3	4	5	6	7

Wird der **"EIN"**-Taster **S1 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Wird anschließend der **"EIN"**-Taster **S2 betätigt**, **fällt** das Schütz **K1 ab** und das Schütz **K2** wird **eingeschaltet** und **hält sich** ebenfalls **selbst**. Umgekehrt ist der Vorgang ebenfalls wiederum möglich. Mit dem **"AUS"**-Taster **S0** wird das jeweils aktive Schütz **ausgeschaltet**. Betätigt man **beide "EIN"**-Taster **gleichzeitig**, soll **kein** Schütz **anziehen**.

1. **Zeichnen** Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze.
2. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.





3. Erläutern Sie das Prinzip der folgend genannten Verriegelungsart und **nennen** Sie Gründe für deren Einsatz in Verriegelungsschaltungen (z. B. in der Wendeschützschaltung zur Drehrichtungsumkehr bei Drehstrom-motoren).

Mechanische Verriegelung (Taster-Verriegelung):

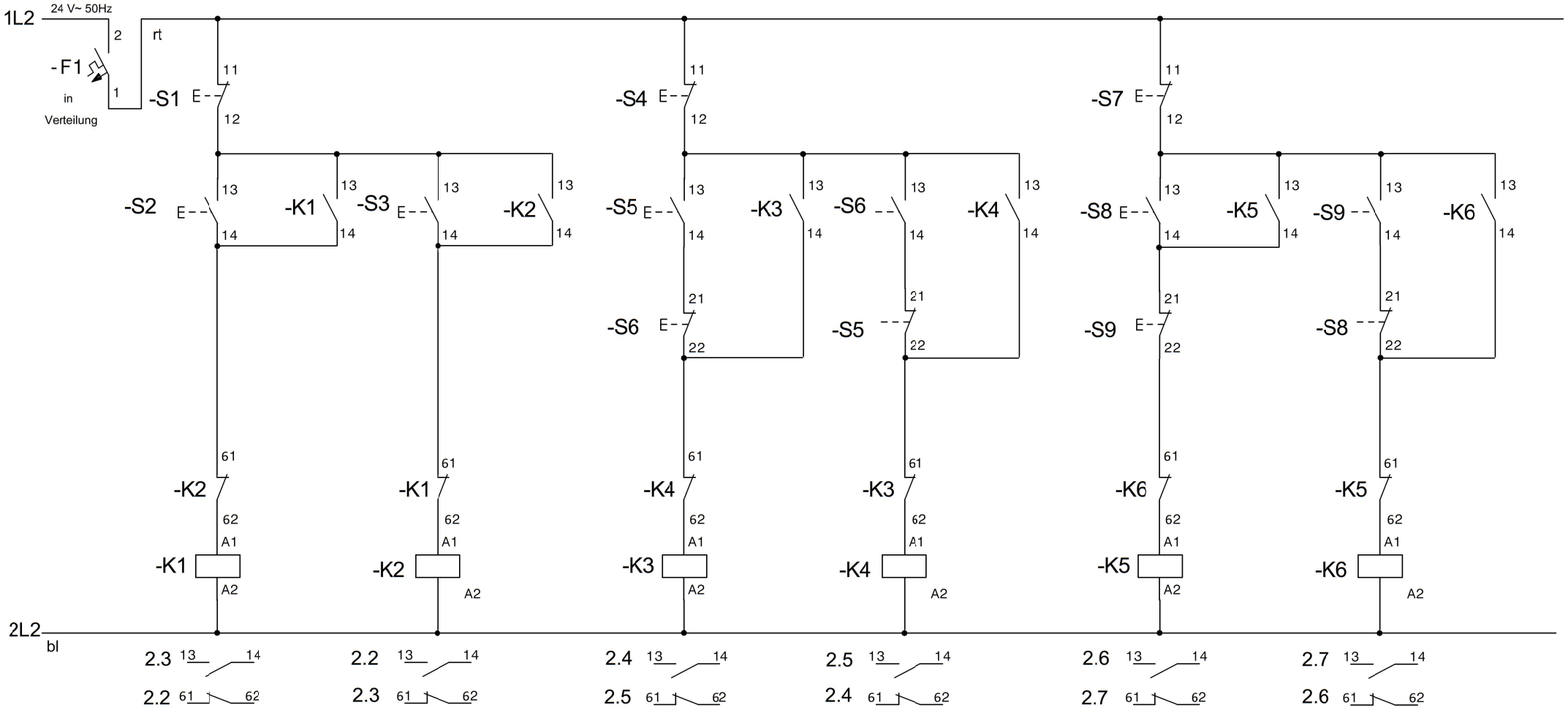
Elektrische Verriegelung (Schütz-Verriegelung):

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	LF3	Schützsteuerung - Verriegelungschaltungen Ü5	Name:	Blatt1/2
			Klasse:	Re 2023

Schulversion

1	2	3	4	5	6	7

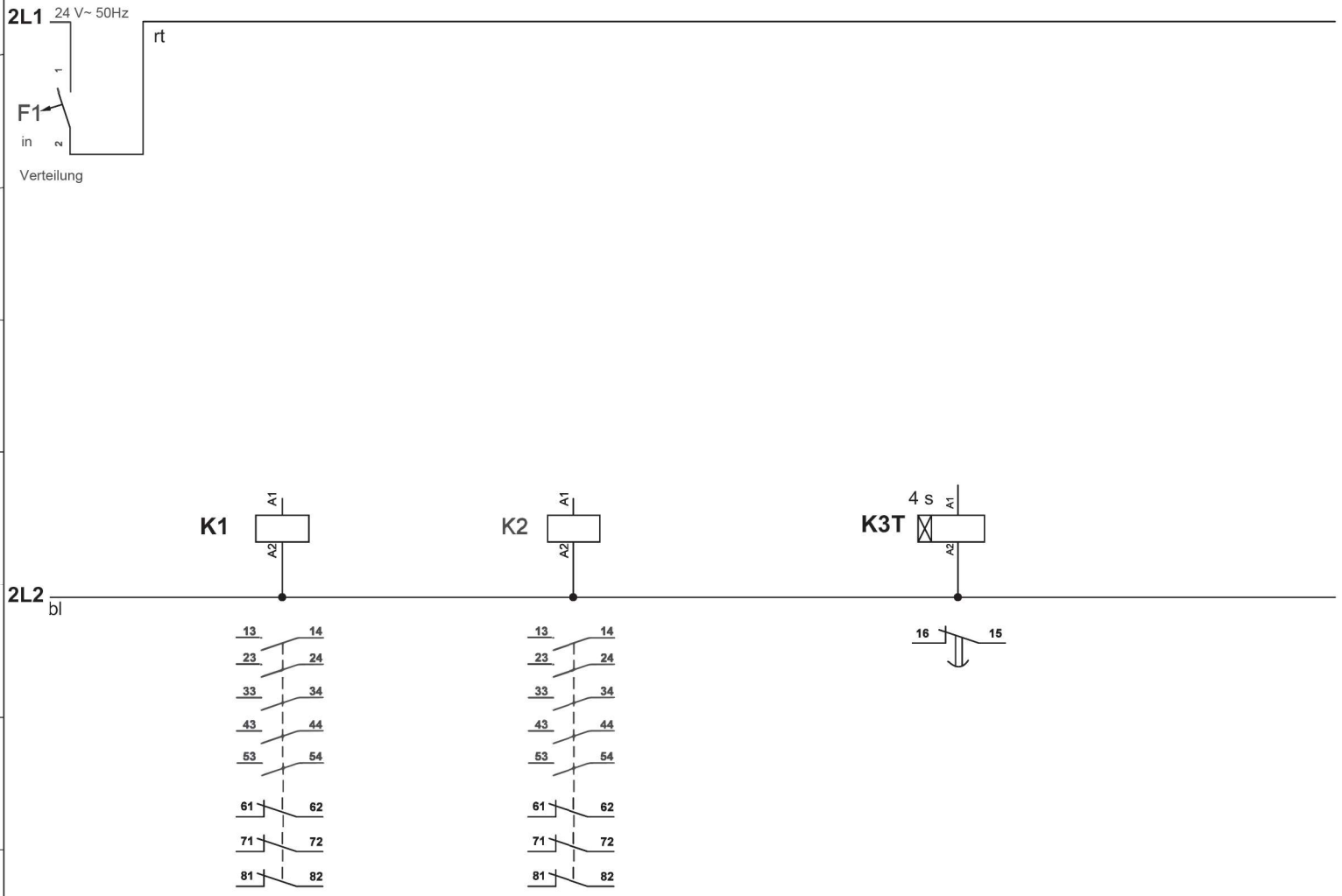
Bauen Sie die Schaltungen nacheinander **auf**. **Testen** Sie die unterschiedlichen Funktionsweisen der Schaltungen **aus**. **Notieren** Sie sich die Merkmale/ Unterschiede hinsichtlich der **Umschaltmöglichkeiten** zwischen den beiden Schützen.
Hinweis: Betätigen Sie **zuerst** gemeinsam den jeweiligen AUS-Taster und die beiden EIN-Taster. **Lassen** Sie anschließend bei betätigten EIN-Tastern den AUS-Taster **los**.



LF3	Schützsteuerung - Verriegelungschaltungen Ü5a		Name:	Blatt 2/2
			Klasse:	Re 2023

Wird der "**EIN**"-Taster **S1 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S2** kann das Schütz **K2** erst dann **eingeschaltet werden**, **wenn** Schütz **K1 angezogen ist**. **K2** soll sich ebenfalls **selbst halten. Gleichzeitig wird** das anzugsverzögerte Zeitrelais **K3T** eingeschaltet**.** Nach Ablauf der Einstellzeit **4s des Zeitrelais K3T** wird das Schütz **K1 und** somit auch das Schütz **K2 abgeschaltet.**

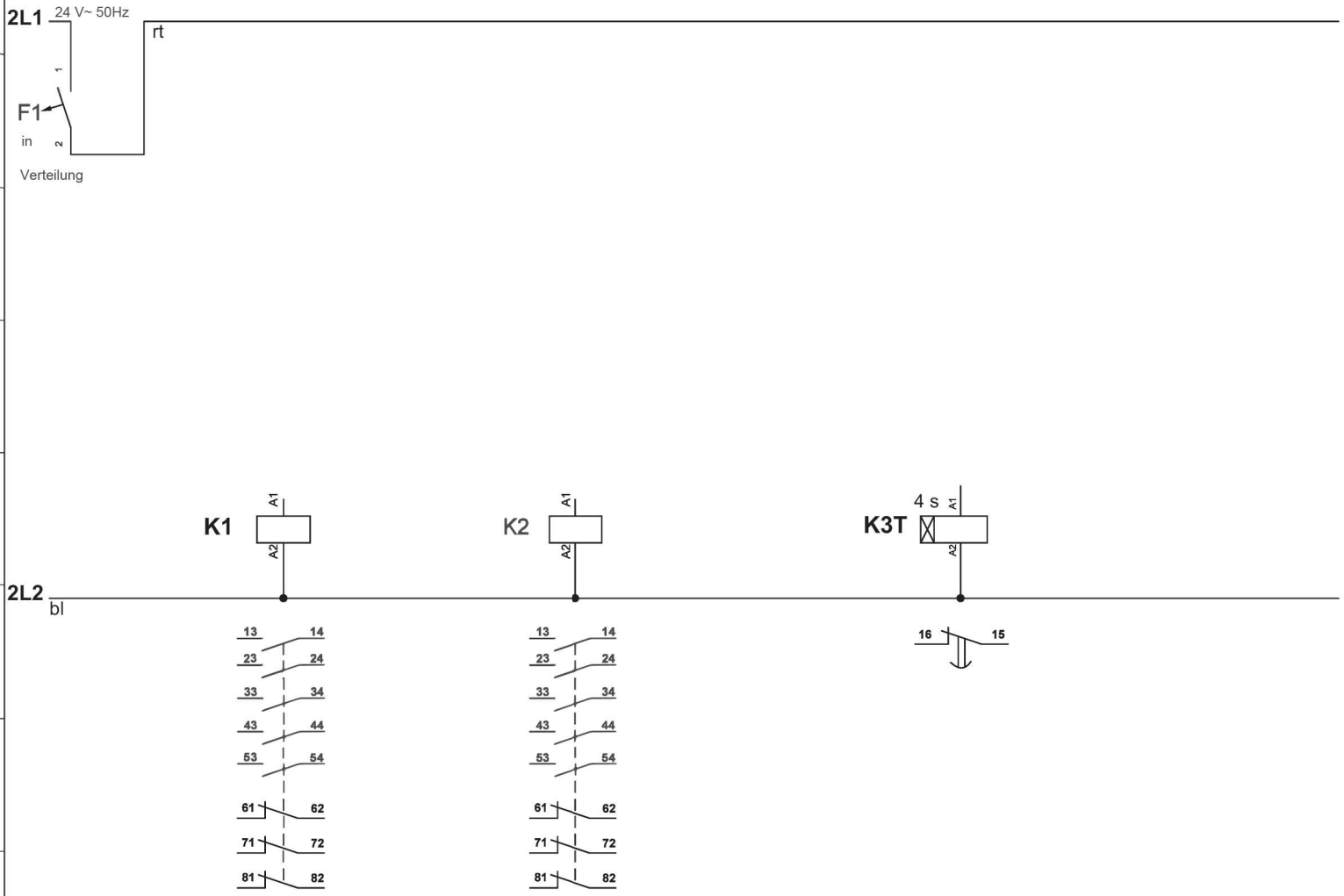
Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LF 3 Steuerungstechnik**		Datum	Name	Blatt **1/1**
		gez.:			**Schützsteuerung Übung 6**
					Re 2022

Wird der "**EIN**"-Taster **S1 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. Mit dem **"EIN"**-Taster **S2** kann das Schütz **K2** erst dann **eingeschaltet werden**, **wenn** Schütz **K1 angezogen ist**. **K2** soll sich ebenfalls **selbst halten.** Gleichzeitig wird das Schütz **K1 abgeschaltet** und das anzugsverzögerte Zeitrelais **K3T eingeschaltet.** Nach Ablauf der Einstellzeit **4s des Zeitrelais K3T** wird das Schütz **K2 abgeschaltet.**

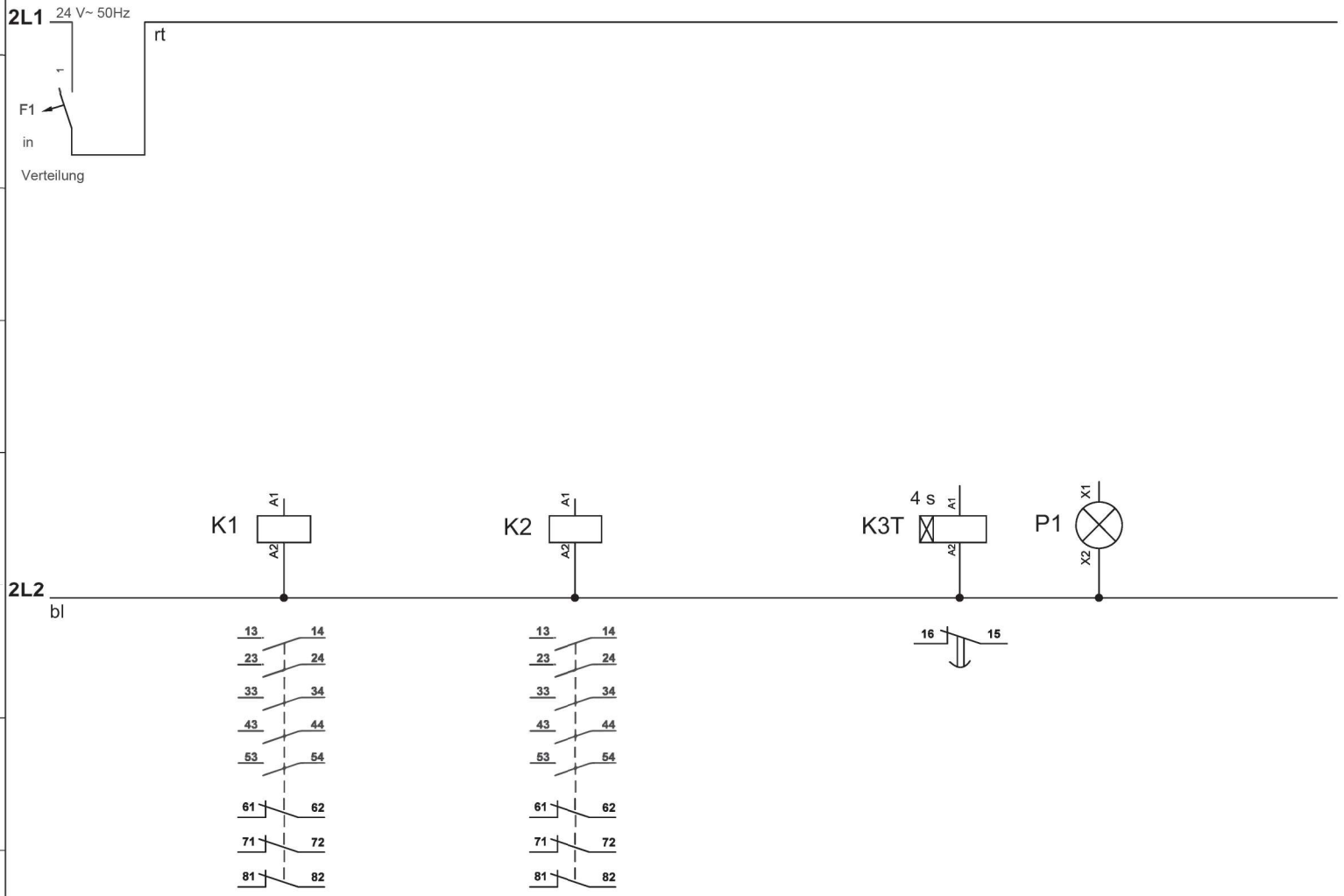
Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LF 3 Steuerungstechnik**		Datum / Name	Blatt **1/1**
		gez.:		**Schützsteuerung Übung 7**
				Re 2022

Wird der Stellschalter **Q1 betätigt**, dann sollen die Schütze **K1** und **K2 anziehen** und der Leuchtmelder **P1 leuchten**. Wird der Stellschalter **Q1** wieder ausgeschaltet, wird das Schütz **K1 abfallen**. Das Schütz **K2** soll sich jedoch weiter **selbst halten.** Gleichzeitig wird das anzugsverzögerte Zeitrelais **K3T eingeschaltet.** Nach Ablauf der Einstellzeit **4s des Zeitrelais K3T** wird das Schütz **K2** und der Leuchtmelder **P1 abgeschaltet.**

Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



	Datum	Name
gez.:		

LF 3
Steuerungstechnik

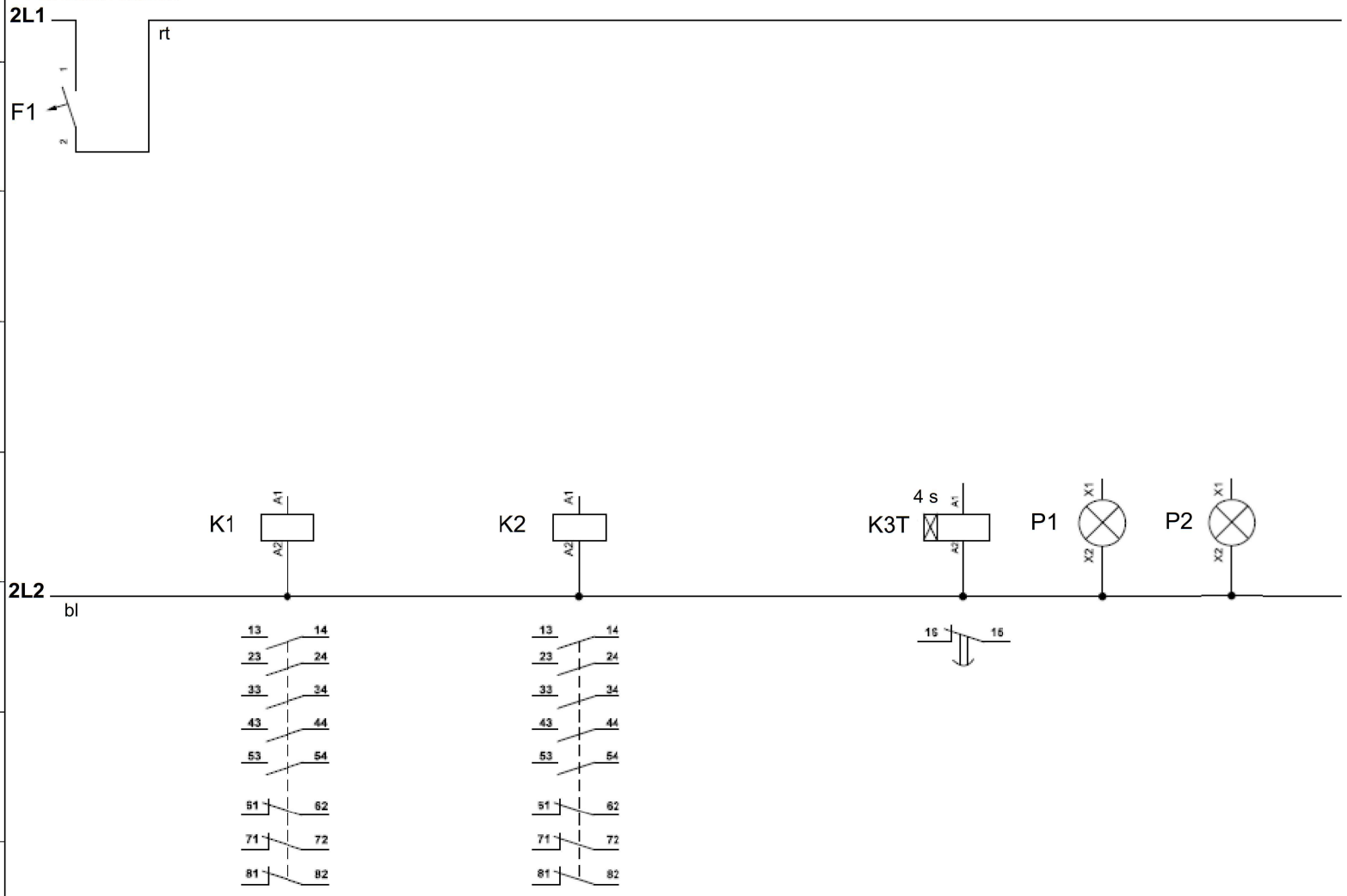
Schützsteuerung Übung 8

Blatt **1/1**

Re 2022

Wird der **Stellschalter Q1 betätigt**, dann soll das **Schütz K1 anziehen** und der Leuchtmelder **P1 leuchten**. Gleichzeitig wird das **anzugsverzögerte Zeitrelais K3T eingeschaltet.** Nach **Ablauf der Einstellzeit 4s des Zeitrelais K3T** wird das **Schütz K2 anziehen,** der **Leuchtmelder P2 eingeschaltet** und der **Leuchtmelder P1 abgeschaltet.** Wird der **Stellschalter Q1** wieder ausgeschaltet, werden **alle Betriebsmittel abgeschaltet.**

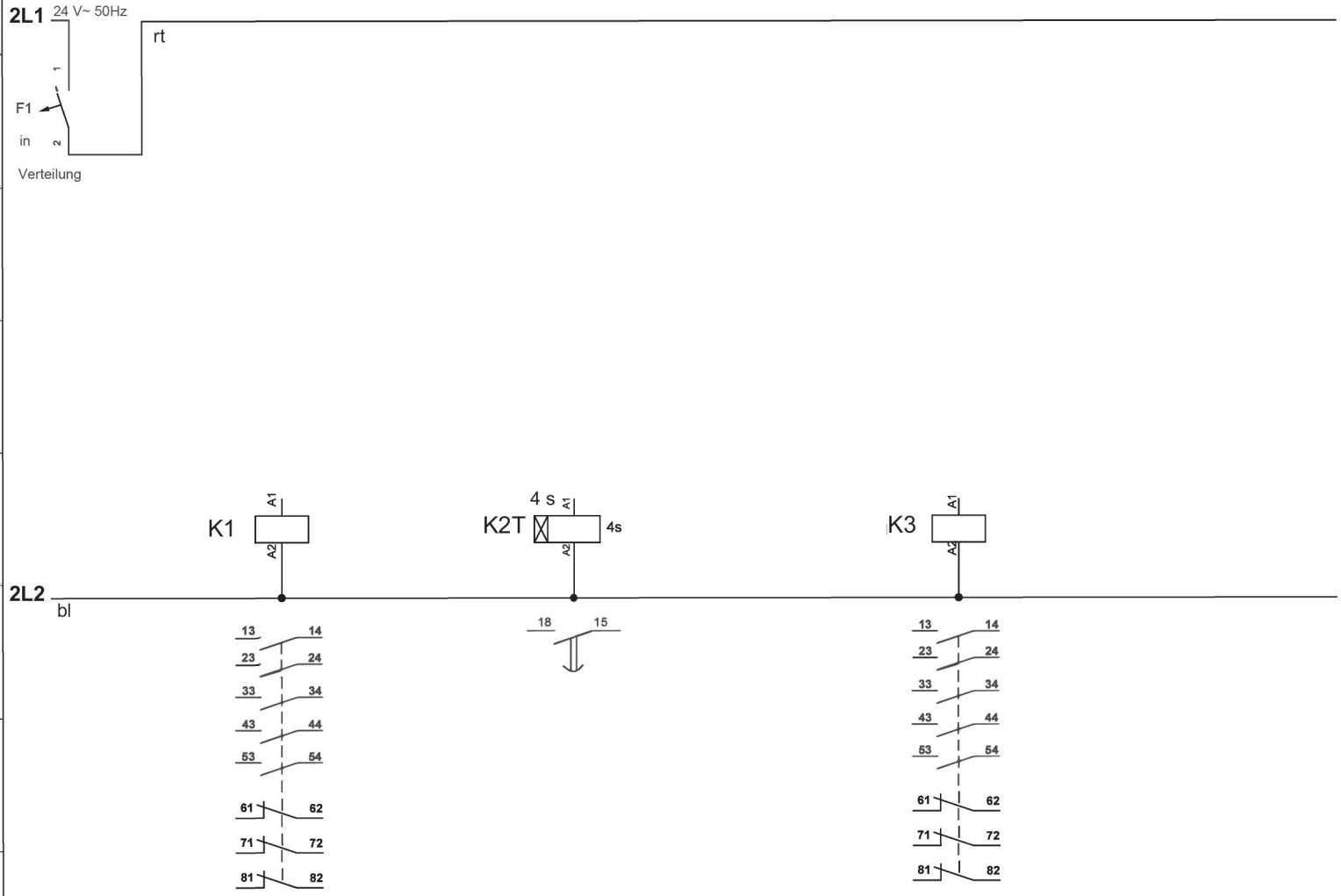
Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



LF 3 Steuerungstechnik		Datum	Name
	gez.:		
	gepr.:		
Schützsteuerung Übung 9			Blatt 1/1
			Re 2022

Wird der "**EIN**"-Taster **S2 betätigt**, dann soll das Schütz **K1 anziehen** und sich **selbst halten**. **Gleichzeitig** wird das anzugsverzögerte Zeitrelais **K2T eingeschaltet. Nach Ablauf der Einstellzeit 4s** des Zeitrelais **K2T** soll das Schütz **K3 anziehen**, sich **selbst halten** und das Zeitrelais **K2T abschalten.** Mit dem "**AUS**"-Taster **S1** werden alle Schütze **ausgeschaltet**.

Zeichnen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung und **ergänzen** Sie die Kontaktspiegel beider Schütze. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**.



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**LF 3 Steuerungstechnik**		Datum / Name	Blatt **1/1**
		ge z.:		
			Schützsteuerung Übung 10	
				Re 2022

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 3	**Schaltungstechnik** *Grundschaltungen mit Schützen*

In der Steuerungstechnik gibt es grundlegende Schützschaltungen, die in Steuerungen (Bild 1) verwendet werden. Bei der Planung einer Steuerung muss je nach Anforderung die richtige Steuerschaltung ausgewählt und der dazugehörige Stromlaufplan erstellt werden können.

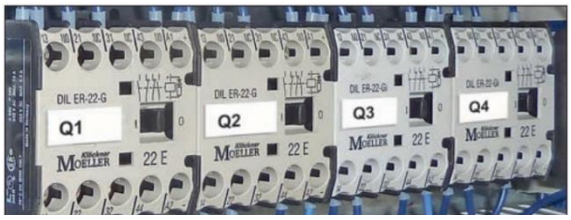


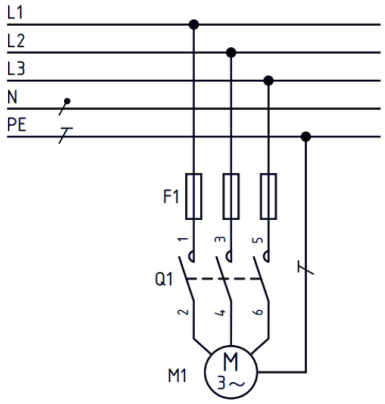
Bild 1: Steuerung mit Schützschaltung

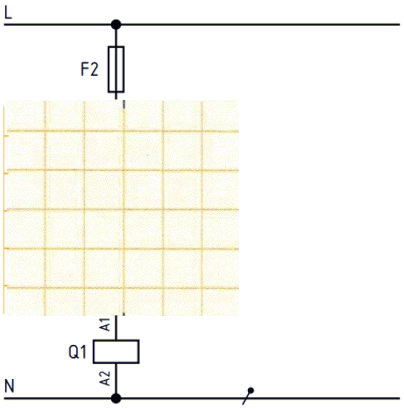
Aufgabe 1: Ein Motor soll solange in Betrieb sein, wie der Taster S1 betätigt wird.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **bezeichnen Sie** die beiden Stromkreise.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)





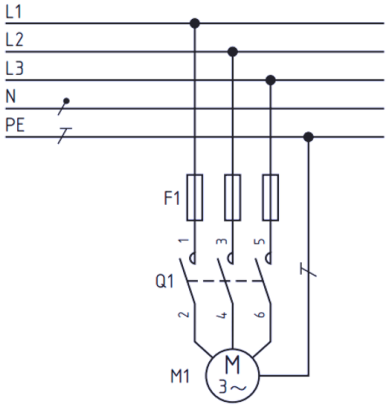
d) _____ _____

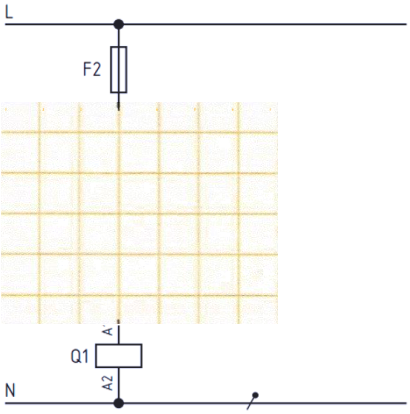
Aufgabe 2: Ein Motor soll durch kurzzeitige Betätigung des Taster S1 eingeschaltet werden und eingeschaltet bleiben. Durch kurzzeitigen Druck auf den Taster S2 soll der Motor wieder ausgeschaltet werden.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **begründen Sie**, warum die Schaltung einen Schutz vor selbständigen Wiederanlauf nach einem Stromausfall gewährt.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)



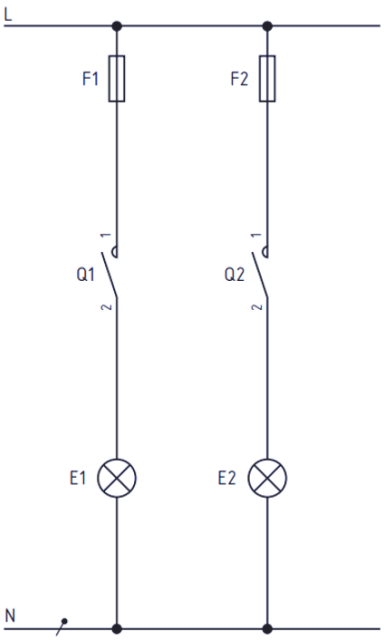


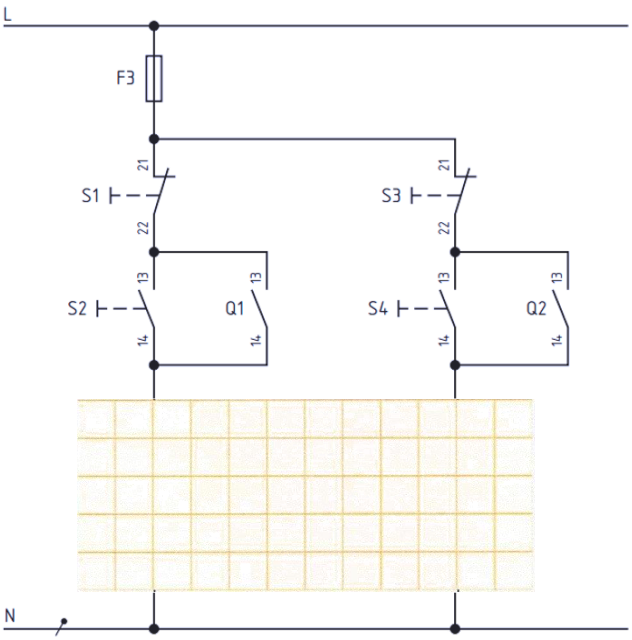
d) _____

Aufgabe 3:
Zwei Beleuchtungen sollen jeweils einzeln, aber nie gleichzeitig in Betrieb gehen können
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)

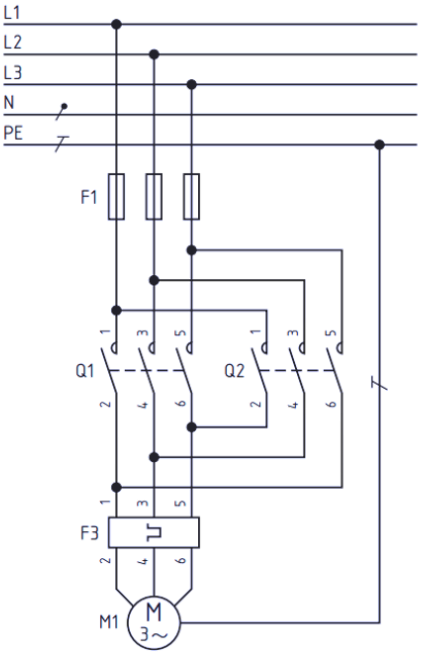


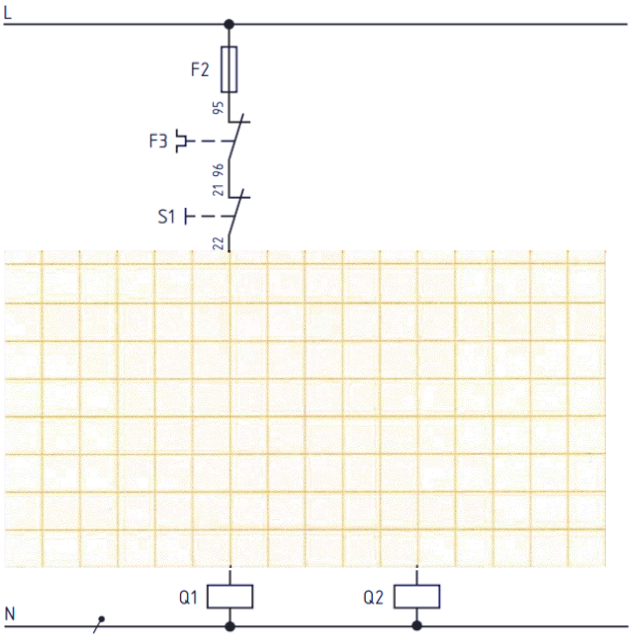


Aufgabe 4: Die Drehrichtung eines Drehstrommotors soll mit S1, S2 und S3 geschaltet werden können, ohne dass die Stopp-Taste gedrückt werden muss. Dabei muss sichergestellt sein, dass niemals beide Schütze gleichzeitig anziehen.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)





Aufgabe 5: **Welche Bezeichnung** und **welche Aufgabe** hat das Betriebsmittel a) F1 und b) F3?

a) _____

b) _____

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 3	**Schaltungstechnik** *Grundschaltungen mit Schützen*

In der Steuerungstechnik gibt es grundlegende Schützschaltungen, die in Steuerungen (Bild 1) verwendet werden. Bei der Planung einer Steuerung muss je nach Anforderung die richtige Steuerschaltung ausgewählt und der dazugehörige Stromlaufplan erstellt werden können.

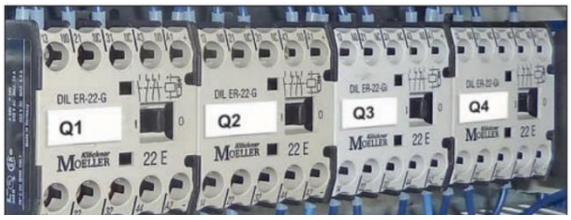


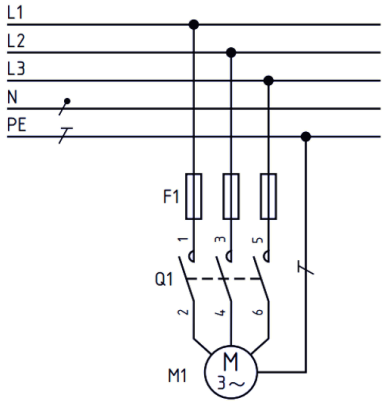
Bild 1: Steuerung mit Schützschaltung

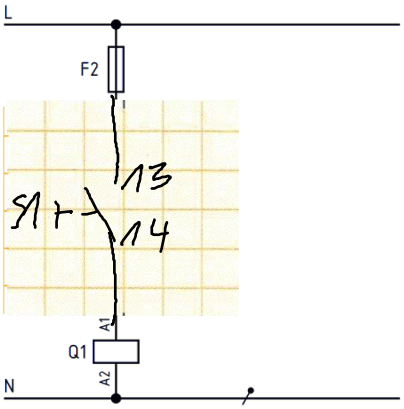
Aufgabe 1: Ein Motor soll solange in Betrieb sein, wie der Taster S1 betätigt wird.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **bezeichnen Sie** die beiden Stromkreise.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)





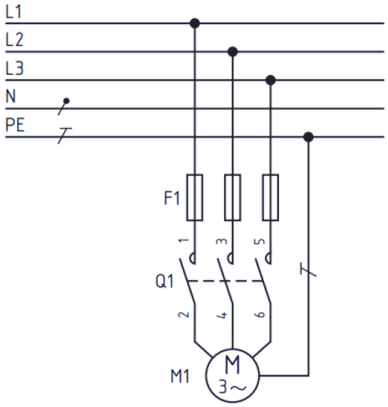
d) _____ _____

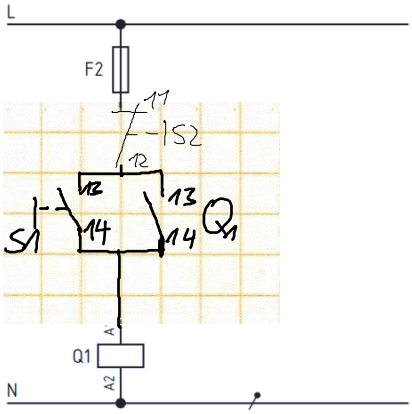
Aufgabe 2: Ein Motor soll durch kurzzeitige Betätigung des Taster S1 eingeschaltet werden und eingeschaltet bleiben. Durch kurzzeitigen Druck auf den Taster S2 soll der Motor wieder ausgeschaltet werden.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung, b) **geben Sie** ein Anwendungsbeispiel dafür **an**, c) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan und d) **begründen Sie**, warum die Schaltung einen Schutz vor selbständigen Wiederanlauf nach einem Stromausfall gewährt.

a) _____

b) Anwendungsbeispiel: _____

c)



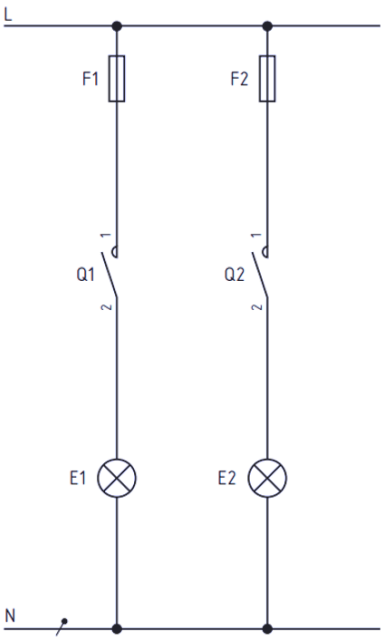


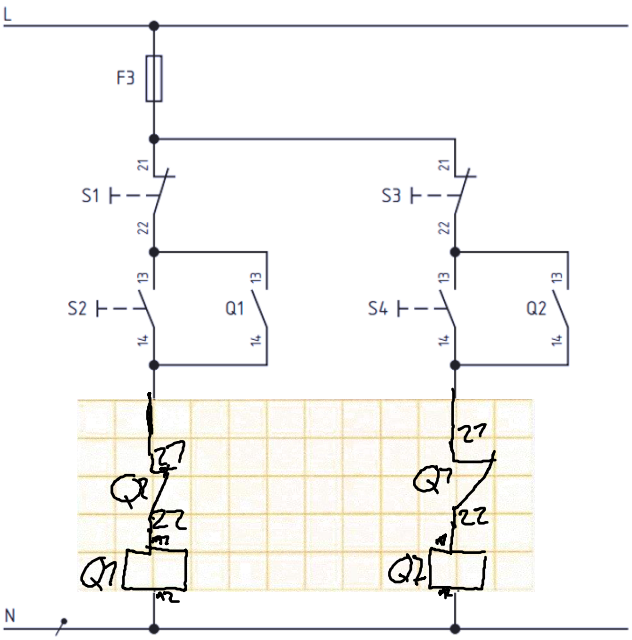
d) _____ _____

Aufgabe 3:
Zwei Beleuchtungen sollen jeweils einzeln, aber nie gleichzeitig in Betrieb gehen können
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)

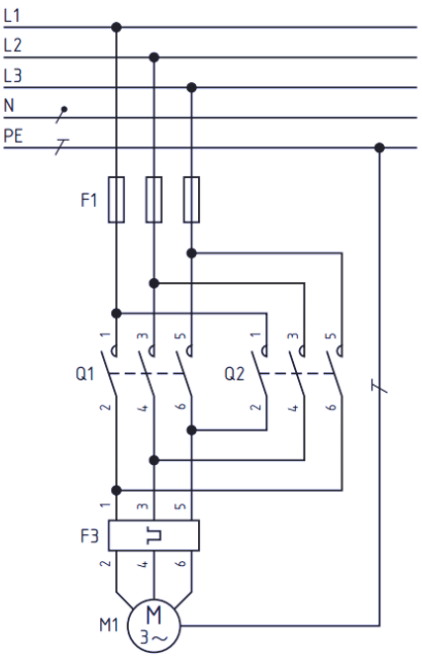


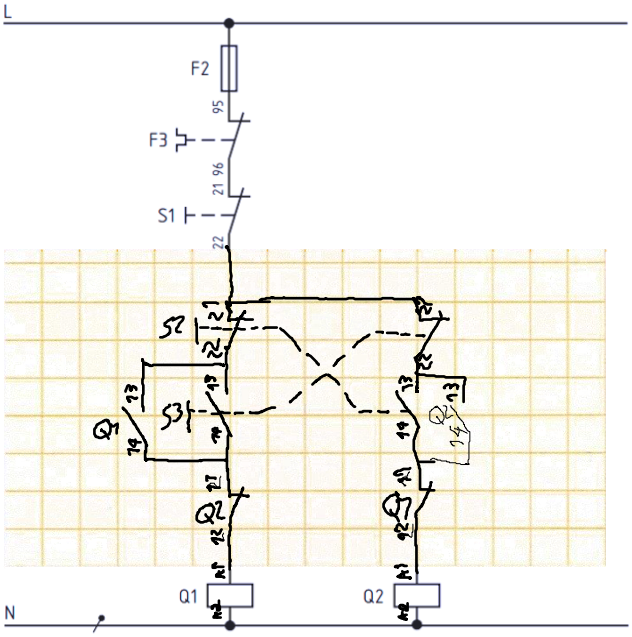


Aufgabe 4: Die Drehrichtung eines Drehstrommotors soll mit S1, S2 und S3 geschaltet werden können, ohne dass die Stopp-Taste gedrückt werden muss. Dabei muss sichergestellt sein, dass niemals beide Schütze gleichzeitig anziehen.
a) **Nennen Sie** die Bezeichnung der Schaltung und b) **vervollständigen Sie** den Stromlaufplan.

a) _____

b)





Aufgabe 5: **Welche Bezeichnung** und **welche Aufgabe** hat das Betriebsmittel a) F1 und b) F3?

a) _____

b) _____

Serienschaltung

Aufgabe 1: Merksätze

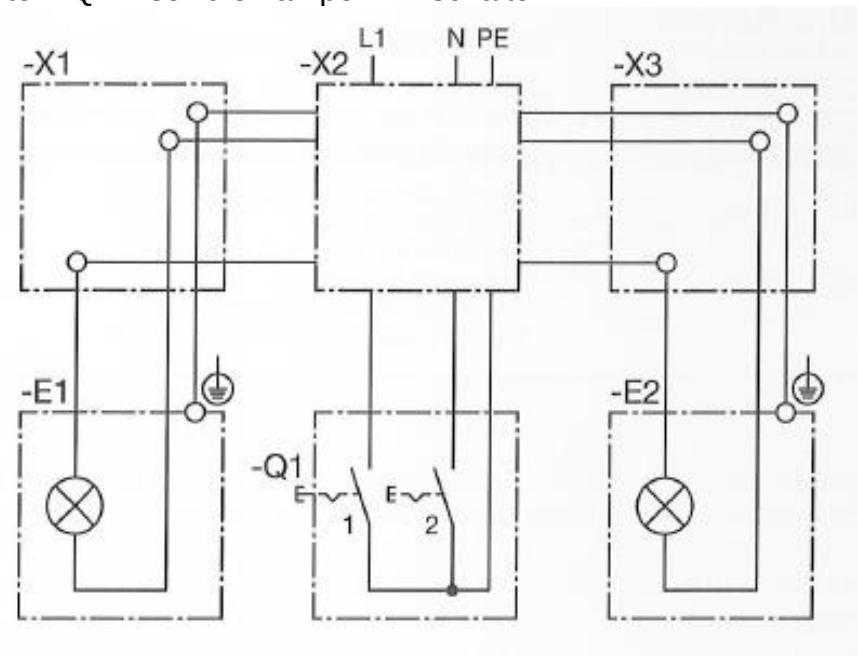
a. **Beschreiben** Sie den Anwendungszweck eines Serienschalters.

b. **Nennen** Sie den Vorteil eines Serienschalters im Vergleich zu zwei Ausschaltern.

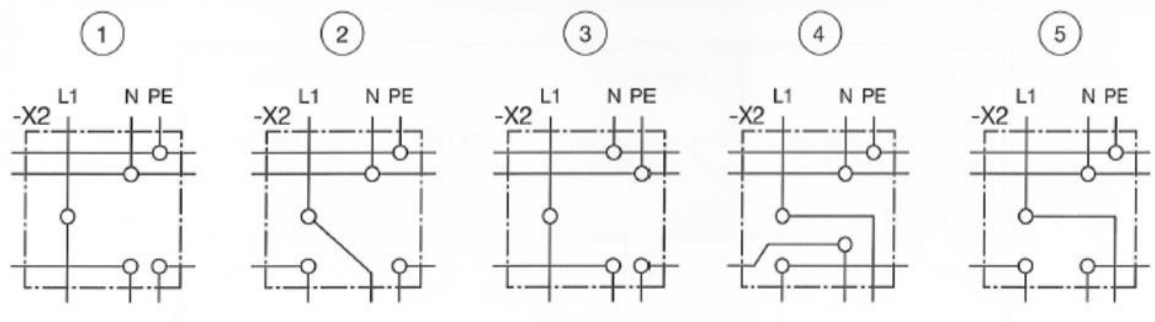
Aufgabe 2: Verteilerdose verdrahten

In der Verteilerdose –X2 soll eine Serienschaltung verdrahtet werden, die die folgenden Funktionen realisiert:

- Der Schalter –Q1.1 soll die Lampe –E1 schalten
- Der Schalter –Q1.2 soll die Lampe –E2 schalten

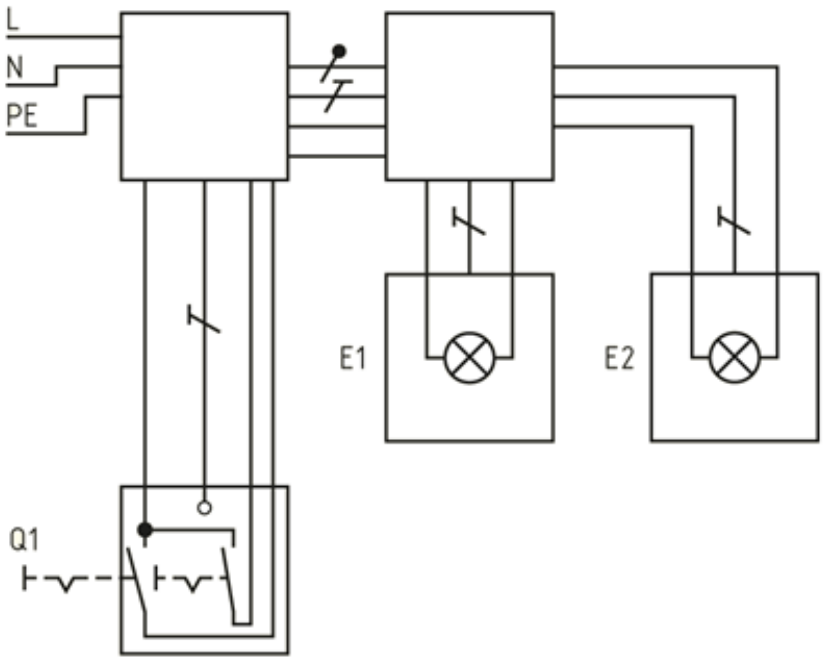


Wählen Sie den korrekten Verdrahtungsvorschlag (1 bis 5) aus den folgenden fünf Möglichkeiten aus.



Aufgabe 3: Stromlaufplan vervollständigen

a) **Vervollständigen Sie** die Abzweigdosen im Stromlaufplan der Serienschaltung.
b) Nehmen Sie an, dass die Lampe E1 leuchtet. **Heben Sie** im Stromlaufplan den Stromfluss für die Lampe E1 **hervor**.



Serienschaltung

Aufgabe 1: Merksätze

a. **Beschreiben** Sie den Anwendungszweck eines Serienschalters.

Die Serienschaltung setzt man ein, wenn von einer Schaltstelle aus zwei Leuchten oder Leuchtengruppen unabhängig voneinander schaltbar sein sollen.

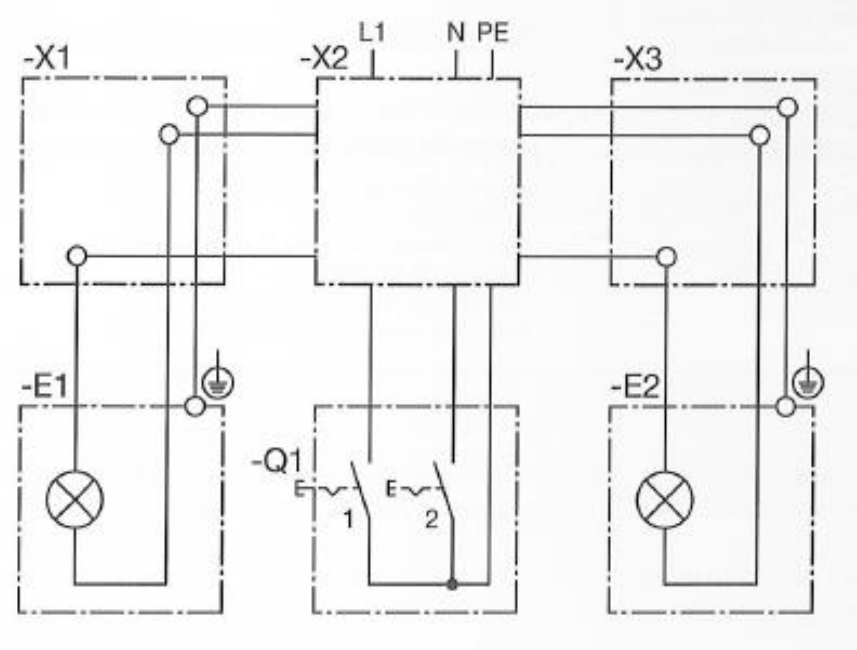
b. **Nennen** Sie den Vorteil eines Serienschalters im Vergleich zu zwei Ausschaltern.

Der Serienschalter enthält zwei Ausschalter in einem Schaltergehäuse.

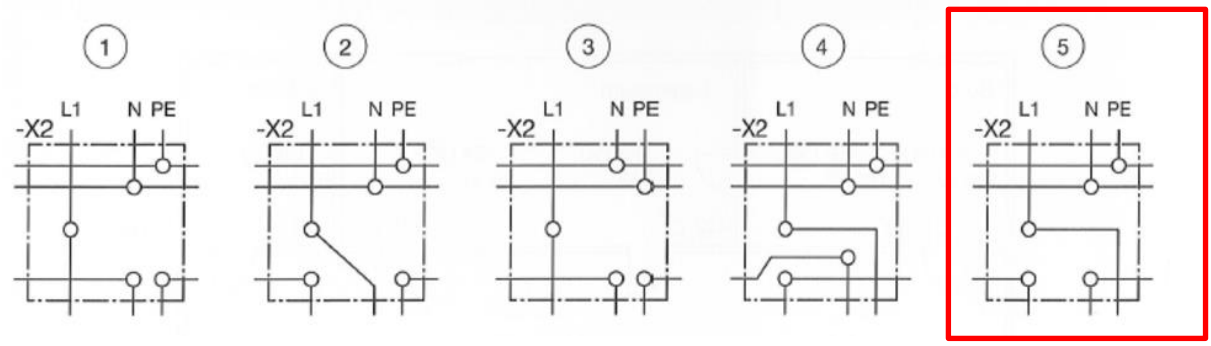
Aufgabe 2: Verteilerdose verdrahten

In der Verteilerdose –X2 soll eine Serienschaltung verdrahtet werden, die die folgenden Funktionen realisiert:

- Der Schalter –Q1.1 soll die Lampe –E1 schalten
- Der Schalter –Q1.2 soll die Lampe –E2 schalten

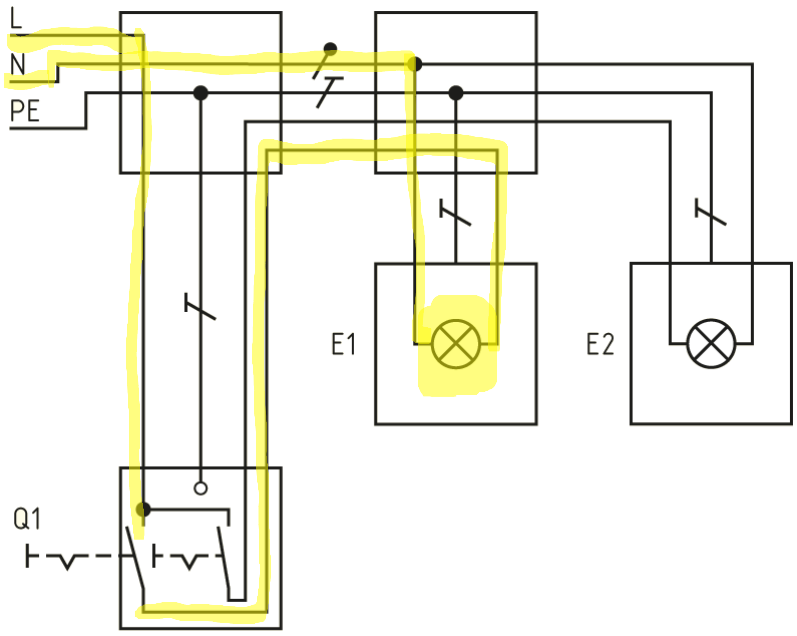


Wählen Sie den korrekten Verdrahtungsvorschlag (1 bis 5) aus den folgenden fünf Möglichkeiten aus.



Aufgabe 3: Stromlaufplan vervollständigen

a) **Vervollständigen Sie** die Abzweigdosen im Stromlaufplan der Serienschaltung.
b) Nehmen Sie an, dass die Lampe E1 leuchtet. **Heben Sie** im Stromlaufplan den Stromfluss für die Lampe E1 **hervor**.



Hs 6.3 Steckdosen/Installationsplan

geg: NYM 3x1,5 40m U = 230V Ri = 0,4 Ω LSB 16

1.) $R_L = \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 40m}{56 \frac{m}{\Omega mm^2} \cdot 1,5 mm^2} = 0,9524 \Omega$

2.) $R_{ges} = Ri + R = 0,4 \Omega + 0,9524 \Omega = 1,3524 \Omega$

3) $I = \frac{U}{R} = \frac{230V}{1,3524 \Omega} = 170,02 A$

4) 230V : 100 × 3 = 6,9V 3 %

5) $\Delta U = \frac{I_B \cdot 2 \cdot l \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 16A \cdot 40m \cdot 1}{56 \frac{m}{\Omega mm^2} \cdot 1,5 mm^2} = 15,24V$

6) $A = \frac{I_B \cdot 2 \cdot l \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{2 \cdot 16A \cdot 40m \cdot 1}{56 \frac{m}{\Omega mm^2} \cdot 6,9V} = 3,31 mm^2 \rightsquigarrow 4 mm^2$

~~7) 4mm²~~

8) $\Delta U = \frac{I_B \cdot 2 \cdot l \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{2 \cdot 16A \cdot 40m \cdot 1}{56 \frac{m}{\Omega mm^2} \cdot 4 mm^2} = 5,714V$

7) $P_{ges} = P_1 + P_2 + P_3 = 1,2KW + 1,5KW + 0,4KW = 3,1KW$

$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(230V)^2}{3100W} = 17,06 \Omega$

$I = \frac{P}{U} = \frac{3100W}{230V} = 13,48A$

a) $\Delta U = \frac{I_B \cdot 2 \cdot l \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot A} = \frac{13,48A \cdot 2 \cdot 40m \cdot 1}{56 \frac{m}{\Omega mm^2} \cdot 1,5 mm^2} = 12,84V$

b) $P = U \cdot I = (230V - 12,84V) \cdot 13,48A = 2927W$

8) $I = \frac{U}{R} = \frac{230V - 15,2V}{1,3524 \Omega} = 158,8A$

LSB 16 löst spätestens bei 80A aus $\rightsquigarrow$ 80A < 158,8A

$\not\rightsquigarrow$ LSB 16 löst sicher aus

Saaler Bogen 2
13088 Berlin
Internet: www.binss.de
E-Mail: info@binss.de

Telefon: (030) 47 49 01 - 0
Telefon Serviceleitstelle: (030) 474901-110
Telefax: (030) 47 49 01 - 180

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Wolfgang Hempel
Dipl.-Ing. Eckbert Autenrieb

HRB 43261, Amtsgericht Charlottenburg
UST-ID: DE 137 213 869
IBAN: DE74 1007 0000 0813 7580 00
BIC (SWIFT-CODE): DEUTDEBBXXX

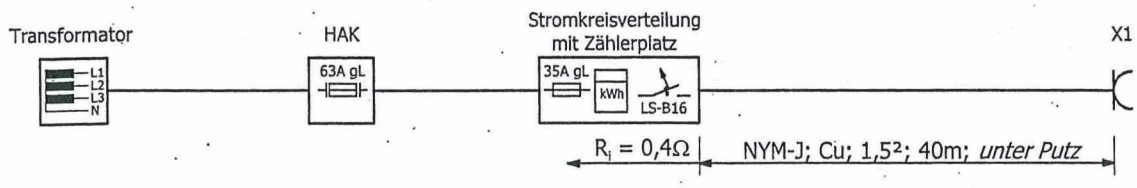
Deutsche Bank BLZ 100 700 00
Konto 8137580
Berliner Volksbank BLZ 100 900 00
Konto 5793459000

Kreissparkasse Göppingen
BLZ 610 500 00
Konto 16024025

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 6	**HS 6.3 Steckdoseninstallation planen** Spannungsfall Übungen	Name: Evgeny Note: Klasse: 5307 Datum:

Aufgabenstellung I:

Eine 40m lange Leitung NYM-J 3x1,5 [*für Cu: 56 m/(Ω·mm²)*] ist von einer Stromkreisverteilung mit Zählerplatz zu einer Schutzkontaktsteckdose im System 3/N/PE AC 50Hz 400V unter Putz verlegt. Der Innenwiderstand der Anlage gemessen an der Stelle der Stromkreisverteilung beträgt 0,4Ω (*Siehe Abbildung!*). Die Leerlaufspannung beträgt 230V.



1. Welchen Widerstand hat die NYM-Leitung!
2. Wie groß ist der Netzinnenwiderstand des Steckdosenstromkreises?
3. Welcher Strom wird fließen, wenn an der Steckdose ein Kurzschluss auftreten würde?
4. Wie groß darf der Spannungsfall über der NYM-Leitung maximal sein?
5. Wie groß ist der tatsächliche Spannungsfall über der NYM-Leitung bei Volllast an der Steckdose?
6. Wählen Sie einen Leitungsquerschnitt für die NYM-J unter Berücksichtigung des maximalen Spannungsfalls aus. Berechnen Sie den maximalen Spannungsfall mit dem neu festgelegtem Leitungsquerschnitt.
7. An der Steckdose werden gleichzeitig 3 Verbraucher mit folgenden Nenndaten angeschlossen:
   Heizlüfter 230V/1,2kW, Wasserkocher 230V/ 1,5kW, Kaffeemaschine 230V/ 400W
   Berechne
   a.) die Spannung an der Steckdose
   b.) die tatsächliche Leistung der Verbraucher bei einer verlegten NYM-J 3X1,5²
8. Prüfen Sie, ob die Abschaltbedingung nach VDE 0100 Teil 600 bei einer verlegten NYM - J 3X1,5² erfüllt ist.

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	Leitungsberechnung	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

Arbeitsaufgabe: Berechnen sie die Aufgaben auf einem gesonderten Blatt.

1. Eine Netzanschlussleitung (Kupfer) für einen Verbraucher ist 5m lang. Von welcher wirksamen Leiterlänge ist auszugehen?

2. Eine einadrige elektrische Leitung ist 20m lang, besteht aus Kupfer und hat einen Querschnitt von 1,5mm². Wie groß ist der Widerstand dieser Leitung?

3. Eine zweiadrige elektrische Leitung ist 20m lang, besteht aus Kupfer und hat einen Querschnitt von 1,5mm². Wie groß ist der Gesamtwiderstand dieser Leitung?

4. Der Spannungsfall über einer Leitung vom Zähler bis zum Verbraucher darf nach DIN 18015 3% der Nennspannung (im Berliner TN- Netzsystem: 230V) nicht überschreiten.
Wie groß ist der absolute Spannungsfall (in V) für dieses System?

5. Der Spannungsfall über einer Leitung vom Zähler bis zum Verbraucher darf nach DIN 18015 3% der Nennspannung (im Berliner TN- Netzsystem: 400V) nicht überschreiten.
Wie groß ist der absolute Spannungsfall (in V) für dieses System?

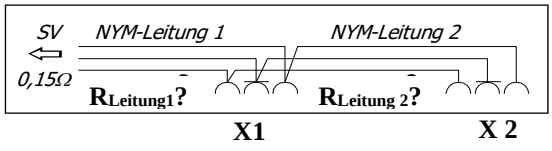
6. Eine NYM-J 3x1,5- Leitung ist 30m lang und wird durch den Betrieb eines Heizkörpers mit 8,7A belastet (Leerlaufspannung: U_0=230V).

Berechnen Sie
a) den Widerstand der Leitung und
b) die Spannung (Spannungsfall) über der Leitung!

7. An eine 15m lange NYM-J 3x1,5 - Leitung ist eine Doppelsteckdose angeschlossen. An die eine Steckdose ist eine Mikrowelle (230V/750W) und an die andere ein Wasserkocher (230V/1,5kW) angeschlossen. Beide Geräte werden gleichzeitig betrieben. Die Leerlaufspannung beträgt 230V.

Berechnen Sie
a) den Belastungsstrom der Leitung und
b) die Spannung (Spannungsfall) über der Leitung!

8. Ein Steckdosenstromkreis ist fehlerfrei installiert worden. Beide Steckdosen werden ab der Stromkreisverteilung (SV) über NYM-J 3x1,5 - Leitungen versorgt. Netzinnenwiderstands-messungen haben an der einen Steckdose 0,9Ω und an der anderen Steckdose 0,65Ω ergeben. Bis zur Stromkreisverteilung beträgt der Innenwiderstand 0,15Ω.



Schreiben Sie die Bedeutung der einzelnen Buchstaben der verwendeten Leitung auf.
Wofür werden die 3 Adern der Leitung verwendet?
Berechnen Sie die Länge dieser beiden NYM- Leitungen! .

Für Spezialisten:

9. Zwei miteinander verbundene gleichlange 3-adrige NYM-J-Leitungen, haben einen Leiterquerschnitt von 1,5mm² und 2,5mm².
Der gesamte Leiterwiderstand beträgt bei 2-adriger Belastung 571,43mΩ.
Wie lang ist jede Leitung?

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	Leitungsberechnung *Löser*	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

1. Eine Netzanschlussleitung (Kupfer) für einen Verbraucher ist 5m lang. Von welcher wirksamen Leiterlänge ist auszugehen? ***l= 10m***

2. Eine einadrige elektrische Leitung ist 20m lang, besteht aus Kupfer und hat einen Querschnitt von 1,5mm². Wie groß ist der Widerstand dieser Leitung? ***R= 238,095mΩ***

3. Eine zweiadrige elektrische Leitung ist 20m lang, besteht aus Kupfer und hat einen Querschnitt von 1,5mm². Wie groß ist der Gesamtwiderstand dieser Leitung? ***R= 476,19mΩ***

4. Der Spannungsfall über einer Leitung vom Zähler bis zum Verbraucher darf nach DIN 18015 3% der Nennspannung (im Berliner TN- S- Netzsystem: 230V) nicht überschreiten. Wie groß ist der absolute Spannungsfall (in V) für dieses System? ***Δ U= 6,9V***

5. Der Spannungsfall über einer Leitung vom Zähler bis zum Verbraucher darf nach DIN 18015 3% der Nennspannung (im Berliner TN-S- Netzsystem: 400V) nicht überschreiten.
Wie groß ist der absolute Spannungsfall (in V) für dieses System? ***Δ U = 12V***

. 6. Eine NYM-J 3x1,5- Leitung ist 30m lang und wird wegen des Anschlusses eines Heizkörpers (Leerlaufspannung: U_0=230V) mit 8,7A belastet.

R_{Lg} = 714,29mΩ
ΔU = I·RLG = 6,21V

7. An eine 15m lange NYM-J 3x1,5 - Leitung ist eine Doppelsteckdose angeschlossen. An die eine Steckdose ist eine Mikrowelle (230V/750W) und an die andere ein Wasserkocher (230V/1,5kW) angeschlossen. Beide Geräte werden gleichzeitig betrieben. Die Leerlaufspannung beträgt 230V.

I_{ges} = 9,63A

ΔU = 3,44V

8. Ein Steckdosenstromkreis ist fehlerfrei installiert worden. Beide Steckdosen werden ab der Stromkreisverteilung (SV) über NYM-J 3x1,5 - Leitungen versorgt.
Netzinnenwiderstandsmessungen haben an der einen Steckdose 0,9Ω und an der anderen Steckdose 0,65Ω ergeben. Bis zur Stromkreisverteilung beträgt der Innenwiderstand 0,15Ω.
Berechnen Sie die Länge dieser beiden NYM- Leitungen!

l_1 = 10,5m ***l_2 = 21m***

Für Spezialisten:

9. Zwei miteinander verbundene gleichlange 3-adrige NYM-J-Leitungen, haben einen Leiterquerschnitt von 1,5mm² und 2,5mm².
Der gesamte Leiterwiderstand beträgt bei 2-adriger Belastung 571,43mΩ.
Wie lang ist jede Leitung?

l= 15m

Spannungsquellen – ideal und real

Alle Abbildungen mit dem Logo des Europaverlages wurden den CDs des Lehrbuches ‚Fachkunde Elektrotechnik' Auflage 29 und 30 entnommen.

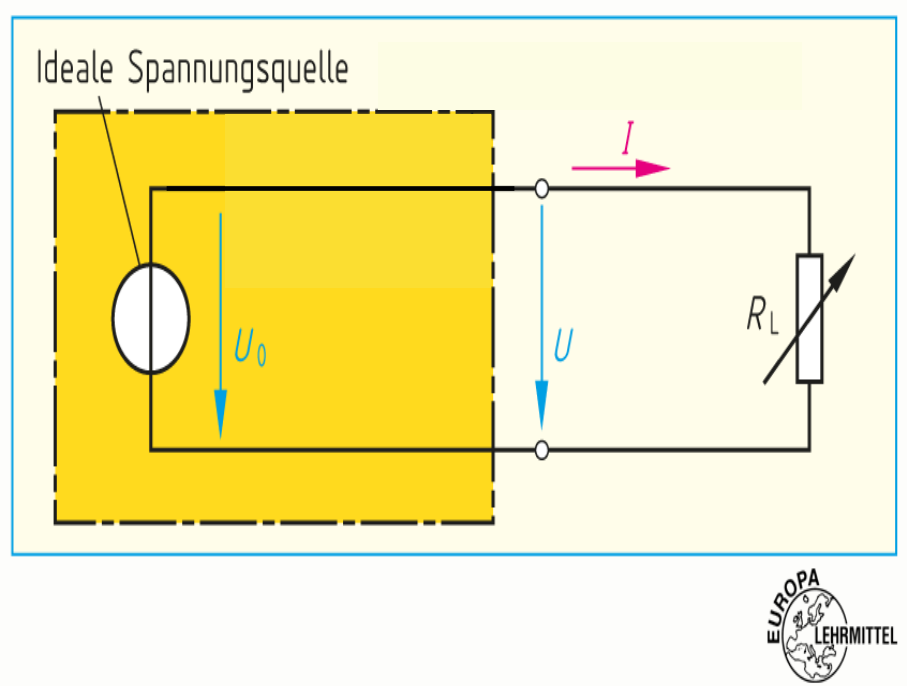
Ideale Spannungsquelle

Eigenschaften:

- keine Verluste
- keine Änderung von **U** bei Änderung von I → $U = U_0$

Modell:

- Die ideale Spannungsquelle ist ein Modell
- **Sie existiert** in der Wirklichkeit **nicht**



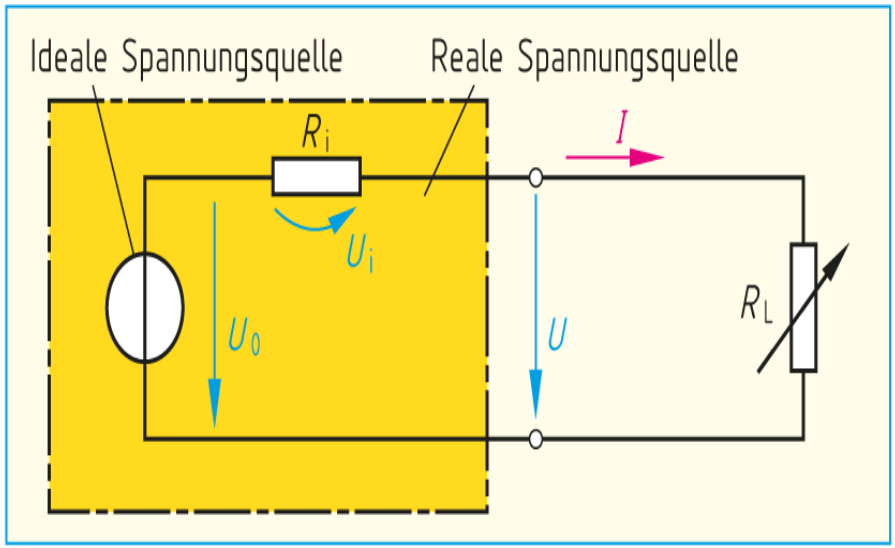
Reale Spannungsquelle

Eigenschaften:

- verlustbehaftet
- Änderung von **U** bei Änderung von I → $U < U_0$

Realität:

- Reihenschaltung von idealer Spannungsquelle und Innenwiderstand
- über den Innenwiderstand R_i fällt eine Spannung U_i ab
- $U_i = I \bullet R_i$

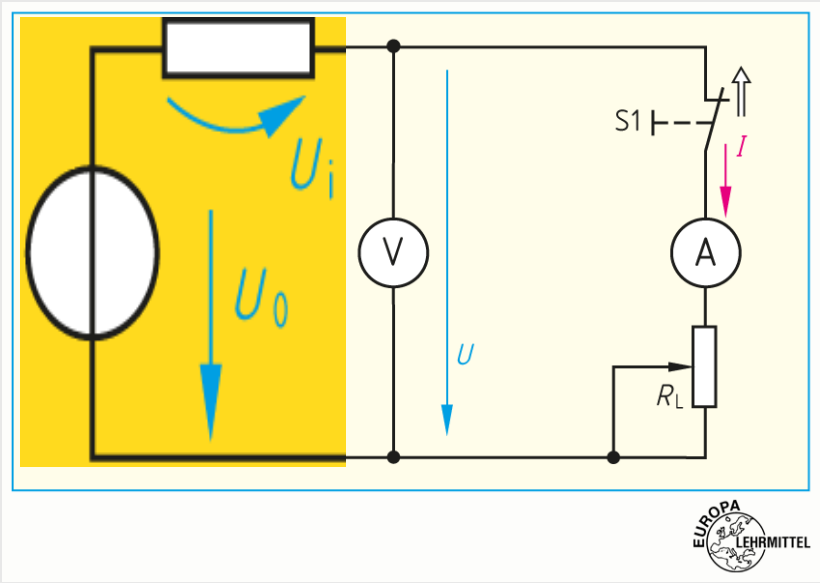


$$U = U_0 - U_i = U_0 - I \cdot R_i$$

$$I = U_0 / (R_i + R_L)$$

$$R_i = \Delta U / \Delta I$$

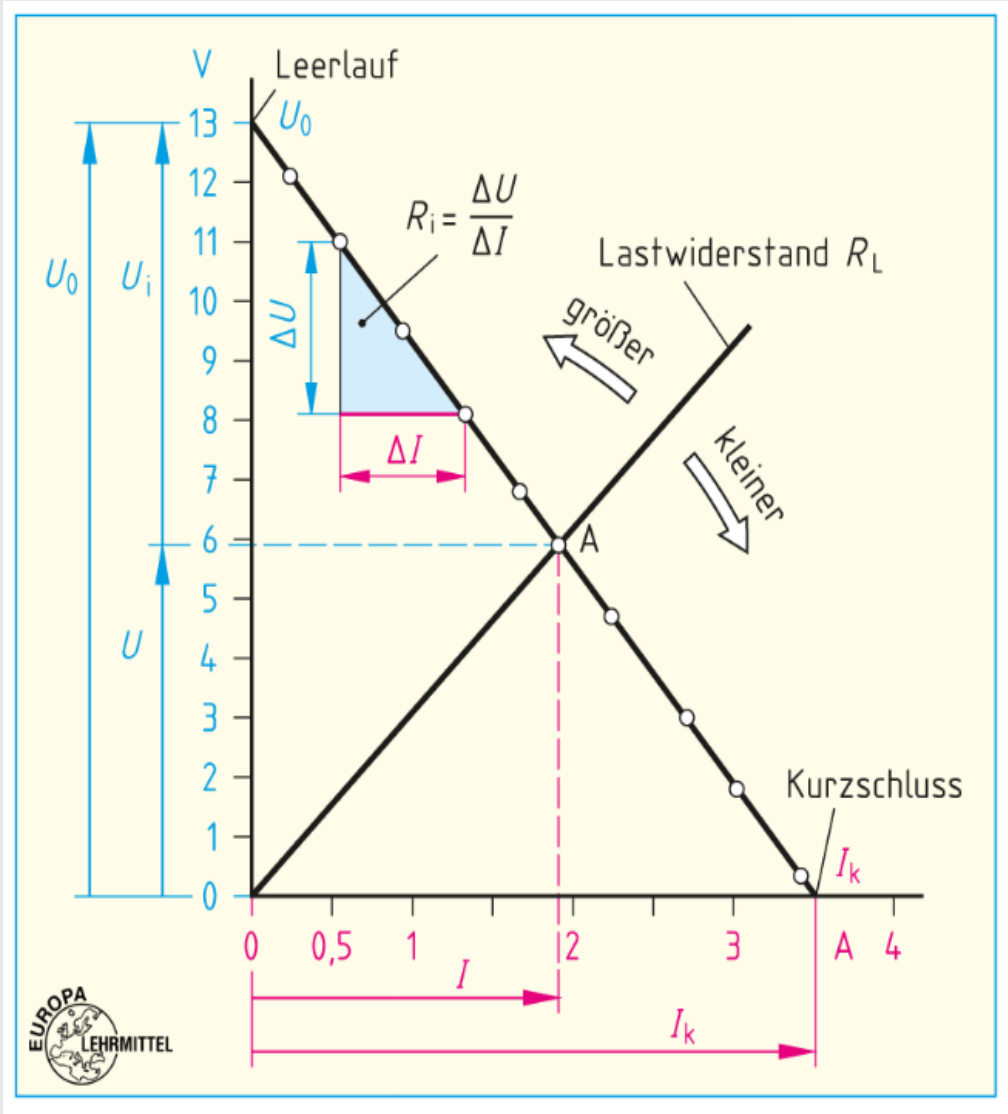
Versuch mit realer Spannungsquelle



$$U = U_0 - U_i = U_0 - I \cdot R_i$$

$$I = U_0 / (R_i + R_L)$$

$$R_i = \Delta U / \Delta I$$



Spannungsquellen – ideal und real

Alle Abbildungen mit dem Logo des Europaverlages wurden den CDs des Lehrbuches ‚Fachkunde Elektrotechnik' Auflage 29 und 30 entnommen.

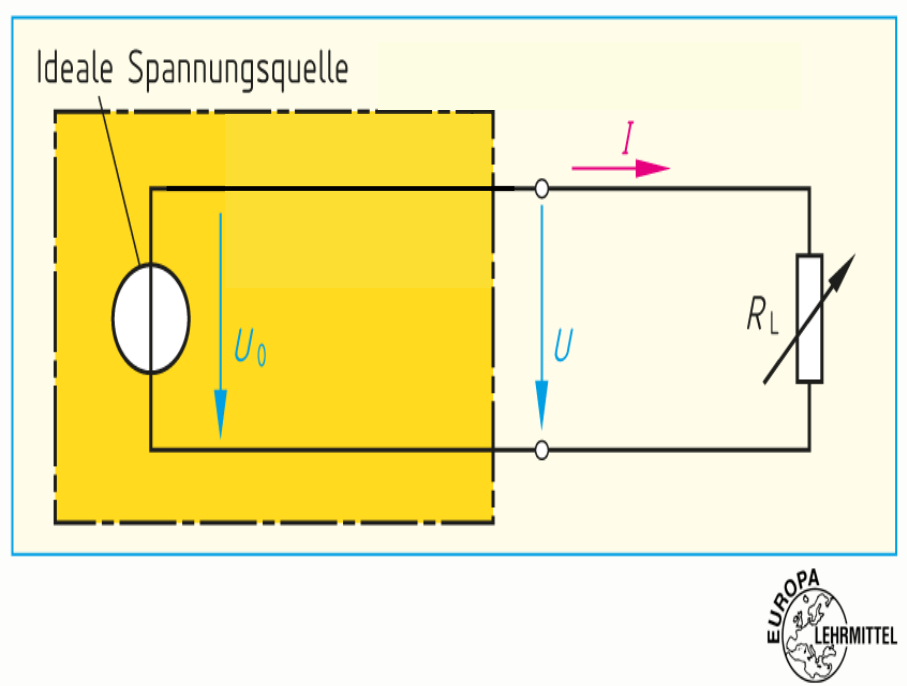
Ideale Spannungsquelle

Eigenschaften:

- keine Verluste
- keine Änderung von **U** bei Änderung von I → $U = U_0$

Modell:

- Die ideale Spannungsquelle ist ein Modell
- **Sie existiert** in der Wirklichkeit **nicht**



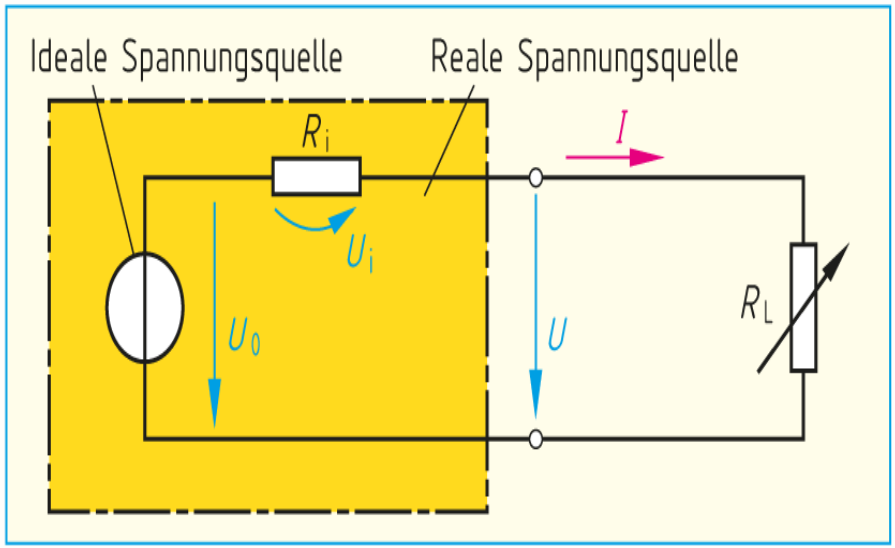
Reale Spannungsquelle

Eigenschaften:

- verlustbehaftet
- Änderung von **U** bei Änderung von I → $U < U_0$

Realität:

- Reihenschaltung von idealer Spannungsquelle und Innenwiderstand
- über den Innenwiderstand R_i fällt eine Spannung U_i ab
- $U_i = I \bullet R_i$

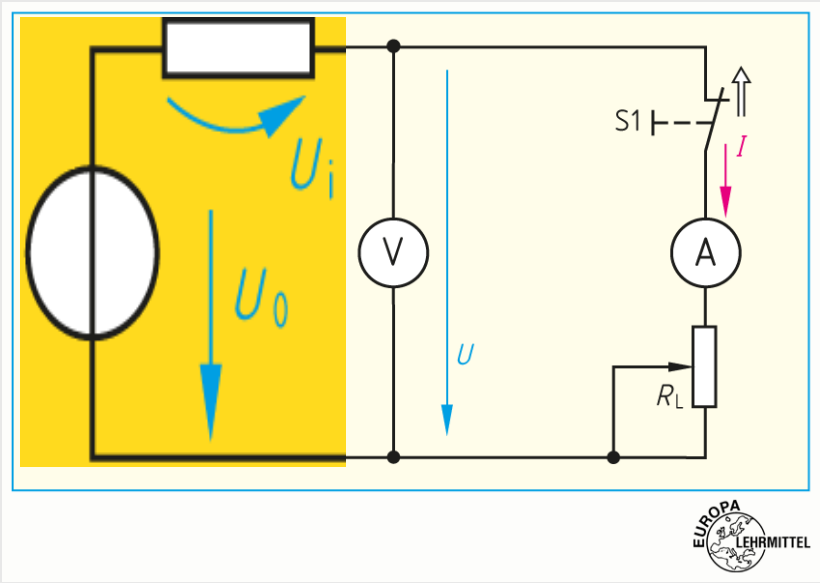


$$U = U_0 - U_i = U_0 - I \cdot R_i$$

$$I = U_0 / (R_i + R_L)$$

$$R_i = \Delta U / \Delta I$$

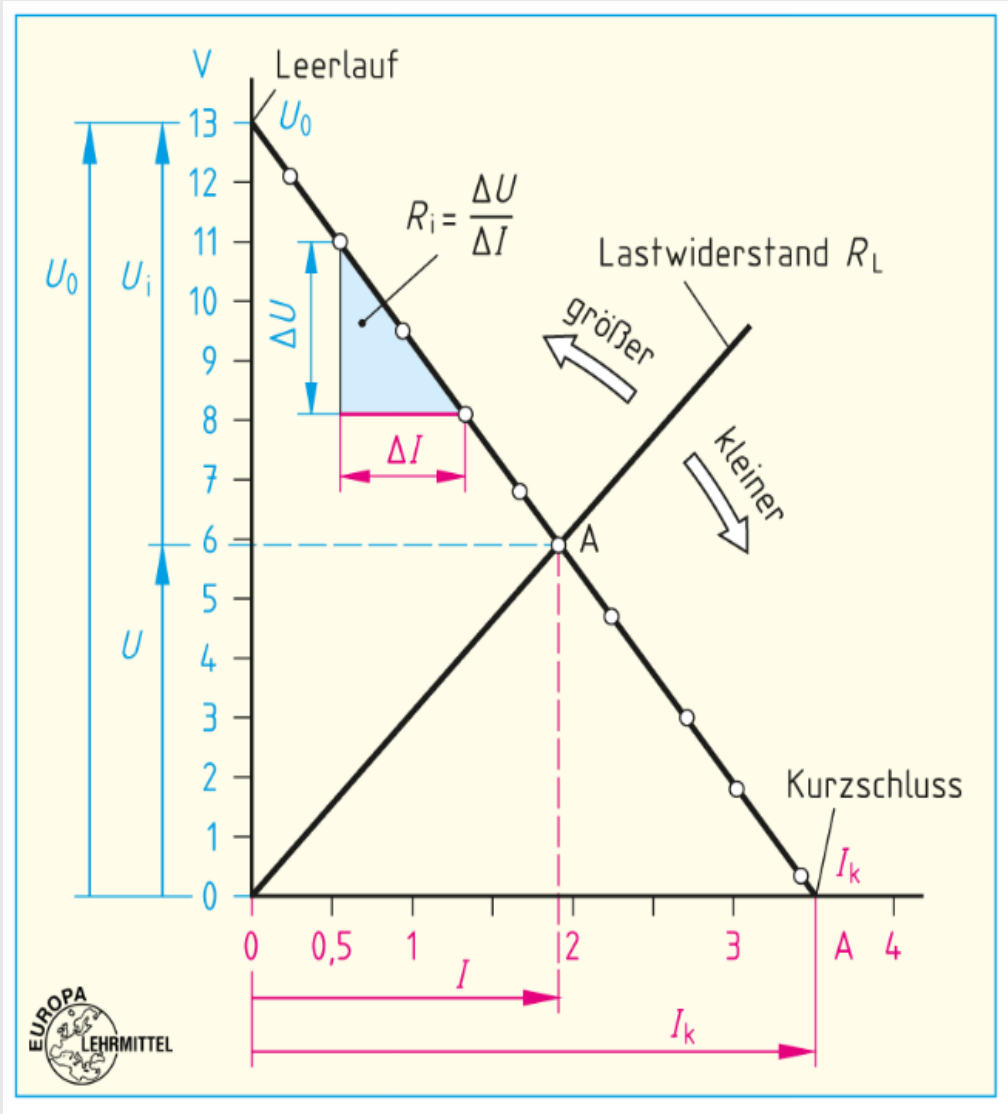
Versuch mit realer Spannungsquelle



$$U = U_0 - U_i = U_0 - I \cdot R_i$$

$$I = U_0 / (R_i + R_L)$$

$$R_i = \Delta U / \Delta I$$



Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 8	**Elektronik** Spannungsstabilisierung mit Z- Diode Übung	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

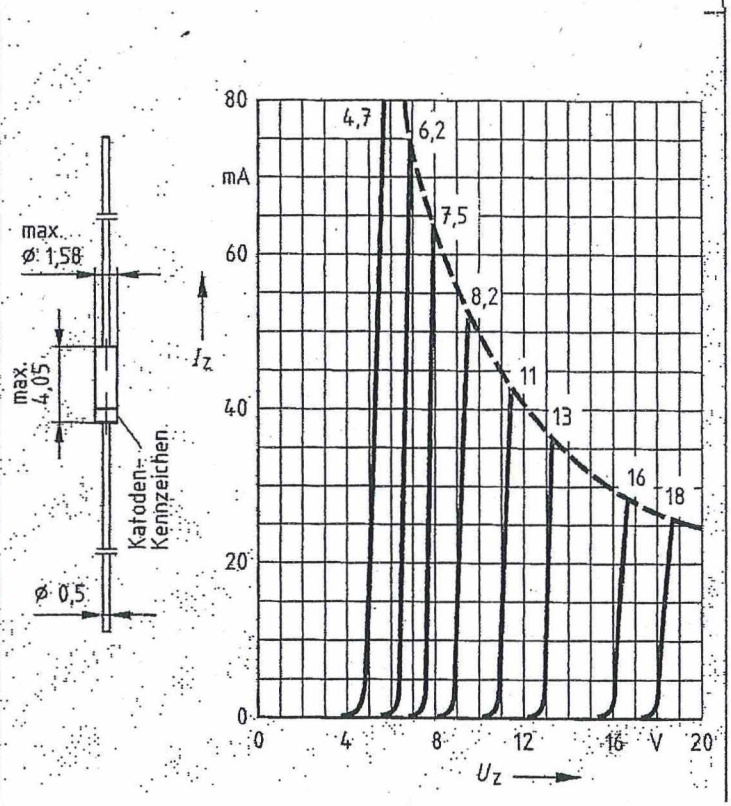
Fünf in Reihe geschaltete Leuchtdioden mit jeweils folgenden Kenndaten I_F = 20 - 25mA, U_F = 1,65V) sollen an einer Eingangsspannung U = 12V angeschlossen werden. Die Eingangsspannung schwankt um 10% und soll mit einer Z-Diode (s. Auszug aus dem Datenblatt) stabilisiert werden.

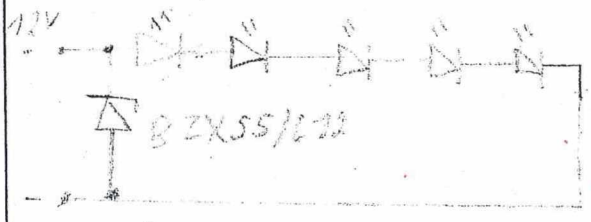
a.) Zeichnen Sie den Schaltplan der Stabilisierungsschaltung.
b.) Wählen Sie eine passende Z-Diode aus dem vorgegebenen Datenblatt aus.
Dimensionieren bzw. berechnen Sie entsprechende Bauelemente für die Stabilisierungsschaltung.
c.) Wählen Sie einen Widerstand aus E12-Reihe aus.

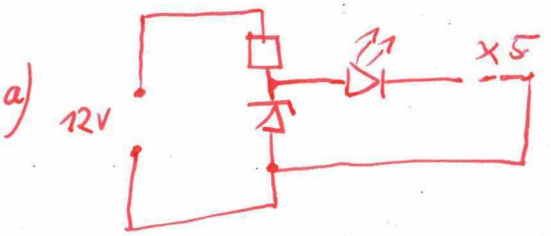
Auszug aus dem Datenblatt der Z-Diode BZX 55/ C3V9 ...BZX 55/C13

Grenzwerte		
Verlustleistung	P_{tot}	500 mW
Z-Strom	I_Z	P_{tot}/U_Z
Sperrschichttemperatur	ϑ_j	175 °C
Wärmewiderstand	R_{thU}	300 K/W

Diode	U_Z bei I_Z=5 mA	r_Z bei I_Z=5 mA	r_Z bei I_Z=1 mA
BZX55/C3V9	3,7... 4,1 V	<85 Ω	<600 Ω
BZX55/C4V7	4,4... 5,0 V	<60 Ω	<600 Ω
BZX55/C5V6	5,2... 6,0 V	<25 Ω	<200 Ω
BZX55/C6V2	5,8... 6,6 V	<10 Ω	<150 Ω
BZX55/C6V8	6,4... 7,2 V	< 8 Ω	< 50 Ω
BZX55/C7V5	7,0... 7,9 V	< 7 Ω	< 50 Ω
BZX55/C8V2	7,7... 8,7 V	< 7 Ω	< 50 Ω
BZX55/C9V1	8,5... 9,6 V	<10 Ω	< 50 Ω
BZX55/C10	9,4...10,6 V	<15 Ω	< 70 Ω
BZX55/C11	10,4...11,6 V	<20 Ω	< 70 Ω
BZX55/C12	11,4...12,7 V	<20 Ω	< 90 Ω
BZX55/C13	12,4...14,1 V	<26 Ω	<110 Ω





a)


$R = \frac{U}{I} = \frac{12\,V}{0{,}005\,A} = 2{,}4\,k\Omega$

c)

$R_{min} = 480\,\Omega$

$R_{max} = 600\,\Omega$

$8{,}25\,V = 5\,mA$

$\Delta = 8{,}25\,V - 5{,}0\,V = 3{,}25\,V$

$R_{max} = \frac{3{,}25\,V}{0{,}02\,A} = 162{,}5\,\Omega$

$R_{min} = \frac{3{,}25\,V}{0{,}022\,A} = 150\,\Omega$

c) 220Ω

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 8	Elektronik Spannungsstabilisierung mit Z- Diode Übung	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

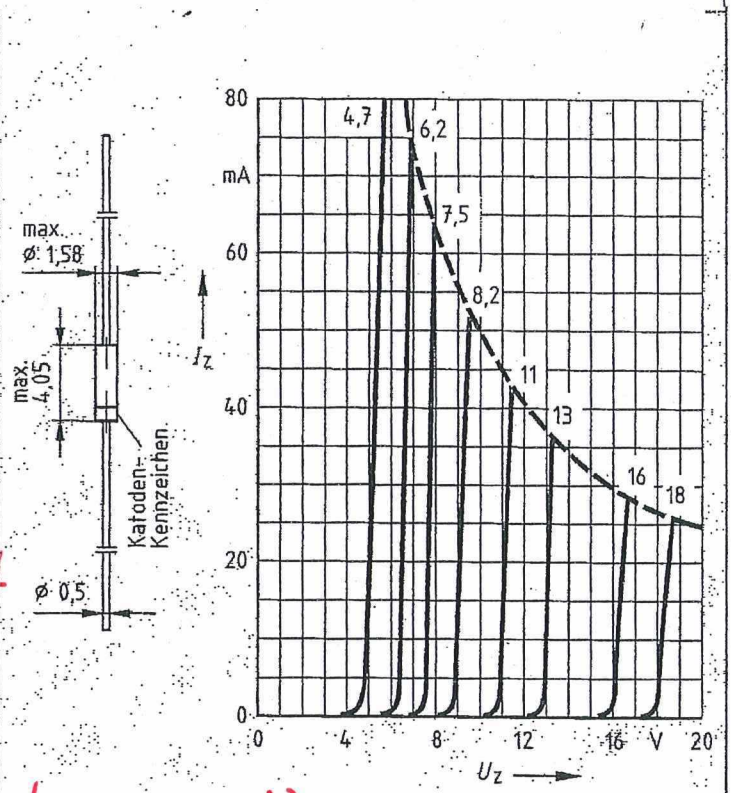
Fünf in Reihe geschaltete Leuchtdioden mit jeweils folgenden Kenndaten I_F = 20 - 25mA, U_F = 1,65V) sollen an einer Eingangsspannung U = 12V angeschlossen werden. Die Eingangsspannung schwankt um 10% und soll mit einer Z-Diode (s. Auszug aus dem Datenblatt) stabilisiert werden.

a.) Zeichnen Sie den Schaltplan der Stabilisierungsschaltung.
b.) Wählen Sie eine passende Z-Diode aus dem vorgegebenen Datenblatt aus.
Dimensionieren bzw. berechnen Sie entsprechende Bauelemente für die Stabilisierungsschaltung.
c.) Wählen Sie einen Widerstand aus E12-Reihe aus.

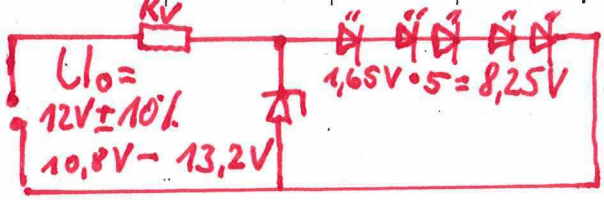
Auszug aus dem Datenblatt der Z-Diode BZX 55/ C3V9 ...BZX 55/C13

Grenzwerte		
Verlustleistung	P_{tot}	500 mW
Z-Strom	I_Z	P_{tot}/U_Z
Sperrschichttemperatur	ϑ_j	175 °C
Wärmewiderstand	R_{thU}	300 K/W

Diode	U_Z bei I_Z=5 mA	r_Z bei I_Z=5 mA	r_Z bei I_Z=1 mA
BZX55/C3V9	3,7 ... 4,1 V	<85 Ω	<600 Ω
BZX55/C4V7	4,4 ... 5,0 V	<60 Ω	<600 Ω
BZX55/C5V6	5,2 ... 6,0 V	<25 Ω	<200 Ω
BZX55/C6V2	5,8 ... 6,6 V	<10 Ω	<150 Ω
BZX55/C6V8	6,4 ... 7,2 V	< 8 Ω	< 50 Ω
BZX55/C7V5	7,0 ... 7,9 V	< 7 Ω	< 50 Ω
BZX55/C8V2	7,7 ... 8,7 V	< 7 Ω	< 50 Ω
BZX55/C9V1	8,5 ... 9,6 V	<10 Ω	< 50 Ω
BZX55/C10	9,4 ...10,6 V	<15 Ω	< 70 Ω
BZX55/C11	10,4 ...11,6 V	<20 Ω	< 70 Ω
BZX55/C12	11,4 ...12,7 V	<20 Ω	< 90 Ω
BZX55/C13	12,4 ...14,1 V	<26 Ω	<110 Ω



a)



b) BZX 55/C8V2

$R_{V\,min} = \frac{U_{1max} - U_Z}{I_{Zmax} + I_{Fmin}} = \frac{13,2V - 8,7V}{0,005A + 0,02A} = 180\,\Omega$

$R_{Vmax} = \frac{U_{1min} - U_Z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}} = \frac{10,8V - 8,7V}{0,0017 + 0,025A} = 80\,\Omega$

Unbelasteter Spannungsteiler

Beim unbelasteten Spannungsteiler wird die Spannung durch zwei in Reihe geschaltete Teilwiderstände R_1 und R_2 aufgeteilt **(Bild 1)**.

Beispiel

Ein unbelasteter Spannungsteiler **(Bild 1)** hat folgende Werte: $R_1 = 300\ \Omega$, $R_2 = 100\ \Omega$ und $U = 100$ V. Berechnen Sie die Leerlaufspannung U_{20} des Spannungsteilers.

Lösung:

$$\frac{U_{20}}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \boldsymbol{U_{20}} = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100\,\text{V} \cdot \frac{100\ \Omega}{300\ \Omega + 100\ \Omega} = \mathbf{25\,V}$$

➡ Spannungsteiler mit nichtlinearen Widerständen: **Seite 76**

Aufgaben zum unbelasteten Spannungsteiler

1 Ein unbelasteter Spannungsteiler **(Bild 1)** hat die Werte $R_1 = 1{,}5$ kΩ, $R_2 = 5{,}5$ kΩ und $U = 12$ V. Berechnen Sie die Spannung U_{20} im Leerlauf.

2 Der unbelastete Spannungsteiler **(Bild 1)** mit den Widerständen $R_1 = 25$ kΩ und $R_2 = 90$ kΩ liegt an $U = 15$ V. Berechnen Sie die Leerlaufspannung U_{20}.

3 Ein unbelasteter Spannungsteiler liegt an einer Spannung von 24 V. Die Widerstände R_1 und R_2 verhalten sich wie 3 : 5. Berechnen Sie die Leerlaufspannung U_{20}.

4 Drei Widerstände sind nach **Bild 2** geschaltet. Berechnen Sie die Spannung zwischen den Punkten **a)** A und B, **b)** A und C, **c)** B und C, **d)** B und D, **e)** C und D.

5 Der unbelastete Spannungsteiler wie in **Bild 1** aus $R_1 = 2{,}7$ kΩ und $R_2 = 8{,}1$ kΩ soll eine Leerlaufspannung von $U_{20} = 6{,}0$ V abgeben. Wie hoch muss die Spannung U sein?

6 An dem unbelasteten Spannungsteiler **(Bild 1)** liegt die Spannung $U = 24$ V. Am Widerstand $R_2 = 12$ kΩ wird eine Leerlaufspannung von $U_{20} = 9$ V gemessen. Berechnen Sie den Widerstand R_1.

7 Ein Schleifdrahtpotenziometer besitzt 640 Windungen und ist an 24 V angeschlossen. Wie viele Windungen müssen jeweils abgegriffen werden, um die Spannungen **a)** 15 V, **b)** 5 V, **c)** 3 V und **d)** 6,3 V zu erhalten?

8 Zur Temperaturerfassung wird die in **Bild 3** gezeigte Schaltung verwendet. Für den NTC (10 kΩ) gilt die Kennlinie nach **Bild 3, Seite 73**. Berechnen Sie **a)** die Teilspannung U_{20} bei einer Temperatur des NTC von 20 °C und 60 °C sowie **b)** die Temperatur ϑ des NTC bei einer Teilspannung $U_{20} = 3{,}2$ V.

9 Eine Heizwendel hat 450 Windungen und liegt an 230 V. Berechnen Sie die Spannung zwischen 2 aufeinanderfolgenden Windungen.

10 Ein Stellwiderstand für 60 V hat 380 Windungen und liegt an 24 V. Berechnen Sie die Spannung zwischen 2 aufeinanderfolgenden Windungen.

Unbelasteter Spannungsteiler

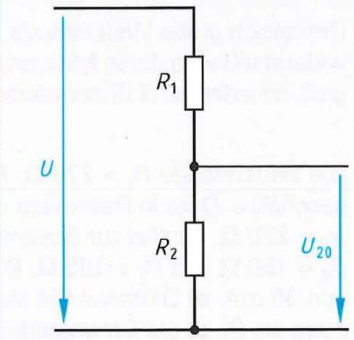


Bild 1

$$U_{20} = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U}{U_{20}} - 1$$

R_1, R_2	Spannungsteilerwiderstände
U	Gesamtspannung
U_{20}	Teilspannung bei Leerlauf

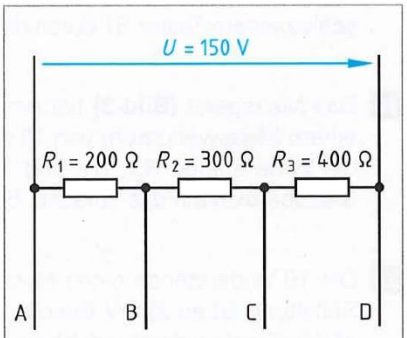


Bild 2: Spannungsteiler

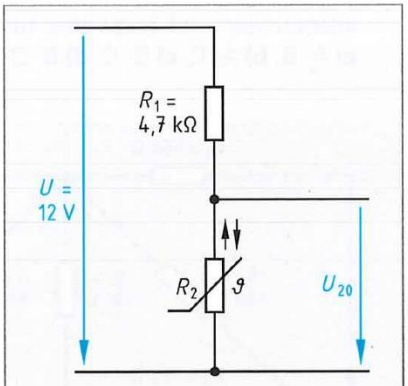


Bild 3: Spannungsteiler zur Temperaturerfassung

Belasteter Spannungsteiler

Durch Zuschalten eines Lastwiderstandes an den unbelasteten Spannungsteiler entsteht eine gemischte Schaltung.

Beispiel

Der Spannungsteiler **(Bild 1)** mit den Widerständen $R_1 = 30\ \text{k}\Omega$, $R_2 = 12\ \text{k}\Omega$ und $R_L = 56\ \text{k}\Omega$ liegt an $U = 6\ \text{V}$.
Berechnen Sie
a) die Spannung am Lastwiderstand,
b) den Laststrom I_L und den Querstrom I_q,
c) das Querstromverhältnis q.

Lösung:

a) $R_{2L} = \dfrac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L} = \dfrac{12\ \text{k}\Omega \cdot 56\ \text{k}\Omega}{12\ \text{k}\Omega + 56\ \text{k}\Omega} = 9{,}9\ \text{k}\Omega$

$R = R_1 + R_{2L} = 30\ \text{k}\Omega + 9{,}9\ \text{k}\Omega = 39{,}9\ \text{k}\Omega$

$\boldsymbol{U_2} = U \cdot \dfrac{R_{2L}}{R_1 + R_{2L}} = U \cdot \dfrac{R_{2L}}{R} = \dfrac{6\ \text{V} \cdot 9{,}9\ \text{k}\Omega}{39{,}9\ \text{k}\Omega} = \mathbf{1{,}49\ V}$

b) $\boldsymbol{I_L} = \dfrac{U_2}{R_L} = \dfrac{1{,}49\ \text{V}}{56\ \text{k}\Omega} = \mathbf{0{,}027\ mA}$

c) $\boldsymbol{q} = \dfrac{R_L}{R_2} = \dfrac{56\ \text{k}\Omega}{12\ \text{k}\Omega} = \mathbf{4{,}7}$

Aufgaben zum belasteten Spannungsteiler

1 Der belastete Spannungsteiler **(Bild 1)** hat $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 35\ \Omega$, $R_L = 50\ \Omega$ und $U = 30\ \text{V}$. Berechnen Sie **a)** U_2 und **b)** I_L.

2 Der Spannungsteiler **(Bild 2)** hat die Widerstände $R_1 = 820\ \Omega$, $R_2 = 390\ \Omega$, $R_{L1} = 1{,}2\ \text{k}\Omega$, $R_{L2} = 2{,}2\ \text{k}\Omega$ und liegt an einer Spannung von $U = 6\ \text{V}$. Ermitteln Sie die Spannung an R_2 **a)** für die Potentiometerstellung A und **b)** für die Stellung E.

4 Ein Spannungsteiler mit dem Gesamtwiderstand 280 Ω ist nach **Bild 1** geschaltet und liegt an 24 V. Er soll so eingestellt werden, dass sich die Widerstände R_1 und R_2 wie 3 : 1 verhalten. Berechnen Sie **a)** die Teilwiderstände R_1 und R_2, **b)** die Spannung U_{20} an R_2 beim unbelasteten Spannungsteiler, **c)** die Spannung U_2 bei Belastung mit $R_L = 200\ \Omega$, **d)** den Querstrom, **e)** den Laststrom und **f)** das Querstromverhältnis.

5 In einem Temperaturregler befindet sich der Spannungsteiler **(Bild 3)**. Für den verwendeten NTC (10 kΩ) gilt die Kennlinie **Bild 3, Seite 73**. Bestimmen Sie **a)** die Spannung U_2 für die Temperaturen zwischen 0 °C und 120 °C in 20-K(Kelvin)-Schritten. **b)** Zeichnen Sie den Verlauf von U_2 als Funktion der Temperatur.

Belasteter Spannungsteiler

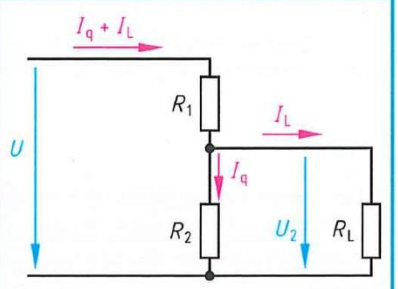


Bild 1

$$U_2 = U \cdot \frac{R_{2L}}{R_1 + R_{2L}}$$

$$R_{2L} = \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L};\quad q = \frac{I_q}{I_L} = \frac{R_L}{R_2}$$

R_L	Lastwiderstand
R_1, R_2	Teilwiderstände
R_{2L}	Ersatzwiderstand aus R_2 und R_L
U	Gesamtspannung
U_2	Teilspannung bei Belastung
U_{20}	Teilspannung im Leerlauf
I_L	Laststrom
I_q	Querstrom
q	Querstromverhältnis

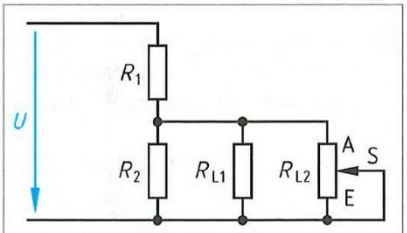


Bild 2: Spannungsteiler

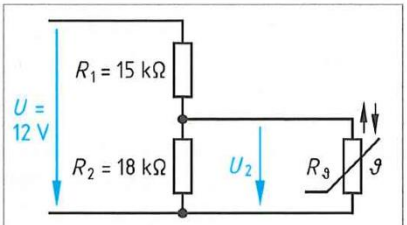
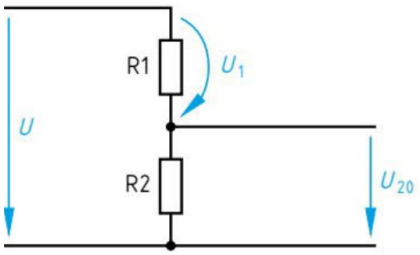


Bild 3: Temperaturabhängiger Spannungsteiler

1. Unbelasteter Spannungsteiler:

Simulieren Sie mit PHET DC einen unbelasteten Spannungsteiler mit dem Gesamtwiderstand von $R_G = R_1 + R_2 = 120\,\Omega$ und der Spannung $U = 10\,V$.
Messen Sie die Spannung U_{20} für verschiedene Widerstandsverhältnisse $\frac{R_2}{R_G}$.

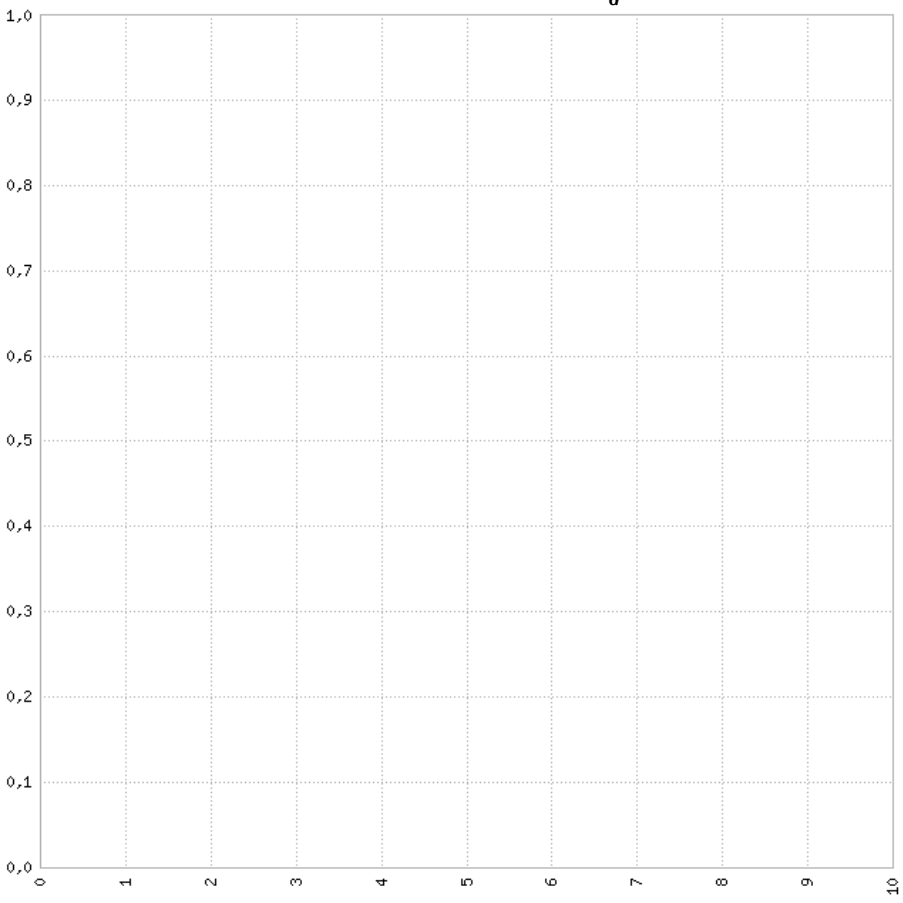
$\frac{R_2}{R_G}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
R_1 in Ω	120	108	96								
R_2 in Ω	0	12	24								
U_{20} in V											



Unbelasteter Spannungsteiler

Zeichen Sie die Kennlinie von U_{20}(X-Achse) zu $\frac{R_2}{R_G}$ (Y-Achse).

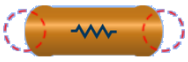
y = $\frac{R_2}{R_G}$



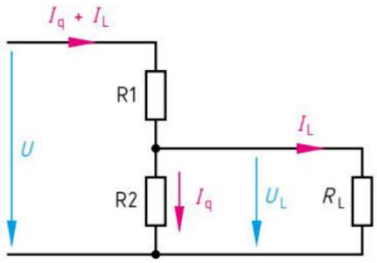
$x = U_{20}\ in\ V$

2. Belasteter Spannungsteiler:

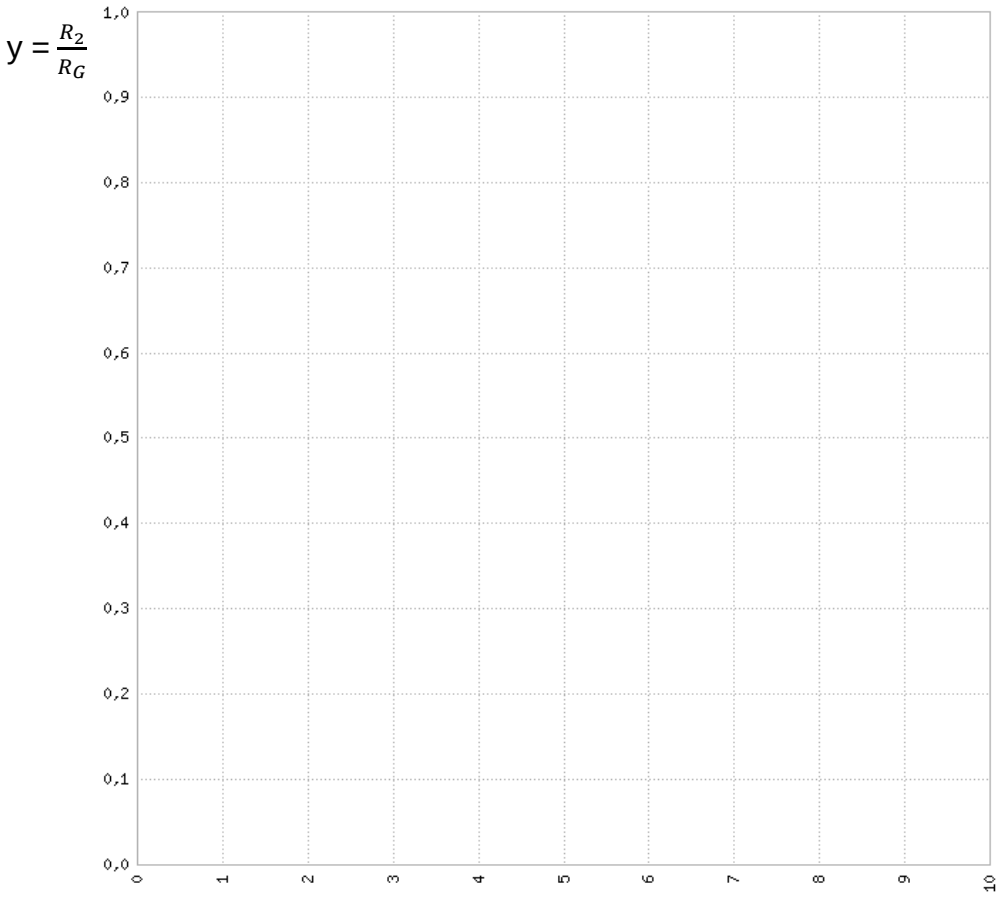
Simulieren Sie mit PHET DC einen belasteten Spannungsteiler mit dem Gesamtwiderstand von $R_G = R_1 + R_2 = 100\,\Omega$, der Spannung $U = 10\,V$ mit $R_{L1} = 50\,\Omega$ und $R_{L2} = 500\,\Omega$. Messen Sie die Spannung U_{20} für verschiedene Widerstandsverhältnisse $\frac{R_2}{R_G}$.

Hinweis: Für 500 Ω können Sie den Lastwiderstand nutzen. 

$\frac{R_2}{R_G}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
R_1 in Ω											
R_2 in Ω											
U_{L1} in V bei : $R_{L1} = 50\,\Omega$											
U_{L2} in V bei : $R_{L2} = 500\,\Omega$											



Zeichnen Sie die Kennlinien von $\frac{R_2}{R_G}$ und U_L für beide Lastwiderstände.



1. Verhältnisse:

Rezept für Gin Tonic (Alkoholfrei)
Gin Tonic Rezept - Cocktail (schweppes.de)



Zutaten
Gin Alkoholfrei (4 cl)
Schweppes Indian Tonic Water (16 cl)

Zubereitung
Gin in ein Longdrinkglas mit Eiswürfeln geben und mit Indian Tonic Water auffüllen.

Berechnen Sie das Verhältnis von Gin zu Tonic.

Skizziere Sie die Aufteilung von Gin und Tonic im Glas.

Berechnen Sie, wie viel Gin und wie viel Tonic wird für 1 l Cocktail benötigt wird?

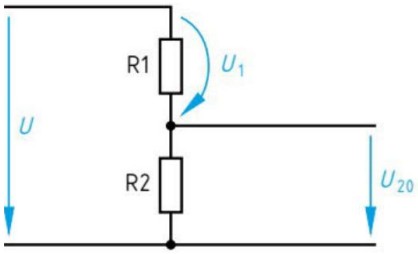
Wie viel Gin wird für 400 ml Tonic benötigt und welche Menge Cocktail ergibt sich daraus?

Wie viel Tonic wird für 20 cl Gin benötigt und welche Menge Cocktail ergibt sich daraus?

2. Unbelasteter Spannungsteiler:

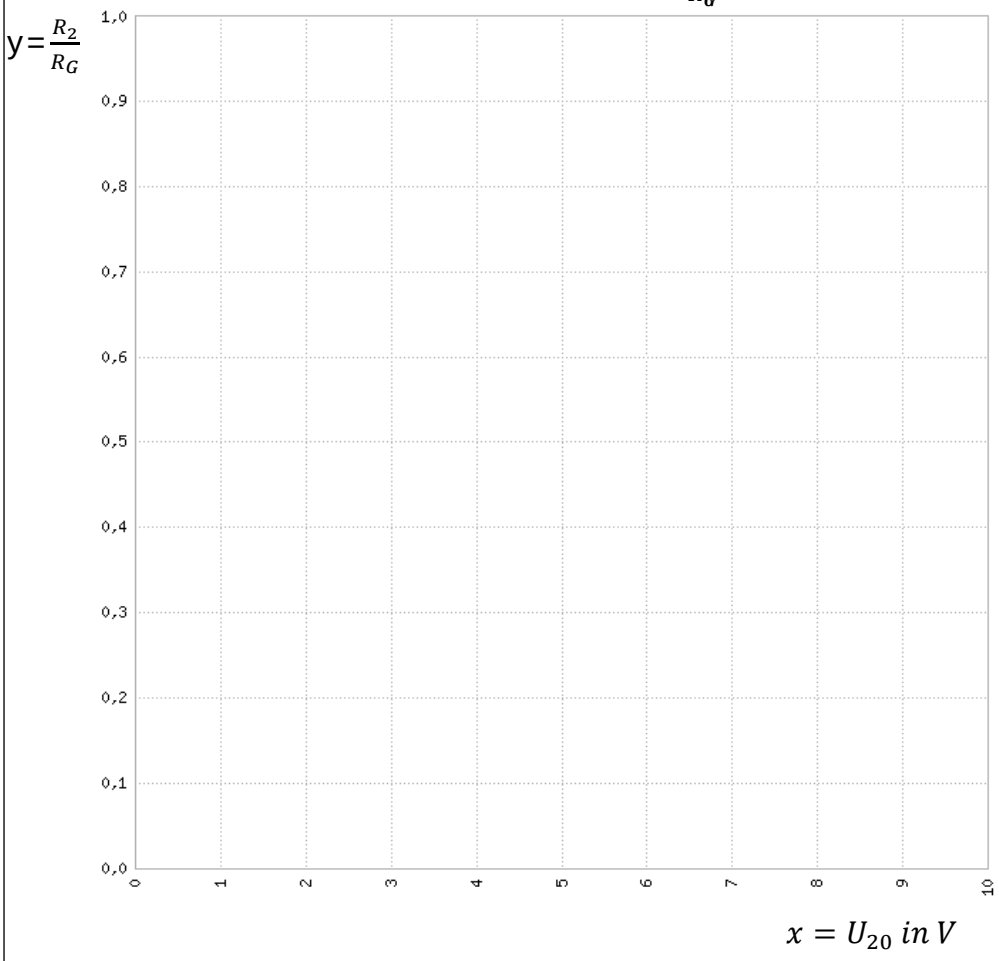
Simulieren Sie mit PHET DC einen unbelasteten Spannungsteiler mit dem Gesamtwiderstand von $R_G = R_1 + R_2 = 120\,\Omega$ und der Spannung $U = 10\,V$.
Messen Sie die Spannung U_{20} für verschiedene Widerstandsverhältnisse $\frac{R_2}{R_G}$.

$\frac{R_2}{R_G}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
R_1 in Ω											
R_2 in Ω											
U_{20} in V											



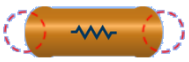
Unbelasteter Spannungsteiler

Zeichen Sie die Kennlinie von U_{20}(X-Achse) zu $\frac{R_2}{R_G}$ (Y-Achse).

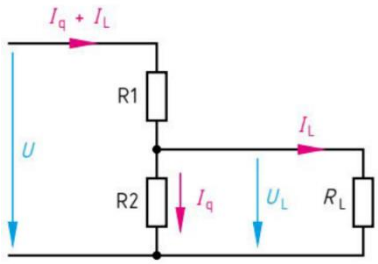


3. Belasteter Spannungsteiler:

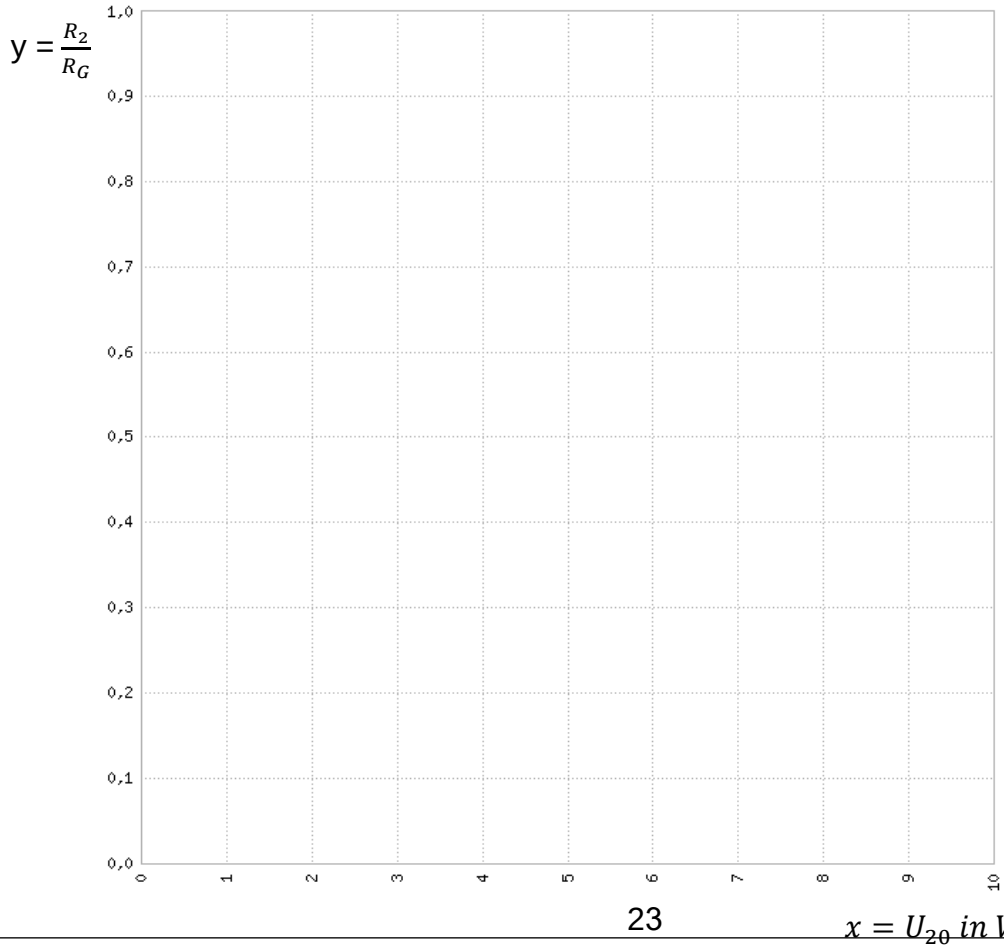
Simulieren Sie mit PHET DC einen belasteten Spannungsteiler mit dem Gesamtwiderstand von $R_G = R_1 + R_2 = 100\,\Omega$, der Spannung $U = 10\,V$ mit $R_{L1} = 50\,\Omega$ und $R_{L2} = 500\,\Omega$.
Messen Sie die Spannung U_{20} für verschiedene Widerstandsverhältnisse $\frac{R_2}{R_G}$.
Hinweis: Für 500 Ω können Sie den Lastwiderstand nutzen.



$\frac{R_2}{R_G}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
R_1 in Ω											
R_2 in Ω											
U_{L1} in V bei : $R_{L1} = 50\,\Omega$											
U_{L2} in V bei : $R_{L2} = 500\,\Omega$											



Zeichnen Sie die Kennlinien von $\frac{R_2}{R_G}$ und U_L für beide Lastwiderstände.



3.8.3 Gemischte Schaltungen (Gruppenschaltungen)

Gemischte Schaltungen (Gruppenschaltungen) sind Kombinationen aus Reihenschaltungen und Parallelschaltungen.

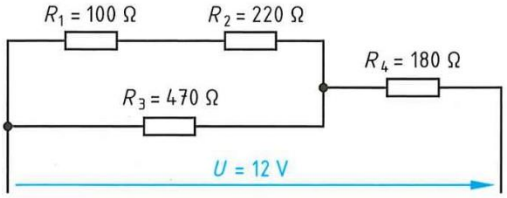


Bild 1: Gemischte Schaltung

Beispiel

Vier Widerstände sind nach **Bild 1** geschaltet. Berechnen Sie **a)** den Ersatzwiderstand R, **b)** den Gesamtstrom I, **c)** die Teilströme I_1 bis I_4 und die Teilspannungen U_1 bis U_4.

Lösung:

a) (Bild 2)

1. Schritt: $R_I = R_1 + R_2 = 100\ \Omega + 220\ \Omega = 320\ \Omega$

2. Schritt: $R_{II} = \dfrac{R_I \cdot R_3}{R_I + R_3} = \dfrac{320\ \Omega \cdot 470\ \Omega}{320\ \Omega + 470\ \Omega}$

$$= \frac{150400\ \Omega^2}{790\ \Omega} = 190\ \Omega$$

3. Schritt: $\boldsymbol{R} = R_{II} + R_4 = 190\ \Omega + 180\ \Omega = \mathbf{370\ \Omega}$

b) $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{12\ V}{370\ \Omega} = \mathbf{32{,}4\ mA}$

c) $\boldsymbol{U_4} = I \cdot R_4 = 32{,}4\ mA \cdot 180\ \Omega = \mathbf{5{,}83\ V}$

$\boldsymbol{U_3} = U - U_4 = 12\ V - 5{,}83\ V = \mathbf{6{,}17\ V}$

$I_3 = \dfrac{U_3}{R_3} = \dfrac{6{,}17\ V}{470\ \Omega} = \mathbf{13{,}1\ mA}$

$\boldsymbol{I_1} = I - I_3 = 32{,}4\ mA - 13{,}1\ mA = \mathbf{19{,}3\ mA}$

$\boldsymbol{U_1} = I_1 \cdot R_1 = 19{,}3\ mA \cdot 100\ \Omega = \mathbf{1{,}93\ V}$

$\boldsymbol{U_2} = I_1 \cdot R_2 = 19{,}3\ mA \cdot 220\ \Omega = \mathbf{4{,}25\ V}$

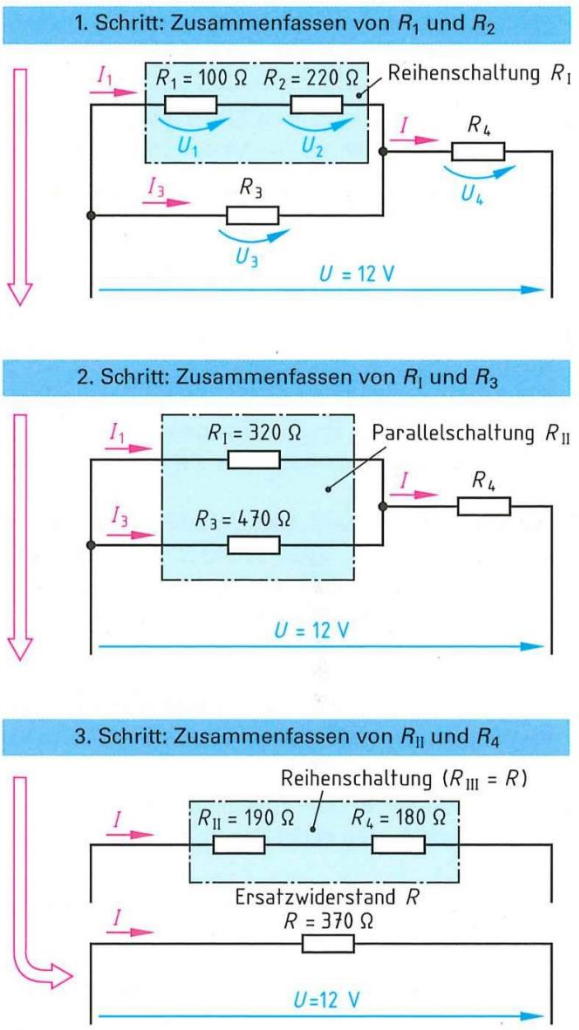


Bild 2: Lösungsweg zu Schaltung Bild 1

Aufgaben zu 3.8.3

1 Die Widerstände R_1, R_2 und R_3 sind nach **Bild 3** geschaltet. Berechnen Sie **a)** den Ersatzwiderstand, **b)** die Teilströme, **c)** den Gesamtstrom, **d)** die Teilspannung U_1 und **e)** die Gesamtspannung der Schaltung.

2 Drei Widerstände sind nach **Bild 4** geschaltet. Berechnen Sie **a)** den Ersatzwiderstand, **b)** die Ströme I_2 und I_1, **c)** die Teilspannungen und **d)** die Gesamtspannung.

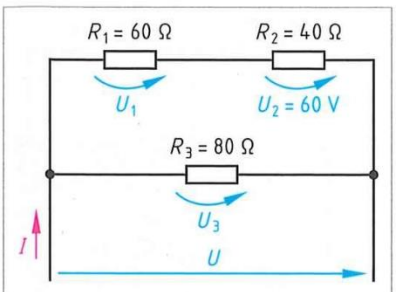


Bild 3: Gemischte Schaltung

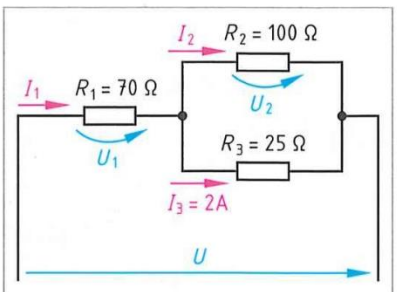


Bild 4: Gemischte Schaltung

1.

a) $R_1 = R_1 + R_2 = 60\ \Omega + 40\ \Omega = 100\ \Omega$; $\boldsymbol{R} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} = \frac{100\ \Omega \cdot 80\ \Omega}{100\ \Omega + 80\ \Omega} = \mathbf{44{,}4\ \Omega}$

b) $I_1 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{60\ V}{40\ \Omega} = \mathbf{1{,}5\ A}$; $\frac{I_3}{I_1} = \frac{R_1}{R_3} \Rightarrow I_3 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_3} = 1{,}5\ A \cdot \frac{100\ \Omega}{80\ \Omega} = \mathbf{1{,}88\ A}$

c) $\boldsymbol{I} = I_1 + I_3 = 1{,}5\ A + 1{,}88\ A = \mathbf{3{,}38\ A}$ **d)** $\boldsymbol{U_1} = R_1 \cdot I_1 = 60\ \Omega \cdot 1{,}5\ A = \mathbf{90\ V}$

e) $\boldsymbol{U} = U_1 + U_2 = 90\ V + 60\ V = \mathbf{150\ V}$

2.

a) $R_1 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{100\ \Omega \cdot 25\ \Omega}{100\ \Omega + 25\ \Omega} = 20\ \Omega$; $\boldsymbol{R} = R_1 + R_1 = 20\ \Omega + 70\ \Omega = \mathbf{90\ \Omega}$

b) $I_2 = \frac{R_3 \cdot I_3}{R_2} = \frac{25\ \Omega \cdot 2A}{100\ \Omega} = \mathbf{0{,}5\ A}$; $\boldsymbol{I_1} = I_2 + I_3 = 0{,}5\ A + 2\ A = \mathbf{2{,}5\ A}$

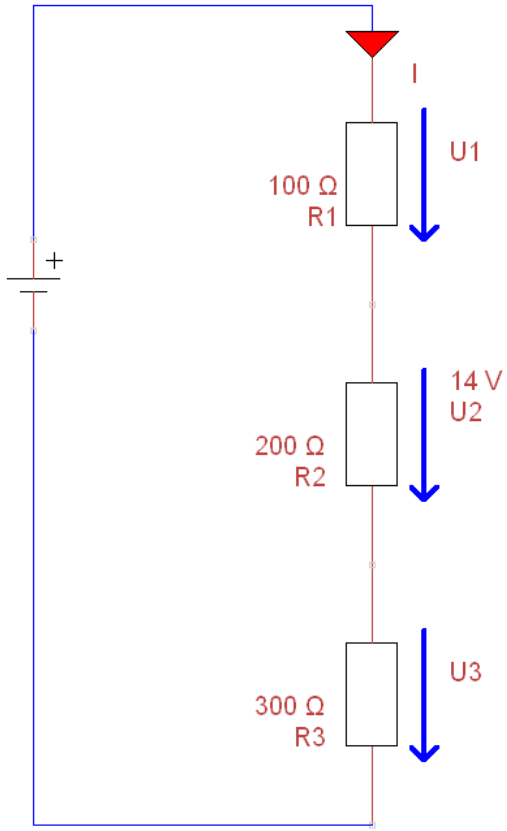
c) $\boldsymbol{U_1} = I_1 \cdot R_1 = 2{,}5\ A \cdot 70\ \Omega = \mathbf{175\ V}$; $\boldsymbol{U_2} = R_3 \cdot I_3 = 25\ \Omega \cdot 2\ A = \mathbf{50\ V}$

d) $\boldsymbol{U} = U_1 + U_2 = 175\ V + 50\ V = \mathbf{225\ V}$

1) Spannungsteiler anwenden

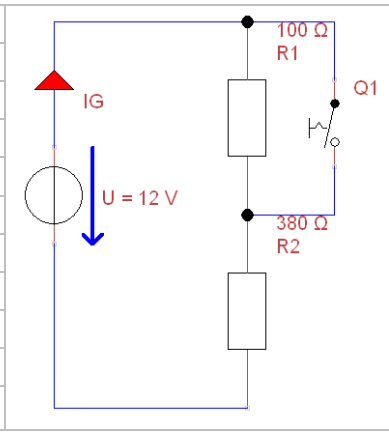
Bestimmen Sie mithilfe der Spannungsteilung *(3.1.1 Gesetze der Spannungsteilung)* die Spannung U1 und U3. An welchem Widerstand liegt die höchste Spannung an?

$$I = \frac{U_G}{R_G} = - = - = -$$



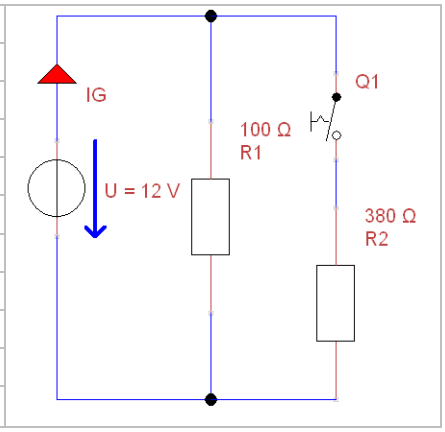
2) Strom einer Spannungsquelle Strom einer Spannungsquelle

Berechnen Sie den Strom I bei offenen und geschlossenen Schalter Q1.



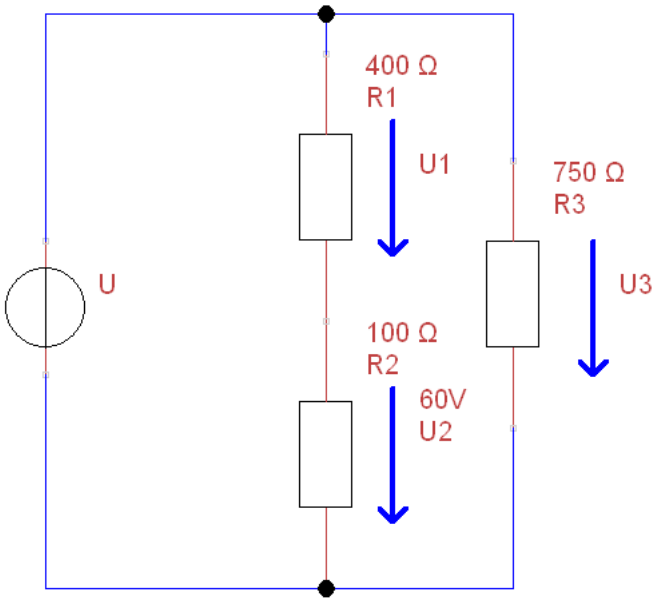
3) *Strom einer Spannungsquelle Strom einer Spannungsquelle*

Berechnen Sie den Strom I bei offenen und geschlossenen Schalter Q1.



4) *Gemischte Schaltungen*

Berechnen Sie:
a) den Gesamtwiderstand,
b) die Teilströme,
c) den Gesamtstrom,
d) die Teilspannung U1 und
e) die Gesamtspannung



5) Übungsaufgaben:

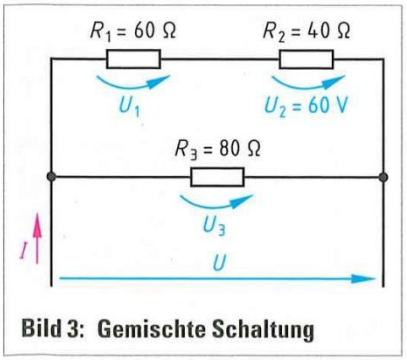


Bild 3: Gemischte Schaltung

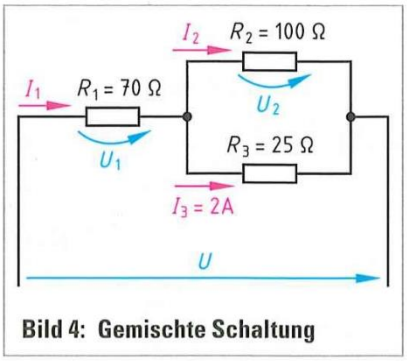


Bild 4: Gemischte Schaltung

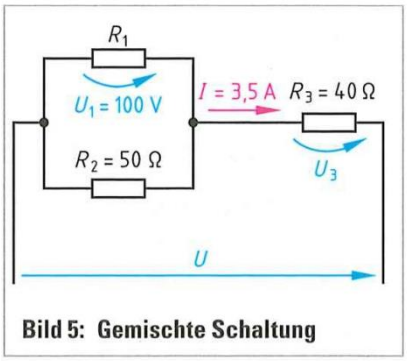


Bild 5: Gemischte Schaltung

1 Die Widerstände R_1, R_2 und R_3 sind nach **Bild 3** geschaltet. Berechnen Sie **a)** den Ersatzwiderstand, **b)** die Teilströme, **c)** den Gesamtstrom, **d)** die Teilspannung U_1 und **e)** die Gesamtspannung der Schaltung.

2 Drei Widerstände sind nach **Bild 4** geschaltet. Berechnen Sie **a)** den Ersatzwiderstand, **b)** die Ströme I_2 und I_1, **c)** die Teilspannungen und **d)** die Gesamtspannung.

3 Die Widerstände R_1, R_2 und R_3 sind nach **Bild 5, Seite 51** geschaltet. Berechnen Sie **a)** die Spannungen U_3 und U, **b)** den Widerstand R_1 und den Gesamtwiderstand R.

4 Die Widerstände $R_1 = 40\ \Omega$ und $R_2 = 120\ \Omega$ liegen parallel an 150 V. Dazu in Reihe liegt der Widerstand $R_3 = 18\ \Omega$. **a)** Skizzieren Sie die Schaltung. Berechnen Sie **b)** den Ersatzwiderstand, **c)** die Teilströme, **d)** den Gesamtstrom, **e)** die Spannung an R_3 und **f)** die Gesamtspannung.

5 Die Widerstände $R_1 = 18\ \Omega$, $R_2 = 24\ \Omega$ und $R_3 = 36\ \Omega$ liegen in Reihe an 230 V. Parallel zu R_2 und R_3 liegt $R_4 = 30\ \Omega$. **a)** Skizzieren Sie die Schaltung. Berechnen Sie **b)** den Ersatzwiderstand, **c)** die Spannung am Widerstand R_4 und **d)** den Strom durch den Widerstand R_2.

51/1. **a)** $R_1 = R_1 + R_2 = 60\ \Omega + 40\ \Omega = 100\ \Omega$; $R = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} = \frac{100\ \Omega \cdot 80\ \Omega}{100\ \Omega + 80\ \Omega} = 44{,}4\ \Omega$

b) $I_1 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{60\ V}{40\ \Omega} = 1{,}5\ A$; $\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow I_3 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_3} = 1{,}5\ A \cdot \frac{100\ \Omega}{80\ \Omega} = 1{,}88\ A$

c) $I = I_1 + I_3 = 1{,}5\ A + 1{,}88\ A = 3{,}38\ A$ **d)** $U_1 = R_1 \cdot I_1 = 60\ \Omega \cdot 1{,}5\ A = 90\ V$

e) $U = U_1 + U_2 = 90\ V + 60\ V = 150\ V$

51/2. **a)** $R_1 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{100\ \Omega \cdot 25\ \Omega}{100\ \Omega + 25\ \Omega} = 20\ \Omega$; $R = R_1 + R_1 = 20\ \Omega + 70\ \Omega = 90\ \Omega$

b) $I_2 = \frac{R_3 \cdot I_3}{R_2} = \frac{25\ \Omega \cdot 2\ A}{100\ \Omega} = 0{,}5\ A$; $I_1 = I_2 + I_3 = 0{,}5\ A + 2\ A = 2{,}5\ A$

c) $U_1 = I_1 \cdot R_1 = 2{,}5\ A \cdot 70\ \Omega = 175\ V$; $U_2 = R_3 \cdot I_3 = 25\ \Omega \cdot 2\ A = 50\ V$

d) $U = U_1 + U_2 = 175\ V + 50\ V = 225\ V$

52/3. **a)** $U_3 = R_3 \cdot I = 40\ \Omega \cdot 3{,}5\ A = 140\ V$; $U = U_1 + U_3 = 100\ V + 140\ V = 240\ V$

b) $R = \frac{U}{I} = \frac{240\ V}{3{,}5\ A} = 68{,}57\ \Omega$; $R' = R - R_3 = 68{,}57\ \Omega - 40\ \Omega = 28{,}57\ \Omega$

$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R'} - \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_1 = \frac{1}{\frac{1}{28{,}57\ \Omega} - \frac{1}{50\ \Omega}} = 66{,}7\ \Omega$

52/4. **b)** $R_1 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40\ \Omega \cdot 120\ \Omega}{40\ \Omega + 120\ \Omega} = 30\ \Omega$

$R = R_1 + R_3 = 30\ \Omega + 18\ \Omega = 48\ \Omega$

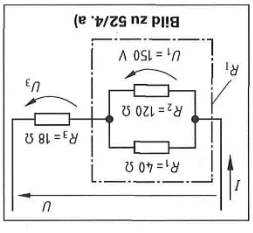
c) $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{150\ V}{40\ \Omega} = 3{,}75\ A$

$I_2 = \frac{U_1}{R_2} = \frac{150\ V}{120\ \Omega} = 1{,}25\ A$

d) $I = I_1 + I_2 = 3{,}75\ A + 1{,}25\ A = 5\ A$

e) $U_3 = I \cdot R_3 = 5\ A \cdot 18\ \Omega = 90\ V$

f) $U = U_1 + U_3 = 150\ V + 90\ V = 240\ V$



52/5. **b)** $R_1 = R_2 + R_3 = 24\ \Omega + 36\ \Omega = 60\ \Omega$

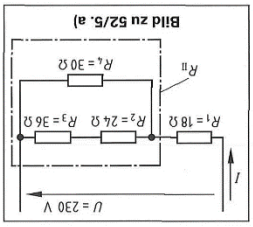
$R_{II} = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4} = \frac{60\ \Omega \cdot 30\ \Omega}{60\ \Omega + 30\ \Omega} = 20\ \Omega$

$R = R_1 + R_{II} = 18\ \Omega + 20\ \Omega = 38\ \Omega$

c) Spannung an R_4: $\frac{U_{II}}{U} = \frac{R_{II}}{R}$

$U_4 = U_{II} = \frac{U \cdot R_{II}}{R} = \frac{230\ V \cdot 20\ \Omega}{38\ \Omega} = 121\ V$

d) Strom durch R_2: $I_2 = \frac{U_{II}}{R_1} = \frac{121\ V}{60\ \Omega} = 2{,}02\ A$



Innenwiderstand von Spannungsquellen

Im Allgemeinen wird eine Spannungsquelle **(Bild 1)** nur als verlustfreies Bauelement betrachtet. Die Spannungsquelle stellt eine Quellenspannung U_0 zur Verfügung. In der Praxis haben jedoch auch Spannungsquellen Wärmeverluste, die betrachtet werden müssen.



Bild 1: Spannungsquellen (Beispiele)

1. Welche Aussage kann man im **Bild 2** über die Größe der Klemmenspannung U im Vergleich zur Quellenspannung U_0 treffen? Ergänzen Sie das zutreffende Zeichen (gleich, kleiner, größer).

Klemmenspannung U		Quellenspannung U_0

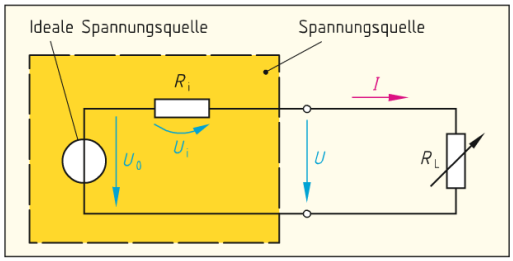


Bild 2: Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle

2. Bei Belastung einer Spannungsquelle treten im Innern immer Wärmeverluste auf. Im Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle **(Bild 2)** zeichnet man deshalb ein zusätzliches Bauelement. Benennen Sie dieses Bauelement und geben Sie dessen Kurzzeichen an.

3. Erklären Sie, warum bei einer mit einem Lastwiderstand R_L belasteten Spannungsquelle die Klemmenspannung U kleiner als die Quellenspannung U_0 ist.

4. Eine Mignonzelle mit einer Quellenspannung $U_0 = 1{,}55$ V hat einen Innenwiderstand $R_i = 0{,}7\ \Omega$. Berechnen Sie **a)** die Stromaufnahme I und **b)** die Klemmenspannung U für die in **Tabelle 1** angegebenen Lastwiderstände R_L und tragen Sie die Ergebnisse in **Tabelle 1** ein.

Geg.:

Ges.:

Berechnung für $R_L = 8\ \Omega$:

a)

b)

Tabelle 1: Wertepaare der Schaltung

R_L in Ω	I in mA	U in V
8		
4		
1,5		
0,75		
0,3		
0		

5. Zeichnen Sie die Kennlinie der Spannungsquelle $U = f(I)$ mit den in **Aufgabe 4** berechneten Wertepaaren in **Bild 3**.

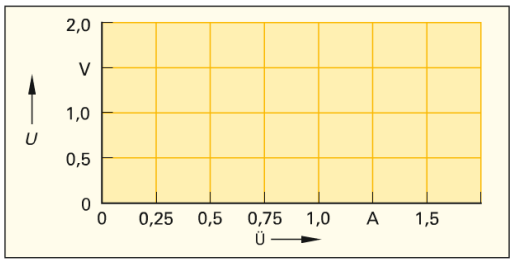


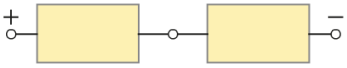
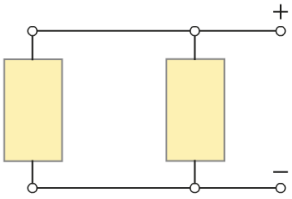
Bild 3: Belastungskennlinie der Spannungsquelle

6. Ergänzen Sie in der **Tabelle 2** die geforderten elektrischen Werte für die Belastungsarten Leerlauf, Normalbelastung und Kurzschluss einer Spannungsquelle.

Tabelle 2: Belastungsarten einer Spannungsquelle

	Leerlauf	Normalbelastung	Kurzschluss
Lastwiderstand R_L		$R_L < \infty$	
Stromstärke I		$I \leq I_{zul}$	
Klemmenspannung U			

7. a) Nennen Sie in der **Tabelle** die beiden Schaltungsarten.
b) Zeichnen Sie in jede Spannungsquelle die Schaltzeichen (mit Innenwiderstand) ein.
c) Geben Sie den Zweck für die Zusammenschaltung der Spannungsquellen an.
d) Ermitteln Sie die Bedingungen für einen fehlerfreien Betrieb.

Tabelle: Grundschaltungen von Spannungsquellen		
a) Schaltungsart		
b) Schaltung		
c) Zweck der Schaltung		
d) Bedingungen		

8. Was geschieht, wenn man die Spannungsquellen wie im **Bild 1** schaltet?

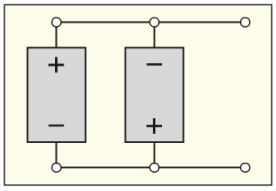


Bild 1: Parallelschaltung (fehlerhaft)

9. Zur Verfügung stehen einzelne Spannungsquellen mit einer Leerlaufspannung $U_0 = 2{,}0$ V, einer maximalen Strombelastung $I_N = 5$ A sowie einem Innenwiderstand $R_i = 0{,}03\ \Omega$. Zeichnen Sie die Schaltung, um eine Stromentnahme von 10 A zu ermöglichen. Die Gesamtleerlaufspannung soll 12 V betragen.

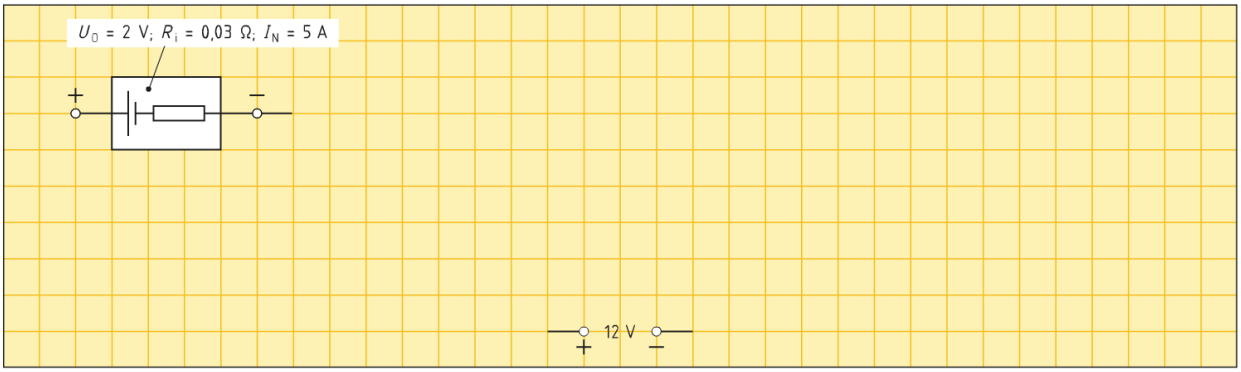


Bild 2: Gemischtschaltung von Spannungsquellen

10. Wie groß ist der Kurzschlussstrom, wenn aus Versehen die Plusklemme und die Minusklemme der Gesamtschaltung von **Aufgabe 7** kurzgeschlossen werden.

Geg.: Ges.:

Lösung:

7) Innenwiderstand Übungen

Einer Mignonzelle mit der Leerlaufspannung 1,55 V und dem Innenwiderstand 0,15 Ω wird ein Strom von 40 mA entnommen. **Berechnen Sie** die Klemmenspannung bei Belastung.

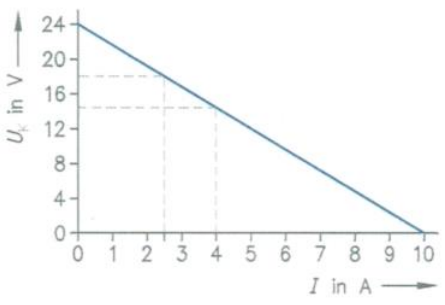


Eine Alkali-Mangan-Zelle in einem Haustelefon hat eine Leerlaufspannung von 1,58 V. Bei Kurzschluss fließt ein Strom von 4 A. **Berechnen Sie** den Innenwiderstand der Zelle.

An einem Spannungserzeuger wird die Leerlaufspannung von 6,3 V gemessen.
Wird er mit I = 0,6 A belastet, sinkt die Klemmenspannung auf 6,1 V.

Berechnen Sie a) den Innenwiderstand, **b)** die Klemmenspannung bei Belastung mit 2 A, **c)** den Kurzschlussstrom.

Bestimmen Sie mithilfe der Kennlinie
a) den Innenwiderstand Ri,
b) den Kurzschlussstrom IK,
c) die Klemmenspannung bei einer Belastung mit 4 A



Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** LF1	**Spannungsteiler Übung II**

A1: Ein unbelasteter Spannungsteiler hat die Werte R_1 = 1,5 kΩ, R_2 = 5,5 kΩ und U = 12 V.
Berechnen Sie die Spannung U_{20} im Leerlauf.

A2: Der unbelastete Spannungsteiler mit den Widerständen R_1 = 25 kΩ und R_2 = 90 kΩ liegt an U = 12 V.
Berechnen Sie die Leerlaufspannung U_{20}.

A3: Ein unbelasteter Spannungsteiler liegt an einer Spannung von 24 V. Die Widerstande R_1 und R_2 verhalten sich wie 3:5.
Berechnen Sie die Leerlaufspannung U_{20}.

A4: An dem unbelasteten Spannungsteiler liegt die Spannung U = 24 V. Am Widerstand R_2 = 12 kΩ wird eine Leerlaufspannung von U_{20} = 9 V gemessen.
Berechnen Sie Sie den Widerstand R_1.

A5: Ein belasteter Spannungsteiler hat R_1 = 100 Ω, R_2 = 35 Ω, R_L = 50 Ω und U = 30 V.
Berechnen Sie a) U_2, b) I_L.

A6: Ein Spannungsteiler hat einen Gesamtwiderstand von 280 Ω und liegt an 24 V an. Er soll so eingestellt werden, dass sich die Widerstände R_1 und R_2 wie 3:1 verhalten. **Berechnen Sie a)** die Teilwiderstände R_1 und R_2, **b)** die Spannung U_{20} an R_2 beim unbelasteten Spannungsteiler, **c)** die Spannung U_2 bei Belastung mit R_L = 200 Ω, **d)** den Querstrom, **e)** den Laststrom und **f)** das Querstromverhältnis.

Name: Klasse: Datum:

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** LF1	**Spannungsteiler Übung II**

A1:

$$U_{20} = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12\,V \cdot \frac{5{,}5\,k\Omega}{1{,}5\,k\Omega + 5{,}5\,k\Omega} = \mathbf{9{,}43\,V}$$

A2:

$$U_{20} = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 15\,V \cdot \frac{90\,k\Omega}{25\,k\Omega + 90\,k\Omega} = \mathbf{11{,}74\,V}$$

A3:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{5};\quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{U}{U_{20}} - 1;\quad U_{20} = \frac{U}{\frac{R_1}{R_2} + 1} = \frac{24\,V}{\frac{3}{5} + 1} = \mathbf{15\,V}$$

A4:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U}{U_{20}} - 1 \Rightarrow R_1 = \frac{U \cdot R_2}{U_{20}} - R_2 = \frac{24\,V \cdot 12\,k\Omega}{9\,V} - 12\,k\Omega = \mathbf{20{,}0\,k\Omega}$$

A5:

a) $$R_{2L} = \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L} = \frac{35\,\Omega \cdot 50\,\Omega}{35\,\Omega + 50\,\Omega} = 20{,}6\,\Omega$$

$$U_2 = U \cdot \frac{R_{2L}}{R_1 + R_{2L}} = 30\,V \cdot \frac{20{,}6\,\Omega}{100\,\Omega + 20{,}6\,\Omega} = \mathbf{5{,}12\,V}$$

b) $$I_L = \frac{U_2}{R_L} = \frac{5{,}12\,V}{50\,\Omega} = \mathbf{0{,}102\,A}$$

A6:

a) $$R_1 = \frac{R \cdot 3}{3 + 1} = \frac{280\,\Omega \cdot 3}{4} = \mathbf{210\,\Omega};\quad R_2 = \frac{R \cdot 1}{3 + 1} = \frac{280\,\Omega}{4} = \mathbf{70\,\Omega}$$

b) $$U_{20} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U = \frac{70\,\Omega}{280\,\Omega} \cdot 24\,V = \mathbf{6\,V}$$

c) $$U_2 = \frac{U}{\frac{R_1 \cdot (R_L + R_2)}{R_L \cdot R_2} + 1} = \frac{24\,V}{\frac{210\,\Omega \cdot (200\,\Omega + 70\,\Omega)}{200\,\Omega \cdot 70\,\Omega} + 1} = \frac{24\,V}{4{,}05 + 1} = \mathbf{4.75\,V}$$

d) $$I_q = \frac{U_2}{R_2} = \frac{4{,}75\,V}{70\,\Omega} = \mathbf{0{,}068\,A}$$

e) $$I_L = \frac{U_2}{R_L} = \frac{4{,}75\,V}{200\,\Omega} = \mathbf{0{,}0238\,A}$$

f) $$q = \frac{I_q}{I_L} = \frac{I_q}{U_2/R_L} = \frac{0{,}068\,A}{0{,}0238\,A} = \mathbf{2{,}9}$$

Schulversion

1	2	3	4	5	6	7	8

Sparwechselschaltung mit Schutzkontaktsteckdosen:

In einem Raum sollen durch die die Wechselschalter Q1.1 und Q1.2 die Leuchten E1.1 und E1.2 wechselseitig geschaltet werden.
Die Schutzkontaktsteckdosen X1.5 und X1.6 werden durch den gleichen Stromkreis gespeist.

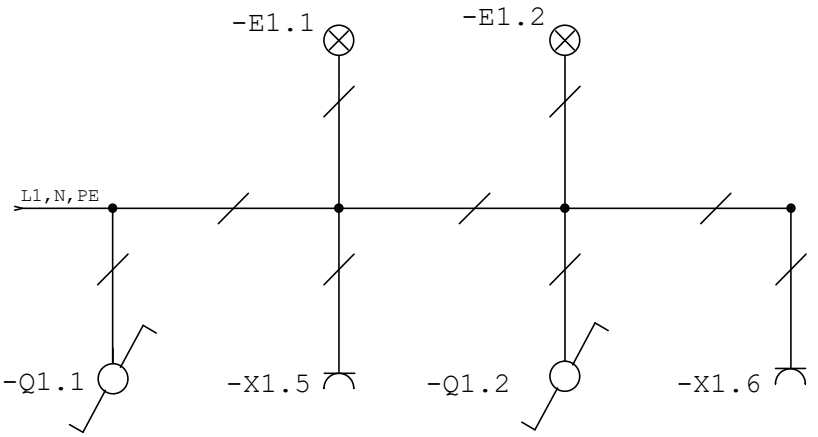
Aufgaben:

1. **Zeichnen** Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung (s. Seite 2).
2. **Ergänzen** Sie die Anzahl der erforderlichen Adern im Übersichtsschaltplan.
3. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**!

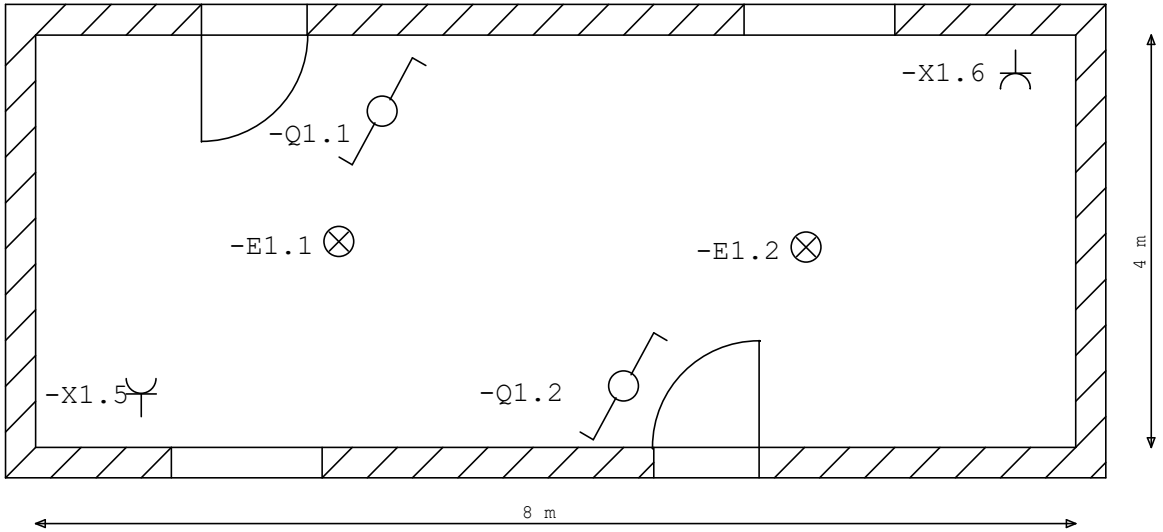
Hinweis: Praxisgerecht verdrahten!
Achten Sie auf die Aderfarben der in der Installationspraxis verwendeten Leitungen!

3 Adern mit PE: GNYE+BU+BN (gnge+hbl+br)
4 Adern mit PE: GNYE+BU+BN+BK (gnge+hbl+br+sw)
5 Adern mit PE: GNYE+BU+BN+BK+GY (gnge+hbl+br+sw +gr)
7 Adern mit PE: GNYE+6x BK (gnge+ 6x sw mit nummerierten Aufdrucken der Ziffern 1-6)

1. Übersichtsschaltplan



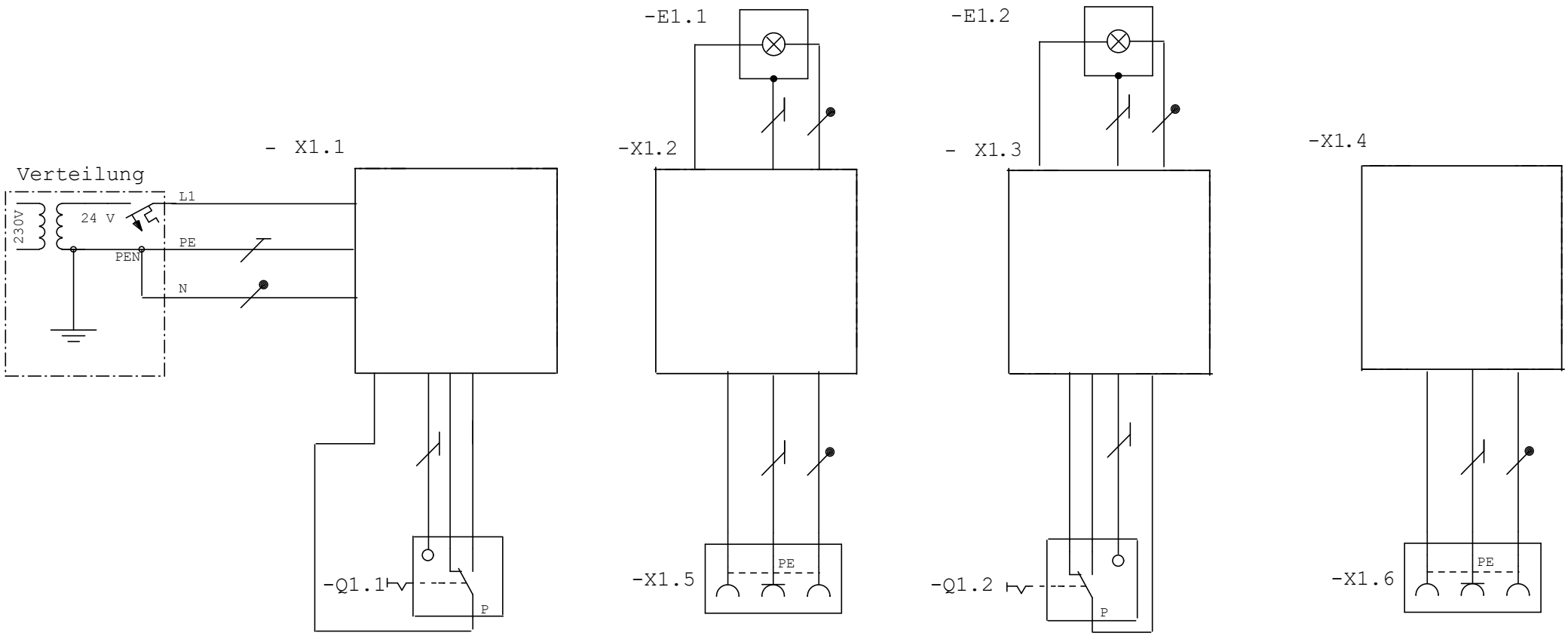
2. Installationsplan



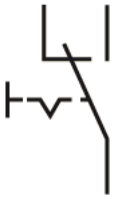
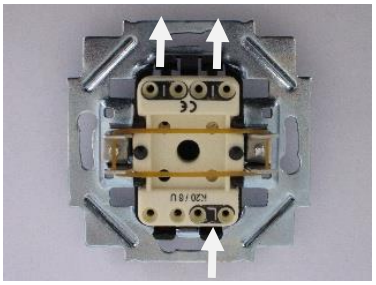
Schulversion

1	2	3	4	5	6	7	8

3. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Erarbeiten Sie mit dem Fachkundebuch den Unterschied zwischen Wechselschaltung und Sparwechselschaltung.

Schaltsymbol	Stromlaufplan	Bauteil
		

Vervollständigen Sie den aufgelösten Stromlaufplan **(Bild 1)** einer **a)** Wechselschaltung mit Schalterbeleuchtung und **b)** Sparwechselschaltung mit Steckdose.

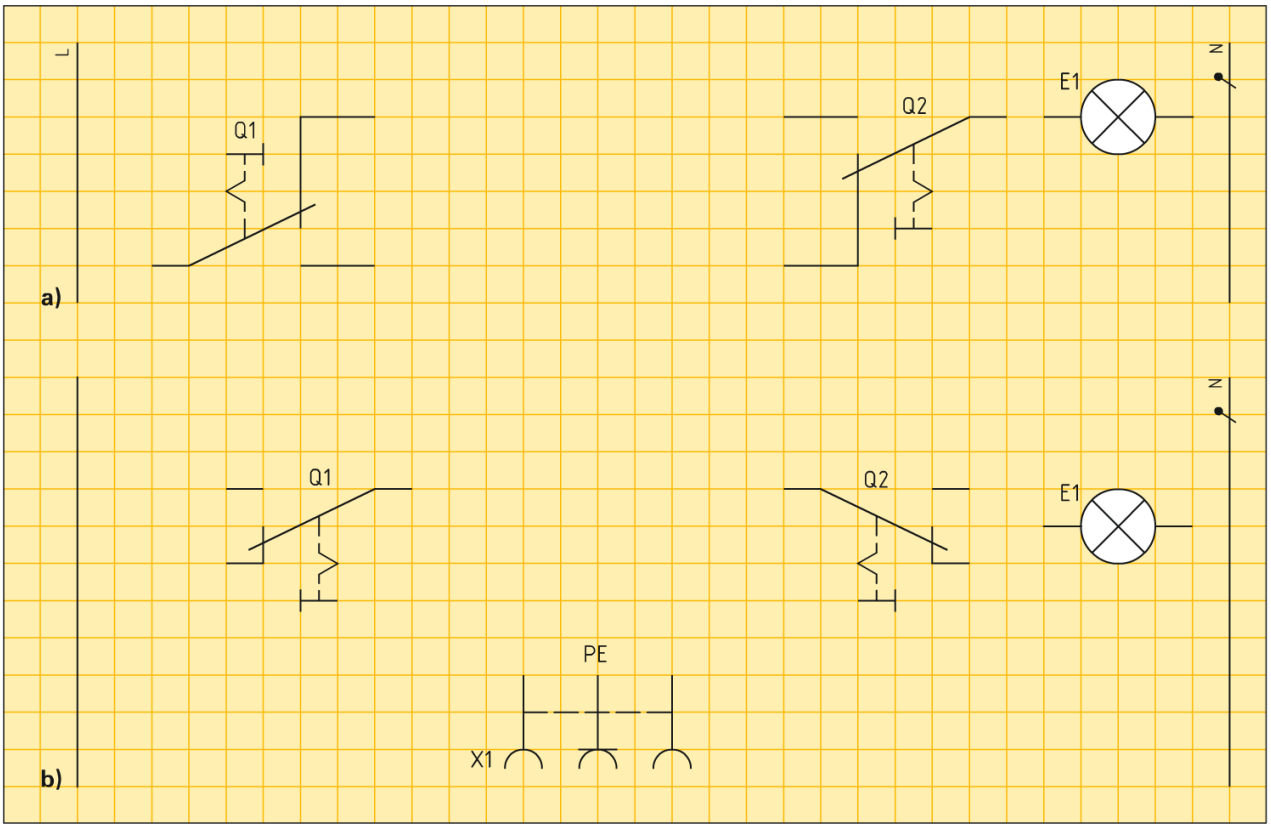


Bild 1: Stromlaufplan einer Wechselschaltung

Tragen Sie in der **Tabelle** die Aderzahlen der Leitungsabschnitte A bis G **(Bild 2)** ein. Beachten Sie, dass die Schaltung **a)** als Wechselschaltung und **b)** als Sparwechselschaltung ausgeführt werden soll. Vergleichen Sie abschließend die Aderzahlen beider Schaltungen.

Hinweis: Leuchte mit Schutzleiteranschluss

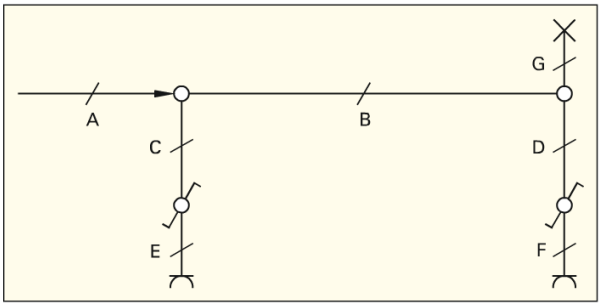


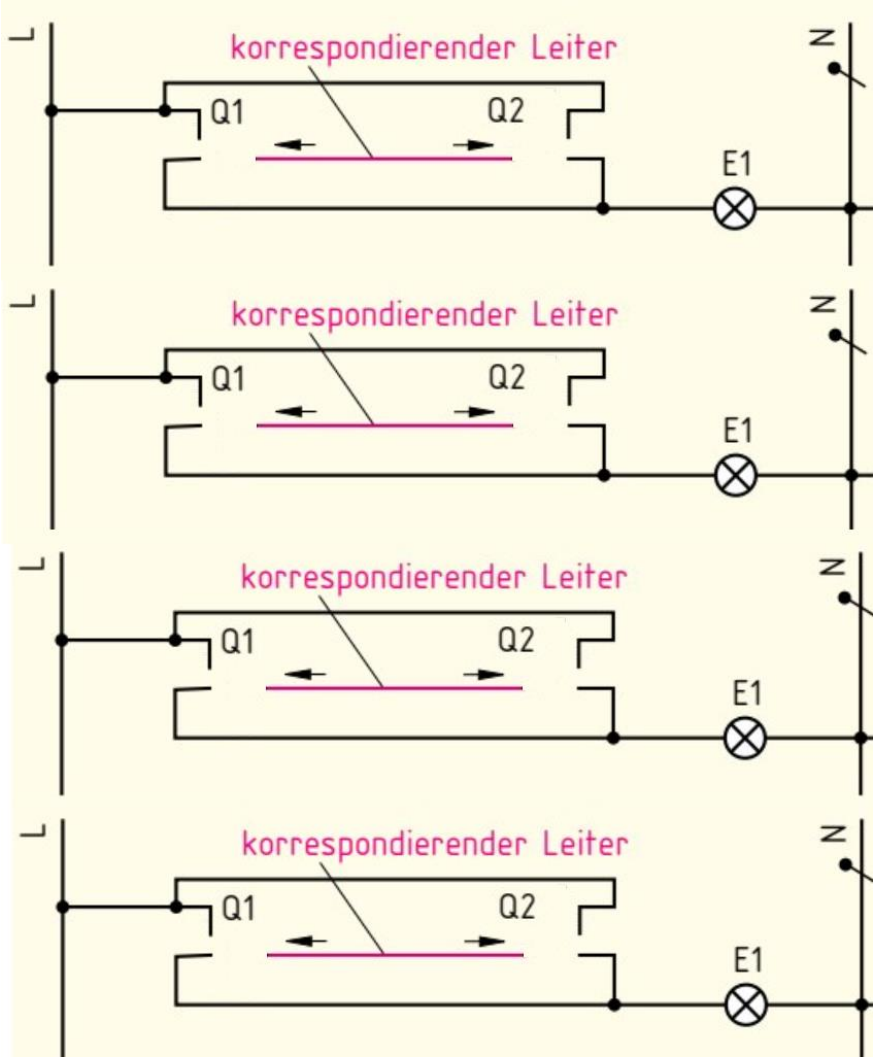
Bild 2: Übersichtsschaltplan einer Wechselschaltung

Tabelle: Aderzahlen einer Wechsel- und Sparwechselschaltung

Leitungsabschnitt	A	B	C	D	E	F	G
a) Wechselschaltung							
b) Sparwechselschaltung							

Wechselschalter können zwei Schaltzustände annehmen. Mit zwei Schaltern lassen sich daher 2^2=4 verschiedene Schaltkombinationen erzeugen. Zeichnen Sie in den Stromlaufplan alle Schaltkombinationen ein. Markieren Sie die Schaltzustände bei der die Leuchte E1 eingeschaltet ist.

Befüllen Sie die Tabelle mit den möglichen Schaltzuständen.



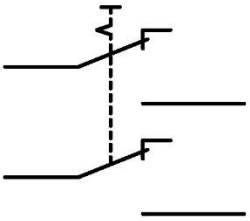
Q1	Q2	E1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Welche Vor- und Nachteile haben die beiden Schaltungen?

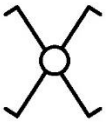
	Vorteil	Nachteil
Wechselschaltung		
Sparwechselschaltung		

Schaltbilddarstellung

Mehrpolig:



Einpolig:



Wirkungsweise

1. Ergänzen Sie die beiden nebenstehend abgebildeten Wechselschalter zu einem Kreuzschalter.
2. Geben Sie jeweils den Betriebszustand der Glühlampe E1 in der Schalttabelle für eine Kreuzschaltung mit drei Schaltern an.

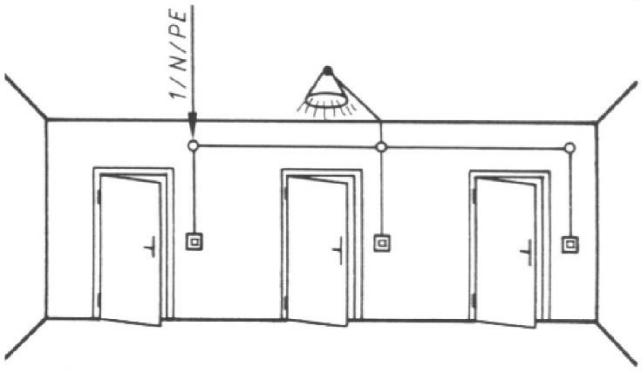
EIN = 1
AUS = 0

Q1	Q2	Q3	E1
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Arbeitsauftrag

Beispielhaft soll eine Kreuzschaltung für den nebenstehend abgebildeten Innenbereich in vier unterschiedlichen Schaltplandarstellungen gezeichnet werden.

1. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung
2. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung
3. Übersichtsschaltplan
4. Installationsplan

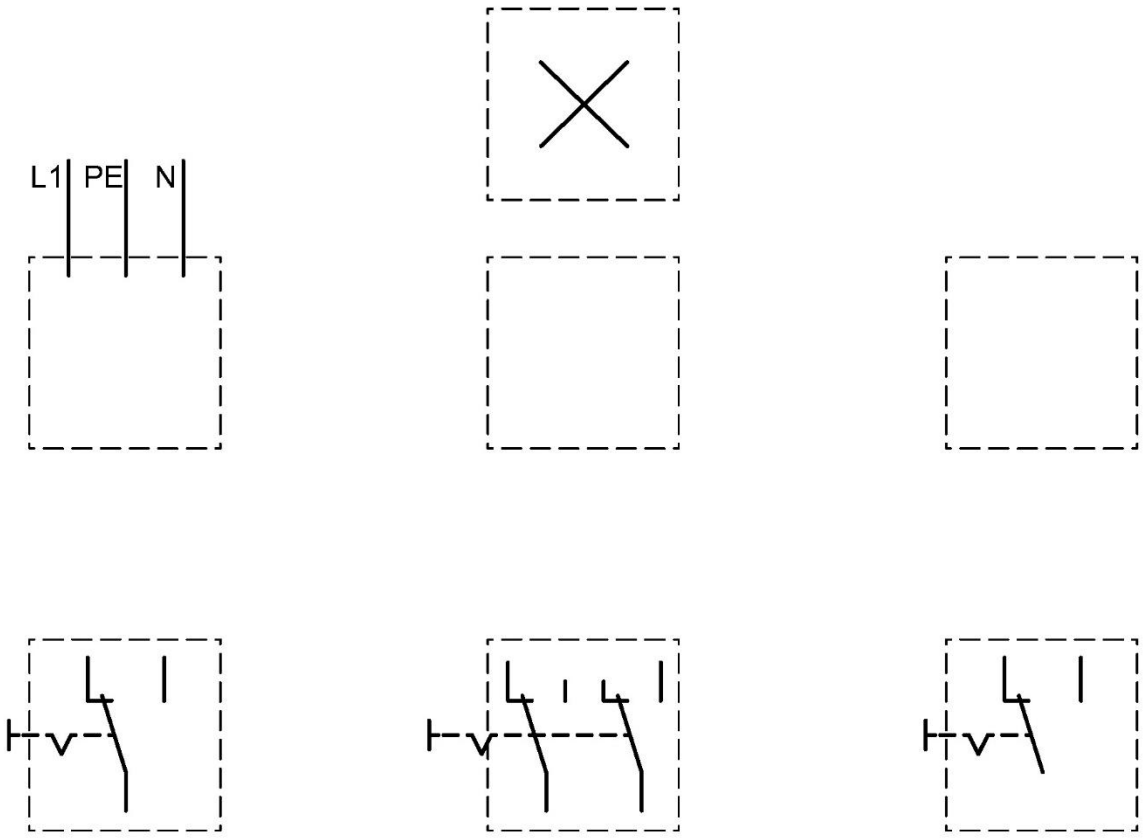


1. Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

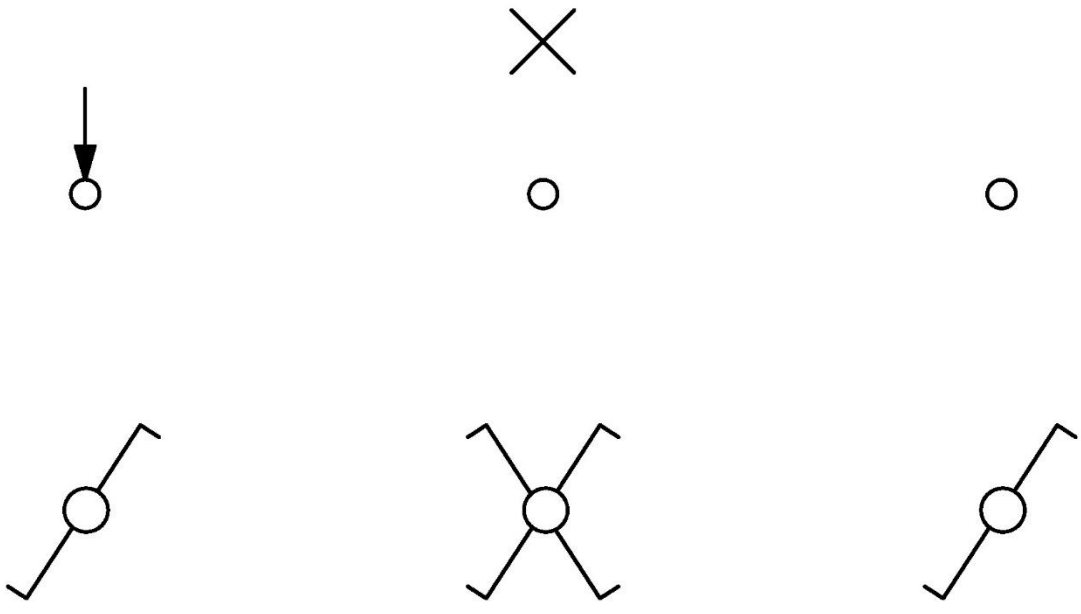
Hinweis: Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird der PE zu den Schaltern **nicht** gezeichnet.:

L1 N PE

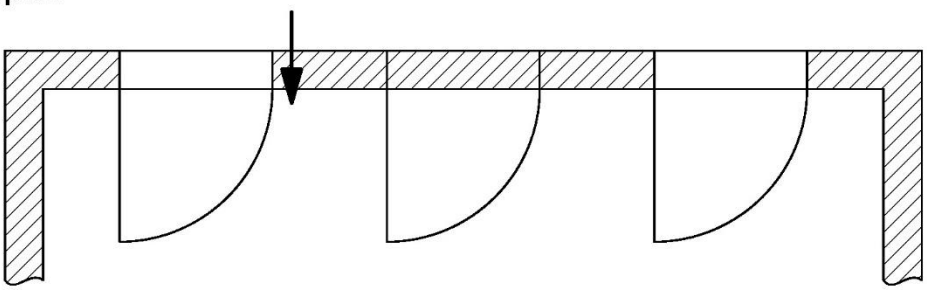
2. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



3. Übersichtsschaltplan

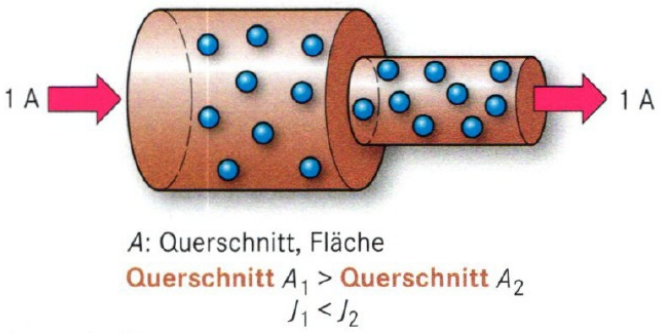


4. Installationsplan



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Stromdichte J erarbeiten	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Die **elektrische Stromdichte J** gibt an, wie viele Ladungsträger (freie Elektronen) durch einen Leiter bei einem bestimmten Querschnitt fließen. Ist der Wert für die Stromdichte zu hoch wird der Leiter und die Isolierung stark erhitzt. Im Extremfall kann beides brennen. Daher ist die Stromdichte eine wichtige Belastungsgröße für elektrische Leiter.
Man erhält die Stromdichte J indem man den elektrischen Strom I durch den Leiterquerschnitt A teilt.



A: Querschnitt, Fläche
Querschnitt A_1 > Querschnitt A_2
$J_1 < J_2$

$$J = \frac{I}{A}$$

Einheit der Stromdichte: $\frac{A}{mm^2}$

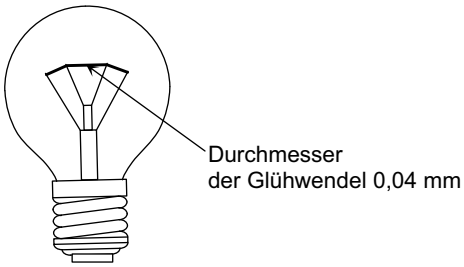
A: Berechnen Sie die fehlenden elektrischen Größen nach dem vollständigen Lösungsschema:

1.
Eine 25 W Glühlampe in einer Schreibtischleuchte ist über eine Leitung mit einem Querschnitt von 0,75 mm^2 angeschlossen und wird von einem Strom von 0,11 A durchflossen.

Berechnen Sie Stromdichte

A) in der Zuleitung und

B) in der Glühwendel der Glühlampe



2.
Eine blanke Sammelschiene aus Flachkupfer ist 120 mm breit und 10 mm dick. Sie darf höchstens von 2000 A durchflossen werden. Berechnen Sie die zulässige Stromdichte.

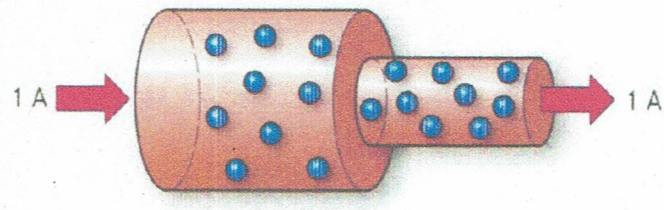
3.
Ein Kupferleiter mit einem Querschnitt von 2,5 mm² in einer Mantelleitung darf maximal mit 26 A belastet werden. Berechnen Sie die Stromdichte.

4.
Durch den Kupferdraht einer Spule soll ein Strom von 1,35 A fließen.
Die Stromdichte darf höchstens 3,5 A/mm^2 betragen.

Berechnen Sie
A) den Querschnitt und
B) den Durchmesser des Spulendrahtes.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Stromdichte J erarbeiten	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Die **elektrische Stromdichte J** gibt an, wie viele Ladungsträger (freie Elektronen) durch einen Leiter bei einem bestimmten Querschnitt fließen. Ist der Wert für die Stromdichte zu hoch wird der Leiter und die Isolierung stark erhitzt. Im Extremfall kann beides brennen. Daher ist die Stromdichte eine wichtige Belastungsgröße für elektrische Leiter.
Man erhält die Stromdichte J indem man den elektrischen Strom I durch den Leiterquerschnitt A teilt.



A: Querschnitt, Fläche
Querschnitt A_1 > Querschnitt A_2
$J_1 < J_2$

$$J = \frac{I}{A}$$

Einheit der Stromdichte: $\frac{A}{mm^2}$

A: Berechnen Sie die fehlenden elektrischen Größen nach dem vollständigen Lösungsschema:

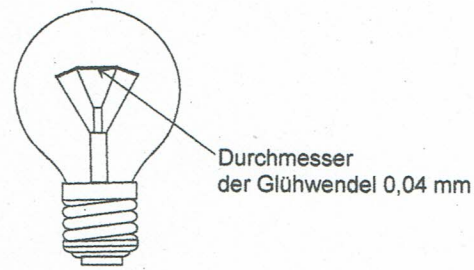
1.
Eine 25 W Glühlampe in einer Schreibtischleuchte ist über eine Leitung mit einem Querschnitt von 0,75 mm² angeschlossen und wird von einem Strom von 0,11 A durchflossen.

Berechnen Sie Stromdichte

A) in der Zuleitung und

B) in der Glühwendel der Glühlampe

$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$



A) $J_{Zu} = \frac{I}{A} = \frac{0{,}26\,A}{0{,}75\,mm^2} = 0{,}35\,\frac{A}{mm^2}$

B) $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0{,}04\,mm)^2}{4} = 1{,}425 \cdot 10^{-3}\,mm^2$

$J_{Gl} = \frac{I}{A} = \frac{0{,}24\,A}{1{,}425 \cdot 10^{-3}\,mm^2} = 181{,}82\,\frac{A}{mm^2}$

2.
Eine blanke Sammelschiene aus Flachkupfer ist 120 mm breit und 10 mm dick. Sie darf höchstens von 2000 A durchflossen werden. Berechnen Sie die zulässige Stromdichte.

$A = a \cdot b = 30\,mm \cdot 10\,mm = 300\,mm^2$

$J = \frac{I}{A} = \frac{630\,A}{300\,mm^2} = 2{,}1\,\frac{A}{mm^2}$

3.
Ein Kupferleiter mit einem Querschnitt von 2,5 mm² in einer Mantelleitung darf maximal mit 26 A belastet werden. Berechnen Sie die Stromdichte.

$$J_{max} = \frac{I}{A} = \frac{26\,A}{2{,}5\,mm^2} = 10{,}4\,\frac{A}{mm^2}$$

4.
Durch den Kupferdraht einer Spule soll ein Strom von 1,35 A fließen.
Die Stromdichte darf höchstens 3,5 A/mm² betragen.

Berechnen Sie
A) den Querschnitt und
B) den Durchmesser des Spulendrahtes.

$$J = \frac{I}{A}$$

A) $\Rightarrow A = \frac{I}{J} = \frac{1{,}35\,A}{3{,}5\,\frac{A}{mm^2}} = 0{,}386\,mm^2$

B) $\Rightarrow A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}386\,mm^2}{\pi}}$$

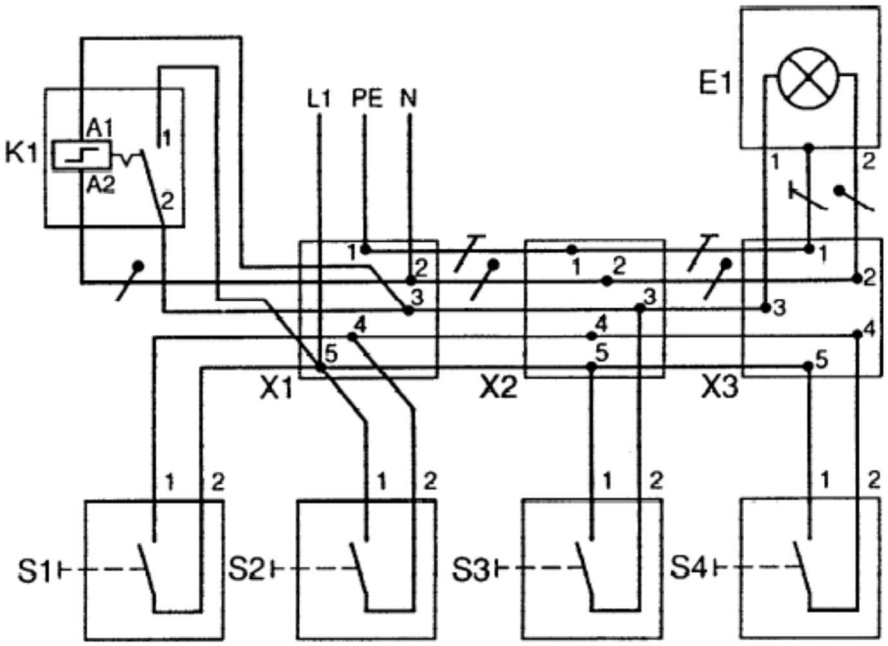
$$= 0{,}7\,mm$$

Gruppeneinteilung:

1	2	3	4	5	6	7	8
Avenstrodt	Skaf	Berg,	Bläse,	Wolf	Seeger	Schultke	Ernst
Buschkowiak	Braun	Jumaa	Haase	Kromat	Kosoresow	Heymann	Völker
Kurpiers	Alameddine	Weidel	Beeck	Al-Sharif	Reitzenstein	Uka	Aneyivanga
Wellnitz					Balow		

Beschreibung:

Es wurde eine Stromstoßschaltung errichtet, doch leider ist aufgrund von Schaltungsfehlern eine Inbetriebnahme ausgeschlossen. Sie werden beauftragt, die fehlerhafte Stromstoßschaltung zu analysieren.



Arbeitsaufgabe:

Analysieren Sie die fehlerhafte Schaltung und beantworten Sie die folgenden Fragen.

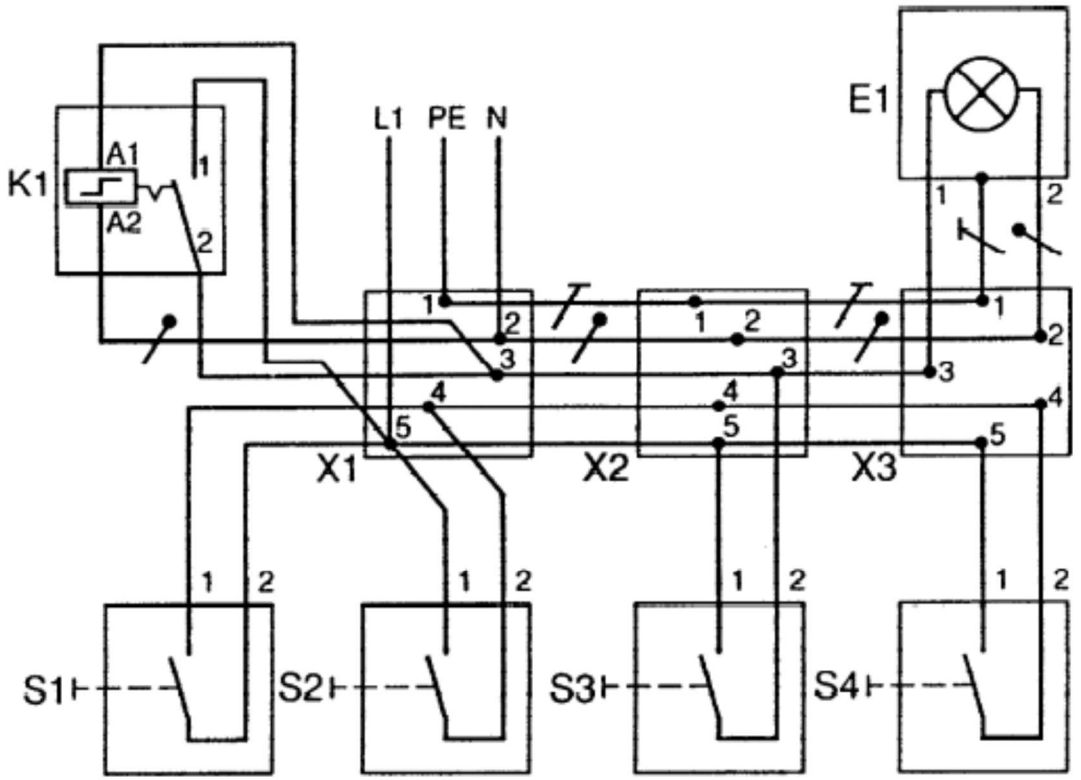
1. **Was geschieht, wenn S1 betätigt wird?**

2. **Was geschieht, wenn S3 betätigt wird?**

3. **Welcher Schaltfehler wurde in X2 gemacht?**

4. **Welcher Schaltfehler wurde in X1 gemacht?**

Es wurde eine Stromstoßschaltung errichtet, doch leider ist aufgrund von Schaltungsfehlern eine Inbetriebnahme ausgeschlossen.



Arbeitsaufgabe:

Analysieren Sie die fehlerhafte Schaltung und beantworten Sie die folgenden Fragen.

1. **Was geschieht, wenn S1 betätigt wird?**

   NICHTS

2. **Was geschieht, wenn S3 betätigt wird?**

   - **Die Leuchte “E 1,1“ wird durch „S1“ direkt eingeschaltet.**

     Gleichzeitig wird über die Verbindung “ S3/ 2 - X2/3 - X1/ 3 - K1/A1 - K1 /A2 - X1/2 - N “ der Stromstoßschalter geschaltet.

   - **„L1“ wird über die Verbindung “ L 1 - X1/ 5 - K1/1 - K1/ 2 - X1/3 - X2/ 3 - X3/3 - E1/ 1 “ an die Lampe gelegt, so dass diese nach dem Loslassen von „S3“ weiterhin leuchtet.**

   - **über die Verbindung “ X1/3 - K1/ A1 “ liegt außerdem jetzt „K1“ immer an Spannung; die Spule des Stromstoßschalters verbrennt.**

3. **Welcher Schaltfehler wurde in X2 gemacht?**

   “S 3/2“ muss auf “ X 2,4“ und nicht auf “ X 2,3“ geklemmt werden.

4. **Welcher Schaltfehler wurde in X1 gemacht?**

   “K1/A1“ muss auf “ X 1,4“ und nicht auf “ X 1,3“ geklemmt werden.

Hein-Moeller-Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	Fehlerhafte Stromstoßschaltung	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

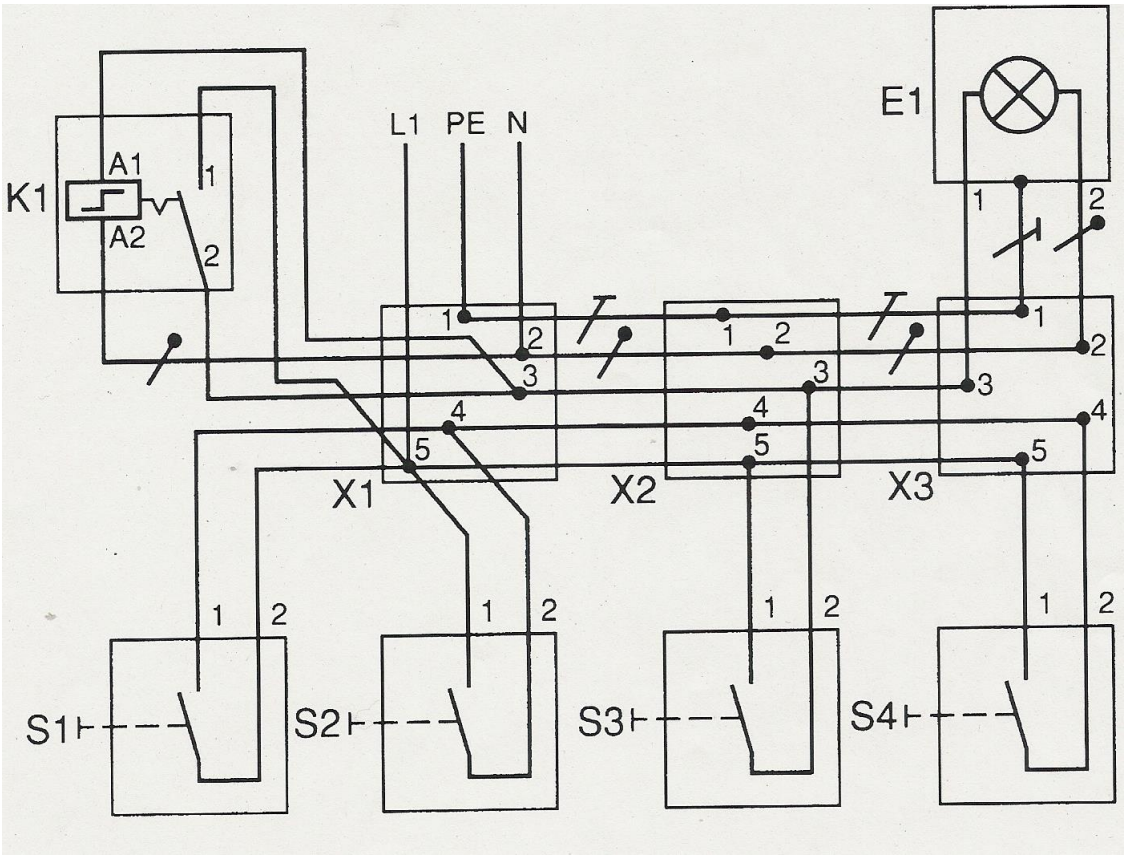
Arbeitsaufgabe: Analysieren Sie die fehlerhafte Schaltung, indem Sie die folgenden Fragen beantworten.

1. Was geschieht, wenn der Taster S1 betätigt wird?

2. Was geschieht, wenn der Taster S3 betätigt wird

3. Welcher Schaltfehler wurde bei X2 gemacht?

4. Welcher Schaltfehler wurde bei X1 gemacht?



Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Lernfeld 2	Fehlerhafte Stromstoßschaltung *Löser*	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

zu 1: Nichts

zu 2:
- die Leuchte “E 1,1“ wird durch „S1“ direkt eingeschaltet

- gleichzeitig wird über die Verbindung

“ S 3 / 2 - X 2 / 3 - X 1 / 3 - K 1 / A1 - K 1 / A2 - X 1 / 2 - N “

- der Stromstoßschalter geschaltet. „L1“ wird über die Verbindung

“ L 1 - X 1 / 5 - K 1 / 1 - K 1 / 2 - X 1 / 3 - X 2 / 3 - X 3 / 3 - E 1 / 1 “

- an die Lampe gelegt, so dass diese nach dem Loslassen von „S3“ weiterhin leuchtet
- über die Verbindung

“ X 1 / 3 - K 1 / A1 “

liegt außerdem jetzt „K1“ immer an Spannung; die Spule des Stromstoßschalters verbrennt

zu 3: “S 3 / 2“ muss auf “ X 2,4“ und nicht auf “ X 2,3“ geklemmt werden

zu 4: “K 1 / A1“ muss auf “ X 1,4“ und nicht auf “ X 1,3“ geklemmt werden

a) **Informieren Sie sich** in Ihrem Lehrbuch und mit Hilfe des Arbeitsblattes über die Funktionsweise der Stromstoßschaltung. Notieren Sie Stichpunkte. **Nennen Sie** jeweils ein Vor- und Nachteil der Stromstoßschaltung.

Funktionsweise:

Vorteile	Nachteile

b) Ein Stromstoßschalter ist ein elektromagnetischer Schalter der bei jeder Ansteuerung der Erregerspule mit einem Taster (Stromimpuls) seinen Schaltzustand ändert. **Ergänzen Sie** die Kontaktbezeichnungen (schwarze Kästchen) und die Schaltzustände im rechten Bild sowie die nötige Aderzahl im linken Bild. **Ordnen Sie** außerdem die Spannungen im rechten Bild zu: Steuerspannung und Schaltspannung.

Schaltbilddarstellung

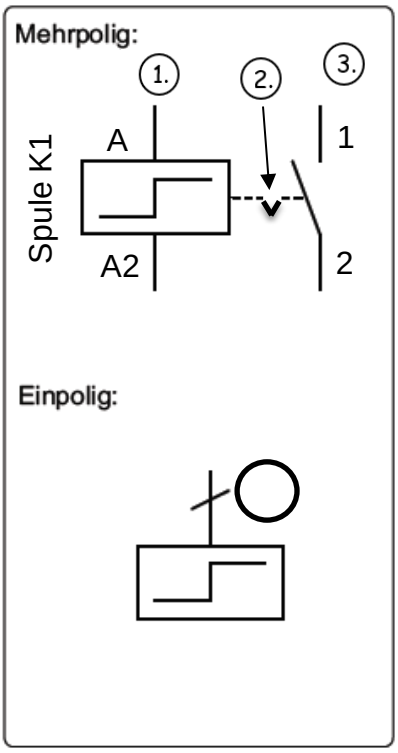


Bild 1: Schaltbilddarstellung

Wirkungsweise und Einbau

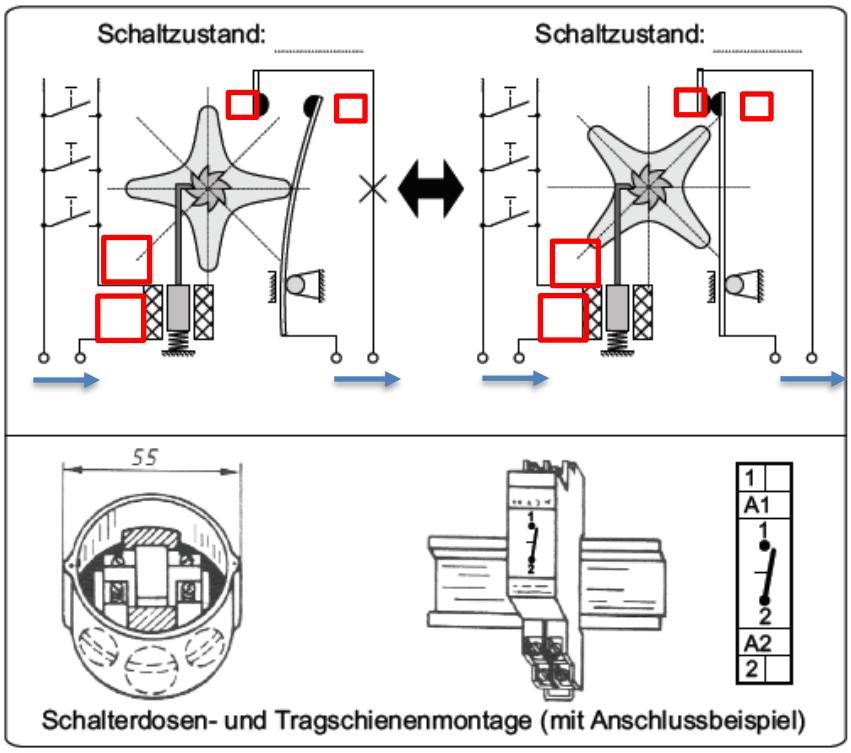


Bild 2: Wirkungsweise und Einbau

1.	
2.	
3.	

c) **Informieren Sie sich** in Ihrem Lehrbuch und mit Hilfe des Arbeitsblattes über die Funktionsweise elektromagnetischer Schalter. **Notieren Sie** Stichpunkte.

Funktionsweise:

d) **Informieren Sie sich** in Ihrem Lehrbuch und mit Hilfe des Arbeitsblattes über die Funktionsweise von Relais. **Nennen Sie** jeweils ein Vor- und Nachteil von Relais.

Vorteile	Nachteile

Relais sind elektromagnetische Schalter. Abhängig von Kontaktausführung und Kontakt-werkstoff können Relais bei Spannungen bis 250 V Ströme bis etwa 10 A schalten. Relais werden für Gleich- oder Wechselstrom und für Spulenspannungen von 1,5 V bis 230 V hergestellt.

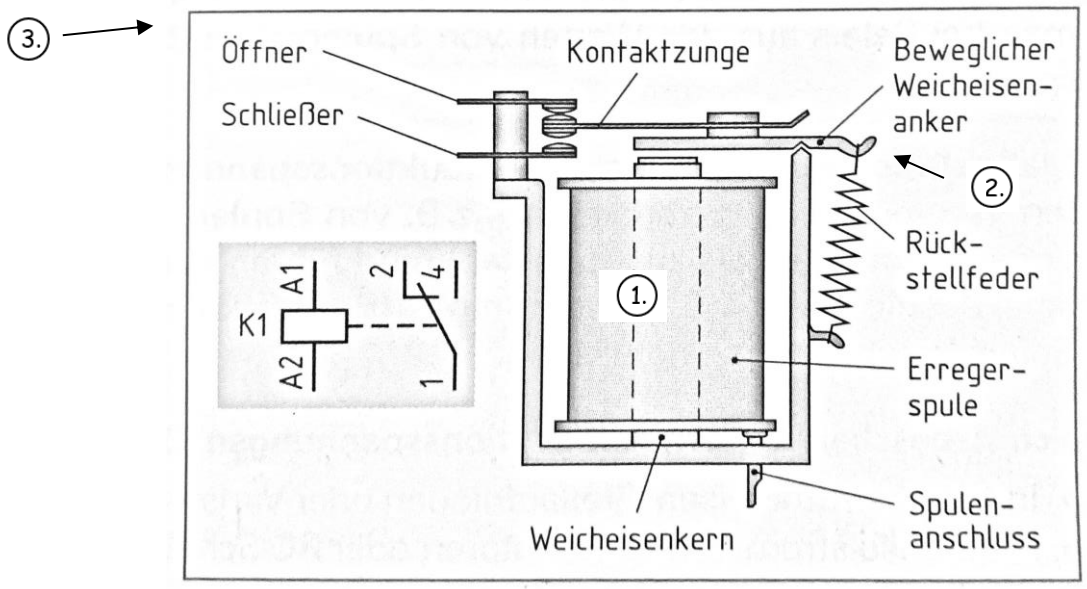


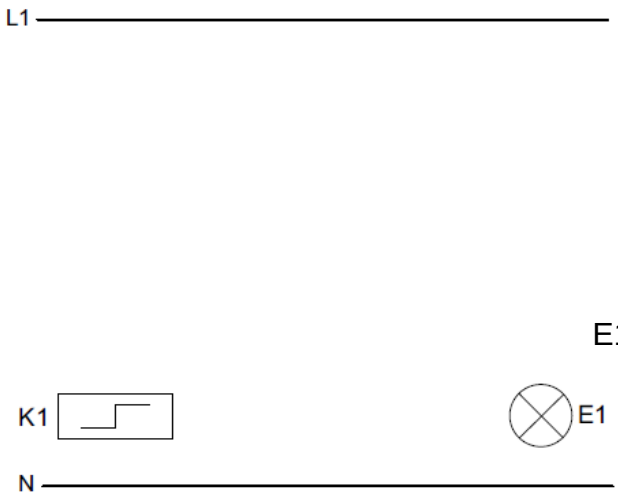
Bild 3: Relaisaufbau

1.	
2.	
3.	

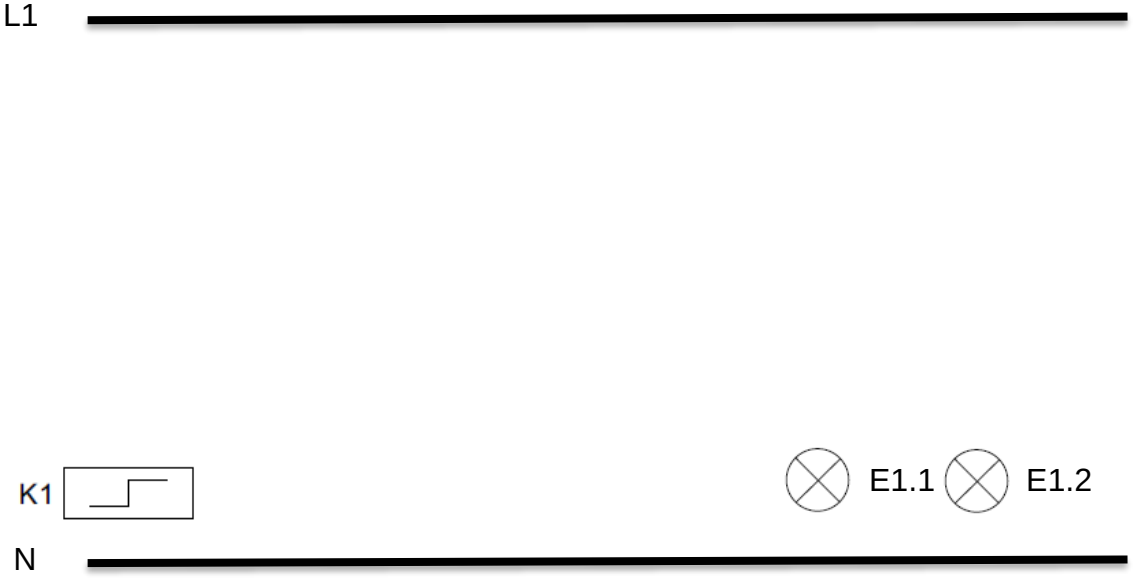
2. **Arbeitsauftrag: Erstellen Sie** *gemeinsam* für das Generalunternehmen die erforderlichen Unterlagen, damit Sie mit der Sanierung beginnen können. Fachlich sichere Schüler*innen können Aufgabenteil a) überspringen. Ansonsten kann zuerst Aufgabenteil a) und dann Aufgabenteil b) bearbeiten werden. Aufgabenteil c) ist Zusatz.

   Sozialform: Partner Zeit: 20 Minuten

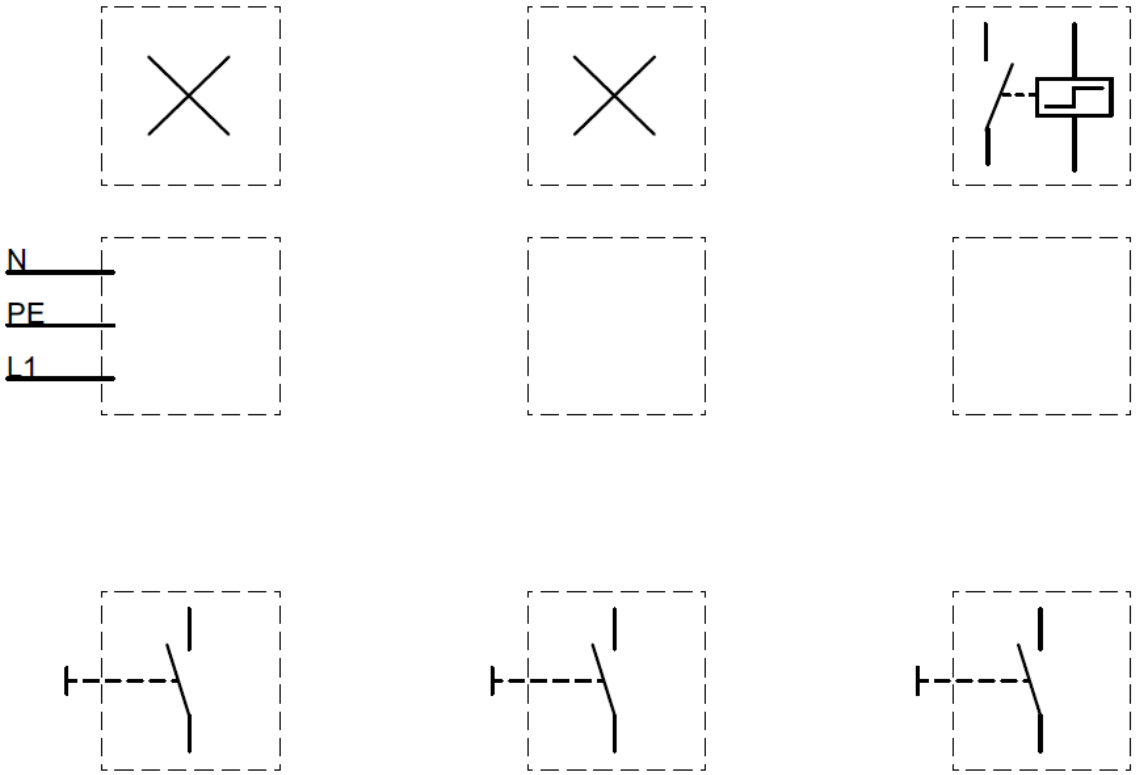
   a) **Zeichnen Sie** für die Stromstoßschaltung den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung für einen Taster und eine Lampe.



   b) **Zeichnen Sie** für die Stromstoßschaltung den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung mit der Anzahl an Tastern und Lampen, die in dem Flur aus der Eingangssituation vorhanden sind.



c) **Zeichnen Sie** den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung. Nutzen Sie dafür das Muster.

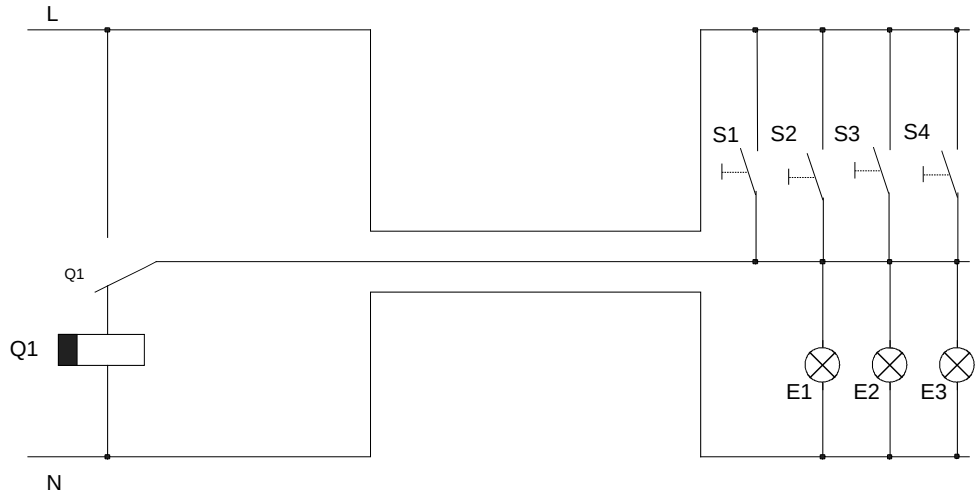


Erkenntnisse:

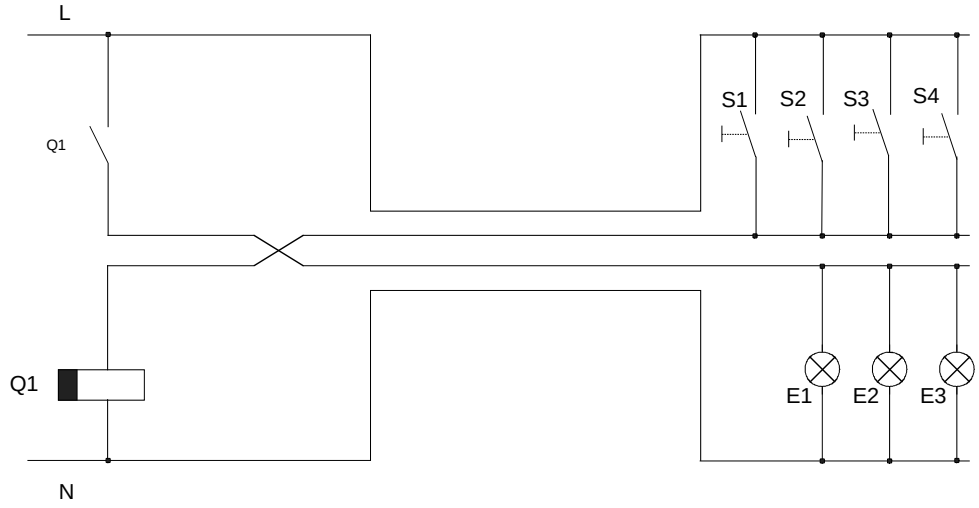
- _____
- _____
- _____

Worauf bezieht sich die Bezeichnung Dreileiter- bzw. Vierleiteranschluss?
Bei welcher Anschlussvariante kann während des Betriebes nachgeschaltet werden?

Dreileiteranschluss



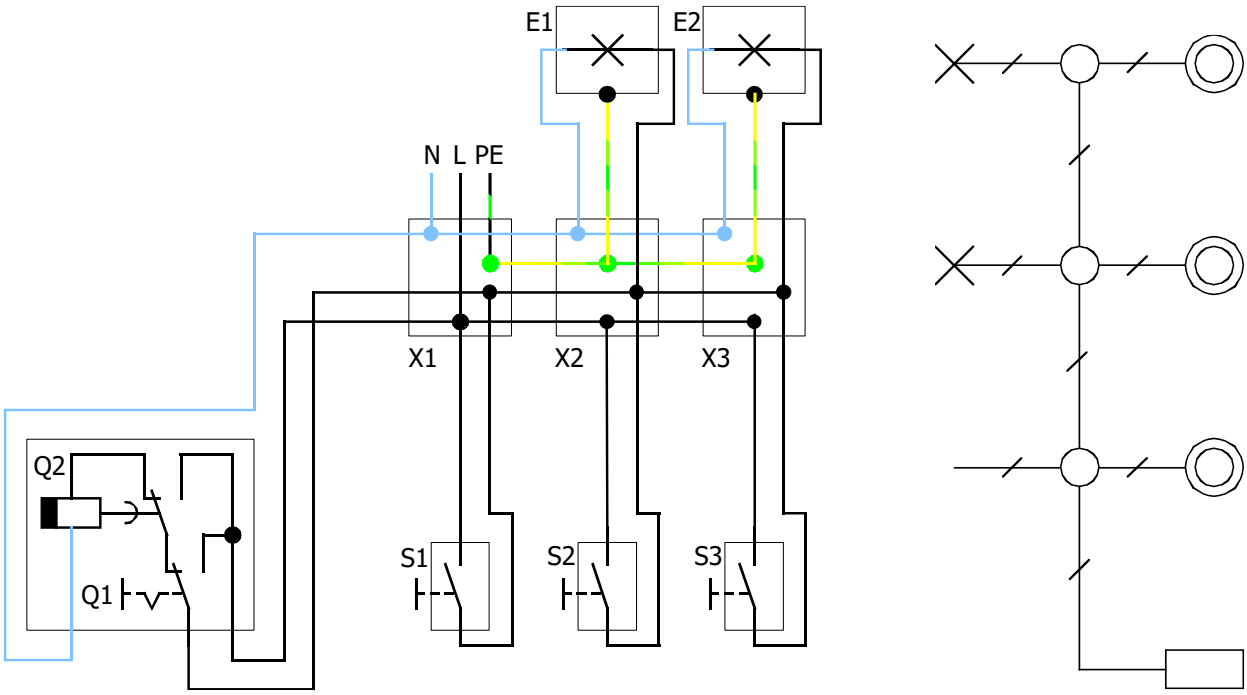
Vierleiteranschluss

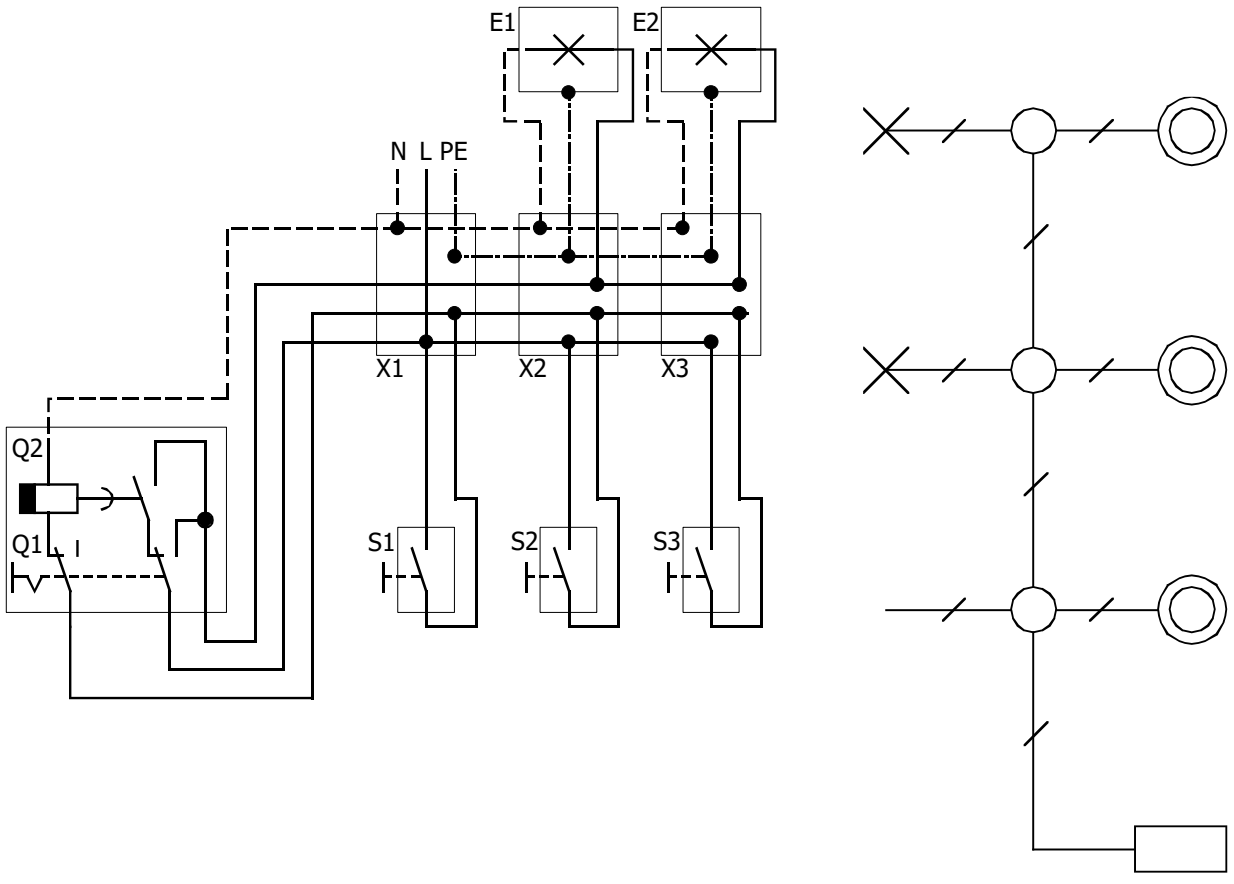


Untersuchen Sie die Schaltungen nach folgenden Kriterien:

- L- gesteuert / N- gesteuert
- L- geschaltet / N- geschaltet
- nachschaltbar.

Ergänzen Sie im Übersichtsschaltplan die fehlenden Kennzeichnungen.





Die Ausführungsvarianten bei Treppenhaus- und Stromstoßschaltungen unterscheiden sich nachfolgenden Kriterien:

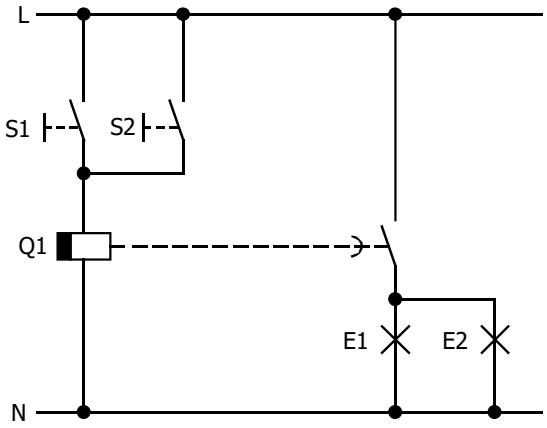
L gesteuert: Der/die Taster liegen mit einem Kontakt direkt an L, der zweite Tasterkontakt führt zur Relaisspule.

N gesteuert: Der/die Taster liegen mit einem Kontakt direkt an N, der zweite Tasterkontakt führt zur Relaisspule.

L geschaltet: Der Relaiskontakt liegt mit einem Kontakt direkt an L, der zweite Kontakt führt zu den Lampen.

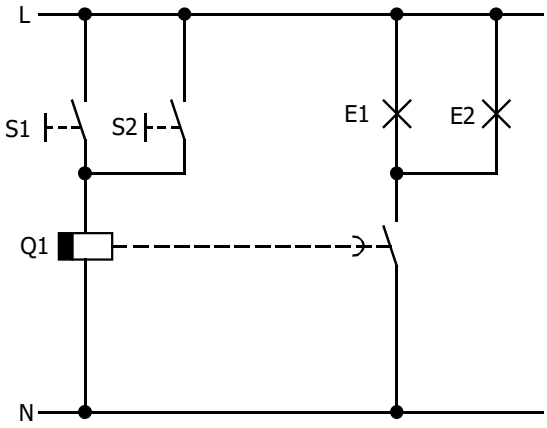
N geschaltet: Der Relaiskontakt liegt mit einem Kontakt direkt an N, der zweite Kontakt führt zu den Lampen.

1. Untersuchen Sie die Stromlaufpläne nach den vorgegebenen Kriterien.



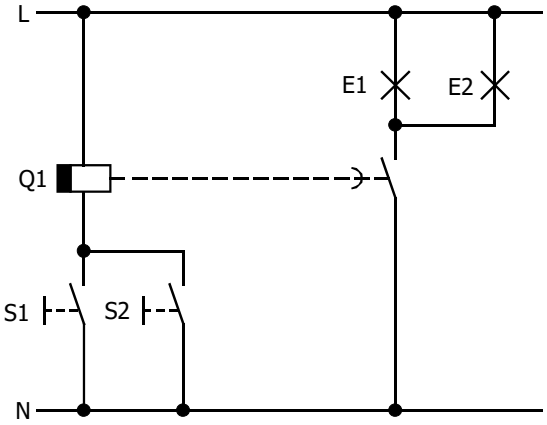
☐ L-gesteuert ☐ L-geschaltet

☐ N-gesteuert ☐ N-geschaltet



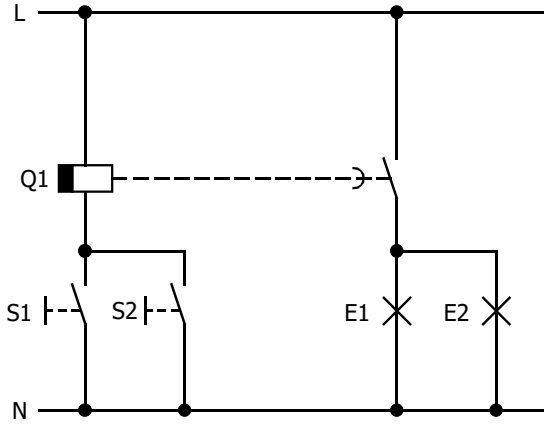
☐ L-gesteuert ☐ L-geschaltet

☐ N-gesteuert ☐ N-geschaltet



☐ L-gesteuert ☐ L-geschaltet

☐ N-gesteuert ☐ N-geschaltet

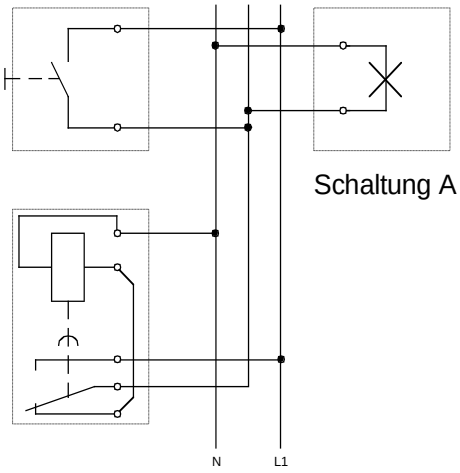


☐ L-gesteuert ☐ L-geschaltet

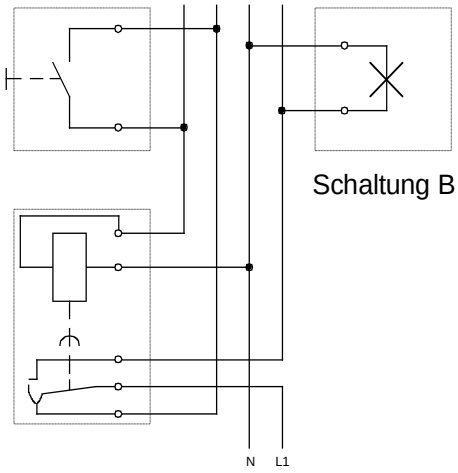
☐ N-gesteuert ☐ N-geschaltet

Untersuchen Sie folgende Treppenlichtschaltungen nach den Fragestellungen.
Tragen Sie die Ergebnisse Ihrer Überlegungen in die untenstehende Tabelle ein.

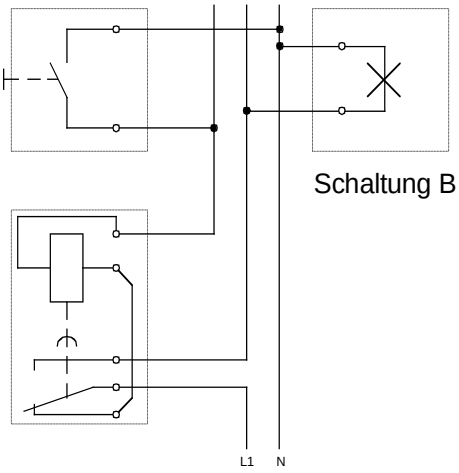
- Ist die Lampe L- oder N- geschaltet?
- Ist die Spule L- oder N- gesteuert?
- Hat die Treppenlichtschaltung eine Nachschaltmöglichkeit?



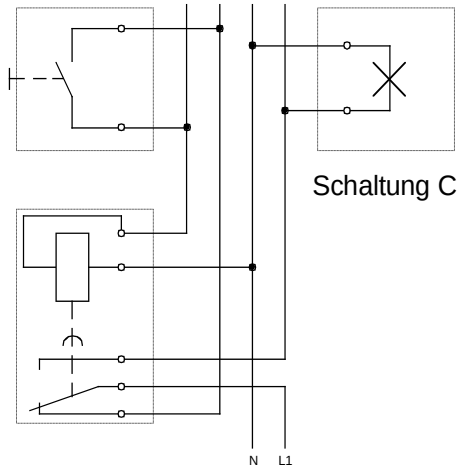
Schaltung A



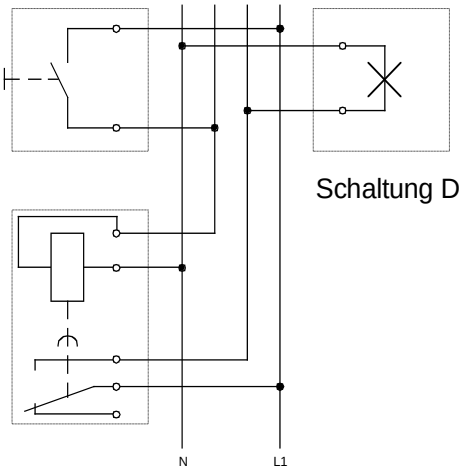
Schaltung B



Schaltung B



Schaltung C



Schaltung D

	Lampe L-geschaltet	Lampe N-geschaltet	Spule L-gesteuert	Spule N-gesteuert	Nachschalt-möglichkeit (ja)
Schaltung A					
Schaltung B					
Schaltung C					
Schaltung D					

STAATLICHE TECHNIKERSCHULE STB BERLIN	Fachbereich: Elektrotechnik Fach: Grundlagen der Elektrotechnik Titel: Umrechnungen	STB 209-62-1

500 V in kV	
5300 mA in A	
435 pF in nF	
0,076 MW in kW	
1 m^2 in cm^2	
34 mm in m	
75 µA in mA	
1,03 µF in nF	
44,3 kΩ in Ω	
44,3 kΩ in MΩ	
0,35 V in mV	
5 nF in pF	
0,65 mm in µm	
450 nA in µA	

Die Erde benötigt etwa 365 Tage für ihre Umlaufbahn um die Sonne. Die Länge der Umlaufbahn kann mit 936 Millionen Kilometern angenommen werden.
a) Welche Geschwindigkeit hat die Erde?
b) Welche Entfernung legt die Erde in einem Tag zurück?

Freie Lernmittel – Nur für Unterrichtszwecke – Alle Rechte vorbehalten – Wurl / 23.01.14

HEIN MOELLER SCHULE	**Elektrotechnik** 1. Test LF6: Elektronische Bauelemente und Baugruppen analysieren und prüfen	Name:	Klasse:

1. Test

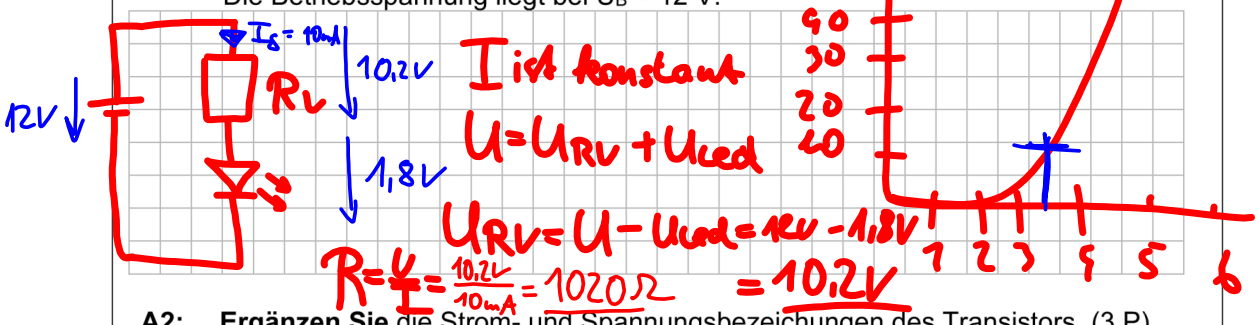
Punkte:	Note:
/20	

	1	2	3	4	5	6
Punkte	> 17	> 14	> 11	> 9	> 2	< 2
Anzahl:						

Zeit: 20 Minuten Hilfsmittel: Taschenrechner, Tabellenbuch

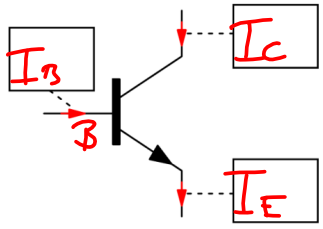
LED-Vorwiderstand

A1: **Ermitteln Sie** rechnerisch die optimalen Vorwiderstände für eine rote LED (3 P)
(U_F = 1,8 V). Der Strom sollte bei 10 mA liegen.
Wählen Sie den Widerstand aus der E12 Reihe.
Die Betriebsspannung liegt bei U_B = 12 V.

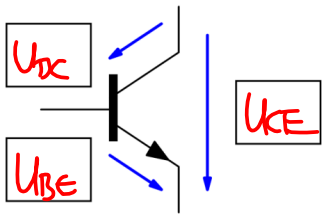


A2: **Ergänzen Sie** die Strom- und Spannungsbezeichnungen des Transistors. (3 P)

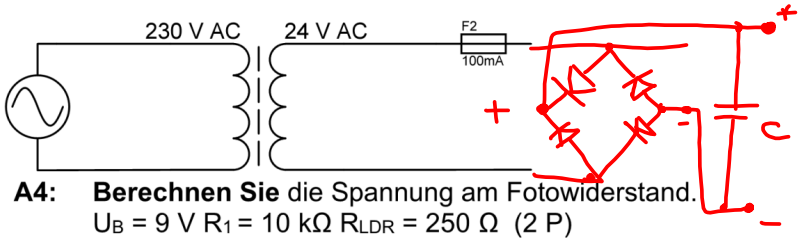
Ströme beim Transistor



Spannungen am Transistor



A3: **Zeichnen Sie** einen Brückengleichrichter. (3 P)



A4: **Berechnen Sie** die Spannung am Fotowiderstand.
U_B = 9 V R_1 = 10 kΩ R_{LDR} = 250 Ω (2 P)

1. Möglichkeit (Ohmscher Gesetz)

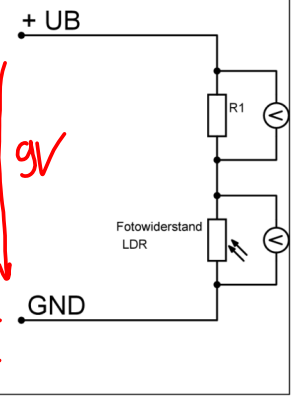
$R_g = R_1 + R_{LDR}$

$I_g = \frac{U}{R_g} = \frac{9V}{10000\Omega + 250\Omega} =$

2. Möglichkeit Spannungsteiler

$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_g}{R_g}$

$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_g}{R_g} \Rightarrow U_1 = \frac{U_g \cdot R_1}{R_g}$



Transistor-Kennlinie

A5: **Zeichnen Sie** die Arbeitsgerade des Lastwiderstandes R_C in die Ausgangskennlinie. Die Betriebsspannung beträgt 15 V. Der Widerstand R_C beträgt 170 Ω. (2 P)

A6: **Bestimmen Sie** U_{CE} und I_C bei einem Basisstrom von 0,3 mA. (2 P)

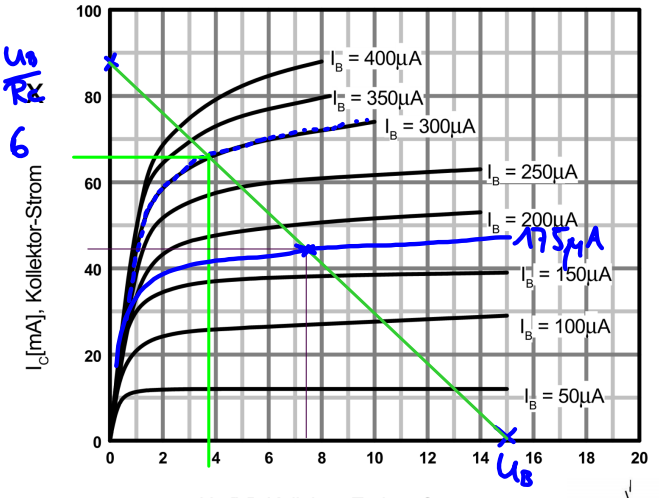
U_{CE} = 3,8V I_C = 65mA

A7: **Bestimmen Sie** die Ströme I_C, I_B und I_E bei $U_{CE} = 0{,}5 \cdot U_B$ = 7,5V (3 P)

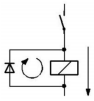
I_C = 45mA I_B = 175µA $I_E = I_C + I_B$ = 45,175mA

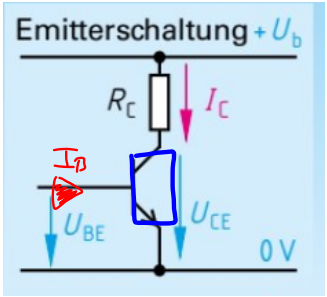
$I_C = \frac{U_B}{R_C}$

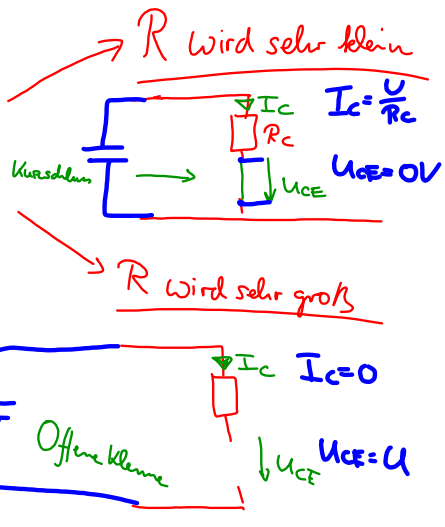
6



A8: **Beschreiben Sie** die Aufgabe der Freilaufdiode. (2 P)







1. Test

Punkte:	Note:
/20	

	1	2	3	4	5	6
Punkte	> 17	> 14	> 11	> 9	> 2	< 2
Anzahl:						

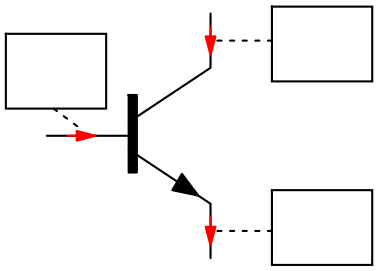
Zeit: 20 Minuten Hilfsmittel: Taschenrechner, Tabellenbuch

LED-Vorwiderstand

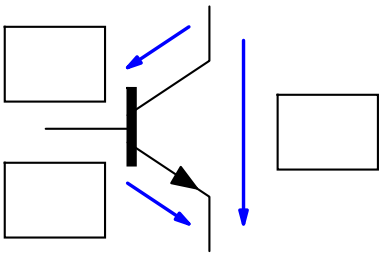
A1: **Ermitteln Sie** rechnerisch die optimalen Vorwiderstände für eine rote LED (3 P)
(U_F = 1,8 V). Der Strom sollte bei 10 mA liegen.
Wählen Sie den Widerstand aus der E12 Reihe.
Die Betriebsspannung liegt bei U_B = 12 V.

A2: **Ergänzen Sie** die Strom- und Spannungsbezeichnungen des Transistors. (3 P)

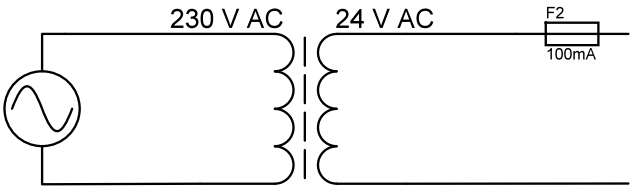
Ströme beim Transistor



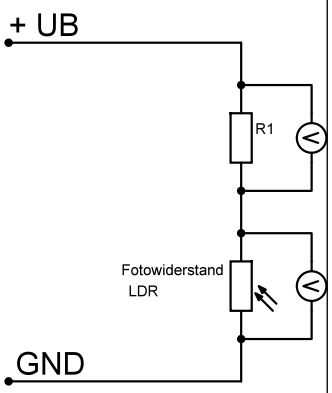
Spannungen am Transistor



A3: **Zeichnen Sie** einen Brückengleichrichter. (3 P)



A4: **Berechnen Sie** die Spannung am Fotowiderstand.
U_B = 9 V R_1 = 10 kΩ R_{LDR} = 250 Ω (2 P)



Transistor-Kennlinie

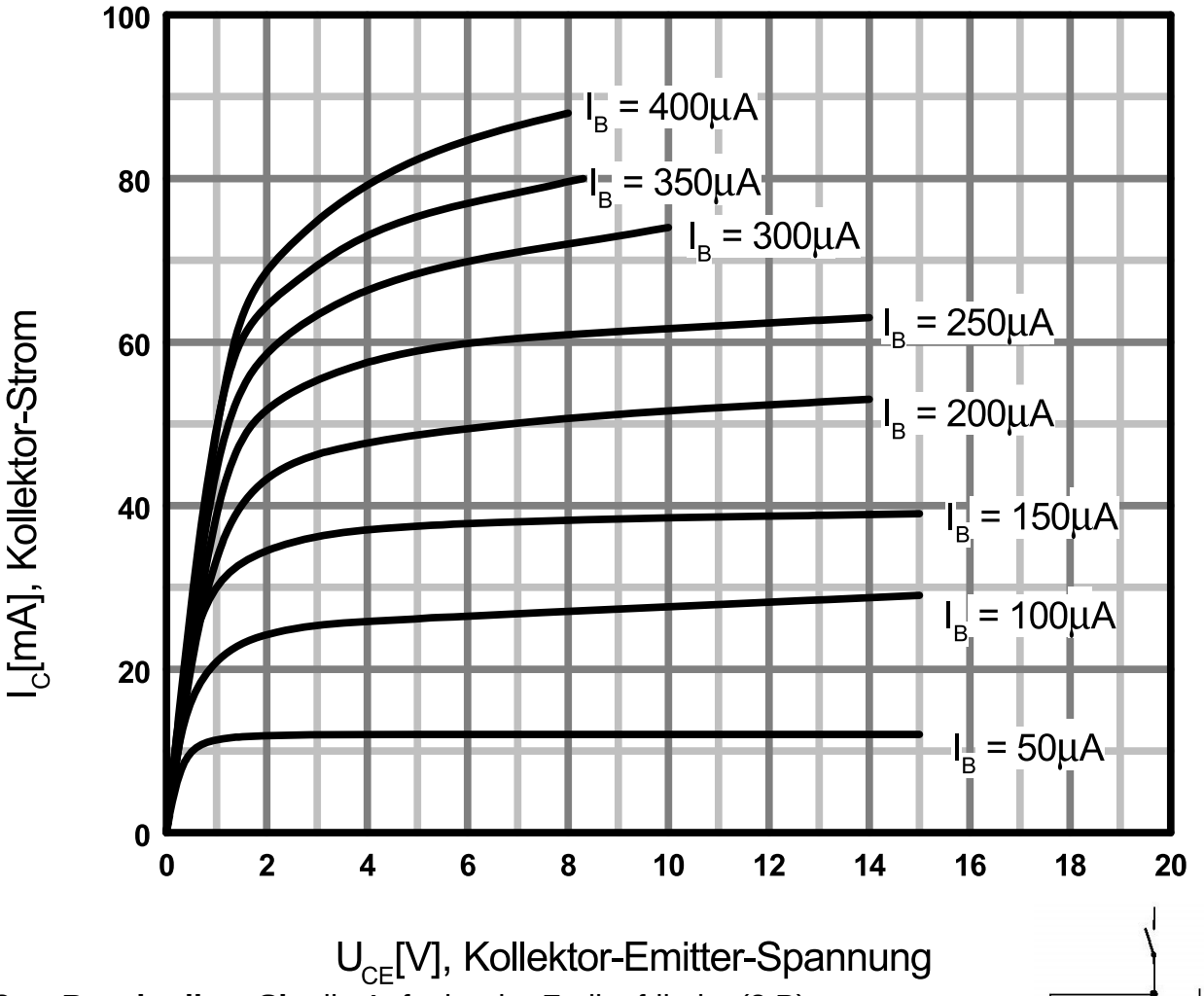
A5: **Zeichnen Sie** die Arbeitsgerade des Lastwiderstandes R_C in die Ausgangskennlinie. Die Betriebsspannung beträgt 15 V. Der Widerstand R_C beträgt 170 Ω. (2 P)

A6: **Bestimmen Sie** U_{CE} und I_C bei einem Basisstrom von 0,3 mA. (2 P)

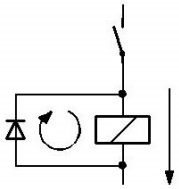
U_{CE} = I_C =

A7: **Bestimmen Sie** die Ströme I_C, I_B und I_E bei $U_{CE} = 0{,}5 \cdot U_B$ (3 P)

I_C = I_B = I_E =



A8: **Beschreiben Sie** die Aufgabe der Freilaufdiode. (2 P)



1. Test

Punkte:	Note:
/20	

	1	2	3	4	5	6
Punkte	> 17	> 14	> 11	> 9	> 2	< 2
Anzahl:						

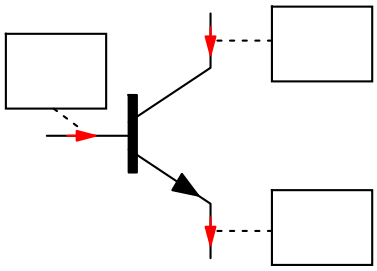
Zeit: 20 Minuten Hilfsmittel: Taschenrechner, Tabellenbuch

LED-Vorwiderstand

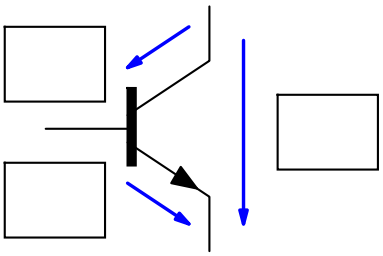
A1: **Ermitteln Sie** rechnerisch die optimalen Vorwiderstände für eine rote LED (3 P)
(U_F = 1,8 V). Der Strom sollte bei 20 mA liegen.
Wählen Sie den Widerstand aus der E12 Reihe.
Die Betriebsspannung liegt bei U_B = 24 V.

A2: **Ergänzen Sie** die Strom- und Spannungsbezeichnungen des Transistors. (3 P)

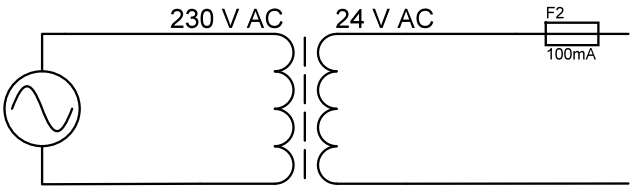
Ströme beim Transistor



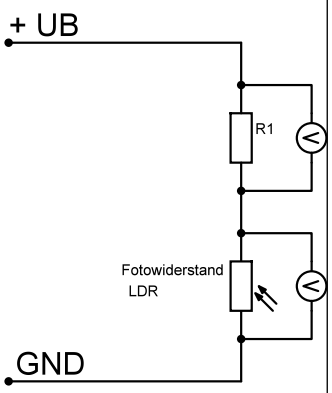
Spannungen am Transistor



A3: **Zeichnen Sie** einen Brückengleichrichter. (3 P)



A4: **Berechnen Sie** die Spannung am Fotowiderstand.
U_B = 12 V R_1 = 10 kΩ R_{LDR} = 250 Ω (2 P)



Transistor-Kennlinie

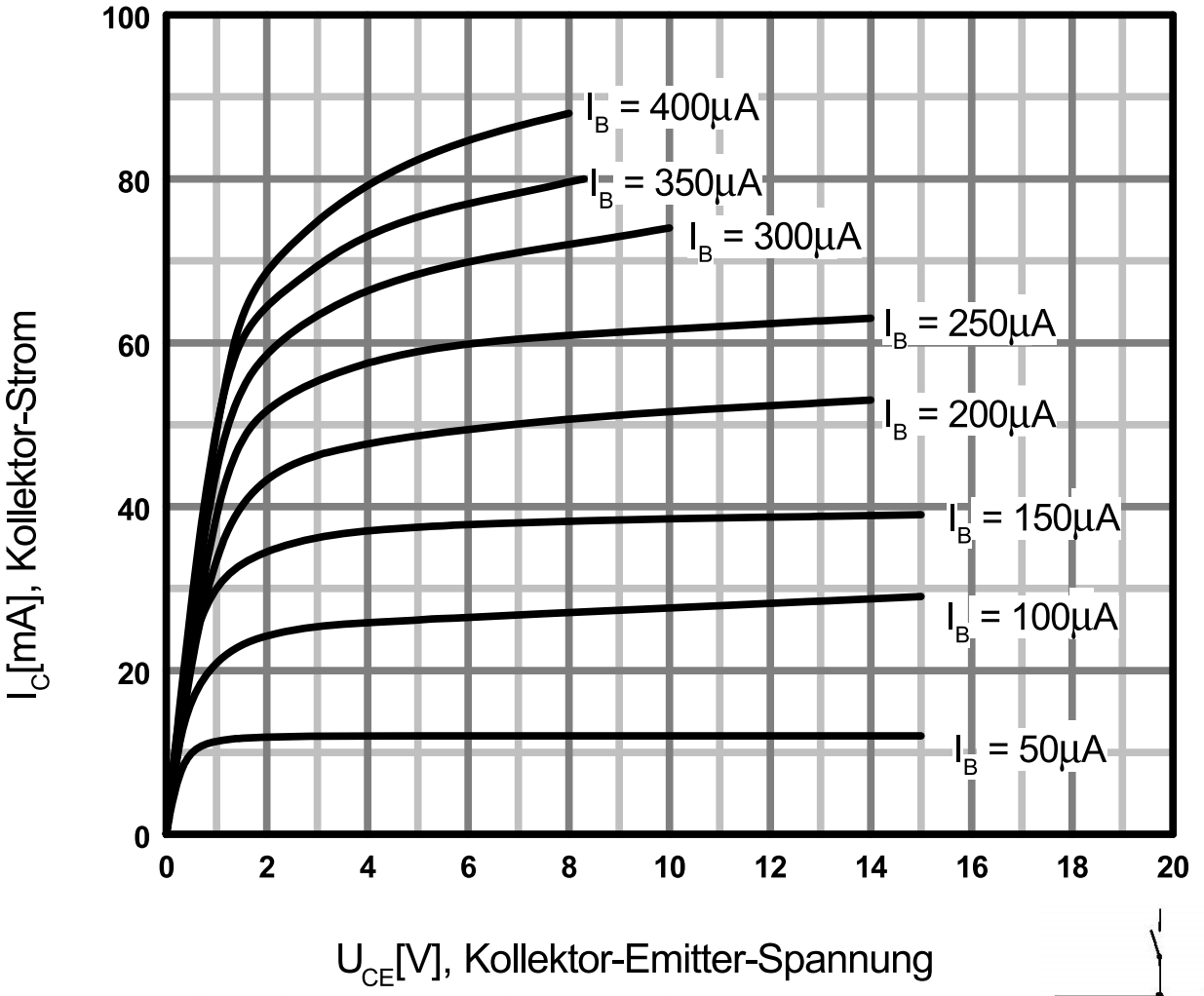
A5: **Zeichnen Sie** die Arbeitsgerade des Lastwiderstandes R_C in die Ausgangskennlinie. Die Betriebsspannung beträgt 18 V. Der Widerstand R_C beträgt 210 Ω. (2 P)

A6: **Bestimmen Sie** U_{CE} und I_C bei einem Basisstrom von 0,2 mA. (2 P)

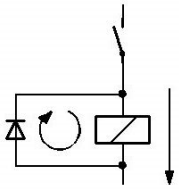
U_{CE} = I_C =

A7: **Bestimmen Sie** die Ströme I_C, I_B und I_E bei $U_{CE} = 0{,}5 \cdot U_B$ (3 P)

I_C = I_B = I_E =



A8: **Beschreiben Sie** die Aufgabe der Freilaufdiode. (2 P)



Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II LF 1 - 13	Spannungsfall	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

1. Der Widerstand einer Leitung beträgt 0,3Ω.
Welcher Spannungsfall tritt auf, wenn diese Leitung mit 10A belastet wird?

2. An den L- und N-Klemmen einer Steckdose wird eine Leerlaufspannung von 230V gemessen. Während der Belastung mit 10A sinkt die Spannung an den gleichen Klemmen auf 220V.
Wie groß ist der Spannungsfall über der inneren Anlage und dessen Innenwiderstand?

3. Als Zuleitung eines fest angeschlossenen Wechselstromverbrauchers (cos φ = 1) wird NYM-J 3x2,5 verwendet. Bei Nennspannung (230 V) wird ein Strom von 16 A durch die Leitung fließen, der einen Spannungsfall von 3V über die Leitung hervorruft.
Wie lang ist die Leitung?

4. Nach DIN 18015 darf der prozentuale Spannungsfall zwischen Zähler und einem Herd 3 % der Nennspannung (230 V) betragen.
Welcher theoretische Mindestquerschnitt einer Cu-Leitung (NYM-J 3x...) muss bei einer notwendigen Leitungslänge von 10 m verlegt werden, wenn die Herdplatte eine maximale Leistung von 2000 W abgibt?
(Die Strombelastbarkeit der Leitung bleibt unberücksichtigt!)

5. Zwei Wechselstromsteckdosenstromkreise werden neu verlegt. Es ist davon auszugehen, dass diese Stromkreise maximal (rein ohmsch) belastet werden.
Für diese Leitungen werden verwendet:
a) NYM-J 3x**1,5**
b) NYM-J 3x**2,5**
Wie lang dürfen die zu verlegenden Leitungen maximal sein, wenn der prozentuale Spannungsfall von 3% der Leerspannung von 230V nicht überschritten werden soll?

6. Die Summenstromsicherung am Zähler hat eine Nennstromstärke von 35A. Die durch sie geschützte Leitung ist an die NH-Sicherung des Hausanschlusses angeschlossen, hat einen Aderquerschnitt von 10mm² (Cu) und versorgt Wechselstromkreise. Laut TAB darf über dieser Leitung ein maximaler Spannungsfall von 0,5% bei 230V auftreten. Ermitteln Sie die maximale Länge dieser Leitung!

7. Eine NYM-J 3x6mm²-Leitung für einen Wechselstromkreis im 1/N/PE AC 50Hz 400V-System ist 30m lang und überträgt eine Wirkleistung von 6,9kW bei einem cos φ von 0,8.
Welcher prozentuale und absolute Spannungsfall ist zu erwarten?

8. Ein Wechselstromsteckdosenstromkreis wird neu verlegt. Es ist davon auszugehen, dass dieser Stromkreis maximal (rein ohmsch) belastet wird. Es wird eine Leitung verwendet, die einen Aderquerschnitt von 2,5mm² (Cu) besitzt.
Wie lang darf die zu verlegende Leitung maximal sein, wenn der prozentuale Spannungsfall von 3% der Leerlaufspannung von 230V nicht überschritten werden soll?

9. An der Steckdose mit einer Normspannung von 230V wird ein Motor mit 2,5kW (Leistungsfaktor 0,76) angeschlossen. Die Leitungslänge der NYM-J 3X1,5² beträgt 14,8m.
Berechne den Spannungsfall Δu und $\Delta u\%$

Hein - Moeller - Schule BSZ Energietechnik II Grundlagen	Wiederholung Leiterwiderstand, Leistung und Arbeit	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

1. Ein elektrischer Leiter hat einen Durchmesser von 1,38mm. Welchen Querschnitt hat dieser Leiter?

2. Eine zweiadrige elektrische Leitung ist 20m lang, besteht aus Kupfer und hat einen Querschnitt von 1,5mm². Wie groß ist der Widerstand dieser Leitung?

3. Auf dem "Leistungsschild" eines elektrischen Heizkörpers stehen die Nenn- bzw. Bemessungswerte von U_n=230V/P_n=2kW.
   Welche Leistung "liefert" der Heizkörper, wenn wegen der Spannungsfälle über den Zuleitungen eine Klemmenspannung am Heizkörper von 225V anliegt?

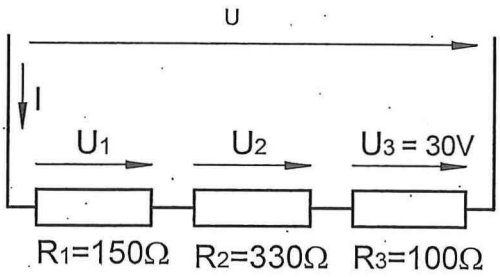
4. An einer gemeinsame Steckdose werden eine Waschmaschine (U_n=230V/P_n=3,3kW) und ein Geschirrspüler (230V/3kW) betrieben. Die Spannung an der Steckdose während des Betriebes ist genau 230V. Welchen Strom und welche Leistung nehmen beide Geräte *jeweils* und *gemeinsam* auf?

5. Ein Warmwasserbereiter mit einer Nennleistung von 2,2kW bei 230V wird aufgrund einer fehlerhaften Installation an 400V angeschlossen. Berechnen Sie ...
   a) den Wert des Heizwiderstandes!
   b) die Leistung, die das Gerät abgibt!
   c) den Strom, der bei Nennleistung und bei 400 V fließen würde bzw. fließt!

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1 - 4	**Wiederholung Grundlagen 1**	Name:	
			Note:	Klasse:
				Datum:

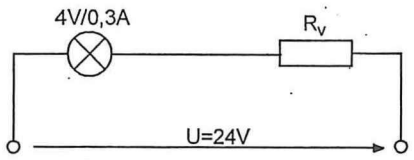
1.
Ein Widerstand soll aus Kupferdraht gewickelt werden. Der Draht ist 112 m lang und hat einen Querschnitt von 0,0000002 m².
Welchen Wert hat der Widerstand?

2.
Drei Widerstände sind nach der nebenstehenden Schaltung aufgebaut.
Berechnen Sie
a) die Stromstärke,
b) die fehlenden Teilspannungen,
c) die Gesamtspannung
d) der Gesamtwiderstand und
e) die Leistungen der einzelnen Widerstände.

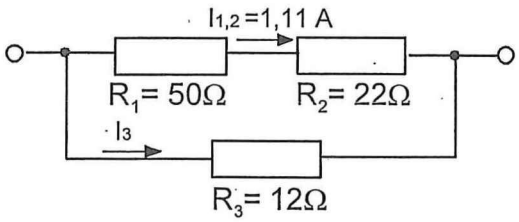


3.
An einem Akkumulator werden folgende Messwerte ermittelt:
Die Spannung an den Klemmen ohne Belastung: 12,0V
Die Spannung an den Klemmen bei Belastung mit 4,7 Ohm: 11,8V
a) Zeichen das Ersatzschaltbild.
b) Berechne den Innenwiderstand des Akkumulators und
c) den Kurzschlussstrom I_K.

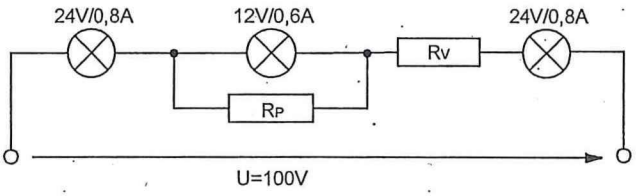
4.
Eine Lampe 4V/0,3A soll an einer Batterie mit einer Spannung von 24V angeschlossen werden.
Berechnen Sie R_V.



5.
Gegeben ist die folgende Schaltung.
Gesucht: Gesamtwiderstand R und der Strom I3



6.
Bestimmen Sie in der abgebildeten Schaltung die Widerstandswerte für R_P und R_V, damit die Lampen mit ihren Nennwerten betrieben.



7.
Ein Wechselstromsteckdosenstromkreis wird neu verlegt. Es ist davon auszugehen, dass dieser Stromkreis maximal (rein ohmsch) belastet wird. Es wird eine Leitung verwendet, die einen Aderquerschnitt von 2,5mm² (Cu) besitzt.
Wie lang darf die zu verlegende Leitung maximal sein, wenn der prozentuale Spannungsfall von 3% der Leerspannung von 230V nicht überschritten werden soll?

Hein-Moeller-Schule OSZ Energietechnik II LF 1 - 13	Innenwiderstand einer Spannungsquelle	Name:	
		Blatt-Nr. A1	Klasse: Datum:

PUNKTZAHL	erreichbare Punkte :							
	erreichte Punkte :							
NOTENSPIEGEL	Note :	1	2	3	4	5	6	∅
	Schüleranzahl :							

BEMERKUNGEN **Rechenweg angeben !! Formeln angeben, Werte und Einheiten einsetzen, Ergebnis unterstreichen!!** **Viel Erfolg!**

Punkte Soll/Ist

1. An einem Akkumulator werden folgende Messwerte ermittelt:
Spannung an den Klemmen ohne Belastung: 12 V,
Spannung an den Klemmen bei Belastung mit 4,7 Ω: 11,8 V.
Berechnen Sie den Innenwiderstand der Spannungsquelle.

2. Eine 12V- Autobatterie hat eine Leerlaufspannung (Quellenspannung) U_0 = 12,6 V und einen Innenwiderstand Ri = 2,3 mΩ. Berechnen Sie

a.) den Kurzschlussstrom I_K.

b.) den Strom I und die Klemmenspannung U_{KL}, wenn die Autobatterie mit einem Lastwiderstand R_L = von 1,5 Ω belastet wird.

c.) die Leistung des Lastwiderstandes R_L.

	Punkte Soll/Ist
3. An einer <u>leistungsangepassten</u> Spannungsquelle werden folgende Messwerte ermittelt: U_{Kl} = 20 V ; R_L = 400 Ohm. a.) Wie groß sind Leerlaufspannung U_0 und abgegebene Leistung P_L? b.) Wie hoch ist die Leistung im Kurzschlussfall im Innenwiderstand der Spannungsquelle gegenüber der Leistung bei Leistungsanpassung im R_i	
4. Ein Klingeltransformator hat die Leerlaufspannung 12V. Wird der Klingelknopf gedrückt, sinkt die Spannung an den Klemmen der Klingel auf 7,5V.Der Strom durch die Klingel beträgt 0,4A. Berechne den Innenwiderstand des Klingeltrafos.	

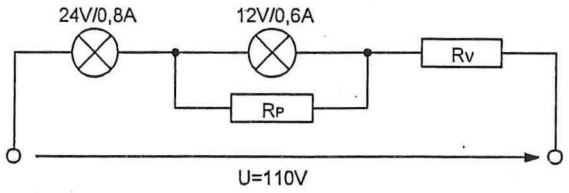
OSZ Energietechnik II Elektrotechn. Grundlagen	**Teil 1 - Prüfungsvorbereitung**	Name:	
		Blatt-Nr.: A3	Klasse:
			Datum:

Punkte Soll/Ist

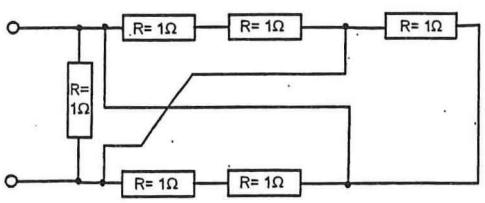
24. Ein Trafo hat eine Leerlaufspannung von 12V. Es fließt ein Strom 650 mA wenn der Trafo mit einer Klingel belastet wird die einen Widerstand von 9500 mOhm hat.

a.) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der Schaltung.
b.) Berechne die Klemmenspannung an der Klingel.
c.) Warum bricht die Spannung an der Klingel bzw. der Last stark ein?
d.) Berechne den Innenwiderstand des Trafos.
e.) Berechne den Kurzschlussstrom des Trafos.

25. Bestimmen Sie in der abgebildeten Schaltung die Widerstandswerte für R_P und R_V, damit die Lampen mit ihren Nennwerten betrieben werden können.



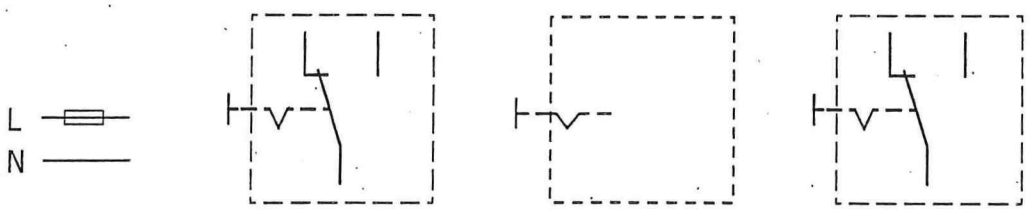
26. a.) Gegeben ist die folgende Schaltung. Gesucht: Gesamtwiderstand R



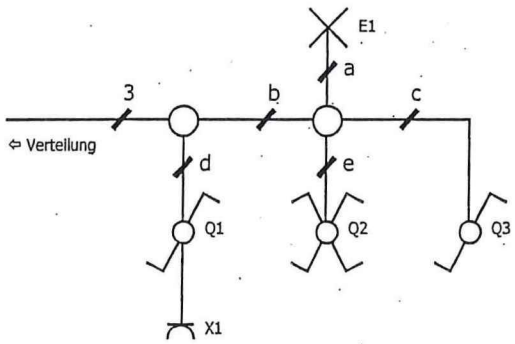
b.) Berechnen Sie für die in a.) gegebene Schaltung die Größe des Einzelwiderstandes, wenn alle Widerstände gleich groß sind, und der Gesamtwiderstand 200 Ω beträgt

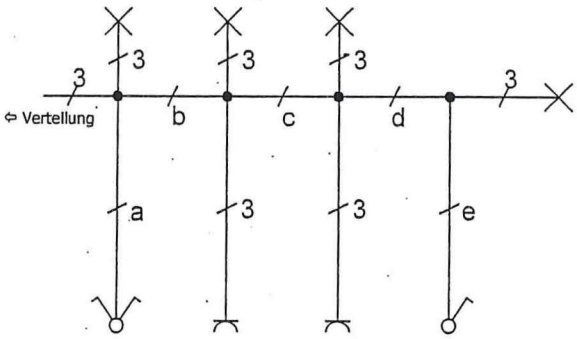
Punkte Soll/Ist

27. Eine Lampe soll mit Hilfe einer **Kreuzschaltung** von drei Schaltstellen ein- bzw. ausgeschaltet werden. Vervollständigen Sie den Stromlaufplan.



13. Geben Sie die Aderzahlen der mit a bis e bezeichneten NYM-J-Leitungen an!

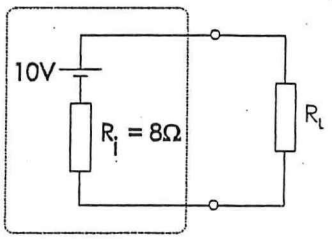




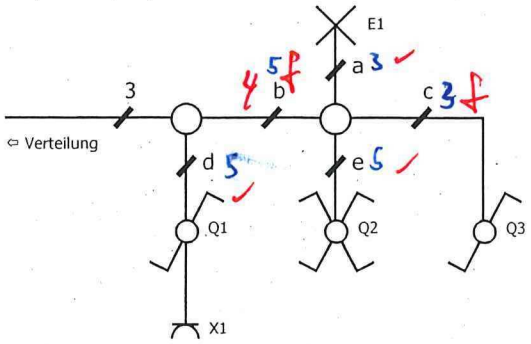
Serienschalter schaltet die beiden mittleren Lampen

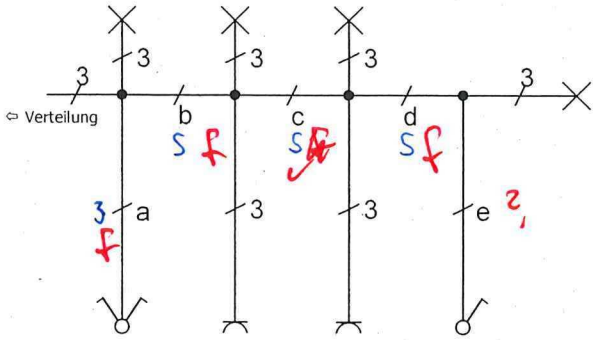
29.
Ein Notstromaggregat hat eine Leerlaufspannung von 230V. Über eine 25m lange NYM-0-Leitung wird ein Wechselstromverbraucher betrieben, der die Spannungsquelle mit 5A belastet. An den Klemmen des Verbrauchers liegt unter Last eine Spannung von 228,214V. Welchen Querschnitt hat die Leitung? Welchen Wert hat der Widerstand?

30. Bestimmen Sie die Ausgangsspannung U_{KL} bei einem Lastwiderstand von $R_L = 500\ \Omega$.
Berechnen Sie den Wirkungsgrad η für diesen Lastfall sowie den Kurzschlussstrom der Spannungsquelle.



12. Geben Sie die Aderzahlen der mit a bis e bezeichneten NYM-J-Leitungen an!





Serienschalter schaltet die beiden mittleren Lampen

Punkte Soll/Ist

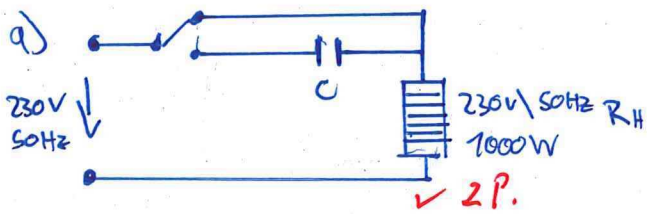
5/ 2

13.
Eine Heizung soll mit einem Wechselschalter zweistufig an 230V/ 50Hz geschaltet werden. Die Bemessungsdaten der Heizung: 230V/50Hz; 1000W

Schalterstellung 1: volle Heizleistung

Schalterstellung 2: Halbe Heizleistung --> Durch Vorschalten eines Kondensators wird die Leistung der Heizung halbiert.

a.) Skizzieren Sie die Schaltung.
b.) Berechnen Sie den Widerstand der Heizung,
c.) den Strom bei halbierter Leistung und
d.) die benötigte Kapazität des Kondensators.



b) $R_H = \frac{U^2}{P}$

$R_H = 52{,}9\,\Omega$ ✓ 2P.

c) $I = \frac{(P:2)}{U} = \frac{(1000_W \div 2)}{230V}$

$I = \frac{500}{230}$

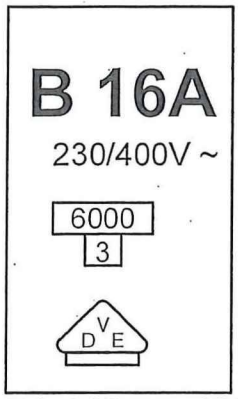
$I = 2{,}17\,A$ f

10/ 4

OSZ Energietechnik II Elektrotechn. Grundlagen	**Teil 1 - Prüfungsvorbereitung**	Name:	
		Blatt-Nr. A7	Klasse: Datum:

14. LS-Schalter müssen nach VDE 0641 bestimmte Aufschriften tragen.
Erläutern Sie kurz die Aufschriften auf dem Typenschild.

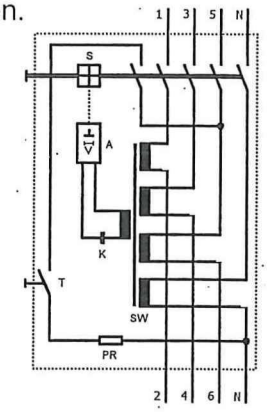
Punkte Soll/Ist



Beispiel Typenschild

15. In einem Steckdosenstromkreis muss heute ein RCD eingebaut werden.

a.) Welcher Fehler schaltet ein RCD ab?
b.) Welche Aufgabe hat der Taster T (s.Bild)?
c.) Kann ein 4-poliger RCD (s.Bild) in einem Steckdosenstromkreis eingebaut werden?

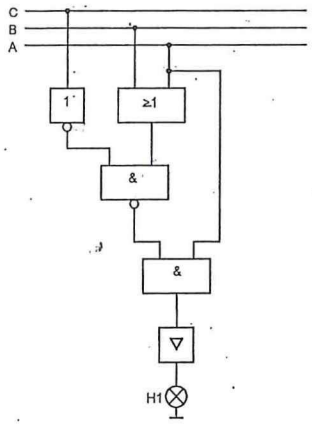


16. Eine Wechselspannung mit einer Frequenz von 50 Hz hat eine Amplitude von 400V.
Berechnen Sie
a.) den Effektivwert sowie den Spitze- Tal- (Spitze- Spitze-) Wert der Spannung und
b.) den Augenblickswert u der Spannung für die Zeit t = 3 ms.

Punkte Soll/Ist

17. Ein Kondensator mit der Kapazität C = 4,7 µF ist an 230V/50Hz angeschlossen.
Wie groß sind
a.) der kapazitive Blindwiderstand X_C,
b.) der kapazitive Blindstrom I_{bC} und
c.) die Blindleistung des Kondensators
d.) Wie ändert sich der Strom, wenn die Frequenz verdoppelt wird.

18. Analysieren Sie die abgebildete Verknüpfung mit Hilfe
a) einer Wertetabelle und
b) geben Sie die Funktionsgleichung an.



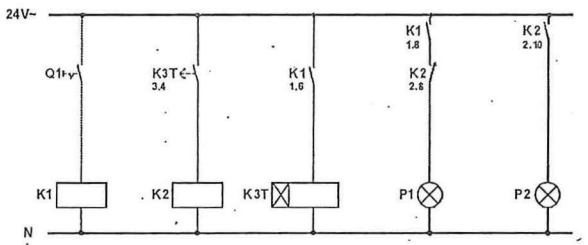
Wertetabelle

C	B	A	H1
0	0	0	0
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Funktionsgleichung

H1 = _____

19. Erläutern Sie die Funktion der nebenstehenden Schaltung



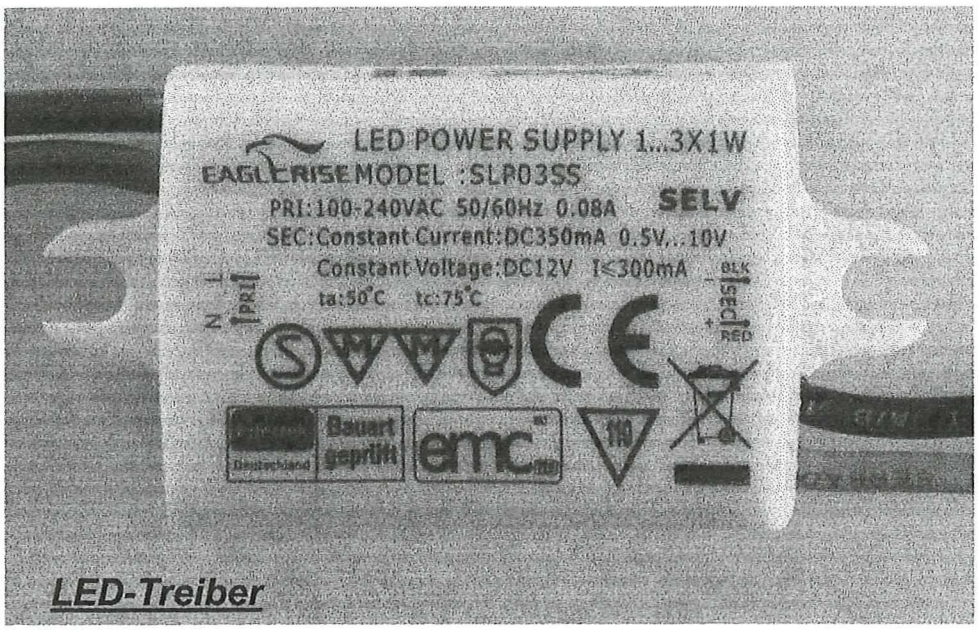
20. Die Spannung eines Netzteils schwankt zwischen 8V und 12V. Die Spannung soll mit einer Z-Diode stabilisiert werden. Der Ausgangsstrom soll konstant 300 mA bei einer Ausgangsspannung von 6V betragen.
Aus dem Datenblatt der Z-Diode: UZ = 6V, Ptot= 500mW.
a.) Zeichne eine einfache Z-Diodenstabilisierungsschaltung
b.) Bestimme den Vorwiderstand RV. Wählen Sie einen Widerstand aus der E12-Reihe aus.
c.) Berechne die max. Verlustleistung des Vorwiderstandes.

Hein - Moeller - Schule OSZ Energietechnik II Grundlagen	Teil 1 - Prüfungsvorbereitung	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

15. LED-Treiber

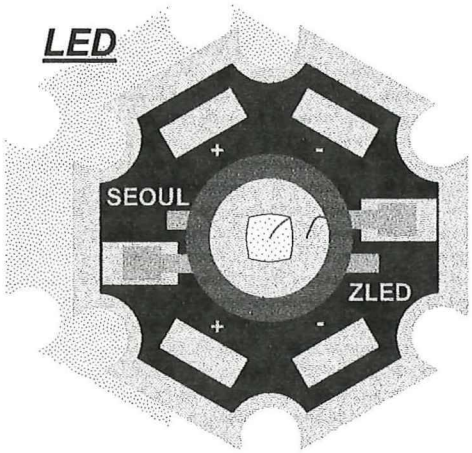
Situationsbeschreibung

Folgender Stromtreiber für eine 1W-LED wurde in einer Leuchte verwendet.



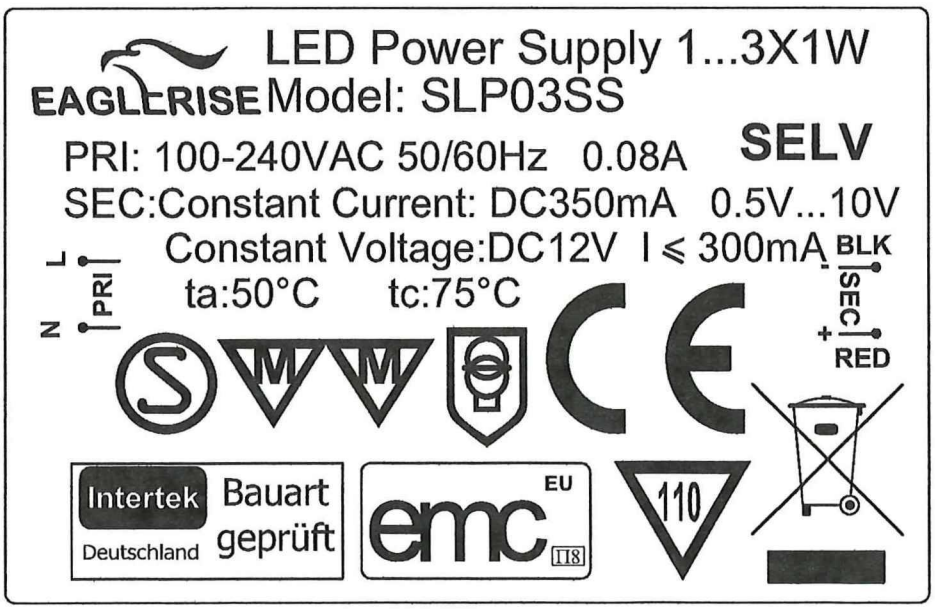
LED-Treiber

LED



Die Leuchte wurde mit einem Schalter (150V, 1A) einpolig geschaltet. Die LED leuchtete nicht lange. Obwohl sie im Betrieb nur handwarm wurde brachte die Leuchte es nicht auf mehr als ca, 20 Betriebsstunden in 2 Monaten.

LED-Treiber-Beschriftung



Aufgaben Stromtreiber

a. Erstellen Sie einen Stromlaufplan als Handskizze, der den Anschluß der LED an den Treiber darstellt.

b. Benennen Sie den Fehler in der Verdrahtung !

c. Erläutern Sie in Stichpunkten die Ursache für das Versagen der LED !

d. Zeichnen Sie einen berichtigten Stromlaufplan neu, wobei möglichst die LED und der Treiber weiter eingesetzt bleiben sollen. Falls zusätzliche Bauteile benötigt werden, realisieren Sie Ihre Schaltung mit so wenig zusätzlichen Bauteilen wie möglich.

e. Welche Vor- oder Nachteile weist Ihre Schaltung nun auf ? Benennen Sie diese !

Hein - Moeller - Schule GSZ Energietechnik II Lernfeld 6	Schutzmaßnahmen Netzschleifenwiderstand R_s (Impedanz der Fehlerschleife Z_s)	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

Begriffsklärung: **Netzschleifenwiderstand R_S** (in DIN VDE 0100 bezeichnet mit "Impedanz der Fehlerschleife" Z_s; auch bekannt als "Schleifenimpedanz" oder "Netzschleifenimpedanz")

Der Netzschleifenwiderstand R_S einer elektrischen Anlage umfasst

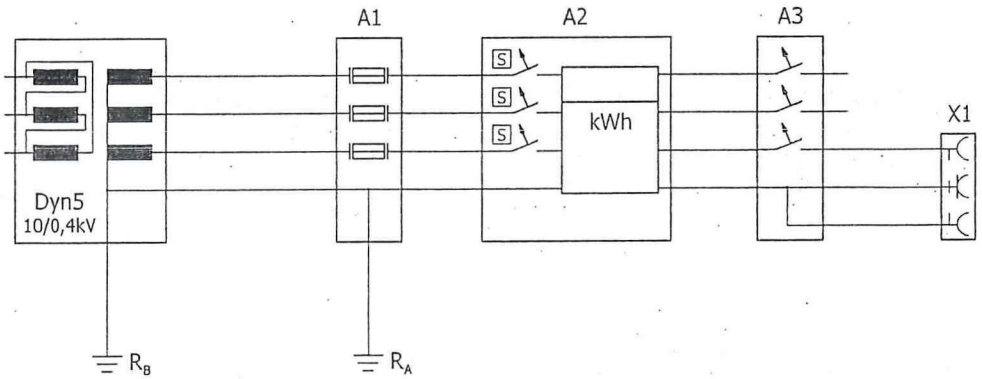
die Summe der Widerstände R_S aller Leitungen und Betriebsmittel,
dessen Betrag an den Anschlussklemmen eines Verbrauchers
zwischen der L- und der PE-Klemme feststellbar ist.

Die beteiligten Widerstände sind demnach*:

Außenleiterwiderstand der Leitung zwischen Steckdose und Verteilung ($R_{L(A)}$), Außenleiterwiderstand der Hauptleitung zwischen Verteilung und Zählerplatz ($R_{L(B)}$), Außenleiterwiderstand der Verbindungsleitung zwischen Zählerplatz und HA ($R_{L(C)}$), Außenleiterwiderstand der Hauseinführungsleitung ($R_{L(D)}$), Trafoinnenwiderstand (R_{Tr}), Widerstand des PEN der Hauseinführungsleitung ($R_{PEN(D)}$), Widerstand des PEN der Verbindungsleitung ($R_{PEN(C)}$), Widerstand des PEN der Hauptleitung ($R_{PEN(B)}$), Widerstand des **PE** der Stromkreisleitung (R_{PE}), Widerstand der Schaltgeräte und des Zählers (R_{SZ}) sowie die Summe der Übergangswiderstände aller Klemmen ($R_Ü$).

* die Formelzeichen sind nicht genormt!

4. Aufgabe: a.) Zeichnen Sie im Stromlaufplan mit einem Farbstift den Strompfad für den Steckdosenstromkreis X1 nach, so dass die Bestandteile des Netzschleifenwiderstands R_S deutlich werden.



Bedeutung des **Netzschleifenwiderstandes R_S (Netzschleifenimpedanz Z_s)**

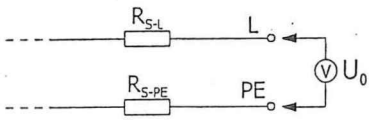
b.) Der Netzschleifenwiderstand R_S einer elektrischen Anlage beeinflusst ...

- .....
- .....

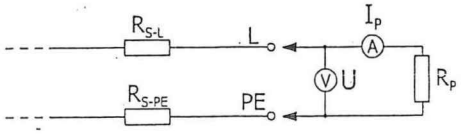
Merke: Der Netzschleifenwiderstand R_S spielt die wesentliche Rolle bei der Wirksamkeit der Maßnahme "Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung" bei Auftreten eines Körperschlusses.

Prinzip der Ermittlung des **Netzschleifenwiderstandes R_S**

1. Messung der Leerlaufspannung U_0



2. Belastung des Stromkreises mit einem beliebigen Prüfwiderstand R_P; Messung
   - des Prüfstromes I_P und
   - der Klemmenspannung U

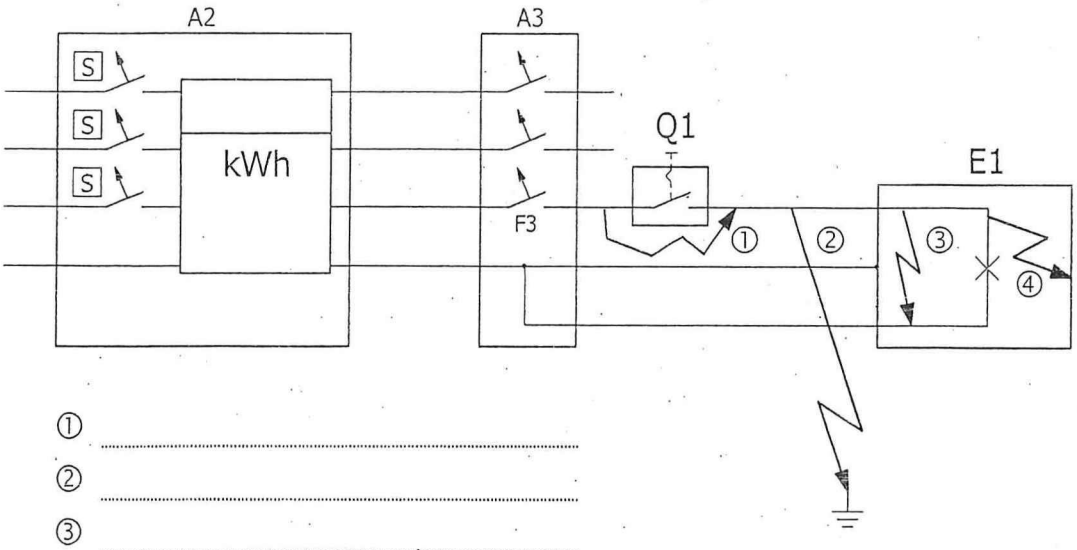


3. Berechnung des **Netzinnenwiderstandes R_i** mit den messtechnisch ermittelten Werten U_0, U und I_P lautet::

$R_S =$

[Mit geeigneten Messgeräten (nach DIN VDE 0413) kann der Netzschleifenwiderstand R_S "direkt" gemessen werden. Gleichzeitig ist es möglich, sich den höchstmöglichen Kurzschlussstrom I_K, der in L und PE auftreten kann und der Rückschlüsse auf das Abschaltverhalten einer ÜSE zulässt, anzeigen zu lassen.]

5. Aufgabe: **Geben Sie** an, welche Arten von Fehlern ① bis ④ in der Darstellung eingetragen sind und **überlegen und diskutieren Sie**, welche Folgen die jeweiligen Fehler haben können!
(Studieren Sie hierzu Ihr Fachbuch!)



① .....

② .....

③ .....

④ .....

7. Aufgabe: Die Leuchte E1 ist neu installiert worden.
Vor Inbetriebsetzung des Stromkreises wurde mit geeigneten Messgeräten zwischen den Klemmen L-PE dies geprüft:
Die Leerlaufspannung beträgt 232V und bei Belastung mittels eines Prüfwiderstandes* (2A) sinkt die Spannung an den Klemmen auf 231V. (* in der Praxis so nicht üblich!)
In der Leuchte E1 findet der Fehler ④ statt.
Berechnen Sie den Strom I_K, der durch F3 (Leitungsschutzschalter LS-B10) bei diesem Fehler fließt!

geg.: ges.:

Hein - Moeller - Schule BSZ Energietechnik II Lernfeld 6	Schutzmaßnahmen Netzinnenwiderstand R_i	Name:	
		Note:	Klasse:
			Datum:

Information:
Die rechnerische Feststellung des Widerstandes von Leitungen spielt in der E-Installation eine wichtige Rolle:
Vor Übergabe einer neu installierten Anlage muss sichergestellt sein, dass die in den Normen (u.a. DIN VDE 0100) festgelegten Bestimmungen eingehalten wurden. Zur Feststellung des Zustandes der Anlage werden inbesondere Messungen durchgeführt. Die gemessenen Werte (Ist-Zustand) sind allerdings hinsichtlich des ordungsgemäßen Zustandes der Anlage dann in Frage zu stellen, wenn sie verschieden von rechnerischen Werten (Soll-Zustand) sind.

Beispiel:
Durch ein geeignetes Messgerät ist der gesamte Widerstand (Ist-Zustand) einer inneren Anlage (z.B. eines Steckdosenstromkreises) mit 2Ω ermittelt worden. Durch Rechnung (Soll-Zustand) wurde festgestellt, dass von einem Wert von etwa 1Ω auszugehen ist.
Schlussfolgerung: Es liegt wahrscheinlich ein **Fehler** vor, der zu beheben ist. Die Anlage darf dem Kunden **nicht** übergeben werden!

1. Aufgabe:

Die kabel- und leitungsherstellende Industrie ist festgelegt, standardisierte Leitungen und Kabel mit Normquerschnitten anzubieten.
[Im Hausinstallationsbereich häufig eingesetzte Leitungsquerschnitte sind in der nebenstehenden Tabelle angegeben.]
Geben Sie die Ausgangsgleichung zur Berechnung des Widerstandes einer Leitung an!
Berechnen Sie den jeweiligen Widerstand einer 20m langen, 2-adrig betriebsstromführenden Kupferleitung für die genannten Querschnitten mit der Genauigkeit von 2 Stellen hinter dem Komma!

Information:

Der Wert der **spezifischen Leitfähigkeit** von Kupfer

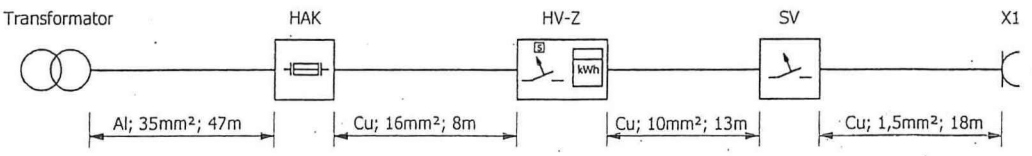
beträgt bei 20°C $\chi_{Cu} = 56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

lfd. Nr.	Leiter-querschnitt in mm²	Leitungswider-stand (bei 20°C) in mΩ
1	1,5	
2	2,5	
3	4	
4	6	
5	10	
6	16	
7	25	
8	35	
9	50	

Ausgangsgleichung:

2. Aufgabe:

Von der Spannungsquelle (Transformator) bis zum Hausanschlusskasten (HAK) ist ein 47m langes Kabel verlegt worden, dessen Leiterquerschnitt 35mm² beträgt. Im HAK wird dieses Kabel über eine Niederspannungshochleistungssicherung (NH-Sicherung) mit einer 8m langen Leitung (q_2 = 16mm²) verbunden, die zum Hauptstromkreisverteiler / Zählerplatz (HV-Z) führt. Dort wurde eine Verbindung zu einer 10mm² starken, 13m langen Leitung hergestellt, die zur Wohnungsstromkreisverteilung (SV) führt und an die dortige Überstromschutzeinrichtung (ÜSE) angeschlossen wurde. Von dort führt eine NYM 3x1,5 - Leitung (ℓ_4 = 18m) zu einer Wechselstromschutzkontaktsteckdose X1. [siehe Abbildung]



a.) **Berechnen Sie** die Summe aller Leitungswiderstände, wenn davon auszugehen ist, dass bis auf das Kabel zwischen Transformator und HAK (Aluminium; χ_{Al} = 35 m/(Ω·mm²) alle Leiter aus Kupfer bestehen und eine 2-adrig Belastung stattfindet!

b.) An der Steckdose X1 wurde mit einem Prüfgerät ein Innenwiderstand (siehe Begriffsdefinitionen auf der Rückseite!) der Anlage von R_i=**2,57**Ω festgestellt.
Beurteilen Sie dieses Messergebnis im Vergleich zu dem Rechenergebnis von Aufgabe 2.a!

Begriffsklärung: **Netzinnenwiderstand** R_i (nicht genormter Begriff!)

Der Netzinnenwiderstand R_i einer elektrischen Anlage umfasst

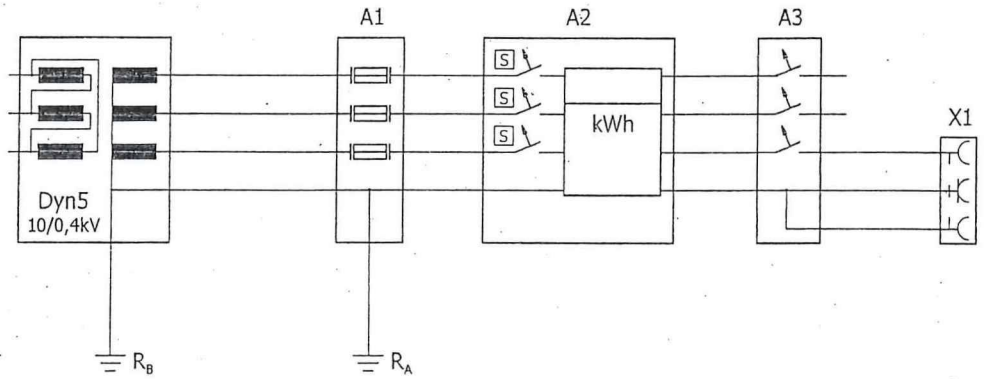
die Summe der Widerstände R_i aller Leitungen und Betriebsmittel, dessen Betrag an den Anschlussklemmen eines Wechselstromverbrauchers zwischen der L- und der N- Klemme feststellbar ist.

Die beteiligten Widerstände sind demnach*:

Außenleiterwiderstand der Leitung zwischen Steckdose und Verteilung ($R_{L(A)}$), Außenleiterwiderstand der Hauptleitung zwischen Verteilung und Zählerplatz ($R_{L(B)}$), Außenleiterwiderstand der Verbindungsleitung zwischen Zählerplatz und HA ($R_{L(C)}$), Außenleiterwiderstand der Hauseinführungsleitung ($R_{L(D)}$), Trafoinnenwiderstand (R_{Tr}), Widerstand des PEN der Hauseinführungsleitung ($R_{PEN(D)}$), Widerstand des PEN der Verbindungsleitung ($R_{PEN(C)}$), Widerstand des PEN der Hauptleitung ($R_{PEN(B)}$), Widerstand des **N**-Leiters der Stromkreisleitung (R_N), Widerstand der Schaltgeräte und des Zählers (R_{SZ}) sowie die Summe der Übergangswiderstände aller Klemmen ($R_Ü$).

* die Formelzeichen sind nicht genormt!

3. Aufgabe: a.) Zeichnen Sie im Stromlaufplan mit einem Farbstift den Strompfad für den Steckdosenstromkreis X1 nach, so dass die Bestandteile des Netzinnenwiderstands R_i deutlich werden.



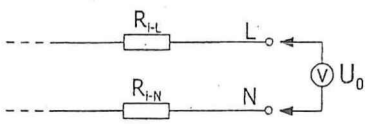
Bedeutung des **Netzinnenwiderstandes** R_i

b.) Der Netzinnenwiderstand R_i einer elektrischen Anlage beeinflusst ...

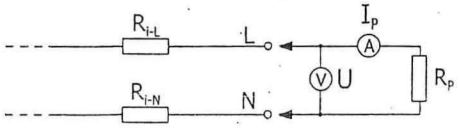
- .....
- .....

Prinzip der Ermittlung des **Netzinnenwiderstandes** R_i

1. Messung der Leerlaufspannung U_0



2. Belastung des Stromkreises mit einem beliebigen Prüfwiderstand R_p; Messung
   - des Prüfstromes I_p und
   - der Klemmenspannung U



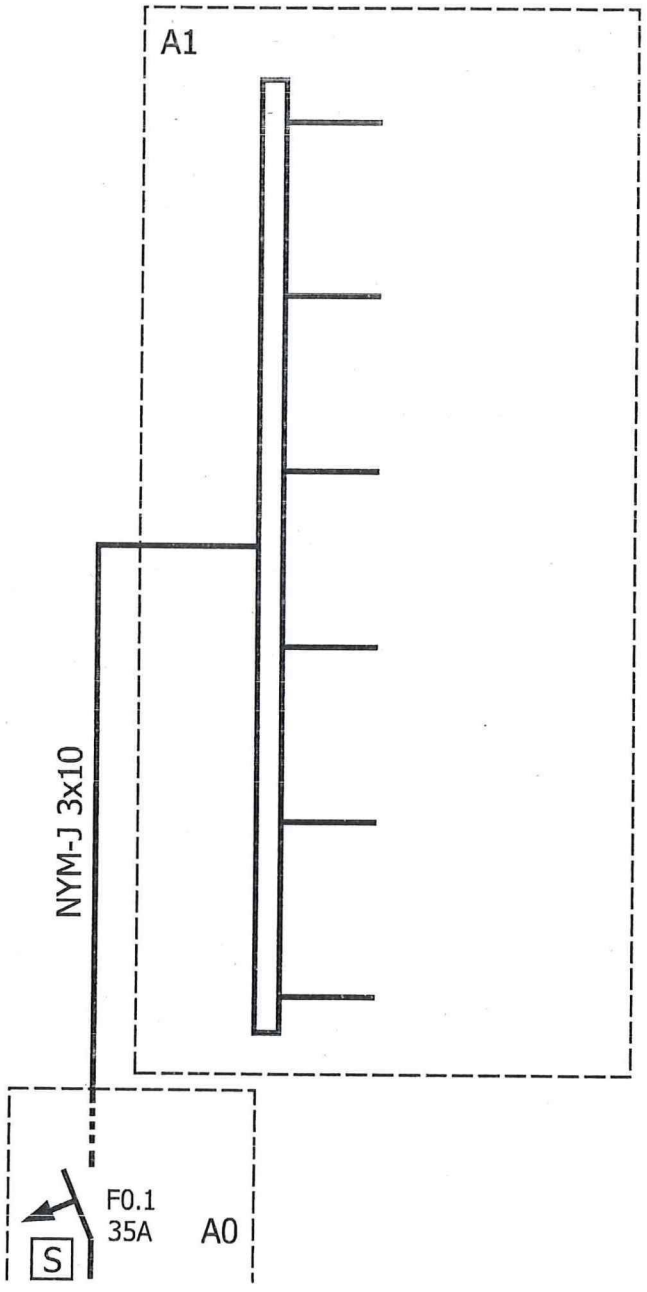
3. Berechnung des **Netzinnenwiderstandes** R_i mit den messtechnisch ermittelten Werten U_0, U und I_p lautet:

R_i =

[Mit geeigneten Messgeräten (nach DIN VDE 0413) kann der Netzinnenwiderstand R_i "direkt" gemessen werden. Gleichzeitig ist es möglich, sich den höchstmöglichen Kurzschlussstrom I_K, der in L und N auftreten kann, anzeigen zu lassen.]

Aufgabe 2:
Zeichnen Sie (technische Zeichnung) für die genannten Flurstromkreise den Plan der Stromkreisverteilung A1.

Es sind pro Stromkreis anzugeben:
- Stromkreisnummer
- Bemessungsgrößen der Schaltgeräte
- verwendete Leitung mit Angabe der höchsten Leiterzahl und des Leiterquerschnitts
- Betriebsmittelkennzeichnung



Aufgabe 3:
Die NYM-J 3x1,5 - Leitung, die von der Stromkreisverteilung A1 zur Steckdose X1.1 führt, ist 15,5m lang.
Berechnen Sie den **Spannungsfall ΔU** (in V) über dieser Leitung, wenn die angeschlossenen Geräte bei Normspannung eine Leistung von 1,1kW erzeugen. Als Leistungsfaktor wird 0,95 angenommen.

geg.: *ges.:*

Lösung:

Ergebnissatz:

Aufgabe 4:
In der Stromkreisverteilung A1 ist ein Netzschleifenwiderstand $R_{S\text{-}V}$ von 0,1Ω gemessen worden.
Die Messpunkte waren:
Abgangsklemme des Leitungsschutzschalters (Stromkreis: Wandleuchte) und die PE-Schiene.
Bestimmen Sie, welcher **Netzschleifenwiderstand $R_{S\text{-}ges}$** (in mΩ) an der Wandleuchte rechnerisch zu erwarten ist!
(Die NYM-J-Leitung zur Wandleuchte ist 16m lang)

geg.: *ges.:*

Lösung:

Ergebnissatz:

Aufgabe 5:
Für die zu installierenden Schalter, Steck- und Abzeigdosen sind Unterputzdosen erforderlich.
Bestimmen Sie gemäß Ihres Installationsplanes deren Anzahl!

Ergebnis: **"Es sind ..... Unterputzdosen erforderlich."**

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	Elektroniker / in Fachrichtung: Informationstechnik und Telekommunikationstechnik **Aufgaben Energieverteilung**	Name:	
		Klasse:	Note:

Hilfsmittel: alle

LF 1 [2] 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 Datum: ___.___._____

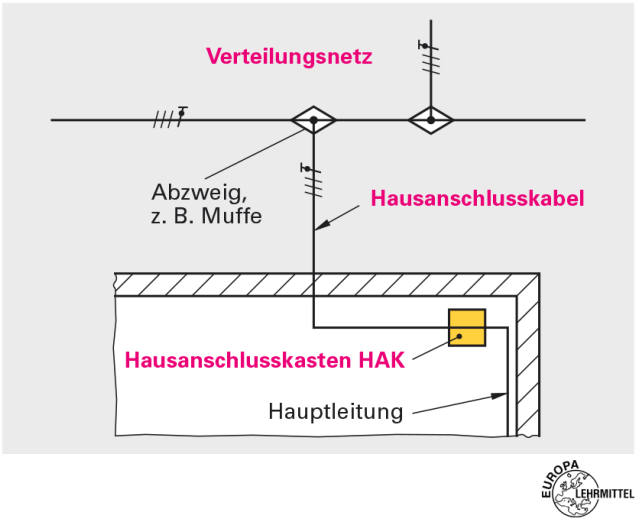
Energieverteilung, Netzsysteme

1. Informieren Sie sich über grundlegende elektrotechnische Symbole. (Tabellenbuch)

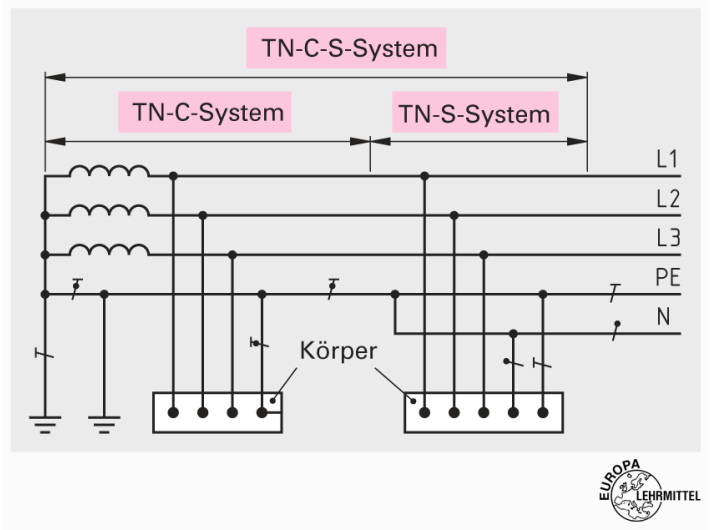




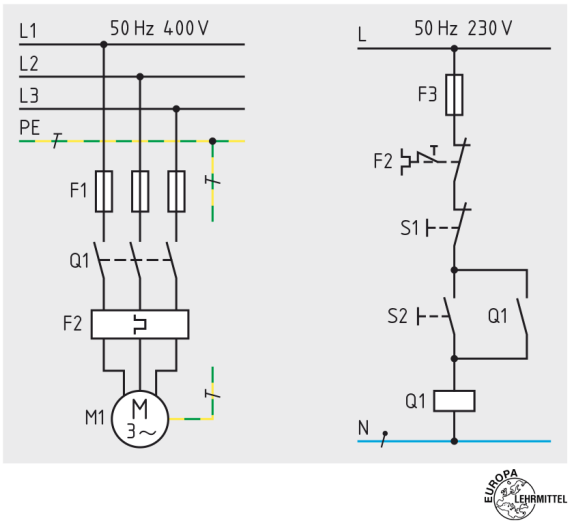
2. Wie kommt der Strom in ein Haus? Beschreiben Sie.



3. Informieren Sie sich zu den Netzsystemen in Ortsnetzen.
Beschreiben Sie das dargestellte Netzsystem ausführlich.



4. Beispiel einer Anlage.
Welche Netzebenen sind vorhanden?
Welche Bauteile sind dargestellt und welche Funktion haben sie?
Erläutern Sie die Funktionsweise der Gesamtschaltung.



Vorsätze für Vielfache und Teile von Einheiten - Zehnerpotenzen

Zehnerpotenzen					
positiv			negativ		
Faktor	Vorsilbe	Symbol	Faktor	Vorsilbe	Symbol
10^{1}	Deka	da	10^{-1}	Dezi	d
10^{2}	Hekto	h	10^{-2}	Zenti	c
10^{3}	Kilo	k	10^{-3}	Milli	m
10^{6}	Mega	M	10^{-6}	Mikro	µ
10^{9}	Giga	G	10^{-9}	Nano	n
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	Piko	p
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	Femto	f
10^{18}	Exa	E	10^{-18}	Atto	a
10^{21}	Zetta	Z	10^{-21}	Zepto	z
10^{24}	Yotta	Y	10^{-24}	Yokto	y

Vorsätze für Vielfache und Teile von Einheiten - Zehnerpotenzen

Zehnerpotenzen					
positiv			negativ		
Faktor	Vorsilbe	Symbol	Faktor	Vorsilbe	Symbol
10^{1}	Deka	da	10^{-1}	Dezi	d
10^{2}	Hekto	h	10^{-2}	Zenti	c
10^{3}	Kilo	k	10^{-3}	Milli	m
10^{6}	Mega	M	10^{-6}	Mikro	µ
10^{9}	Giga	G	10^{-9}	Nano	n
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	Piko	p
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	Femto	f
10^{18}	Exa	E	10^{-18}	Atto	a
10^{21}	Zetta	Z	10^{-21}	Zepto	z
10^{24}	Yotta	Y	10^{-24}	Yokto	y

Elektrische Ladung

A1: Durch einen Leiter werden innerhalb von 2 s insgesamt 1,87 * 10^{19} Elektronen bewegt.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die gesamte Ladung.

LSG: 2,99 C

A2: Ein Bleiakku wird in einer Fotovoltaikanlage eingesetzt. Er hat 6 Zellen und eine Kapazität von 230 Ah. Der Akku wird mit einer Stromstärke von 9,5 A belastet.

Berechnen Sie nach dem Lösungsschema
a) die Zeit bis der Akku entladen ist (in Stunden, Minuten und Sekunden).
b) den Ladestrom, wenn der entladene Akku bis zur vollen Aufladung 20 h braucht.

LSG: a) 24 h, 12 min, 37 Sek b) 11,5 A

Stromstärke

A3: Während eines Blitzschlages werden innerhalb von 100 ms Ladungen mit der Menge von 1500 C bewegt.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Stromstärke, die der Blitz erzeugt.

LSG: 15 kA

A4: Einem Kondensator sollen innerhalb von 4 s eine Ladung von 6 mAs zugeführt werden.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema den Ladestrom.

LSG: 1,5 mA

Stromdichte

A5: Eine blanke Sammelschiene aus Flachkupfer ist 120 mm breit und 10 mm dick. Sie darf höchstens von 2000 A durchflossen werden.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die zulässige Stromdichte.

LSG: 1,67 A/mm^2

A6: Durch den Kupferdraht einer Spule soll ein Strom von 1,35 A fließen. Die Stromdichte darf höchstens 3,5 A/mm^2 betragen.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema
a) den Querschnitt und
b) den Durchmesser des Spulendrahtes.

LSG: a) 0,386 mm^2 b) 0,7 mm

Spannung

A7: Bei der Erzeugung einer Spannung wird zum Verschieben der Ladung Q = 30 µC eine Arbeit von W = 0,36 mJ aufgewendet.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Spannung.

LSG: 12 V

A8: Eine Ladung von 120 µC wird mit der Kraft 220 mN bewegt. Die Arbeit beträgt 2,88 mNm. **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema die Spannung.

LSG: 24 V

Leitungswiderstand

A9: **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema den Widerstandswert eines elektrischen Leiters aus Kupfer, der den Querschnitt von 6 mm2 und eine Länge von 8,5 m hat.

LSG: 25,3 mΩ

A10: **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema die Länge eines Kupferdrahtes von 0,1 mm Durchmesser einer Spule bei einer angelegten Spannung von 10 V und einem Strom von 60 mA.

LSG: 73,3 m

A11: **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema den Querschnitt einer Aluminiumleitung von 7 m Länge und einem Widerstandswert von 50 mΩ.

LSG: 3,89 mm^2

Leitwert

A12: **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema den elektrischen Leitwert einer 100 W Glühlampe, wenn bei Netzspannung ein Strom von 434,78 mA fließt.

LSG: 1,89 mS

Ohmsches Gesetz

A13: Auf einer Glühlampe sind die Bemessungswerte 230 V /15 W aufgedruckt. Wird diese Glühlampe mit der Bemessungsspannung betrieben, fließt ein Strom von 65,22 mA.
Berechnen Sie den Widerstand der Glühwendel der Lampe.

LSG: 3526,53 Ω

A14: Der Widerstand einer Herdplatte ist mit dem Widerstandsmessgerät bestimmt worden. Der Widerstand der Heizwendel beträgt 26,45 Ω.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema den Strom, den die Herdplatte aufnimmt, wenn deren Bemessungsspannung von 230 V angelegt wird?

LSG: 8,696 A

Leistung

A15: Auf einer Glühlampe ist nur noch die Bezeichnung 230 V zu lesen. Die Leistungsangabe ist unleserlich. Durch die Strommessung wird der Wert 18,7 mA ermittelt.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Bemessungsleistung der Lampe.

LSG: 4,30 W

A16: Das Leistungsschild eines Wasserkochers enthält folgende Angaben: 230 V / 800 W.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema
a) den Widerstand der Heizspirale.
b) die Leistungsaufnahme bei einer Spannung von 220 V.

LSG: a) 66,13 Ω b) 731,89 W

Arbeit

A17: Ein Elektroenergie-Zähler zeigt an, dass eine Arbeit von 1 kWh durch ein Haushaltgerät, das an 230 V geschaltet war, verrichtet wurde. Das Gerät ist eine halbe Stunde eingeschaltet gewesen.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die Stromaufnahme des Verbrauchers.

LSG: 8,7 A

A18: **Berechnen Sie** nach dem Lösungsschema die Betriebsdauer einer 11 W- Leuchtstofflampe bis 1 kWh Verbraucht worden ist.

LSG: 3 d, 18 h, 54 h, 36 Sek

Wirkungsgrad

A19: Eine Leuchtstofflampe hat bei 230 V Netzspannung eine Stromaufnahme von 243 mA. Die Lichtausbeute entspricht der abgegebenen Leistung von 17,4 W.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema den Wirkungsgrad der Leuchtstofflampe.

LSG: 31,13 %

A20: Ein Generator in einem Kraftwerk liefert eine elektrische Leistung von 50 MW. Er hat dabei einen Wirkungsgrad von 96 %.
Berechnen Sie nach dem Lösungsschema die im Generator entstehenden Verluste.

LSG: 2,083 MW

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**5. Leistung, Energie, Arbeit und Wirkungsgrad erarbeiten** **Kenntnisse zu U, I, R, P, W anwenden**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

A 1: Wenden Sie ihre Kenntnisse bei der Berechnung der fehlenden Größen mit dem vollständigen Lösungsschema an.

1. Ein Bügeleisen ist an 230 V angeschlossen. Dabei fließt ein Strom von 2,7 A durch die Heizwendel. Die Energiekosten betragen 0,24 € pro kWh.
   Was kostet dem Verbraucher der Betrieb dieses Bügeleisens, wenn es 2 Stunden und 20 Minuten in Betrieb ist?

2. Ein Elektroenergie-Zähler zeigt an, dass eine Arbeit von 1 kWh durch ein Haushaltgerät, das an 230 V geschaltet war, verrichtet wurde. Das Gerät ist eine halbe Stunde eingeschaltet gewesen.
   Welche Stromaufnahme hatte dieser Verbraucher?

3. Ein Elektroenergie-Zähler zeigt den Energieverbrauch von 2 kWh bei Betreiben eines Verbrauchers mit den Bemessungswerten 230 V/ 6,522 A an.
   Wie viele Minuten ist dieser Verbraucher eingeschaltet?

4. Ein Wasserkocher für 230 V hat eine Nennleistung von 700 W.
   Berechnen Sie
   a) den Nennstrom und
   b) den Betriebswiderstand der Heizwendel.
   c) Wie viel Prozent weniger Leistung gibt der Wasserkocher bei 5 % Unterspannung ab?

5. Wie lange kann eine 11 W- Leuchtstofflampe betrieben werden bis sich der Zähler um 1 kWh verändert hat?

6. Eine Heizwendel eines elektrischen Heizlüfters hat im aufgeheizten Zustand einen Widerstand von 35,27 Ω. Wird der Heizofen 44 Minuten eingeschaltet, nimmt der Zählerstand um 1,1 kWh zu.
   Berechnen Sie
   a) die elektrische Leistung des Heizlüfters,
   b) die Stromstärke durch die Heizwendel und
   c) die Nennspannung.

7. Der Heizwiderstand eines 2 kW- Gebläses besteht aus einem 20,5 m langen CrAl- Draht (χ = 1,307 m/Ω · mm^2) mit 0,5 mm Durchmesser.
   Berechnen Sie die Nennspannung und den Nennstrom des Gebläses.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**5. Leistung, Energie, Arbeit und Wirkungs-grad erarbeiten** **Kenntnisse zu U, I, R, P, W anwenden**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

A 1: Wenden Sie ihre Kenntnisse bei der Berechnung der fehlenden Größen mit dem vollständigen Lösungsschema an.

1. Ein Bügeleisen ist an 230 V angeschlossen. Dabei fließt ein Strom von 2,7 A durch die Heizwendel. Die Energiekosten betragen 0,24 € pro kWh.
   Was kostet dem Verbraucher der Betrieb dieses Bügeleisens, wenn es 2 Stunden und 20 Minuten in Betrieb ist?

P = 621 W → W = 621 W * 8400 s = 5216400 Ws = 1449 Wh = 1,449 kWh = Kosten = 35 cent

2. Ein Elektroenergie-Zähler zeigt an, dass eine Arbeit von 1 kWh durch ein Haushaltgerät, das an 230 V geschaltet war, verrichtet wurde. Das Gerät ist eine halbe Stunde eingeschaltet gewesen.
   Welche Stromaufnahme hatte dieser Verbraucher?

P = W/t = 2 kW → I = 8,7 A

3. Ein Elektroenergie-Zähler zeigt den Energieverbrauch von 2 kWh bei Betreiben eines Verbrauchers mit den Bemessungswerten 230 V/ 6,522 A an.
   Wie viele Minuten ist dieser Verbraucher eingeschaltet?

P = 1500 W → t = 1,333 h → 1 h und 20 Minuten

4. Ein Wasserkocher für 230 V hat eine Nennleistung von 700 W.
   Berechnen Sie
   a) den Nennstrom und
   b) den Betriebswiderstand der Heizwendel.
   c) Wie viel Prozent weniger Leistung gibt der Wasserkocher bei 5 % Unterspannung ab?

a) I = 3,04 A / b) R = 75,57 Ω /
c) $U_{95\%}$ = 218,5 V → $P_{U95\%} = U^2/R$ = 631,75 W → $P_{U5\%}$ = 68,25 W → Leistungsminderung 9,75%

5. Wie lange kann eine 11 W- Leuchtstofflampe betrieben werden bis sich der Zähler um 1 kWh verändert hat?

t = 90,91 h → 3 Tage 18 h 54 Minuten 36 Sekunden

6. Eine Heizwendel eines elektrischen Heizlüfters hat im aufgeheizten Zustand einen Widerstand von 35,27 Ω. Wird der Heizofen 44 Minuten eingeschaltet, nimmt der Zählerstand um 1,1 kWh zu.
   Berechnen Sie
   a) die elektrische Leistung des Heizlüfters,
   b) die Stromstärke durch die Heizwendel und
   c) die Nennspannung.

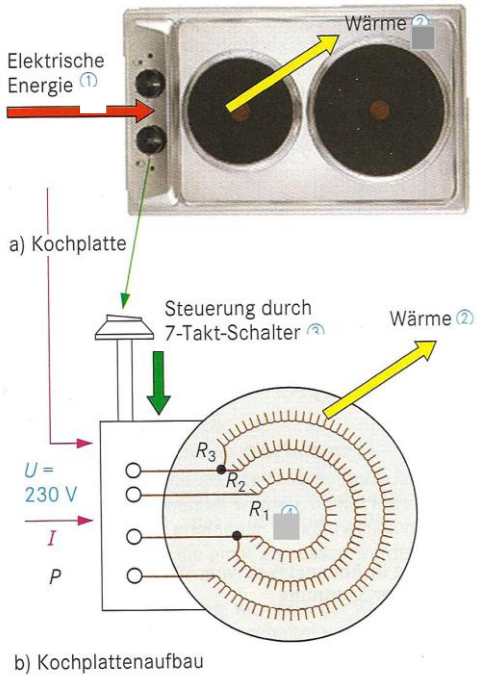
a) P = 1100 Wh = 1100Wh * 3600s = 3960000 Ws → W/t = 1500 W/ b) I = 6,52 A / C) U = 230 V

7. Der Heizwiderstand eines 2 kW- Gebläses besteht aus einem 20,5 m langen CrAl- Draht (χ = 1,307 m/Ω · mm²) mit 0,5 mm Durchmesser.
   Berechnen Sie die Nennspannung und den Nennstrom des Gebläses.

q = 0,196 mm² → R_{Leiter} = 80Ω → U = 400 V / I = 5 A

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**5. Leistung, Energie, Arbeit und Wirkungsgrad erarbeiten** Zusammenhang zwischen Leistung und Energie erarbeiten	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Die Kochplatte eines Elektroherdes ist ein Energieumwandlungssystem. Elektrische Energie wird genutzt, um Wärmeenergie zu erzeugen.



Die Steuerung des Energieflusses geschieht mit Hilfe eines Schalters, der 7 Stellungen besitzt (7-Takt-Schalter).

Für alle Heizstufen wird die gleiche Netzspannung von 230 V benutzt.

→ Bei der kleinsten Heizstufe ist der Strom am kleinsten.

→ Bei der größten Heizstufe ist der Strom am größten.

Jede Schalterstufe liefert also eine andere Heizleistung, die durch die Zusammenschaltung der drei Heizwiderstände bestimmt wird.

Auf elektrischen Energiewandlern findet man in der Regel eine Leistungsangabe. Mit dieser Größe kennzeichnet man die Wirksamkeit der elektrischen Energieumwandlung.

Voraussetzung für **elektrische Leistung** ist,

dass …… anliegt und ..... fließt.

Formelzeichen der Leistung: _____

Einheit der Leistung: _____

Gleichung zur Berechnung

Die elektrische Energie, die der Kochplatte zugeführt wird, muss bezahlt werden. Die Energiemenge, die den Verbrauchspreis ausmacht, steigt mit der Betriebsdauer.
Der Betrieb mit kleiner Heizleistung kostet weniger als der mit voller Heizleistung..

Die zugeführte **elektrische Energie** ist deshalb abhängig

von der …….. und der ..……

Formelzeichen der Energie: _____

Einheit der Energie: _____

Gleichung zur Berechnung

Elektrische Energie wird zur Verfügung gestellt, damit sie Arbeit verrichten kann (z. B. Heizarbeit bei einem Elektroherd, mechanische Arbeit bei einer Bohrmaschine).
Physikalisch sind Arbeit und Energie dasselbe. Die elektrische Arbeit wird mit dem Elektrizitätszähler (auch als Zähler bezeichnet) gemessen.

1. An einer Normalkochplatte können durch die 7- Takt- Schaltung folgende Heizleistungen erreicht werden: 135 W, 220 W, 330 W, 850 W, 1150 W und 1500 W. Die Kochplatte wird an einer Spannung von 230 V betrieben. Berechnen Sie für die Heizstufen 135 W und 1500 W die Stromaufnahme.

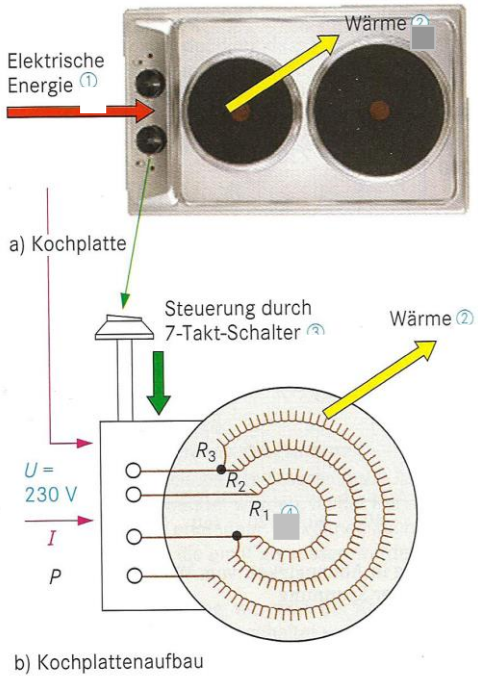
2. Die Kochplatte wird 45 min mit einer Heizleistung von 850 W benutzt. Welche Energie (Arbeit) wird dafür benötigt?

Die Kosten für die Nutzung elektrischer Energie werden durch die Verteilungsnetzbetreiber (VNB) in Rechnung gestellt. Vattenfall verlangt z.B. für private Kunden ca. 0,29 €/ kWh.

3. Sie sind 14 Tage in den Urlaub gefahren und haben vergessen ihr Flurlicht auszuschalten. Die Gesamtleistung ihrer Lampen beträgt 150 W. Welche Kosten entstehen wenn für eine kWh 0,29 € bezahlt werden muss?

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**5. Leistung, Energie, Arbeit und Wirkungsgrad erarbeiten** **Zusammenhang zwischen Leistung und Energie erarbeiten**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Die Kochplatte eines Elektroherdes ist ein Energieumwandlungssystem. Elektrische Energie wird genutzt, um Wärmeenergie zu erzeugen.



Die Steuerung des Energieflusses geschieht mit Hilfe eines Schalters, der 7 Stellungen besitzt (7-Takt-Schalter).

Für alle Heizstufen wird die gleiche Netzspannung von 230 V benutzt.

→ Bei der kleinsten Heizstufe ist der Strom am kleinsten.

→ Bei der größten Heizstufe ist der Strom am größten.

Jede Schalterstufe liefert also eine andere Heizleistung, die durch die Zusammenschaltung der drei Heizwiderstände bestimmt wird.

Auf elektrischen Energiewandlern findet man in der Regel eine Leistungsangabe. Mit dieser Größe kennzeichnet man die Wirksamkeit der elektrischen Energieumwandlung.

Voraussetzung für **elektrische Leistung** ist,

dass Spannung anliegt und Strom fließt.

$P = U * I$

Gleichung zur Berechnung

Formelzeichen der Leistung: P

Einheit der Leistung: Watt [W]

Die elektrische Energie, die der Kochplatte zugeführt wird, muss bezahlt werden. Die Energiemenge, die den Verbrauchspreis ausmacht, steigt mit der Betriebsdauer. Der Betrieb mit kleiner Heizleistung kostet weniger als der mit voller Heizleistung..

Die zugeführte **elektrische Energie** ist deshalb abhängig

von der Leistung und der Zeit.

$W = P * t$

Formelzeichen der Energie: W

Einheit der Energie: Wattsekunde [Ws] oder Wattstunde [Wh]

Gleichung zur Berechnung

Elektrische Energie wird zur Verfügung gestellt, damit sie Arbeit verrichten kann (z. B. Heizarbeit bei einem Elektroherd, mechanische Arbeit bei einer Bohrmaschine).
Physikalisch sind Arbeit und Energie dasselbe. Die elektrische Arbeit wird mit dem Elektrizitätszähler (auch einfach als Zähler bezeichnet) gemessen.

1. An einer Normalkochplatte können durch die 7- Takt- Schaltung folgende Heizleistungen erreicht werden: 135 W, 220 W, 330 W, 850 W, 1150 W und 1500 W. Die Kochplatte wird an einer Spannung von 230 V betrieben. Berechnen Sie für die Heizstufen 135 W und 1500 W die Stromaufnahme.

   I_{135} = 578 mA
   I_{220} = 957 mA
   I_{330} = 1,43 A
   I_{850} = 3,7 A
   I_{1150} = 5 A
   I_{1500} = 6,52 A

2. Die Kochplatte wird 45 min mit einer Heizleistung von 850 W benutzt. Welche Energie (Arbeit) wird dafür benötigt?

   W = P * t = 850W * 0,75h = 637,5 Wh

Die Kosten für die Nutzung elektrischer Energie werden durch die Verteilungsnetzbetreiber (VNB) in Rechnung gestellt. Vattenfall verlangt z.B. für private Kunden ca. 0,29 €/ kWh.

3. Sie sind 14 Tage in den Urlaub gefahren und haben vergessen ihr Flurlicht auszuschalten. Die Gesamtleistung ihrer Lampen beträgt 150 W. Welche Kosten entstehen wenn für eine kWh 0,29 € bezahlt werden muss?

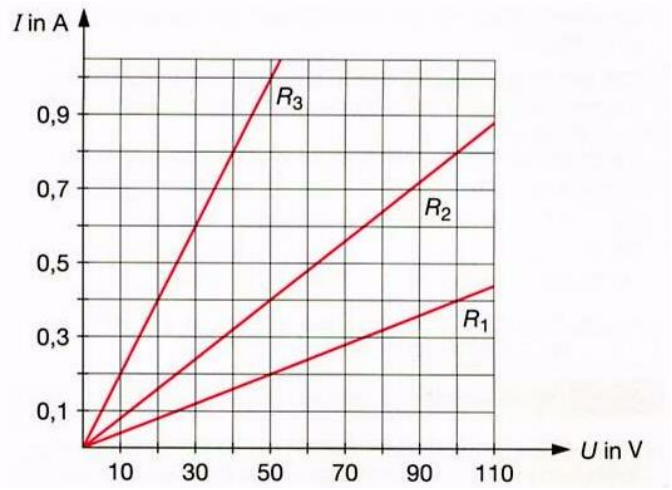
   14 Tage = 336 h → W = P * t = 50400 Wh = 50,4 kWh

   Energiekosten = W * 0,29 €/ kWh = 14,62 €

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**4. Zusammenhang zwischen U, I und R** **Ohmsches Gesetz anwenden**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

A 1: Wenden Sie ihre Kenntnisse bei der Bearbeitung der folgenden Aufgaben an.

1. Die Kennlinien von drei Widerständen wurden ermittelt und in das folgende Diagramm eingetragen.



a) Woran lässt sich erkennen, welcher Widerstand der größte ist.

b) Ermitteln Sie die Größe der einzelnen Widerstände.

c) Wie groß muss die Spannung an R_1 sein, damit die Stromstärke 0,3 A beträgt?

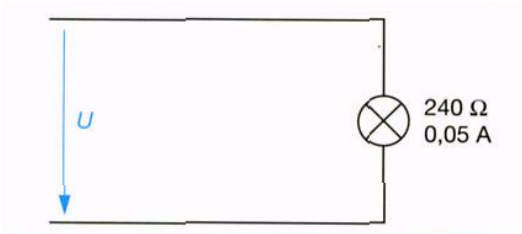
d) Welche Änderung der Stromstärke tritt an R_2 auf, wenn die Spannung U = 50 V an ihm um 20 % erhöht wird?
Geben Sie die prozentuale Änderung der Stromstärke an.

2.a) Der Leitwert eines Widerstandes wurde mit 0,45 mS ermittelt. Die an ihm gemessene Spannung betrug 16 V. Berechnen Sie die Stromstärke und den Widerstand.

b) Der Widerstand einer Übertragungsstrecke ist mit 1,2 Ω angegeben. Der Spannungsfall an der Leitung beträgt 0,36 V. Berechnen Sie den Leitwert der Leitung und die Stromstärke.

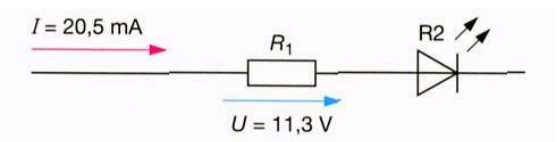
3.a) Welche Spannung muss an einen 470 Ω Widerstand angelegt werden, um eine Stromstärke von 350 mA zu erzielen?

b) Welche Spannung darf nicht überschritten werden, damit die Betriebswerte der Glühlampe eingehalten werden?



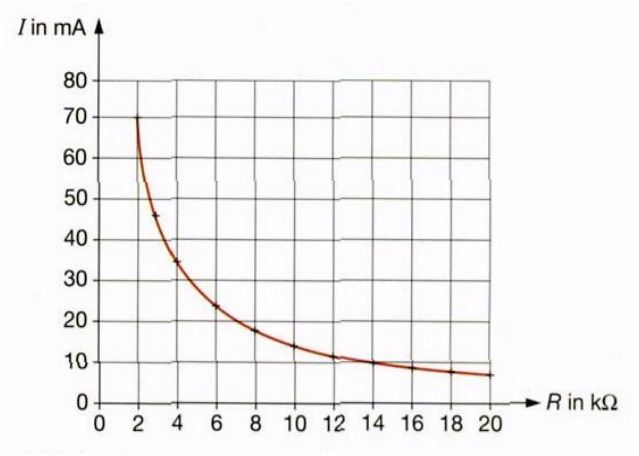
4.a) Bei einer angelegten Spannung von 24 V beträgt die Stromstärke durch einen Widerstand 0,05 A. Berechnen Sie den Widerstand und den entsprechenden Leitwert.

b) Die Leuchtdiode wird durch einen Vorwiderstand gegen Überlastung geschützt. Wie groß ist der Widerstand?



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**4. Zusammenhang zwischen U, I und R** **Ohmsches Gesetz anwenden**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

1. Die abgebildete Kennlinie soll analysiert werden.



a) Mit welcher Spannung wurde die Kennlinie aufgenommen?

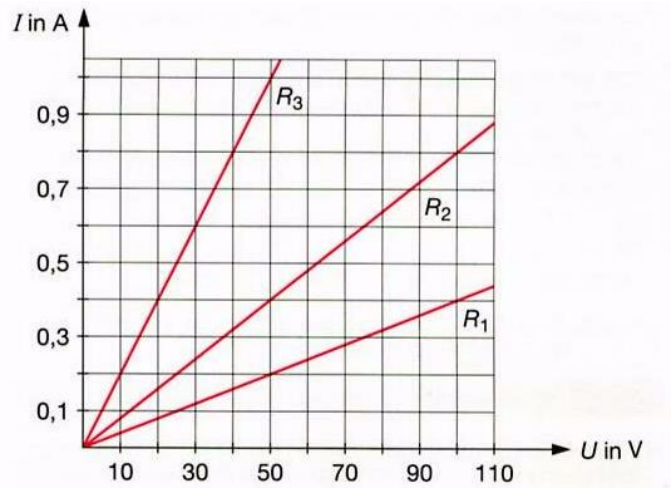
b) Bestimmen Sie die Stromstärke bei 6 kΩ und 16 kΩ.

c) Zeichnen Sie den Stromlaufplan der Messschaltung, mit der die Messreihe aufgenommen wurde.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	**4. Zusammenhang zwischen U, I und R** **Ohmsches Gesetz anwenden**	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

A 1: Wenden Sie ihre Kenntnisse bei der Bearbeitung der folgenden Aufgaben an.

1. Die Kennlinien von drei Widerständen wurden ermittelt und in das folgende Diagramm eingetragen.



a) Woran lässt sich erkennen, welcher Widerstand der größte ist.

An der Steigung der Geraden. Je steiler die Kurve umso kleiner der Widerstand R

b) Ermitteln Sie die Größe der einzelnen Widerstände.

R1 = 100 V/ 0,4 A = 250 Ohm

R2 = 100 V/ 0,8 A = 125 Ohm

R3 = 50 V / 1 A = 50 Ohm

c) Wie groß muss die Spannung an R_1 sein, damit die Stromstärke 0,3 A beträgt?

U1 = 0,3 A * 250 Ω = 75 V / auch aus der Kennlinie ermittelbar!!

d) Welche Änderung der Stromstärke tritt an R_2 auf, wenn die Spannung U = 50 V an ihm um 20 % erhöht wird?
Geben Sie die prozentuale Änderung der Stromstärke an.

U = 60 V → I = 0,48 A → I steigt proportional ebenfalls um 20%.

2.a) Der Leitwert eines Widerstandes wurde mit 0,45 mS ermittelt. Die an ihm gemessene Spannung betrug 16 V. Berechnen Sie die Stromstärke und den Widerstand.

R = 1/G = 2222,2 Ω → I = 7,2 mA

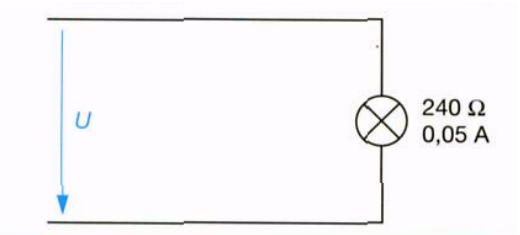
b) Der Widerstand einer Übertragungsstrecke ist mit 1,2 Ω angegeben. Der Spannungsfall an der Leitung beträgt 0,36 V. Berechnen Sie den Leitwert der Leitung und die Stromstärke.

G = 1/R = 833 mS / I = 0,3 A

3.a) Welche Spannung muss an einen 470 Ω Widerstand angelegt werden, um eine Stromstärke von 350 mA zu erzielen?

U = 164,5 V

b) Welche Spannung darf nicht überschritten werden, damit die Betriebswerte der Glühlampe eingehalten werden?



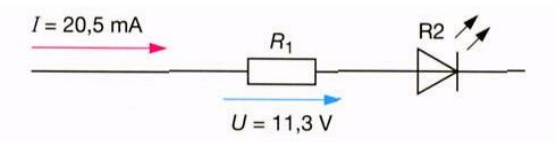
U = 12 V

4.a) Bei einer angelegten Spannung von 24 V beträgt die Stromstärke durch einen Widerstand 0,05 A. Berechnen Sie den Widerstand und den entsprechenden Leitwert.

R = 480 Ω → G = 2,08 mS

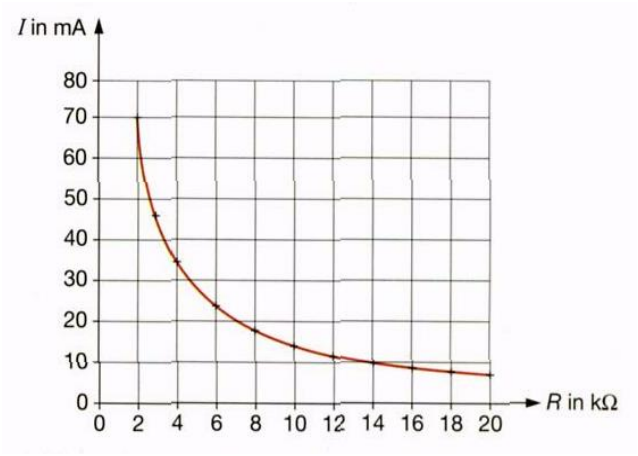
b) Die Leuchtdiode wird durch einen Vorwiderstand gegen Überlastung geschützt. Wie groß ist der Widerstand?

U = 551,2 Ω



Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**EIT** Lernfeld 1	**4. Zusammenhang zwischen U, I und R** **Ohmsches Gesetz anwenden**	Datum: Name: Note: / Klasse:

1. Die abgebildete Kennlinie soll analysiert werden.



a) Mit welcher Spannung wurde die Kennlinie aufgenommen?

U = I * R = 10 mA * 14 000 Ω = 140 V

b) Bestimmen Sie die Stromstärke bei 6 kΩ und 16 kΩ.

I6k = 23 mA aus Kennlinie/ I berechnet: 23,33 mA

I16k = 9 mA aus Kennlinie/ I berechnet: 8,75 mA

c) Zeichnen Sie den Stromlaufplan der Messschaltung, mit der die Messreihe aufgenommen wurde.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	1. Mathematische Grundlagen Vorsätze verwenden	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Information

Zahlen können in einzelne Faktoren zerlegt werden.

Werden Zahlen in Faktoren mit Potenzen zur Basis 10 zerlegt, ordnet man diesen "**Zehnerpotenzen**" Namen zu und ersetzt diese Zehnerpotenz durch diesen Namen, dann entsteht ein sogenannter "**Vorsatz**".

Vorsätze werden meistens in Verbindung mit Einheiten zur Nennung physikalischer Größen verwendet.
Sie **vereinfachen die Sprech- und Schreibweise**.

Beispiele $1230 = 1{,}23 \cdot 1000 = 1{,}23 \cdot 10^3$ (Faktor)
$123 = 0{,}123 \cdot 1000 = 0{,}123 \cdot 10^3$ (Zehnerpotenz)

Beispiel 10^3 kilo (Abkürzung "k")
$1230 = 1{,}23 \cdot 10^3 = 1{,}23\ k$ (Vorsatz)

Beispiel $U = 110.000\ V = 110\ kV$
Betrag, **Vorsatz**, Einheit, physikalische Größe

sprich: Die Spannung U beträgt 110 **Kilo** Volt.

Vorsätze (nach DIN 1301; Auswahl der in der Elektrotechnik verwendeten Vorsätze)

Bezeichnung	Zehnerpotenz	Zahl	Vorsatz	Kurzzeichen	Beispiele
Billion	10^{12}	1.000.000.000.000	Tera	T	TΩ - Tera Ohm
Milliarde	10^{9}	1.000.000.000	Giga	G	GHz - Giga Hertz
Million	10^{6}	1.000.000	Mega	M	MW - Mega Watt
Tausend	10^{3}	1.000	Kilo	k	kA - Kilo Ampere
Hundertstel	10^{-2}	0,01	Centi	c	cm - Centi Meter
Tausendstel	10^{-3}	0,001	Milli	m	mm - Milli Meter
Millionstel	10^{-6}	0,000001	Mikro	µ	µV - Mikro Volt
Milliardstel	10^{-9}	0,000000001	Nano	n	nF - Nano Farad
Billionstel	10^{-12}	0,000000000001	Pico	p	pF - Pico Farad

Beispiele zur Umrechnung mit Vorsätzen

Umrechnung von kA in A

$1{,}23\ kA = 1{,}23 \cdot 10^3\ A = 1230\ A$

Umrechnung von GHz in MHz

$0{,}123\ GHz = 0{,}123 \cdot 10^9\ Hz = 0{,}123 \cdot 10^3 \cdot 10^6\ Hz = 123\ MHz$

Umrechnung von mV in V

$1{,}23\ mV = 1{,}23 \cdot 10^{-3}\ V = 0{,}00123\ V$

Umrechnung von mF in µF

$0{,}123\ mF = 0{,}123 \cdot 10^{-3}\ F = 0{,}123 \cdot 10^{-3} \cdot \mathbf{10^6}\ \mu F = 123\ \mu F$

$10^6 \cdot \mu = 10^6 \cdot 10^{-6} = 1$

Umrechnung von Ω in mΩ

$0{,}123\ \Omega = 0{,}123 \cdot \mathbf{10^3}\ \mathbf{m}\Omega = 123\ m\Omega$

$10^3 \cdot m = 10^3 \cdot 10^{-3} = 1$

Umrechnung von W in kW

$12300\ W = 12{,}3 \cdot 10^3\ W = 12{,}3\ kW$

Aufgabe: Wandeln Sie um!

a) 110 kV = ... V

b) 0,4703 A = ... mA

c) 2,2 kΩ = ... Ω

d) 1000 V = ... kV

e) 125 Wh = ... kWh

f) 0,315 A = ... mA

g) 1,5 MV = ... kV

h) 3300 W = ... kW

i) 0,230 kV = ... V

j) 45 mA = ... A

Beispiele zur Umrechnung mit Vorsätzen

Umrechnung von kA in A

$1{,}23\ \text{kA} = 1{,}23 \cdot 10^3\ \text{A} = 1230\ \text{A}$

Umrechnung von GHz in MHz

$0{,}123\ \text{GHz} = 0{,}123 \cdot 10^9\ \text{Hz} = 0{,}123 \cdot 10^3 \cdot 10^6\ \text{Hz} = 123\ \text{MHz}$

Umrechnung von mV in V

$1{,}23\ \text{mV} = 1{,}23 \cdot 10^{-3}\ \text{V} = 0{,}00123\ \text{V}$

Umrechnung von mF in µF

$0{,}123\ \text{mF} = 0{,}123 \cdot 10^{-3}\ \text{F} = 0{,}123 \cdot 10^{-3} \cdot \mathbf{10^6}\,\boldsymbol{\mu}\text{F} = 123\ \mu\text{F}$

$10^6 \cdot \mu =$
$10^6 \cdot 10^{-6} = 1$

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	1. Mathematische Grundlagen Vorsätze verwenden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Information

Zahlen können in einzelne Faktoren zerlegt werden.

Werden Zahlen in Faktoren mit Potenzen zur Basis 10 zerlegt, ordnet man diesen "**Zehnerpotenzen**" Namen zu und ersetzt diese Zehnerpotenz durch diesen Namen, dann entsteht ein sogenannter "**Vorsatz**".

Vorsätze werden meistens in Verbindung mit Einheiten zur Nennung physikalischer Größen verwendet.
Sie **vereinfachen die Sprech- und Schreibweise**.

Beispiele $1230 = 1{,}23 \cdot 1000 = 1{,}23 \cdot 10^3$ (Faktor)
$123 = 0{,}123 \cdot 1000 = 0{,}123 \cdot 10^3$ (Zehnerpotenz)

Beispiel 10^3 kilo (Abkürzung "k")
$1230 = 1{,}23 \cdot 10^3 = 1{,}23\ k$ (Vorsatz)

Beispiel $U = 110.000\ V = 110\ kV$
Betrag, **Vorsatz**, Einheit, physikalische Größe

sprich: Die Spannung U beträgt 110 **Kilo** Volt.

Vorsätze (nach DIN 1301; Auswahl der in der Elektrotechnik verwendeten Vorsätze)

Bezeichnung	Zehnerpotenz	Zahl	Vorsatz	Kurzzeichen	Beispiele
Billion	10^{12}	1.000.000.000.000	Tera	T	TΩ - Tera Ohm
Milliarde	10^{9}	1.000.000.000	Giga	G	GHz - Giga Hertz
Million	10^{6}	1.000.000	Mega	M	MW - Mega Watt
Tausend	10^{3}	1.000	Kilo	k	kA - Kilo Ampere
Hundertstel	10^{-2}	0,01	Centi	c	cm - Centi Meter
Tausendstel	10^{-3}	0,001	Milli	m	mm - Milli Meter
Millionstel	10^{-6}	0,000001	Mikro	µ	µV - Mikro Volt
Milliardstel	10^{-9}	0,000000001	Nano	n	nF - Nano Farad
Billionstel	10^{-12}	0,000000000001	Pico	p	pF - Pico Farad

Beispiele zur Umrechnung mit Vorsätzen

Umrechnung von kA in A

$1{,}23\ kA = 1{,}23 \cdot 10^3\ A = 1230\ A$

Umrechnung von GHz in MHz

$0{,}123\ GHz = 0{,}123 \cdot 10^9\ Hz = 0{,}123 \cdot 10^3 \cdot 10^6\ Hz = 123\ MHz$

Umrechnung von mV in V

$1{,}23\ mV = 1{,}23 \cdot 10^{-3}\ V = 0{,}00123\ V$

Umrechnung von mF in µF

$0{,}123\ mF = 0{,}123 \cdot 10^{-3}\ F = 0{,}123 \cdot 10^{-3} \cdot \mathbf{10^6}\ \mu F = 123\ \mu F$

$10^6 \cdot \mu = 10^6 \cdot 10^{-6} = 1$

Umrechnung von Ω in mΩ

$0{,}123\ \Omega = 0{,}123 \cdot \mathbf{10^3}\ m\Omega = 123\ m\Omega$

$10^3 \cdot m = 10^3 \cdot 10^{-3} = 1$

Umrechnung von W in kW

$12300\ W = 12{,}3 \cdot 10^3\ W = 12{,}3\ kW$

Aufgabe: Wandeln Sie um!

a)	110 kV	=	**110000**	V
b)	0,4703 A	=	**470,3**	mA
c)	2,2 kΩ	=	**2200**	Ω
d)	1000 V	=	**1,0**	kV
e)	125 Wh	=	**0,125**	kWh
f)	0,315 A	=	**315**	mA
g)	1,5 MV	=	**1500**	kV
h)	3300 W	=	**3,3**	kW
i)	0,230 kV	=	**230**	V
j)	45 mA	=	**0,045**	A

Beispiele zur Umrechnung mit Vorsätzen

Umrechnung von kA in A

$1{,}23\ \text{kA} = 1{,}23 \cdot 10^3\ \text{A} = 1230\ \text{A}$

Umrechnung von GHz in MHz

$0{,}123\ \text{GHz} = 0{,}123 \cdot 10^9\ \text{Hz} = 0{,}123 \cdot 10^3 \cdot 10^6\ \text{Hz} = 123\ \text{MHz}$

Umrechnung von mV in V

$1{,}23\ \text{mV} = 1{,}23 \cdot 10^{-3}\ \text{V} = 0{,}00123\ \text{V}$

Umrechnung von mF in µF

$0{,}123\ \text{mF} = 0{,}123 \cdot 10^{-3}\ \text{F} = 0{,}123 \cdot 10^{-3} \cdot \mathbf{10^6}\,\boldsymbol{\mu}\text{F} = 123\ \mu\text{F}$

$10^6 \cdot \mu =$
$10^6 \cdot 10^{-6} = 1$

Schulversion

1	2	3	4	5	6	7	8

Wechselschaltung mit Schutzkontaktsteckdosen:

In einem Raum sollen durch die die Wechselschalter Q1.1 und Q1.2 die Leuchten E1.1 und E1.2 wechselseitig geschaltet werden.
Die Schutzkontaktsteckdose X1.5 wird durch den gleichen Stromkreis gespeist.

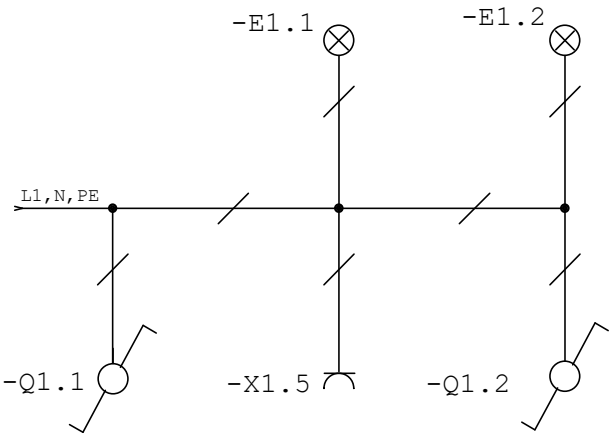
Aufgaben:

1. **Zeichnen** Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung (s. Seite 2).
2. **Ergänzen** Sie die Anzahl der erforderlichen Adern im Übersichtsschaltplan.
3. **Bauen** Sie die Schaltung **auf** und **weisen** Sie die Funktion **nach**!

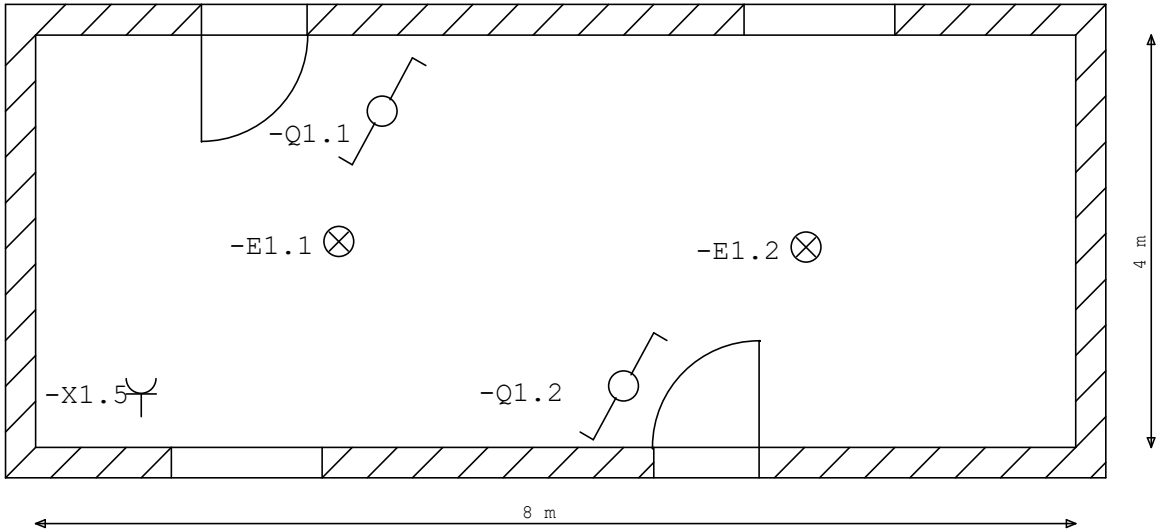
Hinweis: Praxisgerecht verdrahten!
Achten Sie auf die Aderfarben der in der Installationspraxis verwendeten Leitungen!

3 Adern mit PE: GNYE+BN+BU (gnge+br+hbl)
4 Adern mit PE: GNYE+BN+BK+GY (gnge+br+sw+gr)
5 Adern mit PE: GNYE+BU+BN+BK+GY (gnge+hbl+br+sw +gr)
7 Adern mit PE: GNYE+7xBK (gnge+ 6x sw mit nummerierten Aufdrucken der Ziffern 1-6)

1. Übersichtsschaltplan



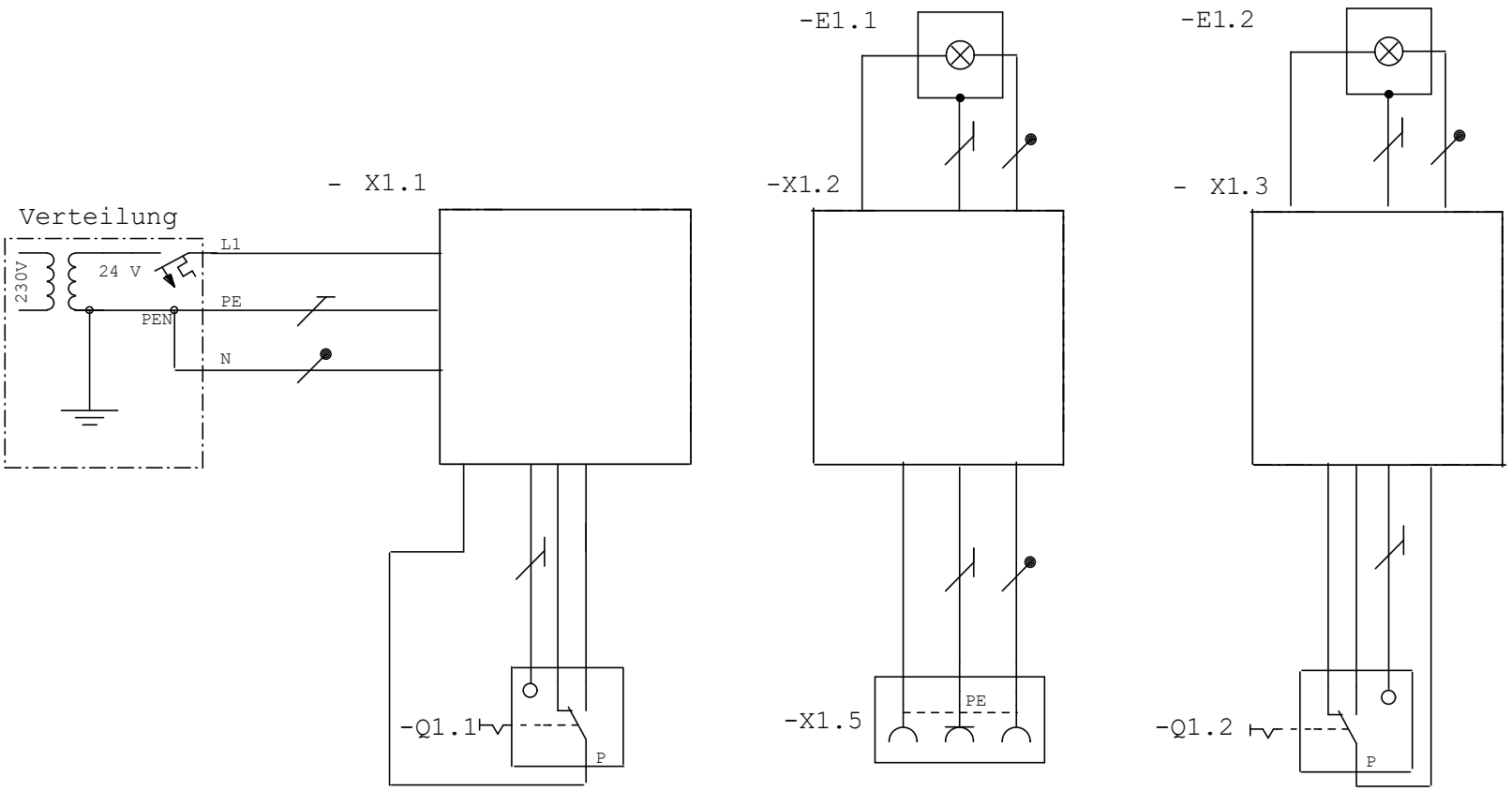
2. Installationsplan



Schulversion

1	2	3	4	5	6	7	8

3. Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



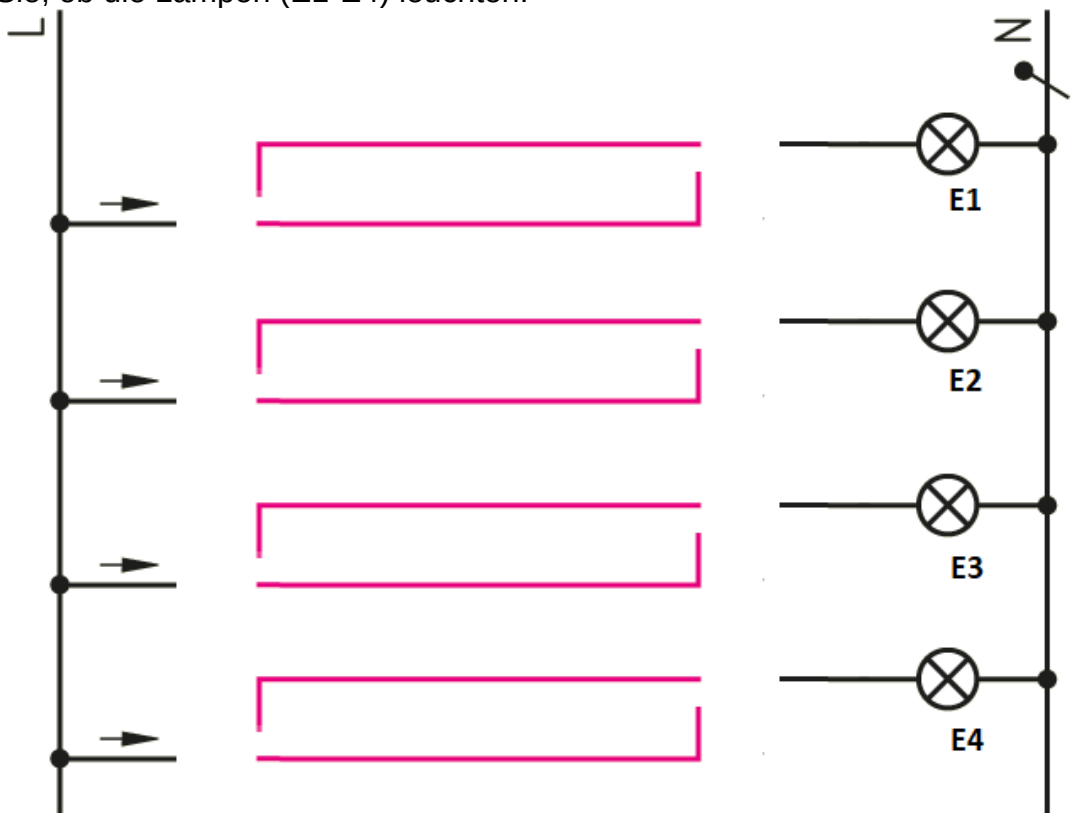
Wechselschaltung

1. *Merksatz*

Beschreiben Sie in eigenen Worten den Anwendungszweck einer Wechselschaltung.

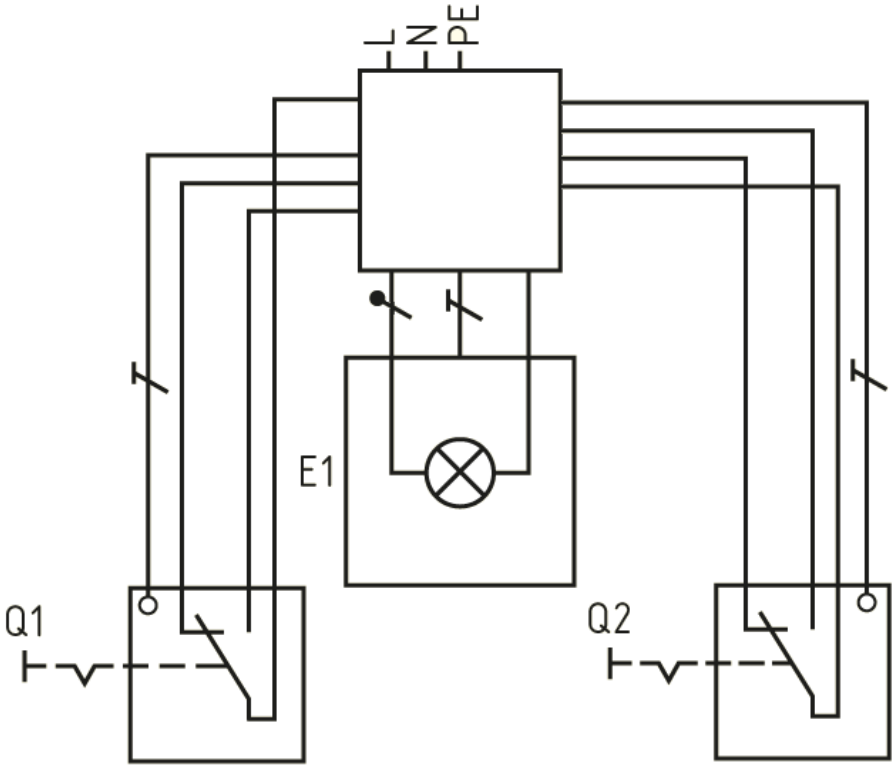
2. *Korrespondierende Leiter*

Zeichnen Sie alle möglichen Schalterstellungen, die vorkommen können und markieren Sie, ob die Lampen (E1-E4) leuchten.



3. Verteilerdose verdrahten (Wechselschaltung)

a) Vervollständigen Sie die leeren Abzweigdosen im Stromlaufplan der Wechselschaltung, so dass Q1 als auch Q2 die Lampen E1 und E2 an- und ausschalten.



b) Heben Sie den Stromfluss im Stromlaufplan durch farbliche Kennzeichnung hervor. Verwenden Sie rot für den/die Außenleiter und blau für den Neutralleiter.

Wechselschaltung

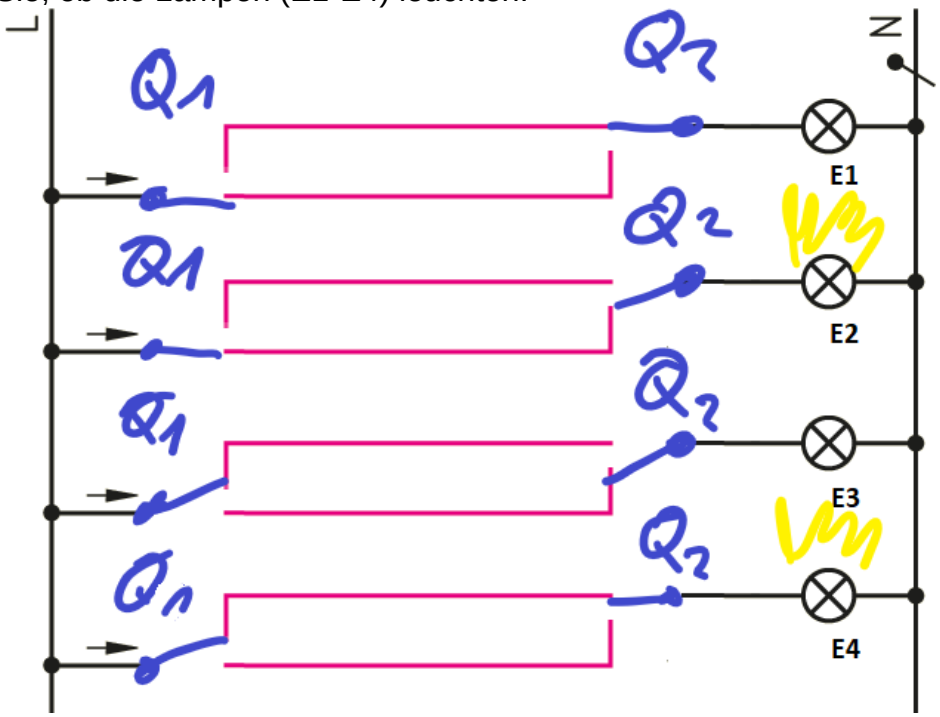
1. *Merksatz*

Beschreiben Sie in eigenen Worten den Anwendungszweck einer Wechselschaltung.

Eine Wechselschaltung wird dann benötigt, wenn eine Lampe/Lampengruppe mit Hilfe zwei örtlich getrennten Schaltern geschaltet werden kann.

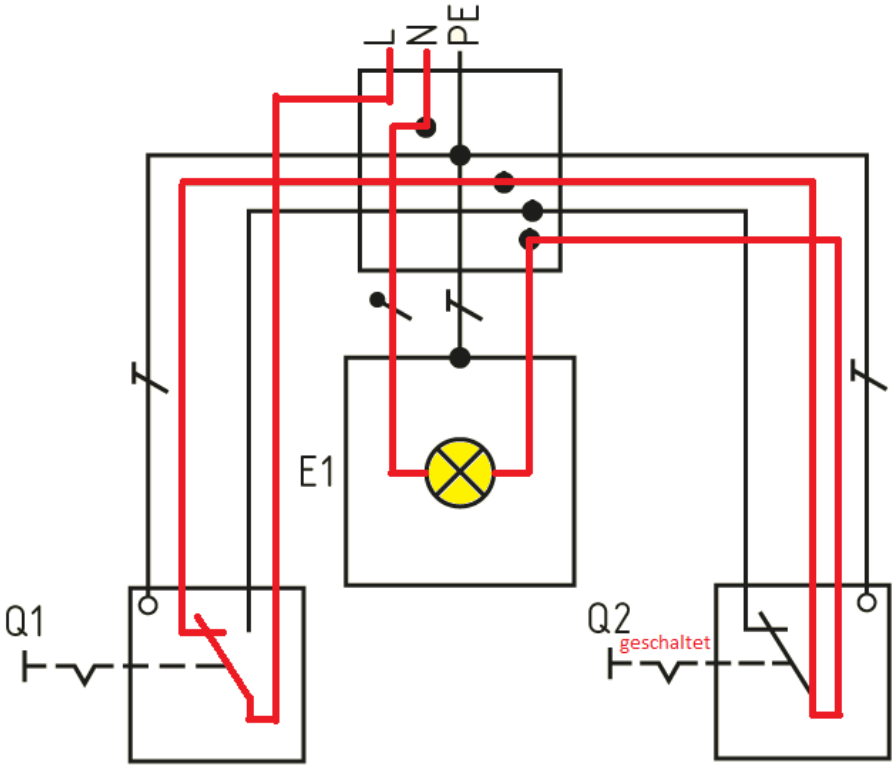
2. *Korrespondierende Leiter*

Zeichnen Sie alle möglichen Schalterstellungen, die vorkommen können und markieren Sie, ob die Lampen (E1-E4) leuchten.



3. Verteilerdose verdrahten (Wechselschaltung)

a) Vervollständigen Sie die leeren Abzweigdosen im Stromlaufplan der Wechselschaltung, so dass Q1 als auch Q2 die Lampen E1 und E2 an- und ausschalten.



b) Heben Sie den Stromfluss im Stromlaufplan durch farbliche Kennzeichnung hervor. Verwenden Sie rot für den/die Außenleiter und blau für den Neutralleiter.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	**Wechselstrom Übungen**	**IE** LF - 5

A1: **Ermitteln Sie** den Scheitelwert einer sinusförmigen Wechselspannung, wenn bei einem Winkel von $\alpha_{DEG} = 60°$ einen Momentanwert von 20,8 V auftritt.

LSG.: $\hat{u} = 24$ V

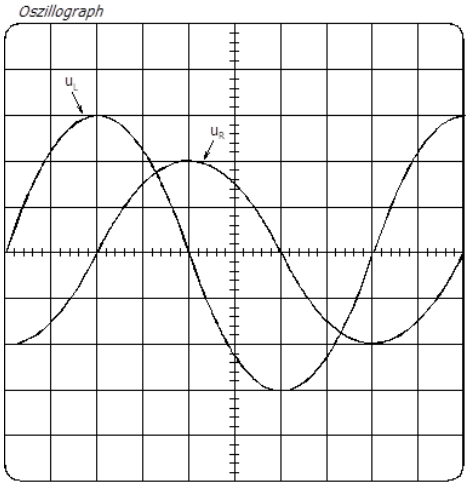
A2: **Berechnen Sie** den Strom den ein Dreheisenmessgerät anzeigt, wenn der Scheitelwert des zu messenden Stromes 12 A beträgt.
Hinweis: Dreheisenmessgeräte zeigen den Effektivwert an.

LSG.: I = 8,5 A

A3: Die Periodendauer einer Sinusspannung beträgt T = 3 ms. Zum Zeitpunkt $t_1 = 0$ ms beträgt die Spannung 0 V und zum Zeitpunkt $t_2 = 0.38$ ms beträgt die Spannung 60 V.
Berechnen Sie die Frequenz der Wechselspannung und den Augenblickswert zum Zeitpunkt t = 0.25 ms.

LSG.: f = 333,3 Hz; $\hat{u}$ = 83,985 V; u(0,25ms) = 41,988 V

A4: Auf dem Bildschirm eines Oszilloskops sind zwei Kennlinien abgebildet, die den Spannungen U_L und U_R einer Widerstandsschaltung entsprechen.
(Das Oszilloskop ist in der Horizontal- und Vertikalablenkung mit **5 µs/Div.** und **5 V/Div.** eingestellt.)



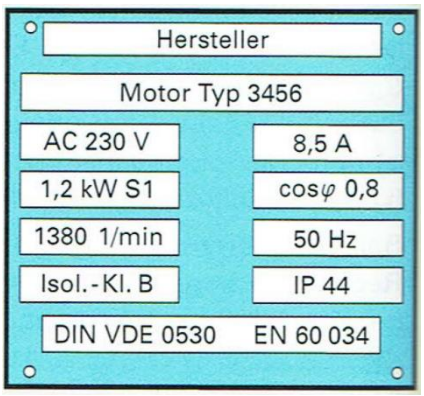
Ermitteln Sie:
a) die Phasendifferenz zwischen den beiden Spannungen U_L und U_R
b) die Spitzenwerte der beiden Wechselspannungen U_L und U_R
c) die Effektivwerte der Wechselspannungen

LSG: $\Delta\varphi = 90°$; $\hat{u}_L = 15$ V; $\hat{u}_R = 10$ V; $U_{effL} = 10,61$ V; $U_{effR} = 7,07$ V

A5: Ein Notstromaggregat ist bei 228 V / 50 Hz mit 8,5 A belastet. Die Wirkleistung beträgt dabei 1,6 kW.
Berechnen Sie a) die Scheinleistung, **b)** den Wirkfaktor und **c)** die Blindleistung.

LSG: S = 1938 VA; cos φ = 0,83; Q = 1093,55 var

A6: **Berechnen Sie** aus dem Leistungsschild eines Wechselstrommotors **a)** die zugeführte Wirkleistung, **b)** den Wirkungsgrad, **c)** die Scheinleistung und **d)** die Blindleistung.



LSG: P_{zu} = 1564 W; η =0,77; S = 1955 VA; Q = 1173

A7: Ein 230 V Wechselstrommotor nimmt einen Strom von I = 5,2 A auf. Der Leistungsmesser zeigt eine Wirkleistung von 820 W an.
Ermitteln Sie a) die Scheinleistung S, **b)** den Wirkfaktor cos φ, **c)** die Blindleistung Q_L, **d)** den Wirkstrom I_W, **e)** den Blindstrom I_{bL} und **f)** die elektrische Arbeit W nach 10 Betriebsstunden.

LSG: S= 1196 VA; cos φ= 0,69; φ= 46,72°; Q= 870,64 var; I_W= 3,59 A; I_{bL}= 3,8 A; W= 8,2 kWh

A8: Eine Spule hat einen Phasenverschiebungswinkel φ = 60° zwischen der Gesamtspannung U und dem Strom I. Die Wirkspannung beträgt 120 V.
Berechnen Sie U und U_{bL}.

LSG: U = 240 V; U_{bL} = 208 V

A9: Eine Spule mit einem Wirkwiderstand von 26 Ω nimmt an 230 V / 50 Hz einen Strom von 6,8 A auf. **Berechnen Sie** a) den Scheinwiderstand, b) den induktiven Blindwiderstand, c) die Induktivität, d) die Wirkspannung und e) die Blindspannung.

LSG: Z = 33,8 Ω; X_L = 21,6 Ω; L = 68,8 mH; U_W = 177 V; U_{bL} = 147 V

A10: An einer Reihenschaltung von Kondensator und Wirkwiderstand werden folgende Spannungen gemessen U_W = 12 V, U_{bC} = 18 V. **Ermitteln Sie** a) zeichnerisch (Zeigerdiagramm) und b) rechnerisch die Gesamtspannung U und den Phasenverschiebungswinkel φ zwischen U_W und U.

LSG: U = 21,6 V; φ= 56,3°

A11: Die Wirkspannung in einer Reihenschaltung von C und R beträgt 83 V. Mit dem Oszilloskop wurde eine Phasenverschiebung von 27° zwischen Wirk- und Gesamtspannung festgestellt. **Bestimmen Sie** zeichnerisch und rechnerisch die Blindspannung U_{bC} und die Gesamtspannung U.

LSG: U_{bC} = 42,3 V; U = 93,2 V

A12: An einer Wechselspannung von 20 V ist eine Spule mit einem Wirkwiderstand von 5 Ω und einer Induktivität von 0,25 H mit einem Kondensator von 40 µF in Reihe geschaltet.
Berechnen Sie:
a) die Resonanzfrequenz,
b) die Stromstärke bei Resonanz sowie
c) die induktive und kapazitive Blindspannung bei Resonanz.

LSG: f_r = 50 Hz; I = 4 A; U_{bL} = U_{bC} = 316 V

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE **EIT** Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrischer Widerstand/ Bauformen von Widerständen unterscheiden	Datum:	
		Name:	
		Note:	Klasse:

Ein Widerstand behindert den Stromfluss (bzw. die Elektronenbewegung) in einem elekrischen Leiter.
In der Elektrotechnik/ Elektronik sind Widerstände zur Strombegrenzung sowie Spannungsreduzierung und -einteilung unverzichtbar.

1.
Wandeln Sie die folgenden Größen in Ohm bzw. Siemens um: 200mΩ , 1kΩ , 100 µS, 25 mS,

---

2.
Widerstände teilt man bezüglich ihrer Bauform und ihres Verhaltens in ...
I. Festwiderstände II. einstellbare Widerstände und III. Halbleiterwiderstände

Notieren Sie zu den jeweiligen drei Bauformen zwei Beispiele. Zeichnen Sie deren Schaltzeichen.

3.
Auf einem Widerstand lesen Sie den Aufdruck: 47 kΩ/ ± 5% / 2 W.
Welche Bedeutung haben die einzelnen Angaben bzw. Kenngrößen?

4.
Widerstandwerte sind nach E-Reihen genormt.
a) Bestimmen Sie die E-Reihe für den Widerstandswert aus Aufgabe 3.
b) Ein genormter Widerstand hat die Angaben 33 kΩ ± 10%
Zwischen welchen Grenzwerten kann der Widerstand liegen.

5.
Widerstandswerte und ihre Toleranzen werden auch durch Farbringe auf dem Bauelement gekennzeichnet.
a) Bestimmen Sie den Widerstandswert mit der Farbkodierung rot - rot - braun - silber.
b) Welche Farbcodierung weist ein Widerstand mit dem Wert 270 kΩ ± 2% auf?
c) Welche Farbring-Reihenfolge trägt ein Metallschichtwiderstand von 68 Ohm (E6, E12, und E24)?
Hilfe: siehe auch im Tabellenbuch

6.
Auf den Widerständen steht die folgende Wertkennzeichnung. Geben Sie den jeweiligen Bemessungswert des Widerstandes an.
a) 3R3 b) 4k7 c) R82 d) 33M

7.
Widerstandswerkstoffe verändern bei Temperatur ihren Widerstandswert. Beschreiben Sie kurz das Verhalten eines Metallschichtwiderstandes und eines Kohleschichtwiderstandes bei Temperaturerhöhung.

8.
Halbleiterwiderstände ändern ihren Widerstandswert in Abhängigkeit von einer physikalischen Größe. Beschreiben Sie das prinzipielle Verhalten der temperaturabhängigen Widerstände "NTC" und "PTC".

9.
Warum brennen Glühlampen meist beim Einschalten durch?

---

10. Bestimmen Sie mit dem Vielfachmessinstrument den Widerstandswert der vier Widerstände.
Geben Sie zudem den Bemessungswert der vier Widerstände an.

Oberstufenzentrum HEIN MOELLER SCHULE	EIT Lernfeld 1	3. Elektrotechnische Grundgrößen Elektrischer Widerstand/ Bauformen von Widerständen unterscheiden	Datum:	
			Name:	
			Note:	Klasse:

Ein Widerstand behindert den Stromfluss (bzw. die Elektronenbewegung) in einem elekrischen Leiter.
In der Elektrotechnik/ Elektronik sind Widerstände zur Strombegrenzung sowie Spannungsreduzierung und -einteilung unverzichtbar.

1.
Wandeln Sie die folgenden Größen in Ohm bzw. Siemens um: 200mΩ , 1kΩ , 100 µS, 25 mS,

200 mS --> R = 5 Ω **1k Ω --> G = 1 mS**

100 µS --> 10 kΩ **25 mS --> 40 Ω**

2.
Widerstände teilt man bezüglich ihrer Bauform und ihres Verhaltens in ...
I. Festwiderstände II. einstellbare Widerstände und III. Halbleiterwiderstände

Notieren Sie zu den jeweiligen drei Bauformen zwei Beispiele. Zeichnen Sie deren Schaltzeichen.

I. Kohleschichtwiderstände, Metallschichtwiderstände
II. Potenziometer, Trimmpotentiometer
III. Varistoren (spannungsabhängige W.), Temperaturabhängige Widerstände (PTC und NTC), Lichtabhängige Widerstände(LDR)

3.
Auf einem Widerstand lesen Sie den Aufdruck: 47 kΩ/ ± 5% / 2 W.
Welche Bedeutung haben die einzelnen Angaben bzw. Kenngrößen?

47kΩ - Bemessungswert des Widerstandes/ ± 5%- Toleranz/ 2 W - max. Leistung

---

4.
Widerstandwerte sind nach E-Reihen genormt.
a) Bestimmen Sie die E-Reihe für den Widerstandswert aus Aufgabe 3.
b) Ein genormter Widerstand hat die Angaben 33 kΩ ± 10%
Zwischen welchen Grenzwerten kann der Widerstand liegen.

a) E 24

b) zwischen 29,7 kΩ und 36,3 k Ω

5.
Widerstandswerte und ihre Toleranzen werden auch durch Farbringe auf dem Bauelement gekennzeichnet.
a) Bestimmen Sie den Widerstandswert mit der Farbkodierung rot - rot - braun - silber.
b) Welche Farbcodierung weist ein Widerstand mit dem Wert 270 kΩ ± 2% auf?
c) Welche Farbring-Reihenfolge trägt ein Metallschichtwiderstand von 68 Ohm (E6, E12, und E24)?
Hilfe: siehe auch im Tabellenbuch

a) $22*10^1$ = 220 Ω, ±10% E12 - Reihe
b) rot - violett - gelb - rot
c) E6: blau - grau - schwarz (nur 3 Farbringe - kein Farbring bei Toleranz)
E12: blau - grau - schwarz - silber
E 24: blau - grau - schwarz - gold

6.
Auf den Widerständen steht die folgende Wertkennzeichnung. Geben Sie den jeweiligen Bemessungswert des Widerstandes an.

a) 3R3 b) 4k7 c) R82 d) 33M

3,3 Ohm **4,7 kOhm** **0,82 Ohm** **33 MOhm**

7.
Widerstandswerkstoffe verändern bei Temperatur ihren Widerstandswert. Beschreiben Sie kurz das Verhalten eines Metallschichtwiderstandes und eines Kohleschichtwiderstandes bei Temperaturerhöhung.

Kohleschichtwiderstände verringern ihren Widerstand bei Temperaturerhöhung (negativer Temperaturkoeffizient)
Draht- oder Metallschichtwiderstände hingegen vergrößern ihren Widerstandswert bei Temperaturerhöhung positiver Temperaturkoeffizient)

8.
Halbleiterwiderstände ändern ihren Widerstandswert in Abhängigkeit von einer physikalischen Größe. Beschreiben Sie das prinzipielle Verhalten der temperaturabhängigen Widerstände "NTC" und "PTC".

PTC- Widerstand ...
leitet im kalten Zustand (Kaltleiter). Bei geringen Temperaturen haben PTCs einen kleinen Widerstand. Mit steigender Temperatur nimmt der Widerstand meist stark zu.

NTC- Widerstand ...
leitet im warmen Zustand (Heißleiter). Bei hohen Temperaturen haben NTCs einen kleinen Widerstand. Mit sinkender Temperatur nimmt der Widerstand meist stark zu.

9.
Warum brennen Glühlampen meist beim Einschalten durch?

Im Einschaltmoment ist der Wolframdraht der Glühlampe kalt --> Widerstand ist sehr klein. --> Strom groß
Dann wird der Draht schnell sehr warm (fängt an zu glühen). Der Widerstand wird groß.-->Strom klein
(Kaltleiter - PTC-Verhalten)

---

10. Bestimmen Sie mit dem Vielfachmessinstrument den Widerstandswert der vier Widerstände. Geben Sie zudem den Bemessungswert der vier Widerstände an.

12 kOhm (0,25W) **1,5k,** **56 Ohm,** **27 Ohm (0,5W) - Kohleschicht**

Leitungsschutzschalter (LS)

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)

Leitungsschutzschalter

Aufgabe:

Auslösen bei

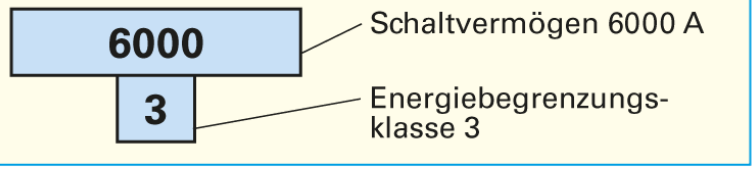
- **Überlast** (Bimetall - thermischer Auslöser)
- **Kurzschluss** (elektromagnetischer Auslöser)
- **Manuell** (Betätigungshebel)

Wichtige Merkmale:

- **Freiauslösung**
  (unbeeinflussbare Auslösung → Betätigung oder Feststellung des Hebels unwirksam)
- **kein automatisches Wiedereinschalten**
  (Erst Abkühlung Bimetall → man. Schalten)

Tabelle: Bemessungsströme von LS-Schaltern

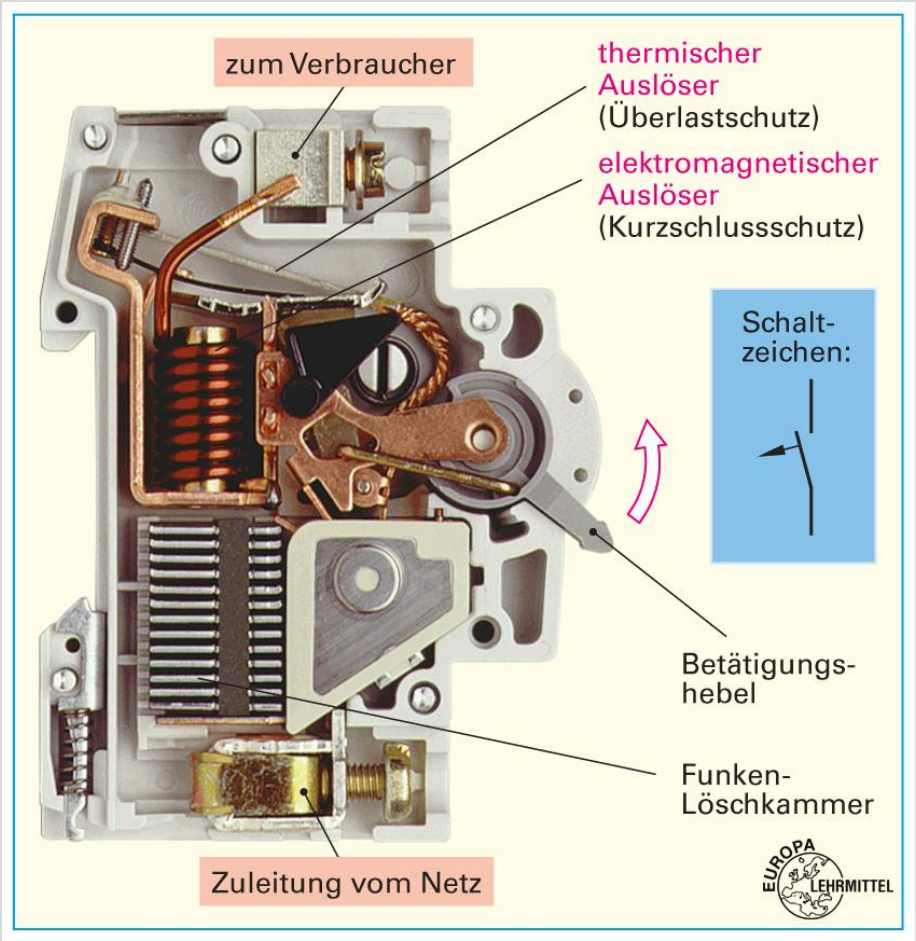
2 A	4 A	6 A	10 A	13 A	16 A
20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A



Energiebegrenzungsklasse 3 (auch Selektivitätsklasse 3)
Hohe Anforderung

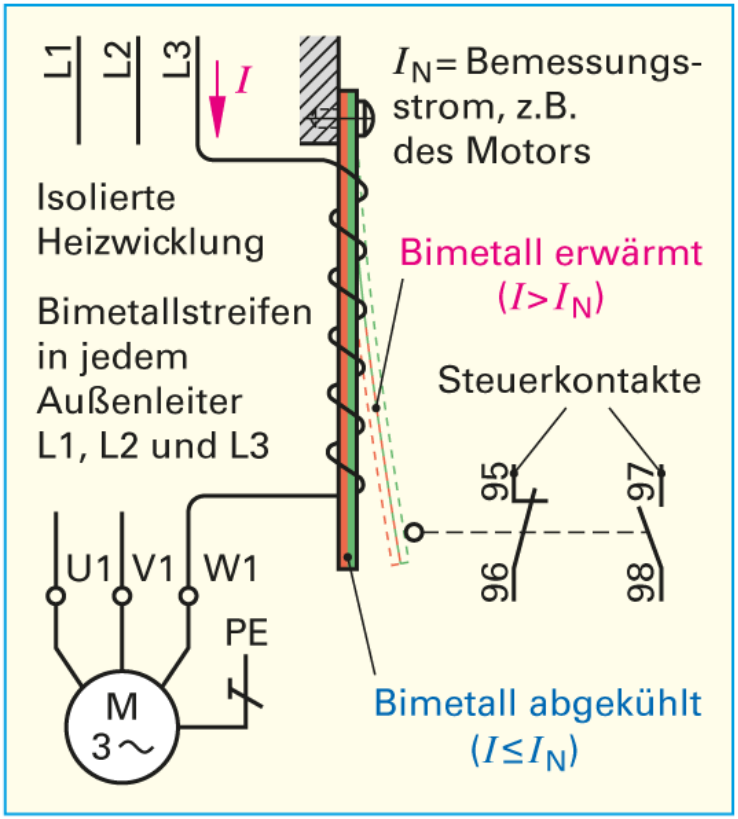
Achtung:

Kein Schutz von Personen!



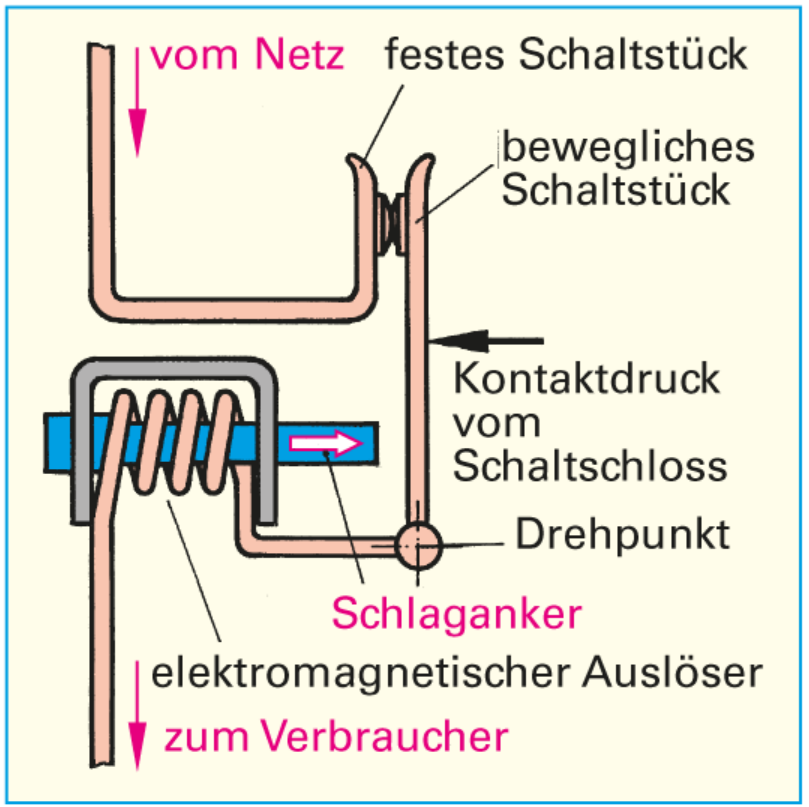
Leitungsschutzschalter

Schutz gegen **Überlast**
(Bimetall - thermischer Auslöser)



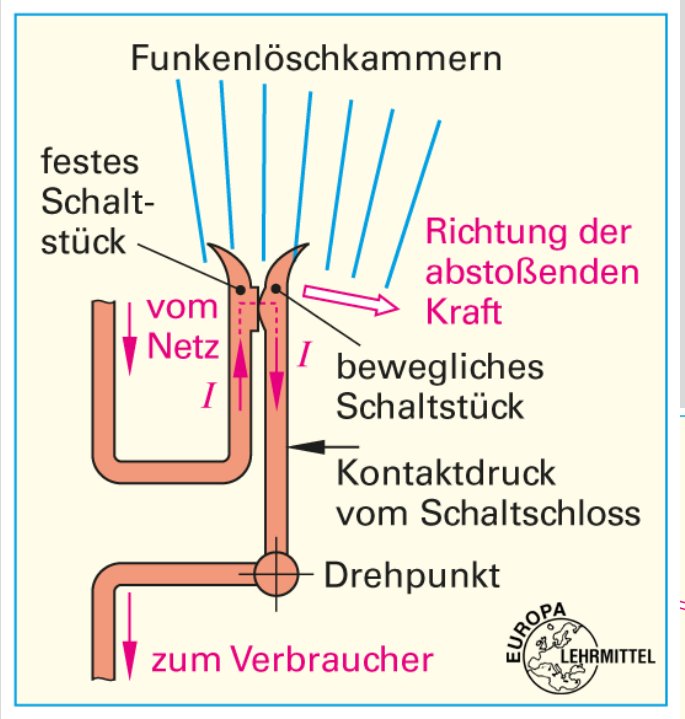
Erläuterung des Bimetallprinzips anhand Motorschutzschalter!

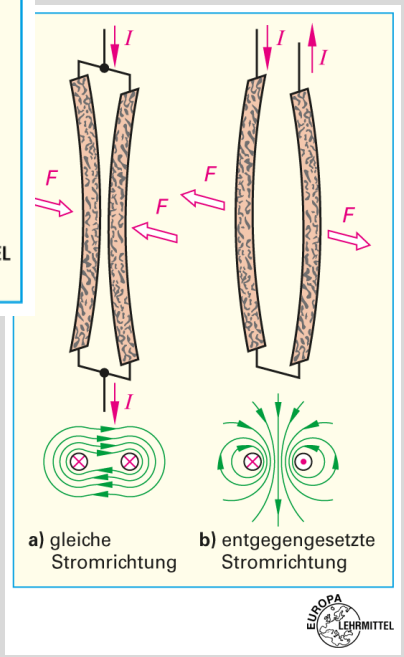
Schutz gegen **Kurzschluss**
(elektromagnetischer Auslöser)



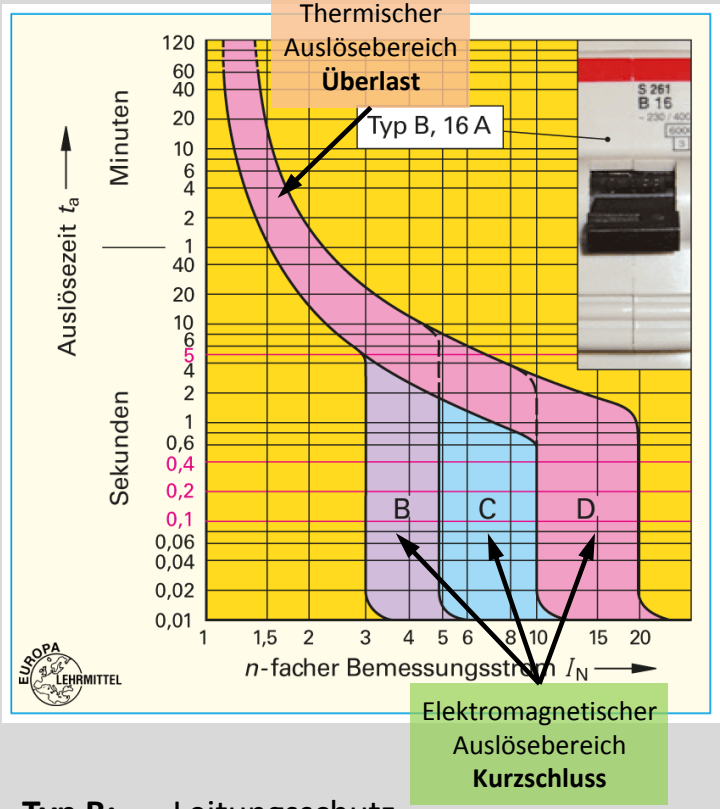
Leitungsschutzschalter

Funkenlöschung





Auslösekennlinien



Typ B: Leitungsschutz

Typ C, D: Schutz von Betriebsmitteln mit hohen Einschaltströmen

Selektiver Hauptleitungsschutzschalter (SH)

Aufgabe:

- Wie LS-Schalter, aber zusätzlich
- **Erfüllung Selektivitätsanforderungen**
  - **Begrenzung des Kurzschlussstromes**
  - **Verzögertes Abschalten bei Kurzschluss**

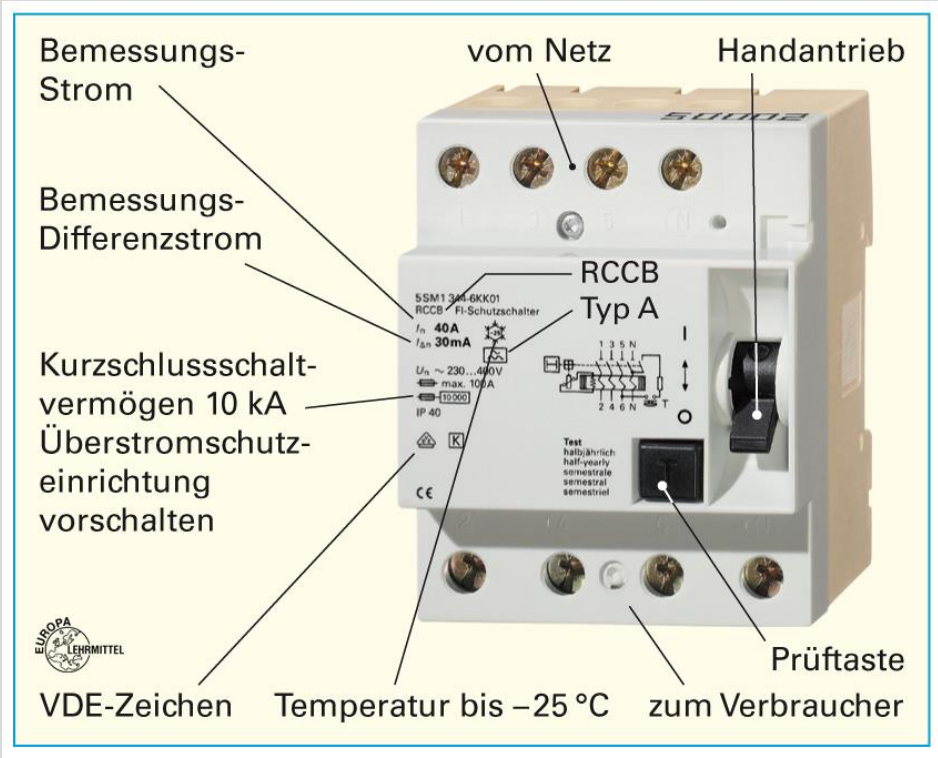
Aufbau und Funktion:

- **zweistufiger Aufbau**
  (Hauptstrompfad und Nebenstrompfad)
- **Ablauf bei Kurzschluss:**
  - Hauptstrompfad (HSP) öffnet sofort (elektromechanisch)
  - Nebenstrompfad (NSP) mit Strombegrenzungswiderstand und Bimetall aktiv, Bimetall (NSP) öffnet verzögert
  - **Fall A:**
    Nachfolgende LS haben wegen Kurzschluss ausgelöst
    → HSP schließt wieder, Stromfluss nicht unterbrochen
  - **Fall B:**
    Nachfolgende LS haben **nicht** ausgelöst
    → HSP bleibt offen, **Stromfluss unterbrochen**

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)

Aufgabe:

- **Zusätzlicher Schutz** bei Versagen des Schutzes gegen direkt. und indir. Berühren
- **Schutz Personen**, Nutztiere und Sachwerte
- **Brandschutz**



Wichtige Merkmale:

- **Allpolige Abschaltung** (2- und 4-polige Varianten)
- **Bemessungsdifferenzstrom ΔI_N** ($I_{\Delta N}$ = **30**mA Personenschutz $I_{\Delta N}$ =**300**mA Brandschutz)
- **Prüftaste** (stationäre Anlagen → 6 Monate nichtstationäre Anlagen → **pro Arbeitstag**)

RCD: **R**esidual **C**urrent Protective **D**evide
RCCB: **R**esidual **C**urrent operated **C**ircuit-**B**reaker

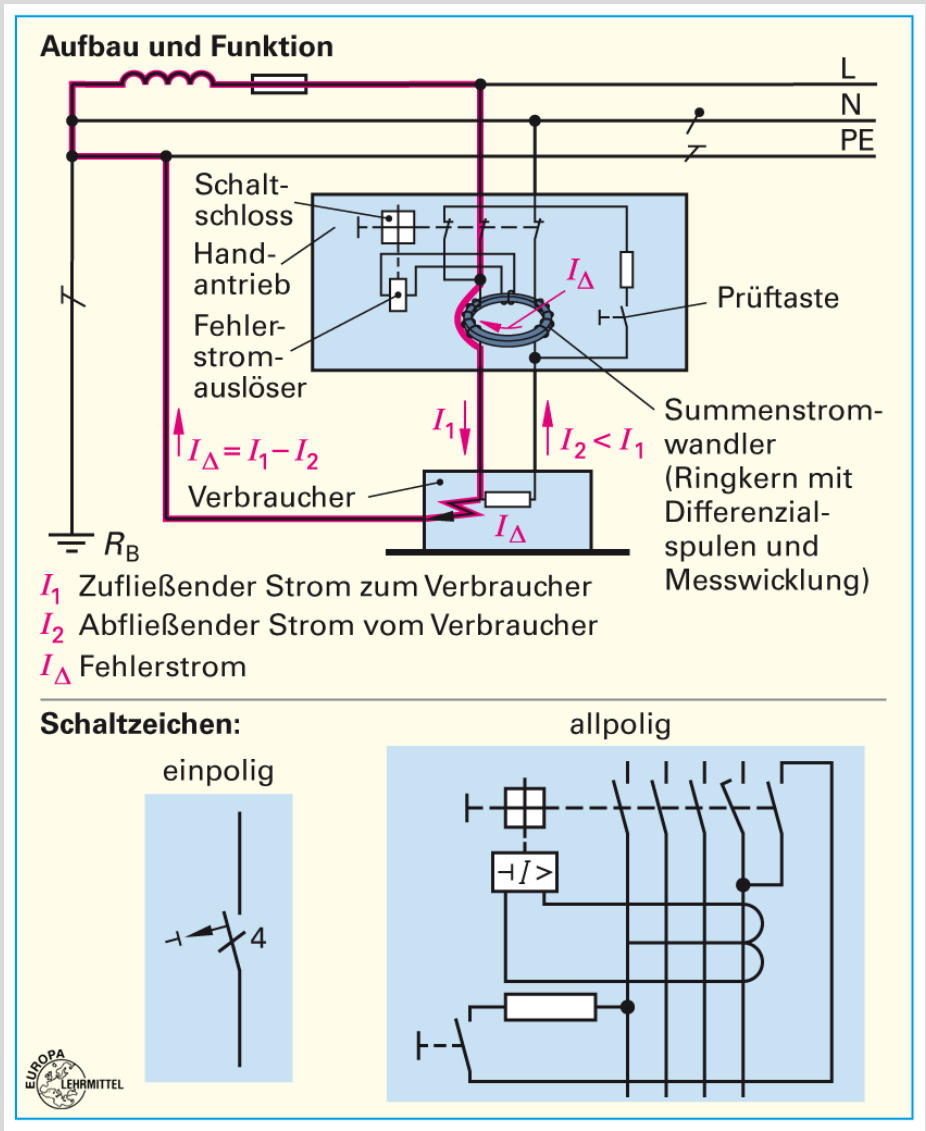
Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)

Aufbau:

- **Summenstromwandler mit Differenzialspulen**
  (Spulen um alle aktiven Leiter (alle L **und N**)
- **und Messwicklung**
  (aktiviert mechanische Entklinkung)
- **Mechanische Entklinkung**
  (bewirkt allpoliges Trennen des Stromkreises)

Funktion:

- **Fehlerfreier Zustand**
  - Summe zu- und abfließender Ströme ist null
  - magnetische Wechselfelder heben sich auf
  - keine Spannungsinduktion in Messwicklung
- **Körperschluss:**
  - **I1 > I2, $I_{\Delta N} \neq 0$**
  - magnet. Wechselfelder heben sich nicht auf
  - Spannungsinduktion in Messwicklung
  - **Trennung des Stromkreises**



Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für Brandschutz

Aufbau:

- Vorschalten eines **RCD Bauart S** (Brandschutz) vor vorhandene **RCD** (Personenschutz)
- **RCD Bauart S** mit $I_{\Delta N}$ = 300mA

Funktion:

- **Erkennt Isolationsfehler in verzweigten Kabel- und Leitungsanlagen**

