

Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik



Liebe Leserin, lieber Leser,

die „Arbeitsblätter Fachkunde Elektrotechnik“ wenden sich hauptsächlich an Sie als Lernende der energietechnischen Elektroberufe. Diese Arbeitsblätter möchten das Arbeiten mit dem fachkundlichen Wissen der Elektrotechnik unterstützen.


Mithilfe der zu lösenden Aufgaben überprüfen Sie Ihr **fachliches Wissen** und erweitern so Ihre Kompetenzen, damit Sie handlungsorientierte, komplexe Aufgaben der beruflichen Praxis lösen können. Zusammen mit dem Buch „**Fachkunde Elektrotechnik**“, sowie mit den **Simulationen zur Elektrotechnik (SimElektro)** und den hier vorliegenden **Arbeitsblättern** können Sie selbstständig, auch außerhalb des Unterrichtes, elektrotechnische Themen bearbeiten oder sich auf fachkundliche Prüfungen vorbereiten. Auch können Lernprozesse, die im Unterricht nur angestoßen werden, mithilfe der Arbeitsblätter vertieft werden. Weiterhin können Sie sich mit den Aufgaben der Arbeitsblätter auf kommende Unterrichtsstunden vorbereiten.

Eine besondere Bearbeitung kommt dem Themenkomplex **Basiskompetenzen** zu. Der Begriff der Basiskompetenz bezieht sich hier auf die fachlichen Bereiche des Lesens, der Mathematik, des technischen Zeichnens und Skizzierens, die zur Voraussetzung der Arbeit mit den Arbeitsblättern gehören. Sie sollten diese Aufgaben unbedingt zuerst bearbeiten, um eventuelle Probleme rechtzeitig zu erkennen.

Die vorliegende **2. Auflage** der Arbeitsblätter wurde so verbessert, dass die Texte besser lesbar und die Bearbeitungsfelder eindeutiger zu erkennen sind. Weiterhin wurden zu ausgewählten Themen der Arbeitsblätter, z. B. dem Gleichstromkreis, die interaktiven Simulationen zur Elektrotechnik „SimElektro Grundstufe 1.0“ durch ein Symbol mit der zutreffenden Simulationsnummer zugeordnet.



Hinweise zum Bearbeiten der Arbeitsblätter

- Diese Arbeitsblätter möchten Ihnen helfen, sich in die **Schwerpunkte** der elektrotechnischen Energietechnik, sowie ihrer Anwendungen einzuarbeiten. Das ist möglich, wenn Sie die Arbeitsblätter sorgfältig bearbeiten und vollständig ausfüllen.
- Die **Reihenfolge** des Bearbeitens der einzelnen Themen ist frei wählbar und kann so dem lernfeldorientierten Unterricht angepasst werden.
- Zur Unterstützung der Bearbeitung einzelner Themen können Sie zum besseren Verständnis die PC-Simulationen **SimElektro** einsetzen. Alle Seiten im Buch, bei denen die Simulationen eingesetzt werden können, sind mit dem SimElektro-Symbol mit der entsprechenden Simulationsnummer gekennzeichnet. 
- Eine kostenlose **Mustersimulation** finden Sie unter www.europa-lehrmittel.de/simelektro.
- Zum Ausfüllen verwenden Sie dort, wo Sie mit späteren Verbesserungen rechnen oder sich unsicher fühlen, z. B. bei Skizzen oder beim Lösen von Rechenaufgaben, einen **weichen Bleistift** (Härte HB bzw. B), damit Sie eventuell radieren können. Sie brauchen einen Radiergummi und Farbstifte in Rot und Blau.
- Kreuzen Sie zu Ihrer **Kontrolle** im Inhaltsverzeichnis die bearbeiteten Blätter nur dann an, wenn Sie wissen, dass die Lösungen der Aufgaben richtig sind.
- Die von Ihnen auszufüllenden **Zeilen** sind rötlich, die **Felder und Flächen** sind dunkelgelb bzw. durch hellgrüne Rechenkästchen markiert. Wenn Ihr Blatt bearbeitet ist, müssen also alle Markierungen bearbeitet sein.
- Sollten Sie eine Aufgabe nicht lösen können, gibt es ein ausführliches **Lösungsbuch**.






Arbeitsblatt Fachkunde Elektrotechnik
verschiedene Bearbeitungsfelder

The diagram illustrates the layout of the worksheet with various colored areas for different tasks:





- Red lines for writing.
- Yellow boxes for general work.
- A grid labeled "Zeichnung oder Skizze" (Drawing or Sketch).
- A grid labeled "Rechnungen" (Calculations).
- Yellow boxes for general work.

Ihre Meinung zu diesen Arbeitsblättern ist uns Autoren wichtig. Darum möchten wir Ihre Kritik, Ihre Verbesserungsvorschläge, aber auch Ihr Lob erfahren. Schreiben Sie uns unter: info@europa-lehrmittel.de.

Mit diesen Arbeitsblättern wünschen Ihnen das Autorenteam und der Verlag Europa-Lehrmittel viel Erfolg und wertvolle Anregungen für Ihre berufliche Tätigkeit.

Themenkomplex	Kontrolle*	Blatt-Nr.	Seite	Thema
 0. Basiskompetenzen	<input type="checkbox"/>	0.1	8	Lesen von Fachtexten 1
	<input type="checkbox"/>	0.2	9	Lesen von Fachtexten 2
	<input type="checkbox"/>	0.3	10	Arbeiten mit Formelzeichen, Einheiten und -vorsätzen für physikalische Größen
	<input type="checkbox"/>	0.4	11	Umstellen von Formeln
	<input type="checkbox"/>	0.5	12	Arbeiten mit Funktionen, Formeln und Diagrammen
	<input type="checkbox"/>	0.6	13	Hilfe zum Lösen von Rechenaufgaben
	<input type="checkbox"/>	0.7	14	Rechnen mit Potenzen, Quadrat-Wurzeln und Winkelfunktionen
	<input type="checkbox"/>	0.8	15	Zeichnen (1)
	<input type="checkbox"/>	0.9	16	Zeichnen (2)
	<input type="checkbox"/>	0.10	17	Zeichnen (3)
	<input type="checkbox"/>	0.11	18	Zeichnen (4)
 1. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	<input type="checkbox"/>	1.1	19	Gesetze und Vorschriften sowie Erste Hilfe
	<input type="checkbox"/>	1.2	20	Sicherheitszeichen
	<input type="checkbox"/>	1.3	21	Die 5 Sicherheitsregeln
	<input type="checkbox"/>	1.4	22	Elektrischer Schlag
	<input type="checkbox"/>	1.5	23	Berührungsspannung und Körperstrom
 2. Grundbegriffe der Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	2.1	24	Elektrische Stromstärke
	<input type="checkbox"/>	2.2	25	Stromkreisarten
	<input type="checkbox"/>	2.3	26	Spannungen (1)
	<input type="checkbox"/>	2.4	27	Spannungen (2), Potenziale
	<input type="checkbox"/>	2.5	28	Elektrischer Widerstand
	<input type="checkbox"/>	2.6	29	Ohmsches Gesetz (1)
	<input type="checkbox"/>	2.7	30	Ohmsches Gesetz (2)
	<input type="checkbox"/>	2.8	31	Elektrische Energie und Arbeit
	<input type="checkbox"/>	2.9	32	Elektrische Leistung
	<input type="checkbox"/>	2.10	33	Wirkungsgrad
 3. Grundschaltungen der Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	3.1	34	Reihenschaltung von Widerständen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.2	35	Reihenschaltung von Widerständen (2)
	<input type="checkbox"/>	3.3	36	Berechnung von Vorwiderständen
	<input type="checkbox"/>	3.4	37	Parallelschaltung von Widerständen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.5	38	Parallelschaltung von Widerständen (2)
	<input type="checkbox"/>	3.6	39	Gemischte Schaltung und Ersatzwiderstand
	<input type="checkbox"/>	3.7	40	Spannungsteiler (1)
	<input type="checkbox"/>	3.8	41	Spannungsteiler (2)
	<input type="checkbox"/>	3.9	42	Brückenschaltung (1)
	<input type="checkbox"/>	3.10	43	Brückenschaltung (2)
	<input type="checkbox"/>	3.11	44	Spannungsquellen (1)
	<input type="checkbox"/>	3.12	45	Spannungsquellen (2)
 4. Elektrisches Feld	<input type="checkbox"/>	4.1	46	Grundgesetze
	<input type="checkbox"/>	4.2	47	Kondensator als Bauelement
	<input type="checkbox"/>	4.3	48	Kondensator an Gleichspannung
	<input type="checkbox"/>	4.4	49	Laden und Entladen von Kondensatoren (1)
	<input type="checkbox"/>	4.5	50	Laden und Entladen von Kondensatoren (2)

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!

Themenkomplex	Kontrolle*	Blatt-Nr.	Seite	Thema
 5. Magnetisches Feld	<input type="checkbox"/>	5.1	51	Magnete und magnetische Feldlinien (1)
	<input type="checkbox"/>	5.2	52	Magnete und magnetische Feldlinien (2)
	<input type="checkbox"/>	5.3	53	Elektromagnetismus (1)
	<input type="checkbox"/>	5.4	54	Elektromagnetismus (2)
	<input type="checkbox"/>	5.5	55	Magnetische Größen (1)
	<input type="checkbox"/>	5.6	56	Magnetische Größen (2)
	<input type="checkbox"/>	5.7	57	Magnetische Kennlinien
	<input type="checkbox"/>	5.8	58	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (1)
	<input type="checkbox"/>	5.9	59	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld (2), Motorprinzip
	<input type="checkbox"/>	5.10	60	Elektromagnetische Induktion, Prinzip
	<input type="checkbox"/>	5.11	61	Elektromagnetische Induktion, Anwendungen
 6. Schaltungstechnik	<input type="checkbox"/>	6.1	62	Schaltungsunterlagen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.2	63	Schaltungsunterlagen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.3	64	Installationsschaltungen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.4	65	Installationsschaltungen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.5	66	Installationsschaltungen (3)
	<input type="checkbox"/>	6.6	67	Installationsschaltungen (4)
	<input type="checkbox"/>	6.7	68	Klingel- und Türöffneranlage
	<input type="checkbox"/>	6.8	69	Elektromagnetische Schalter (1)
	<input type="checkbox"/>	6.9	70	Elektromagnetische Schalter (2)
	<input type="checkbox"/>	6.10	71	Grundsaltungen mit Schützen (1)
	<input type="checkbox"/>	6.11	72	Grundsaltungen mit Schützen (2)
	<input type="checkbox"/>	6.12	73	Steuerschaltungen mit Zeitrelais (1)
	<input type="checkbox"/>	6.13	74	Steuerschaltungen mit Zeitrelais (2)
	<input type="checkbox"/>	6.14	75	Treppenlicht-Schaltungen
 7. Wechselstromtechnik	<input type="checkbox"/>	7.1	76	Sinusförmige Wechselspannung, Kenngrößen (1)
	<input type="checkbox"/>	7.2	77	Kenngrößen (2), Darstellungshilfen
	<input type="checkbox"/>	7.3	78	Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (1)
	<input type="checkbox"/>	7.4	79	Ideales Verhalten elektrischer Bauelemente (2)
	<input type="checkbox"/>	7.5	80	Die Spule an Wechselspannung
	<input type="checkbox"/>	7.6	81	Wechselstromleistungen
	<input type="checkbox"/>	7.7	82	Aufgaben
	<input type="checkbox"/>	7.8	83	Dreiphasenwechselspannung (1)
	<input type="checkbox"/>	7.9	84	Dreiphasenwechselspannung (2)
	<input type="checkbox"/>	7.10	85	Leistungen im Drehstromnetz (1)
	<input type="checkbox"/>	7.11	86	Leistungen im Drehstromnetz (2)
	<input type="checkbox"/>	7.12	87	Leiterfehler im Drehstromnetz (1)
	<input type="checkbox"/>	7.13	88	Leiterfehler im Drehstromnetz (2)
	<input type="checkbox"/>	7.14	89	Symmetrische Belastung in Drehstromnetzen
	<input type="checkbox"/>	7.15	90	Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (1)
	<input type="checkbox"/>	7.16	91	Unsymmetrische Last in Drehstromnetzen (2)
 8. Messtechnik	<input type="checkbox"/>	8.1	92	Analoge Messgeräte
	<input type="checkbox"/>	8.2	93	Digitale Messgeräte (1)
	<input type="checkbox"/>	8.3	94	Digitale Messgeräte (2)
	<input type="checkbox"/>	8.4	95	Messen elektrischer Spannung (1)
	<input type="checkbox"/>	8.5	96	Messen elektrischer Spannung (2)
	<input type="checkbox"/>	8.6	97	Messen elektrischer Stromstärke (1)
	<input type="checkbox"/>	8.7	98	Messen elektrischer Stromstärke (2)
	<input type="checkbox"/>	8.8	99	Leistungsmessungen
	<input type="checkbox"/>	8.9	100	Messen mit dem Oszilloskop (1)
	<input type="checkbox"/>	8.10	101	Messen mit dem Oszilloskop (2)
	<input type="checkbox"/>	8.11	102	Messen mit dem Oszilloskop (3)

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!

Themenkomplex

Kontrolle*


Blatt-Nr.	Seite	Thema
-----------	-------	-------

 9. Elektronik

<input type="checkbox"/>	9.1	103	Stromleitung in Halbleitern
<input type="checkbox"/>	9.2	104	PN-Übergang und Diode
<input type="checkbox"/>	9.3	105	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (1)
<input type="checkbox"/>	9.4	106	Halbleiterwiderstände NTC, PTC und VDR (2)
<input type="checkbox"/>	9.5	107	Bipolare Transistoren (1)
<input type="checkbox"/>	9.6	108	Bipolare Transistoren (2)
<input type="checkbox"/>	9.7	109	Feldeffekttransistor (1)
<input type="checkbox"/>	9.8	110	Feldeffekttransistor (2)
<input type="checkbox"/>	9.9	111	Optoelektronische Sender und Empfänger (1)
<input type="checkbox"/>	9.10	112	Optoelektronische Sender und Empfänger (2)
<input type="checkbox"/>	9.11	113	Operationsverstärker (1)
<input type="checkbox"/>	9.12	114	Operationsverstärker (2)
<input type="checkbox"/>	9.13	115	Schaltalgebra (1)
<input type="checkbox"/>	9.14	116	Schaltalgebra (2)
<input type="checkbox"/>	9.15	117	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.16	118	Grundbegriffe der Digitaltechnik und logische Grundverknüpfungen (2)
<input type="checkbox"/>	9.17	119	Thyristor
<input type="checkbox"/>	9.18	120	Triac und Diac
<input type="checkbox"/>	9.19	121	Phasenanschnittsteuerung (1)
<input type="checkbox"/>	9.20	122	Phasenanschnittsteuerung (2)
<input type="checkbox"/>	9.21	123	Gleichrichterschaltungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.22	124	Gleichrichterschaltungen (2)
<input type="checkbox"/>	9.23	125	Gedruckte Schaltungen (1)
<input type="checkbox"/>	9.24	126	Gedruckte Schaltungen (2)





 10. Elektrische Anlagen

<input type="checkbox"/>	10.1	127	Netzformen für die Elektroenergieübertragung und -verteilung
<input type="checkbox"/>	10.2	128	Schmelzsicherungen (1)
<input type="checkbox"/>	10.3	129	Schmelzsicherungen (2)
<input type="checkbox"/>	10.4	130	Leitungsschutzschalter
<input type="checkbox"/>	10.5	131	Thermisches Überlastrelais und Motorschutzschalter
<input type="checkbox"/>	10.6	132	Leitungsberechnung (1)
<input type="checkbox"/>	10.7	133	Leitungsberechnung (2)
<input type="checkbox"/>	10.8	134	Leitungsberechnung (3)
<input type="checkbox"/>	10.9	135	Leitungsberechnung (4)
<input type="checkbox"/>	10.10	136	Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaverteiler
<input type="checkbox"/>	10.11	137	Verdrahtung im Verteilerfeld

 11. Schutzmaßnahmen

<input type="checkbox"/>	11.1	138	Isolationsfehler (1)
<input type="checkbox"/>	11.2	139	Isolationsfehler (2)
<input type="checkbox"/>	11.3	140	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (1)
<input type="checkbox"/>	11.4	141	Fachbegriffe: Schutz gegen elektrischen Schlag (2)
<input type="checkbox"/>	11.5	142	Netzsysteme (1)
<input type="checkbox"/>	11.6	143	Netzsysteme (2)
<input type="checkbox"/>	11.7	144	Schutzpotenzialausgleich (1)
<input type="checkbox"/>	11.8	145	Schutzpotenzialausgleich (2)
<input type="checkbox"/>	11.9	146	Schutz durch autom. Abschaltung der Stromversorgung im TN-System
<input type="checkbox"/>	11.10	147	Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) im TN-System
<input type="checkbox"/>	11.11	148	Schutz durch autom. Abschalten der Stromversorgung im TT-System
<input type="checkbox"/>	11.12	149	Schutz durch autom. Abschalten der Stromversorgung im IT-System

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!

Themenkomplex	Kon- trolle*	Blatt- Nr.	Seite	Thema	
 12. Gebäudetechnische Anlagen	<input type="checkbox"/>	12.1	150	Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (1)	
	<input type="checkbox"/>	12.2	151	Lichttechnische Größen bei Beleuchtungsanlagen (2)	
	<input type="checkbox"/>	12.3	152	Lampen (1)	
	<input type="checkbox"/>	12.4	153	Lampen (2)	
	<input type="checkbox"/>	12.5	154	Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (1)	
	<input type="checkbox"/>	12.6	155	Elektrogeräte – Aufbau und Funktion (2)	
	<input type="checkbox"/>	12.7	156	Prüfung von Elektrogeräten (1)	
	<input type="checkbox"/>	12.8	157	Prüfung von Elektrogeräten (2)	
	<input type="checkbox"/>	12.9	158	Dämpfung und Verstärkung in Antennenanlagen	
	<input type="checkbox"/>	12.10	159	Pegelrechnung in Antennenanlagen	
	<input type="checkbox"/>	12.11	160	Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (1)	
	<input type="checkbox"/>	12.12	161	Planung einer DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage (2)	
	<input type="checkbox"/>	12.13	162	Planung einer BK-Antennenanlage	
	<input type="checkbox"/>	12.14	163	Multimedia-Verkabelung	
	<input type="checkbox"/>	12.15	164	Telekommunikation (1)	
	<input type="checkbox"/>	12.16	165	Telekommunikation (2)	
	 13. Elektrische Maschinen	<input type="checkbox"/>	13.1	168	Aufbau und Arbeitsweise des Einphasentransformators
		<input type="checkbox"/>	13.2	169	Betriebsverhalten des Einphasentransformators (1)
<input type="checkbox"/>		13.3	170	Betriebsverhalten des Einphasentransformators (2)	
<input type="checkbox"/>		13.4	171	Übersetzungen beim Einphasentransformator (1)	
<input type="checkbox"/>		13.5	172	Übersetzungen beim Einphasentransformator (2)	
<input type="checkbox"/>		13.6	173	Berechnungen am Einphasentransformator	
<input type="checkbox"/>		13.7	174	Drehfeld	
<input type="checkbox"/>		13.8	175	Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (1)	
<input type="checkbox"/>		13.9	176	Drehstrom-Asynchronmotor, Kurzschlussläufermotor (2)	
<input type="checkbox"/>		13.10	177	Drehstrom-Asynchronmotor am Dreh- und Wechselstromnetz	
<input type="checkbox"/>		13.11	178	Einschaltvorschriften und Stern-Dreieck-Anlassverfahren	
<input type="checkbox"/>		13.12	179	Drehstrom-Asynchronmotor, elektrische Drehzahländerung	
<input type="checkbox"/>		13.13	180	Kondensatormotor	
<input type="checkbox"/>		13.14	181	Aufbau der Gleichstrommotoren	
<input type="checkbox"/>		13.15	182	Arten von Gleichstrommotoren	
<input type="checkbox"/>		13.16	183	Spaltpolmotor	
<input type="checkbox"/>		13.17	184	Allgemeine Arbeitsweise der Elektromotoren	
<input type="checkbox"/>		13.18	185	Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (1)	
<input type="checkbox"/>		13.19	186	Motor-Leistungsschild, Klemmbrett und Netzanschluss (2)	
 14. Informationstechnik	<input type="checkbox"/>	14.1	187	Computersystem (1)	
	<input type="checkbox"/>	14.2	188	Computersystem (2)	
	<input type="checkbox"/>	14.3	189	PC-Mainboard (1)	
	<input type="checkbox"/>	14.4	190	PC-Mainboard (2)	
	<input type="checkbox"/>	14.5	191	Peripheriegeräte für Computer (1)	
	<input type="checkbox"/>	14.6	192	Peripheriegeräte für Computer (2)	
	<input type="checkbox"/>	14.7	193	Netzwerktechnik Grundlagen (1)	
	<input type="checkbox"/>	14.8	194	Netzwerktechnik Grundlagen (2)	
	<input type="checkbox"/>	14.9	195	Lokales Netzwerk nach Fast Ethernet-Standard planen	
	<input type="checkbox"/>	14.10	196	Lokales Netzwerk nach WLAN-Standard planen und umsetzen	
 15. Automatisierungstechnik	<input type="checkbox"/>	15.1	197	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (1)	
	<input type="checkbox"/>	15.2	198	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) (2)	
	<input type="checkbox"/>	15.3	199	Kleinsteuergeräte (1)	
	<input type="checkbox"/>	15.4	200	Kleinsteuergeräte (2)	
	<input type="checkbox"/>	15.5	201	Motorsteuerung mit SPS (1)	
	<input type="checkbox"/>	15.6	202	Motorsteuerung mit SPS (2)	
	<input type="checkbox"/>	15.7	203	Programmieren von Kleinsteuergeräten (1)	
	<input type="checkbox"/>	15.8	204	Programmieren von Kleinsteuergeräten (2)	
	<input type="checkbox"/>	15.9	205	Regelungstechnik Grundlagen (1)	
	<input type="checkbox"/>	15.10	206	Regelungstechnik Grundlagen (2)	

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist!



Um Fachtext, z. B. in Fachbüchern, Arbeitsblättern, Texte im Internet oder auch Prüfungsaufgaben, zu verstehen, zu nutzen und die Informationen in der Praxis anzuwenden, muss man sie sorgfältig lesen. Bevor Sie den Text lesen, verschaffen Sie sich einen Überblick über den Text. So stellen Sie fest, was besonders wichtig ist.

1. Lesen Sie den Fachtext und beantworten Sie dann die Fragen a) bis f).

Die Leiterwerkstoffe Kupfer und Aluminium dienen dem verlustarmen Transport von elektrischer Energie zwischen Energieerzeugern und -verbrauchern (**Bild 1**), zur Stromleitung zwischen Bauelementen einer elektronischen Schaltung (**Bild 2**) und zur Informationsübertragung. Wegen des geringen spezifischen Gewichts gegenüber Kupfer wird Aluminium vorrangig für Freileitungsseile und Kabel verwendet, nicht aber für Installationsleitungen, wie z. B. Mantelleitungen (NYM).

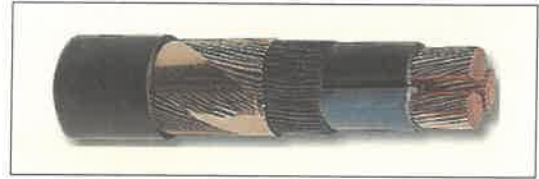


Bild 1: Kupferkabel zur Elektroenergieübertragung

Leiterwerkstoffe müssen als wichtige Eigenschaft eine große elektrische Leitfähigkeit haben. Die elektrische Leitfähigkeit hängt von der Anzahl der freien Elektronen (Leitungselektronen) und ihrer Beweglichkeit ab. Diese werden von der Werkstoffreinheit, vom Herstellungsverfahren und von der Leitertemperatur beeinflusst.



Bild 2: Unteransicht einer Leiterplatte

Kupfer (Cu). Für die große elektrische Leitfähigkeit von Kupfer ist ein Reinheitsgrad von etwa 99,98% notwendig. Mithilfe elektrolytischer Verfahren wird Katodenkupfer hergestellt. Durch nachfolgendes Umschmelzen entsteht dann das in der Elektrotechnik vorrangig eingesetzte Elektrolytkupfer. Elektrolytkupfer wird z. B. für Leitungen, Kabel, Stromschienen, Wickeldrähte und für Leiterbahnen in gedruckten Schaltungen verwendet. Im Elektromaschinenbau wird Kupfer z. B. für Wicklungen und Stromwender eingesetzt.

Aluminium (Al). Bei einem Reinheitsgrad zwischen 99,5% und 99,99% beträgt die elektrische Leitfähigkeit nur etwa 60% der Leitfähigkeit von Kupfer. Trotzdem werden z. B. Stromschienen aus Aluminium hergestellt. Da Aluminium unter Druck „fließt“, das bedeutet, es weicht dem Druck aus, können sich Klemmverbindungen lockern, sodass Schweiß- oder spezielle Pressverbindungen notwendig sind. Wegen der elektrochemischen Korrosion ist eine direkte Verbindung von Aluminium und Kupfer zu vermeiden.

- a) Welche Aufgaben erfüllen die Leiterwerkstoffe Kupfer und Aluminium in der Elektrotechnik?

- b) Welche wichtige Eigenschaft muss ein Leiterwerkstoff haben?

- c) Wie wird die große elektrische Leitfähigkeit von Kupfer erreicht?

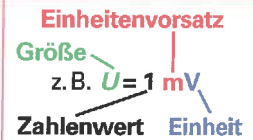
- d) Warum wird meist Aluminium bevorzugt und nicht Kupfer für Freileitungsseile verwendet?

- e) Warum lockern sich allmählich die Klemmverbindungen von Aluminiumleitern?

- f) Warum darf man Aluminium nicht direkt mit Kupfer mechanisch verbinden?



Um elektrotechnische Formeln verstehen und Rechenaufgaben lösen zu können, muss man den physikalischen Größen, z. B. der Spannung, das festgelegte Formelzeichen mit der zugehörigen Einheit zuordnen können. Wichtig ist auch, dass man beim Rechnen mit physikalischen Größen die Einheitenvorsätze beachtet.



1. Ergänzen Sie die **Tabelle 1** nach dem vorgegebenen Beispiel bei Kraft.

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen physikalischer Größe, Formelzeichen und Einheit			
physikalische Größe	Formelzeichen*	Einheitenname	Einheit (Einheitenzeichen)
Kraft	<i>F</i>	Newton	N
Masse			
Temperatur		Grad Celsius	
Zeit			s
Länge		Meter	
Durchmesser	<i>d</i>		
Querschnittsfläche		Quadratmillimeter	
Stromstärke			
Spannung			
ohmscher Widerstand			
elektrische Leitfähigkeit		—	$\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
elektrische Arbeit	<i>W</i>		
elektrische Leistung			
elektrische Kapazität	<i>C</i>	Farad	

* **Hinweis:** Formelzeichen werden nach DIN 1313 *kursiv*, z. B. *U*, geschrieben.

2. Ergänzen Sie die **Tabelle 2** nach dem vorgegebenen Beispiel.

Tabelle 2: Vergrößernde und verkleinernde Einheitenvorsätze				
Vorsatzzeichen	Vorsatzname	Faktor als		Beispiele
		Zehnerpotenz	Dezimalzahl oder -bruch	
k	Kilo	10^3	1 000	$380 \text{ kV} = 380 \cdot 10^3 \text{ V} = 380\,000 \text{ V}$
M				$50 \text{ MW} =$ W
G				$4 \text{ GWh} =$ Wh
d				$20 \text{ dm} =$ m
c				$0,63 \text{ cm} =$ m
m				$44 \text{ m}\Omega =$ Ω
μ				$60 \mu\text{F} =$ F
n				$2000 \text{ nF} =$ F



In der Elektrotechnik ist das Arbeiten mit Formeln unerlässlich. Wichtig ist das Umstellen nach einer gesuchten Größe.

z. B. $U = I \cdot R$
 $I = \frac{U}{R}$
 $R = \frac{U}{I}$

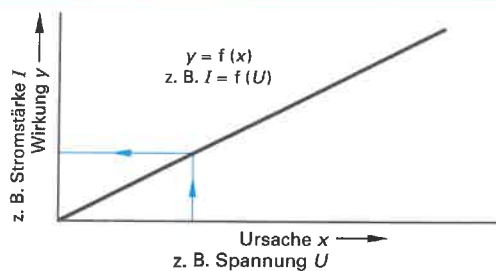
Stellen Sie in der Tabelle die gegebenen Formeln aus der Mechanik und der Elektrotechnik nach den gesuchten Größen um.

Tabelle: Formeln der Mechanik und der Elektrotechnik (Beispiele)			
Formel	Umstellung 1	Umstellung 2	Umstellung 3
$W = F \cdot s$	$s = \frac{W}{F}$	$F = \frac{W}{s}$	—
$F = m \cdot g \cdot h$	$m =$	$g =$	$h =$
$P = \frac{W}{t}$	$W =$	$t =$	—
$P = \frac{F \cdot s}{t}$	$F =$	$s =$	$t =$
$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$	$d^2 =$	$d =$	—
$Q = n \cdot e$	$n =$	$e =$	—
$U_{21} = \varphi_2 - \varphi_1$	$\varphi_2 =$	$\varphi_1 =$	—
$I = \frac{Q}{t}$	$t =$	$Q =$	—
$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$	$I_2 =$	$I_4 =$	$I_3 =$
$R = \frac{l}{\gamma \cdot A}$	$A =$	$\gamma =$	$l =$
$I = \frac{U}{R}$	$R =$	$U =$	—
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$U_1 =$	$U_2 =$	$R_1 =$
$P = U \cdot I$	$I =$	$U =$	—
$P = \frac{U^2}{R}$	$U^2 =$	$U =$	$R =$
$W = U \cdot I \cdot t$	$I =$	$U =$	$t =$
$P = I^2 \cdot R$	$I^2 =$	$I =$	$R =$



Eine Funktion ordnet einer Größe x eine zweite Größe y so zu, dass zu jedem Wert von x ein bestimmter Wert von y gehört. Diese Zuordnungsvorschrift wird durch die Gleichung $y = f(x)$ ausgedrückt (sprich: „ y gleich Funktion von x “). x nennt man die veränderliche Größe oder auch die Ursachengröße. y ist die von x abhängige Größe oder auch die Wirkungsgröße.

Angegeben wird eine Funktion durch eine Formel, durch Wertepaare in einer Wertetabelle oder durch ein Diagramm.



1. a) Ergänzen Sie mithilfe des Diagramms (**Bild 1**) die Wertetabelle.
b) Berechnen Sie die dazugehörigen Widerstandswerte mit der Formel $R = \frac{U}{I}$.

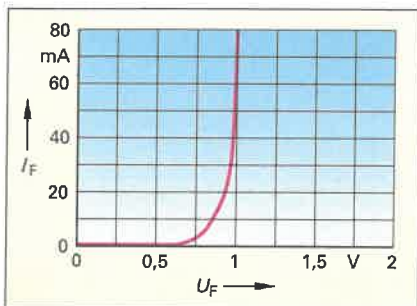
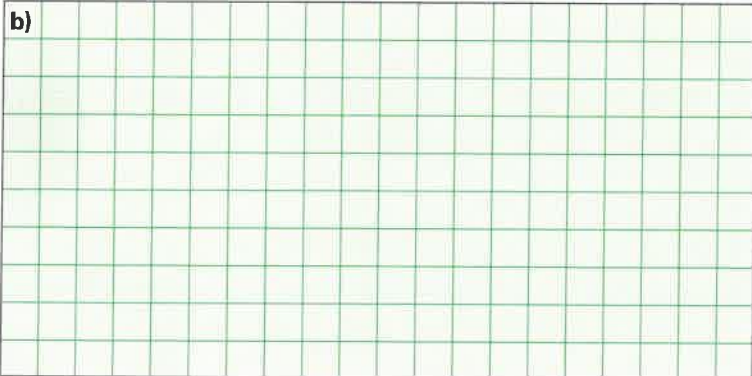


Bild 1: Kennlinie eines elektronischen Bauelementes

a) Wertetabelle:

U_F in V	I_F in mA
0,5	
0,75	
0,85	
1	

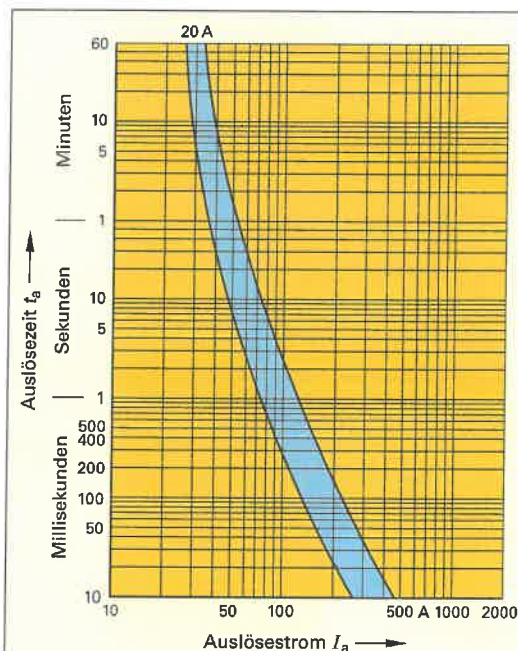


3. Mit der Formel $R = \frac{U}{I}$ kann man den Wert eines ohmschen Widerstandes berechnen.

- a) Ergänzen Sie in der **Tabelle** mithilfe von **Bild 3** die Werte für die Spannungen.
b) Berechnen Sie die Widerstandswerte für R_1 und R_2 .

Tabelle: Ohmsche Widerstände									
Stromstärke I in A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	
Spannung U in V für Kennlinie R_1									
Widerstands- werte R_1 in Ω									
Spannung U in V für Kennlinie R_2									
Widerstands- werte R_2 in Ω									

2. Lesen Sie aus dem Diagramm (**Bild 2**) die früheste und die späteste Auslösezeit t_a ab, wenn durch die 20-A-Schmelzsicherung ein Strom von 80 A fließt.



Abgelesen:

früheste Auslösezeit $t_{a1} =$

späteste Auslösezeit $t_{a2} =$

Bild 2: Strom-Zeit-Kennlinie einer 20-A-Schmelzsicherung

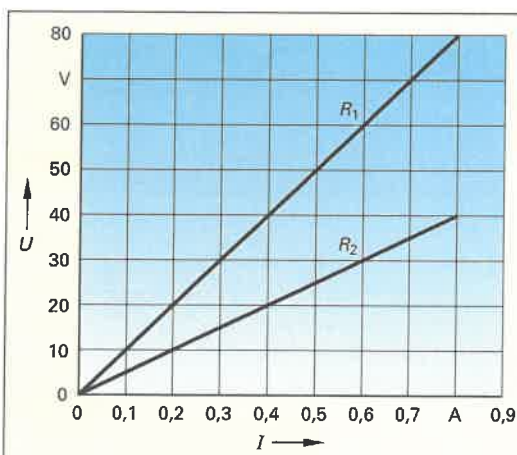


Bild 3: Kennlinie $U = f(I)$ für Widerstände



Um Rechenaufgaben lösen zu können, ist es wichtig, dass Sie für die Lösung die gegebenen und die gesuchten Größen, z. B. Spannung und Strom, erkennen und diesen Größen die richtigen Formelzeichen, z. B. U und I , mit den dazugehörigen Einheitenzeichen, z. B. V und A zuordnen können. Gehen Sie nach folgendem Prinzip vor:

1. Lesen Sie den Aufgabentext sorgfältig.
2. Schreiben Sie für die Lösung nur die notwendigen gegebenen Größen mit Formelzeichen und Einheitenzeichen heraus.
3. Schreiben Sie für die Lösung die gesuchte(n) Größe(n) mit Formelzeichen und Einheitenzeichen heraus.
4. Schreiben Sie für die Lösung die notwendige(n) Formel(n), aufgelöst nach der gesuchten Größe, auf.
5. Setzen Sie Zahlenwerte mit Einheitenzeichen in die Formel(n) ein.
6. Rechnen Sie die gesuchte Größe mit der Maßeinheit aus.
7. Überprüfen Sie das Rechenergebnis und vergleichen Sie es mit praktischen Erfahrungswerten.
8. Formulieren Sie einen eventuell geforderten Antwortsatz.

1. Eine LED-Lampe (**Bild 1**) nimmt bei 230 V eine Leistung von 4,5 W auf. Welche Stromstärke fließt durch die Lampe? Geben Sie das Ergebnis auch gerundet in mA an. Lösungshilfe: $P = U \cdot I$

Geg.: $P = 4,5 \text{ W}, U = 230 \text{ V}$	Ges.: I
Lösung: $I = \frac{P}{U} =$	



Bild 1: LED-Lampe

2. In einer 30 m langen Kupferader H07V-U 1,5 mm² fließt ein Strom von 16 A. Berechnen Sie den Spannungsfall ΔU (**Bild 2**). Geben Sie einen Antwortsatz an.

Geg.:
Ges.:
Lösung:

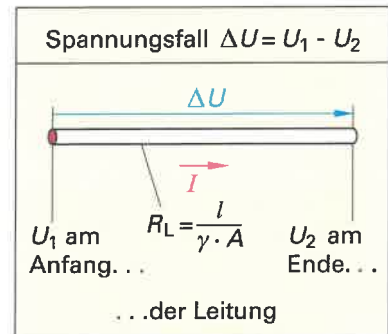


Bild 2: Spannungsfall an einer Leitung

Antwortsatz:



Bild 3: E-Check-Prüfplakette

3. Bei einem E-Check (**Bild 3**) wurde eine verschmorte Klemmstelle gefunden. Im spannungslosen Zustand wurde ein Übergangswiderstand an dieser Klemmstelle von 0,3 Ω gemessen. Der Stromkreis mit dieser Klemmstelle war durch einen 16-A-Leitungsschutzschalter geschützt. Berechnen Sie bei 16 A die entstandene elektrische Wärmeleistung an dieser Klemmstelle. Bewerten Sie das Rechenergebnis im Antwortsatz.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

Antwortsatz:



Potenzen treten in vielen Formeln auf, z. B. in der Geometrie und der Technik. Auch als vergrößernde oder verkleinernde Einheitenvorsätze, z. B. $k \approx 10^3$ oder $m \approx 10^{-3}$, kommen Potenzen vor. Das Wurzelziehen ist die Umkehrung des Potenzierens. Das Rechnen mit Winkelfunktionen, z. B. mit der cos-Funktion, ist für die Wechsel- und Drehstromtechnik sehr bedeutsam.

Lösen Sie entsprechend der „Hilfe zum Lösen von Rechenaufgaben“ die folgenden Aufgaben. Benutzen Sie Ihren elektronischen Taschenrechner (ETR).

1. Berechnen Sie die Querschnittsfläche einer Kupferader (**Bild 1**) mit einem Durchmesser von 1,784 mm.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

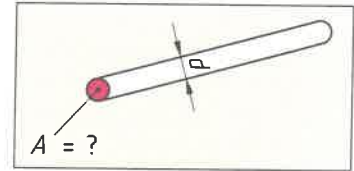


Bild 1: Aderdurchmesser und -querschnitt

2. Berechnen Sie mithilfe der Formel $P = I^2 \cdot R$ die Stromstärke I von einem Wasserkocher (**Bild 2**). Das Gerät hat eine Leistung $P = 2400 \text{ W}$ und einen Heizwiderstand $R = 22 \Omega$.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	



Bild 2: Wasserkocher

3. Berechnen Sie die Länge der Seite c des Dreiecks (**Bild 3**) mithilfe des Satzes des Pythagoras. **Hinweis:** Beachten Sie die Rechenregeln.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	



Rechenregeln für das Wurzelziehen aus einer Summe von Quadraten, z. B. $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

1. Formel nach der gesuchten Größe umstellen,
2. Werte mit Einheiten einsetzen,
3. die Werte quadrieren,
4. die Werte addieren,
5. Wurzel ziehen.

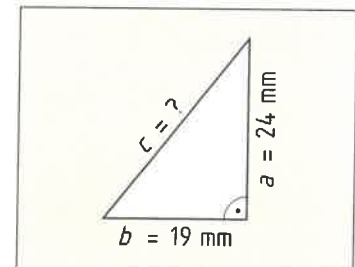


Bild 3: Rechtwinkliges Dreieck

4. Geben Sie für den Winkel α im rechtwinkligen Dreieck (**Bild 4**) die Seitenverhältnisse für die Winkelfunktionen $\cos \alpha$, $\tan \alpha$ und $\cot \alpha$ in der Tabelle an.

Tabelle: Winkelfunktionen	
$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete } a}{\text{Hypotenuse } c}$	$\tan \alpha =$
$\cos \alpha =$	$\cot \beta =$

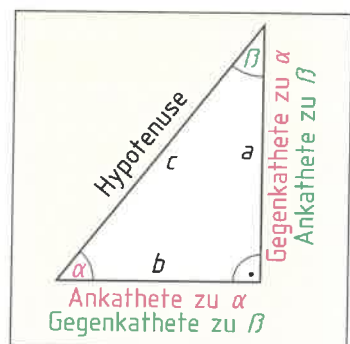


Bild 4: Seiten und Winkel im rechtwinkligen Dreieck

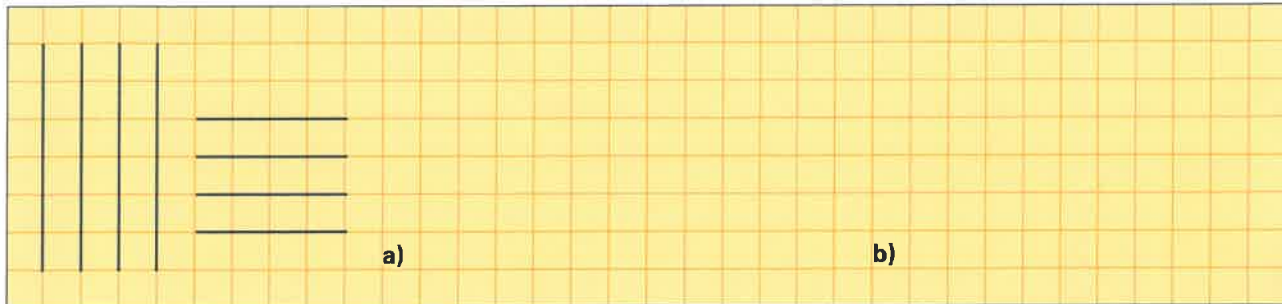
5. Berechnen Sie mithilfe des ETR von den Funktionswerten der Winkelfunktionen b) bis f) die zugehörigen Winkel in Grad ($^\circ$).

- | | |
|---|--|
| a) $\cos \alpha = 0,85 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$ | b) $\cos \varphi = 0,65 \Rightarrow \varphi =$ |
| c) $\cos \varphi = 0,74 \Rightarrow \varphi =$ | d) $\sin \alpha = 0,60 \Rightarrow \alpha =$ |
| e) $\tan \varphi = 1,35 \Rightarrow \varphi =$ | f) $\tan \varphi = 2,43 \Rightarrow \varphi =$ |

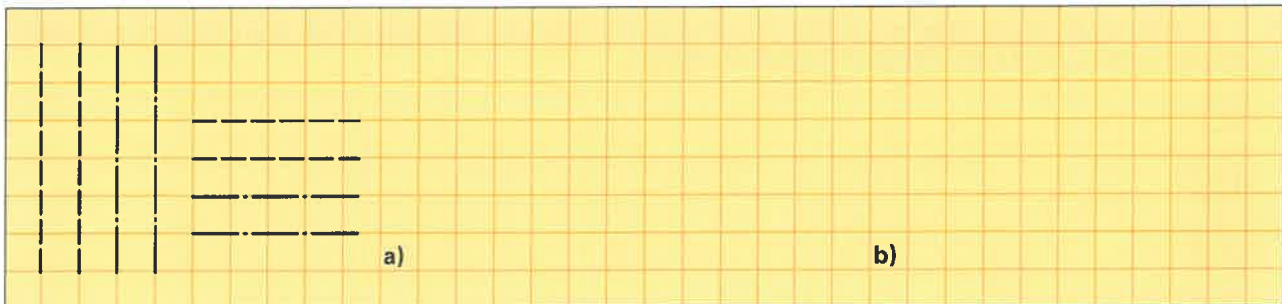


Häufig müssen Schaltpläne, z. B. in der Werkstatt bei einer Reparatur, skizziert werden. Dazu ist es notwendig ein bestimmtes Handling, eine Ordnung und ein Zeichengefühl zu entwickeln. Dies muss man vorher üben.

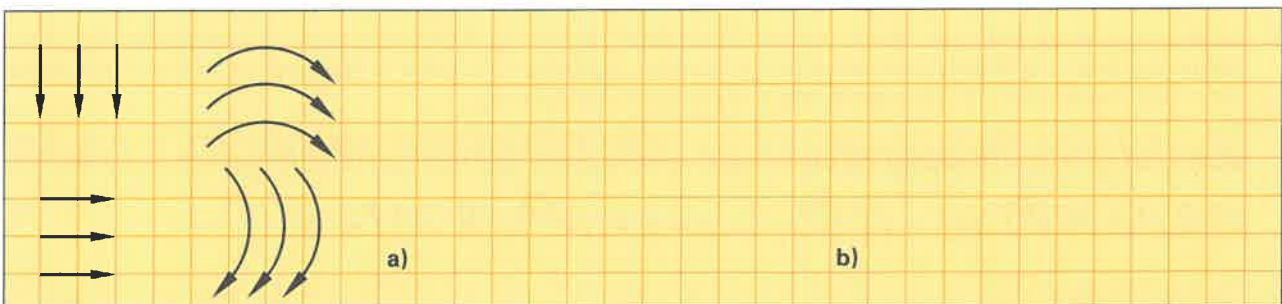
1. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster Volllinien **a)** mit dem Lineal und **b)** freihändig.



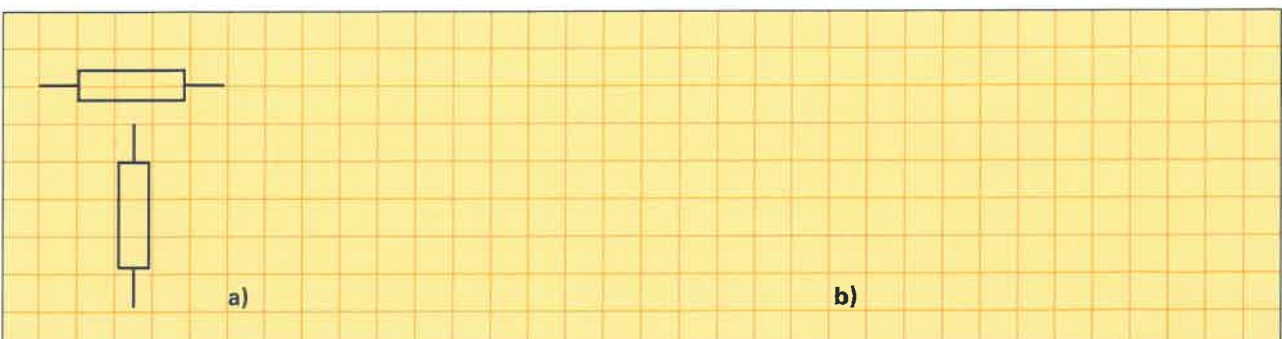
2. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster Strichlinien und Strich-Punkt-Linien **a)** mit dem Lineal und **b)** freihändig. Strichlinien kennzeichnen z. B. Gehäuse, Strich-Punkt-Linien z. B. die Mitte von Werkstücken.



3. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster Pfeile **a)** mit dem Lineal bzw. mit Schablone und **b)** freihändig. Pfeile kennzeichnen z. B. Ströme, Spannungen und Drehrichtungen.

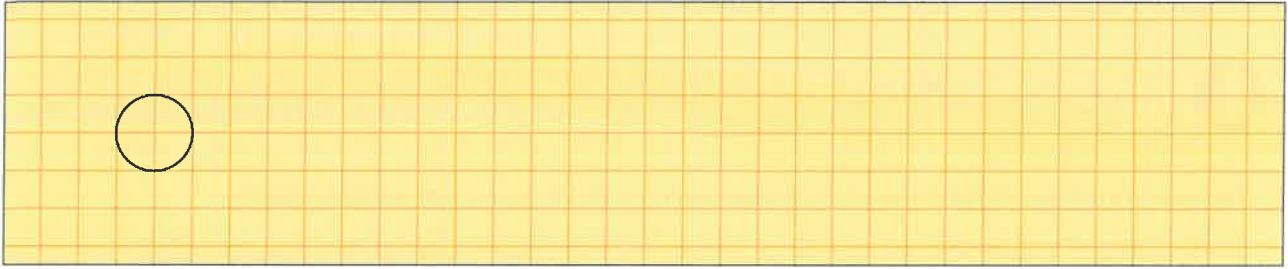


4. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster Rechtecke **a)** mit dem Lineal bzw. mit Schablone und **b)** freihändig. Rechtecke kennzeichnen z. B. Widerstände.

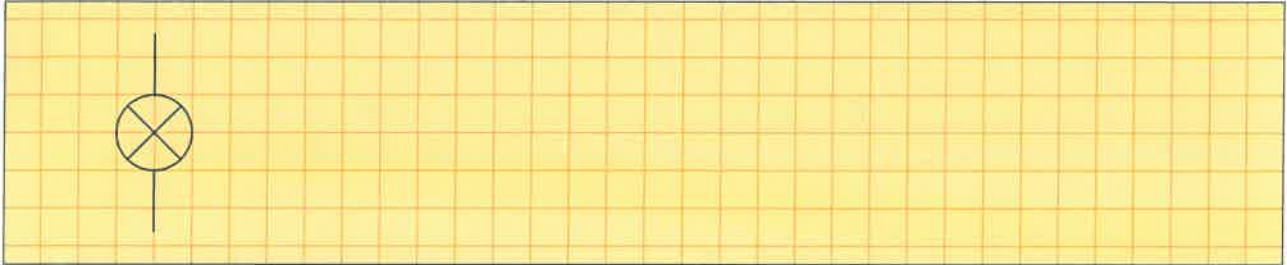




5. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster freihändig Kreise. Kreise kennzeichnen z.B. Teile von Leuchten.



6. Erstellen Sie mit dem Bleistift nach dem Muster jetzt das Schaltzeichen von Leuchten mit den beiden Anschlüssen.



7. In der Elektrotechnik gibt es genormte Betriebsmittelkennzeichnungen. Schreiben Sie je eine Zeile senkrecht die Kennzeichnungen E1, R2, X3, S4 und Q5 in 5 mm-Schrifthöhe.

E1

R2

X3

S4

Q5

8. Bei technischen Zeichnungen verwendet man Normschrift. In Ihrer Ausbildung ist es von Vorteil manche Begriffe, z. B. Name und Firma, in Normschrift schreiben zu können. Schreiben Sie diese in Normschrift in das unten stehende Linienfeld. Die Muster, z. B. Messgerät, zeigen Ihnen die Linienführung.

abcdefghijklmnopqrstuvwxy-ABCDEFGHIJKLMNQRSTUvwxyz

1234567890 ∅ □ - [(! ? ; : " - = + ± × · √ % & /)] < >

Wir üben

230 V

Messgerät



Schaltzeichen sind in der Elektrotechnik sehr wichtig, da diese im Zusammenwirken die Funktion einer Schaltung zeigen. Deshalb ist es in Ihrer Ausbildung notwendig das Zeichnen, Skizzieren und Erkennen von Schaltzeichen zu üben.

9. Vervollständigen Sie die folgende **Tabelle**. Skizzieren Sie das jeweilige Schaltzeichen in vorgesehenen Feldern. Erklären Sie, um welches Schaltzeichen es sich handelt.

Schaltzeichen	Schaltzeichen-Übungen						Bedeutung
							Wechsel- schalter



10. Zeichnen Sie z. B. mithilfe einer Zeichenschablone oder skizzieren Sie beide Schaltungen (**Bild 1 und 2**) in die vorgegebenen Felder. In der Elektrotechnik werden Ströme rot und Spannungen blau gekennzeichnet. Verwenden Sie deshalb Farbstifte für die Ströme und Spannungen wie in **Bild 1**.

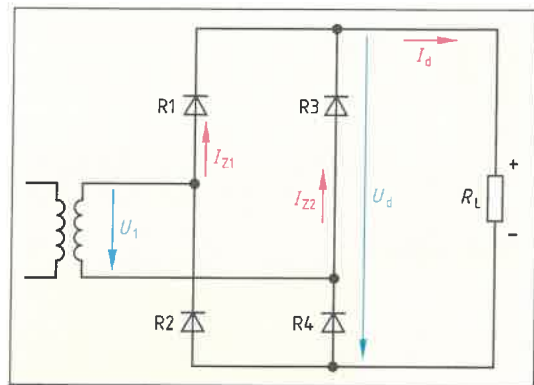
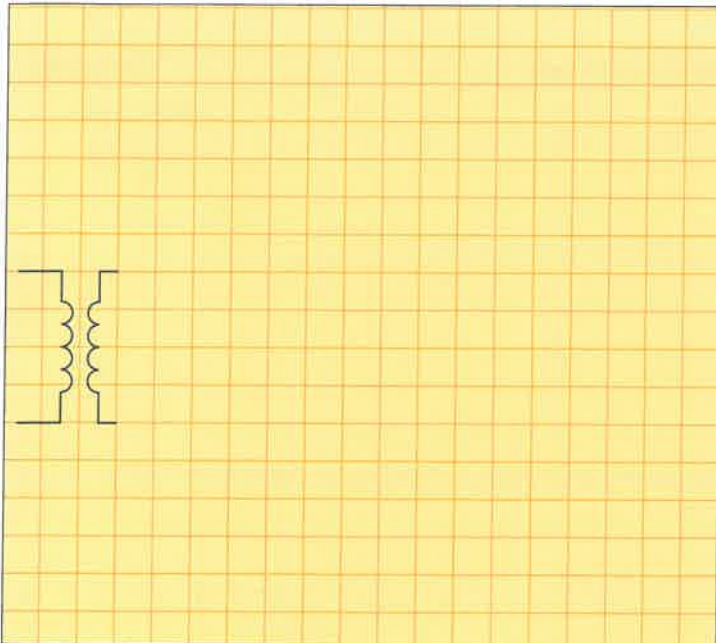


Bild 1: Zweipuls-Brückenschaltung

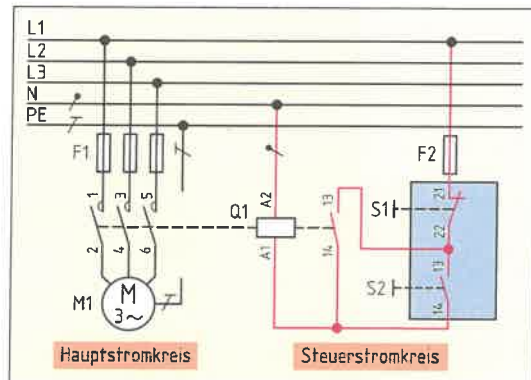
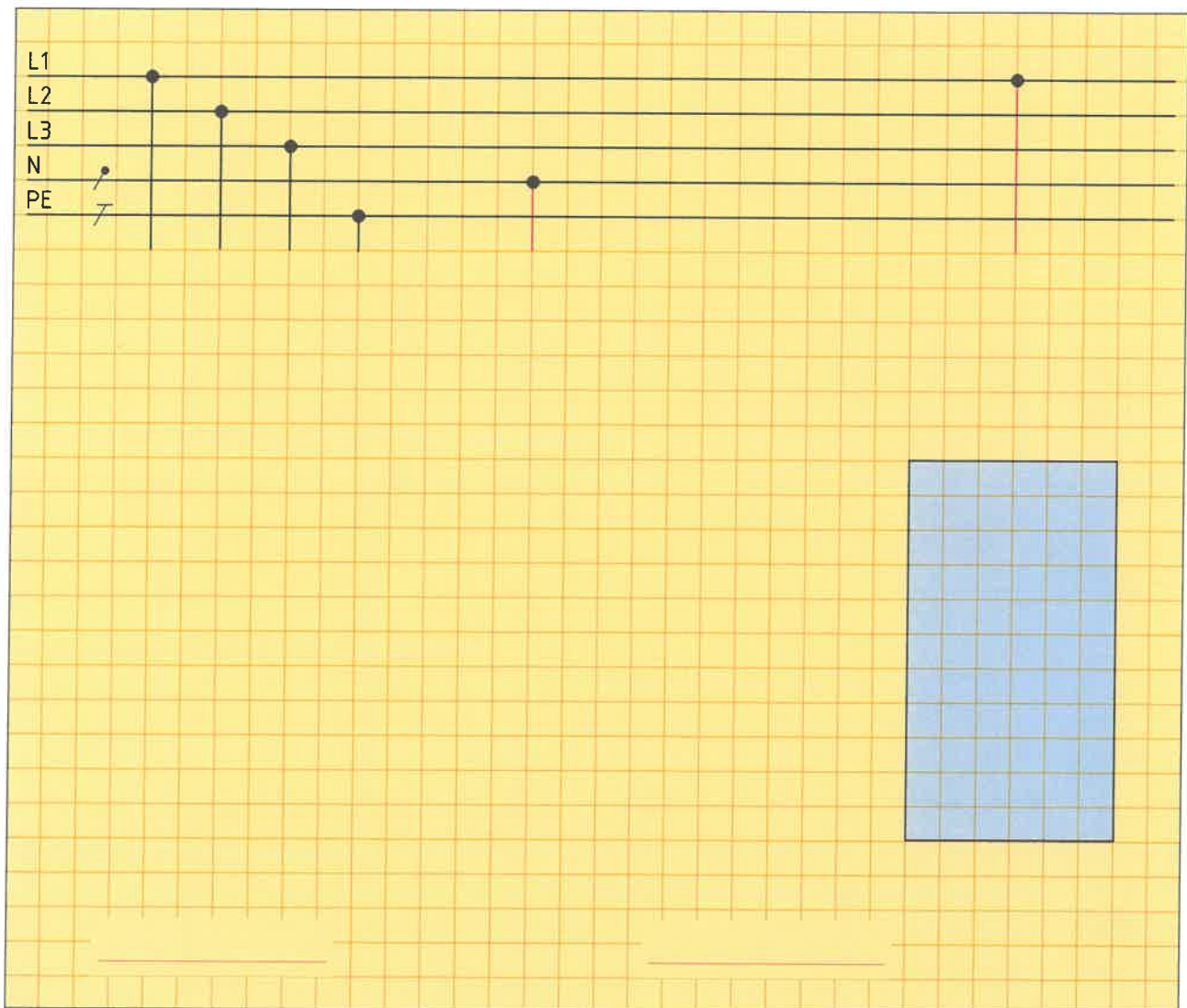


Bild 2: Schützsteuerung mit Selbsthaltung





Beim Umgang mit elektrischer Energie kann es, z. B. durch Unachtsamkeit, zu Unfällen kommen. So kamen im Jahr 2008 nach Unterlagen der statistischen Bundesanstalt infolge von Unfällen durch elektrischen Strom 64 Menschen ums Leben. Auch deshalb gibt es für die Sicherheit elektrischer Anlagen gesetzliche Vorschriften und Regelungen.

1. Gesetze und Vorschriften haben Abkürzungen. Geben Sie die Fachbegriffe zu den Abkürzungen an.

- DIN-VDE: DIN-VDE-Vorschriften
- BetrSichV: _____
- ArbSchG: _____
- UVV: _____
- TRBS: _____
- GPSG: _____
- GefStoffV: _____

2. Jeder in einem elektrotechnischen Beruf Tätige sollte Maßnahmen zur Ersten Hilfe kennen und einen Notruf richtig ausführen können.

Ergänzen Sie den folgenden Text und tragen Sie im **Bild 1** die Notrufnummer ein.

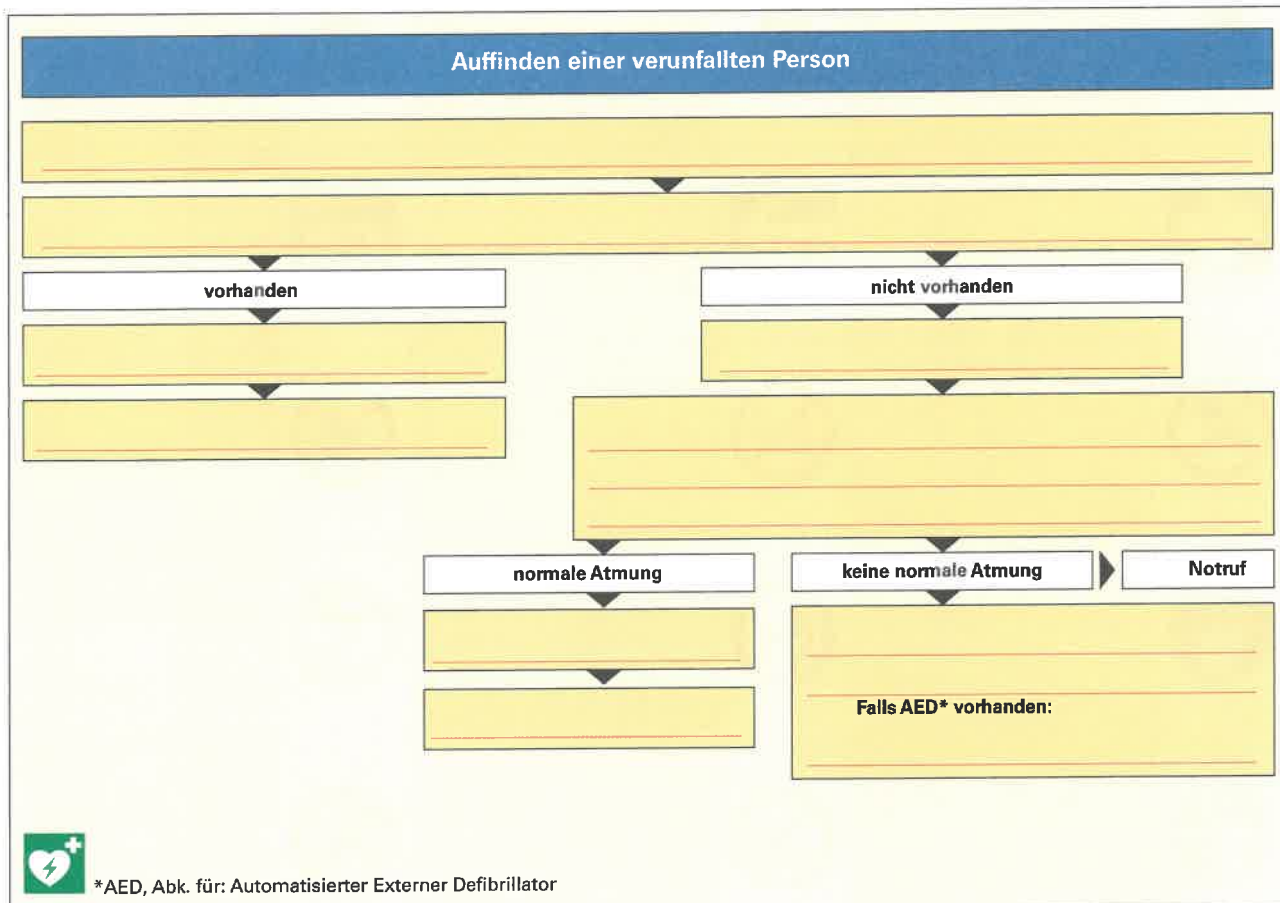
- Wo _____
- Was _____
- Wie _____
- Welche _____
- Warten _____



Bild 1: Notrufnummer

3. Ergänzen Sie im **Bild 2** die Maßnahmen zur Ersten Hilfe bei einem Unfall.

Hinweise: Geben Sie nur wichtige Begriffe an.



*AED, Abk. für: Automatisierter Externer Defibrillator

Bild 2: Maßnahmen zur Ersten Hilfe



1. Geben Sie in der Tabelle die Bedeutung des betreffenden Sicherheitsschildes an.

Tabelle: Sicherheitsschilder					
Schild	Bedeutung	Schild	Bedeutung	Schild	Bedeutung
	Schalten verboten				



Das Arbeiten an elektrischen Anlagen muss im Normalfall im spannungslosen Zustand erfolgen.

1. In der Elektrotechnik verwendet man den Fachbegriff: Freischalten. Erklären Sie diesen Fachbegriff.

2. Erklären Sie die fünf Sicherheitsregeln (**Tabelle**) und geben Sie mindestens jeweils dazu ein Beispiel an.

Tabelle: Die fünf Sicherheitsregeln

1. Freischalten.

2. Gegen Wiedereinschalten sichern.

3. Spannungsfreiheit feststellen.

4. Erden und Kurzschließen (Regel 4 entfällt bei Anlagen unter 1000 V)

5. Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.

3. Welche Sicherheitsregel wird durch das **Bild** erfüllt?

Sicherheitsregel: _____

4. Wie sichert man eine elektrische Anlage gegen Wiedereinschalten (Sicherheitsregel 2), wenn anstelle von Schmelzsicherungen Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) vorhanden sind? Nennen Sie ein einfaches Beispiel.

5. Warum ist weiterhin bei der Sicherheitsregel 2 ein Verbotsschild „Nicht schalten“ an der Sicherung anzubringen?

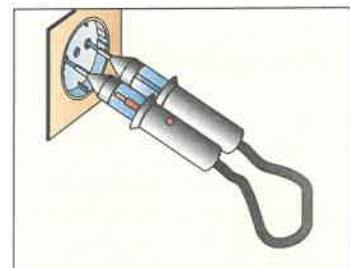


Bild: Prüfgerät

6. In welchem Fall ist das Erden und Kurzschließen (Sicherheitsregel 4) nicht erforderlich? Geben Sie dazu mindestens ein Beispiel aus der Praxis an.

7. In der Elektrotechnik ist das Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen verboten. Doch es gibt Ausnahmen. Nennen Sie dazu zwei Beispiele.

- _____
- _____

8. Welche DIN-VDE-Vorschrift regelt das Arbeiten unter Spannung?



Für Menschen und Tiere ist der elektrische Strom gefährlich. Die Gefährdung nimmt bei steigender Stromstärke und längerer Einwirkdauer zu.

- Ein „Elektrischer Schlag“ kann durch Berühren unter Spannung stehender Teile erfolgen.
 - Ordnen Sie den beiden Berührungsarten im **Bild 1** die Begriffe „direktes Berühren“ und „indirektes Berühren“ zu.
 - Tragen Sie im **Bild 1** für beide Unfälle den Verlauf des Fehlerstromes rot ein.

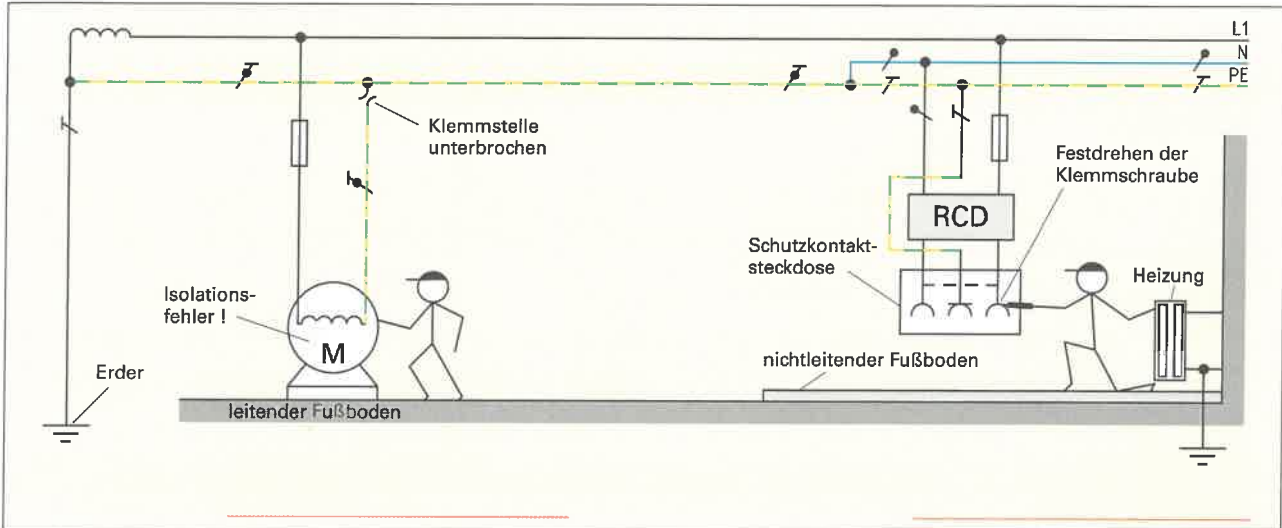


Bild 1: Elektrischer Schlag

- Fließt Strom durch den menschlichen Körper, kommt es zu Körperreaktionen. Die Körperreaktionen hängen von der Einwirkdauer t und der Stromstärke I_k ab. Geben Sie in **Tabelle 1** jeweils den Bereich AC-1 bis AC-4 (**Bild 2**) an, in dem die Körperreaktion erfolgt.

Tabelle 1: Körperreaktion bei Stromfluss durch den menschlichen Körper

mögliche Körperreaktion (Beispiel)	Bereich
Herzstillstand	_____
Muskelkontraktionen	_____
Atemschwierigkeiten	_____
Wahrnehmung möglich	_____

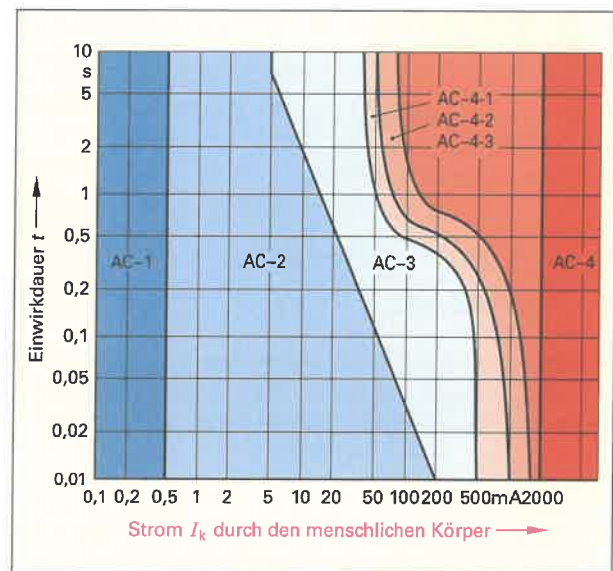


Bild 2: Wirkungsbereiche

- Ermitteln Sie in **Tabelle 2** die zugehörigen Körperreaktionen beim Berühren unter Spannung stehender Teile aus dem Bild 2.

Tabelle 2: Körperreaktionen

Berührungsstromstärke	kleiner 0,5 mA	500 mA	100 mA	50 mA
Einwirkdauer	beliebig lange	1 s	20 ms	0,5 s
Bereich	AC-1	AC-4-3	AC-2	AC-3
Körperreaktion	Wahrnehmung möglich, meist keine Schreckreaktion	_____	_____	_____



Berührt ein Mensch oder ein Nutztier während eines Isolationsfehlers gleichzeitig zwei elektrische Teile, so wird er von einem Strom durchflossen. Die Spannung, die dann am menschlichen Körper auftritt, nennt man Berührungsspannung. Für die Höhe der dauernd zulässigen Berührungsspannung gibt es festgelegte Grenzwerte. Bis zu diesen Grenzwerten sind die Spannungen nicht lebensbedrohlich.

1. a) Tragen Sie im Ersatzschaltbild (**Tabelle**) den Bezugspfeil für die Berührungsspannung U_B ein.
- b) Entscheiden Sie, ob der Körperstrom infolge des betreffenden Einflussfaktors groß oder klein ist.

Tabelle: Bestimmungsgrößen und Einflussfaktoren bei einem Elektrounfall

Prinzipschaltbild eines Elektrounfalls	Ersatzschaltbild	Einflussfaktor	Körperstrom
		feuchter Erdboden	groß
		trockene Hände	
		kleine Berührungsfläche	
		feuchte Schuhe	
		Schuhe mit Gummisohlen	
		Holzleiter	
		Metall-Leiter	
hohe Spannung			

2. Welche Werte haben die aus Sicherheitsgründen international vereinbarten Berührungsspannungen U_L , die im Falle eines Fehlers zeitlich unbegrenzt bestehen dürfen?

für Menschen

Wechselspannung (AC): $U_L =$ _____

Gleichspannung (DC): $U_L =$ _____

für Nutztiere

Wechselspannung (AC): $U_L =$ _____

Gleichspannung (DC): $U_L =$ _____

3. Wie lautet die Formel zur Berechnung der Berührungsspannung U_B am Körper von Menschen und Nutztieren?

5. Nach einem tödlichen Elektrounfall mit einer Handbohrmaschine mit Metallgehäuse ergab eine Untersuchung folgendes Ergebnis.

- Die Bohrmaschine wurde mit 230 V betrieben.
- Der Gesamtwiderstand R des Unfallstromkreises betrug 1,8 k Ω , der Körperwiderstand R_K der Person 900 Ω .

- a) Berechnen Sie den Körperstrom I_K und die eingetretene Berührungsspannung U_B .

- b) Bewerten Sie, ausgehend von den Rechenergebnissen, die Folgen für den Menschen.

a)

b)



Der elektrische Strom transportiert elektrische Energie und überträgt Informationen. Die elektrische Stromstärke ist eine Grundgröße der Elektrotechnik.

1. Warum leiten Metalle, z.B. Kupfer, den elektrischen Strom besonders gut?

2. Was geschieht im Inneren eines metallischen Leiters, wenn in ihm ein elektrischer Strom fließt?

3. Unter welchen Voraussetzungen kann ein elektrischer Strom fließen?

4. Das Bild 1 zeigt den vereinfachten Ausschnitt eines metallischen Leiters mit der Flussrichtung der Elektronen. Tragen Sie die Bezugs Pfeile und das Formelzeichen für die technische Stromrichtung ein.

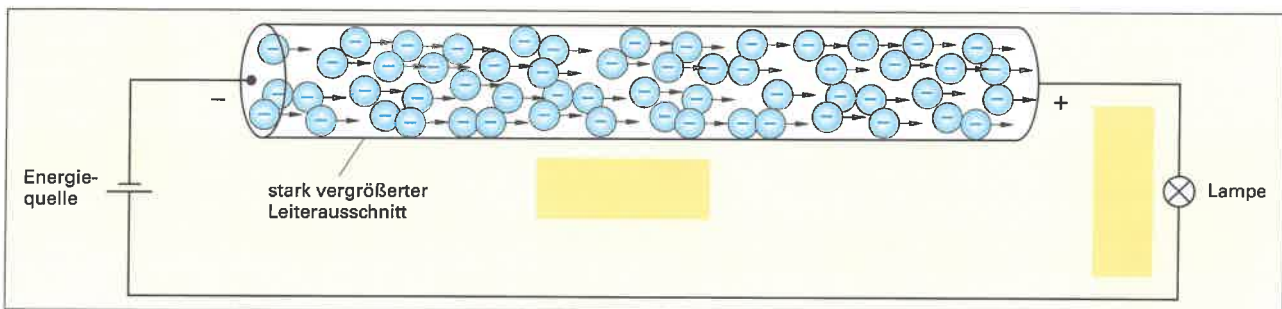


Bild 1: Stromfluss im Leiter

5. Wie ist die elektrische Stromstärke I in einem metallischen Leiter festgelegt?

6. Vergleichen Sie in Tabelle 1 die Stromstärken I mit dem Beispiel 1. Verwenden Sie die Begriffe: *größer* und *kleiner*.

Tabelle 1: Stromstärkevergleich			
Beispiel-Nr.	Ladung Q	Zeitdauer t	Stromstärke I
1	5 As	2 s	klein
2	5 As	0,5 s	_____ als bei Nr. 1
3	20 As	10 s	_____ als bei Nr. 1

7. Ergänzen Sie die Tabelle 2.

Tabelle 2: Stromstärke	
Formelzeichen	_____
Einheitenname	_____
Einheitenzeichen	_____

8. Vergleichen Sie die Stromstärke I_1 vor und die Stromstärke I_2 nach dem Verbraucher (Bild 2). Begründen Sie Ihre Antwort.

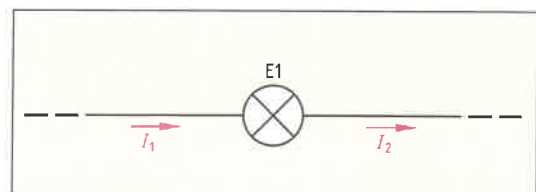


Bild 2: Stromstärke vor und hinter einem Verbraucher

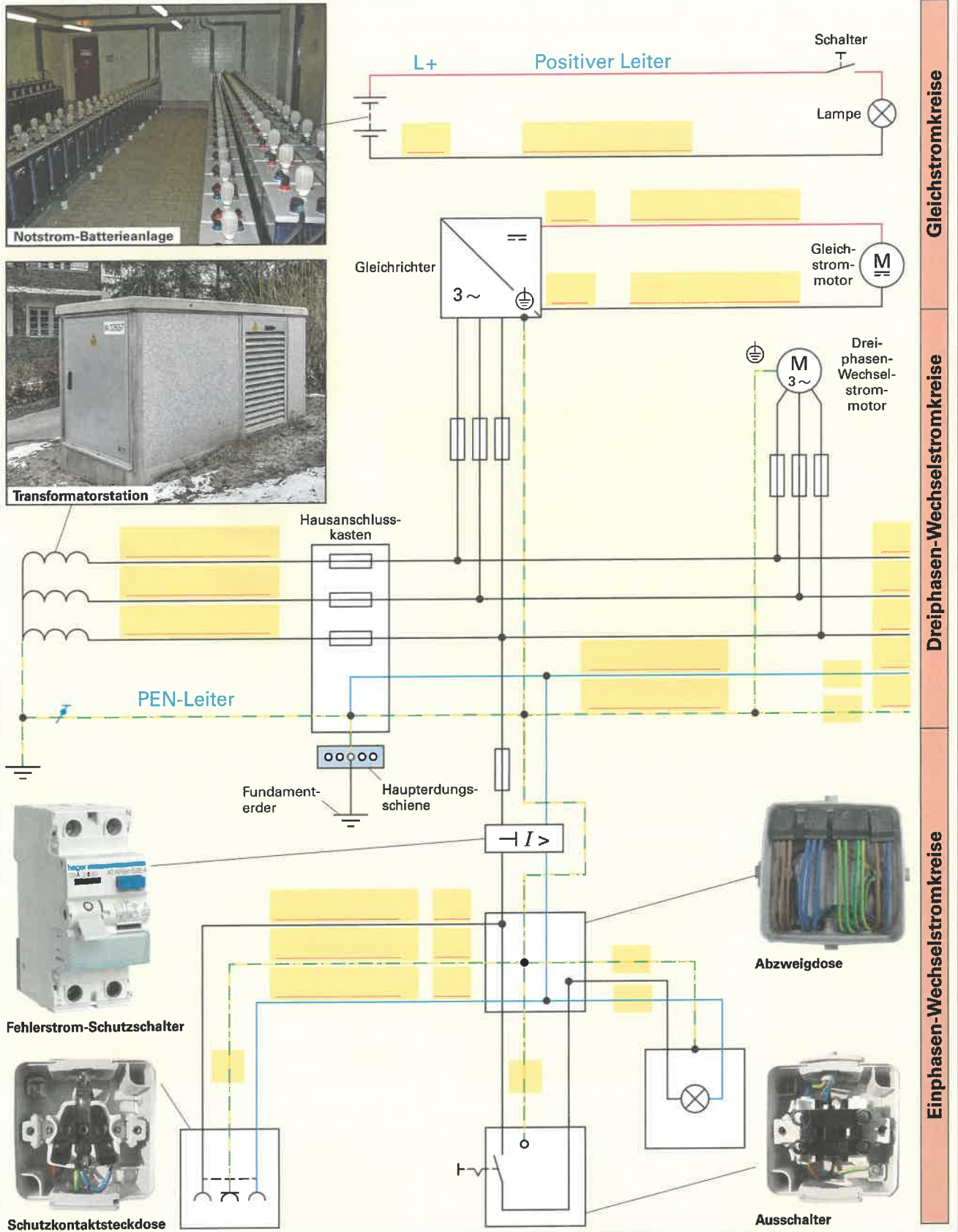
9. Rechnen Sie die Stromwerte mit großen und kleinen Einheitenvorsätzen in die geforderte Einheit um.

1 kA = _____ A	1 mA = _____ A	0,005 kA = _____ A	0,5 A = _____ mA
1 mA = _____ μ A	600 A = _____ kA	0,36 A = _____ mA	2 mA = _____ A
250 mA = _____ A	3 A = _____ mA	20 mA = _____ A	100 kA = _____ A



In der Elektrotechnik gibt es drei grundlegende Arten von Stromkreisen. Man unterscheidet Gleichstromkreise, Einphasen-Wechselstromkreise und Dreiphasen-Wechselstromkreise.

Ergänzen Sie in den Stromkreisarten (z.B. im Gleichstromkreis) die ausführlichen Leiterbenennungen mit deren Kurzbezeichnungen und die Leiter-Kennzeichnungen.



Gleichstromkreise
Dreiphasen-Wechselstromkreise
Einphasen-Wechselstromkreise



Trennt man die positiven und die negativen Ladungen Q , in dem man Energie W_{zu} zuführt, so entsteht zwischen den getrennten Ladungen eine elektrische Spannung, die Quellenspannung U_0 .

Wenn ein Strom fließt, geben die Ladungen Q ihre Energie W_{ab} wieder ab. An den Bauteilen entsteht dadurch ein Spannungsfall, den man meist nur Spannung nennt.

Formeln:

$$U_0 = \frac{W_{zu}}{Q}$$

$$U = \frac{W_{ab}}{Q}$$

1. In der Elektrotechnik unterscheidet man nach ihrer Entstehung zwei verschiedene Arten von Spannungen. Geben Sie in der **Tabelle 1** die Benennungen, zugehörige Beispiele, Formelzeichen, Einheitenname und Einheitenzeichen für die beiden Spannungen an.

Tabelle 1: Elektrische Spannungen

Entstehung der Spannung	Trennung der elektrischen Ladungen durch Energiezufuhr	Energieabgabe der elektrischen Ladungen bei Stromfluss
Benennung der Spannung		
Beispiele	Kraftwerksgeneratoren	
		<p>Motor</p> <p>Energiesparlampe</p> <p>Kabel, Leitungen</p> <p>Haushaltsgerät</p>
Formelzeichen		z. B.:
Einheitenname		
Einheitenzeichen		

2. Geben Sie für die Beispiele in der **Tabelle 2** Werte für Spannungen an. Eventuell schätzen Sie die Werte.

Tabelle 2: Spannungsquellen und Verbraucher (Beispiele)

Monozelle		Spielzeugeisenbahn	
Kfz-Batterie		Lampen	
Kraftwerksgeneratoren		Hausanschluss	
Antennenspannung		Haushaltsgeräte	

3. Rechnen Sie die Spannungswerte mit großen und kleinen Einheitsvorsätzen in die geforderte Einheit um.

0,4 kV = _____ V	320 mV = _____ V	1,2 MV = _____ V	0,5 V = _____ mV
1 mV = _____ V	36 000 V = _____ kV	20 μV = _____ V	3500 mV = _____ V



Beachten Sie, dass der Bezugspfeil der Quellenspannung entgegen der technischen Stromrichtung und der Bezugspfeil für den Spannungsfall in Stromrichtung gezeichnet wird.

4. Tragen Sie in die Abbildungen (**Bild 1**) die Bezugspfeile für die Spannungen bzw. Ströme und die zugehörigen Formelzeichen ein.

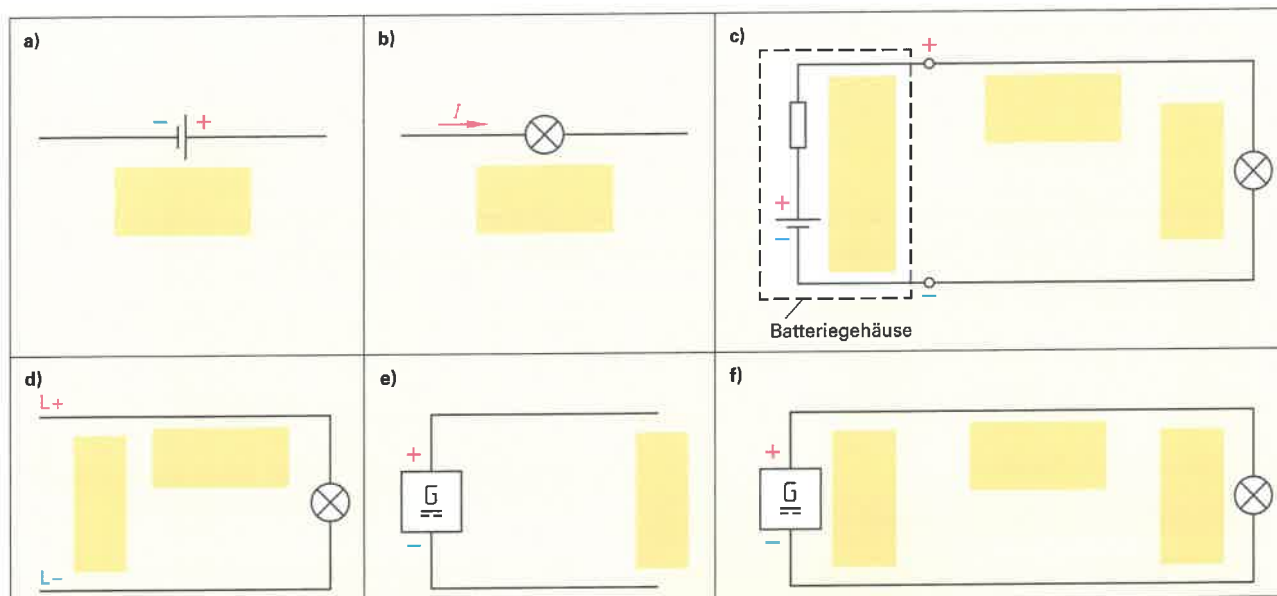


Bild 1: Bezugspfeile für Spannungen und Ströme

5. In elektrischen Schaltungen ist es oft aus praktischen Gründen zweckmäßig, die Spannung zwischen einem bestimmten Messpunkt und einem festgelegten neutralen Bezugspunkt (0 V) zu messen oder anzugeben. Wie nennt man diese elektrische Größe?

7. Was versteht man unter Potenzialunterschied?

6. Geben Sie in **Tabelle 1** die Schaltzeichen für elektrische Bezugspunkte an.

Tabelle 1: Kennzeichnung elektrisch neutraler Bezugspunkte	
Erde	
Masse	

8. Geben Sie in der **Tabelle 2** für die angegebenen Messstellen nach **Bild 2** den Messwert an und entscheiden Sie, ob es sich um ein Potenzial oder eine Spannung handelt.

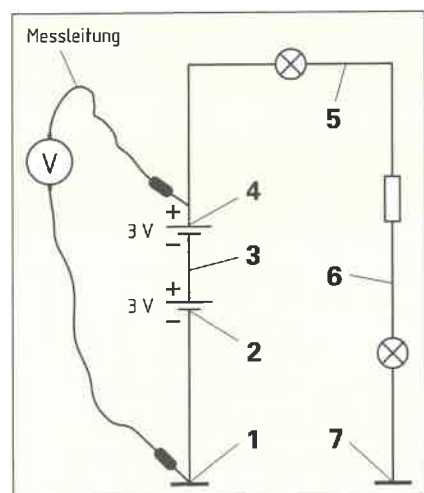


Bild 2: Potenzial- und Spannungsmessungen

Tabelle 2: Potenziale und Spannungen							
Messstelle	Messwert	Potenzial*	Spannung	Messstelle	Messwert	Potenzial	Spannung
1-1	0V	X		5-6	1V		
2-1				4-6			
3-1				6-7			
4-1				6-1			
5-1	+4V			1-7			
4-5				3-6			

* Der Potenzialwert entspricht der gemessenen Spannung.



Alle elektrischen Bauelemente, z.B. Motoren, Heizungen oder Leitungen, besitzen einen Widerstand, durch den der Strom beeinflusst wird. Bei Stromfluss durch einen Widerstand entsteht Nutzwärme oder Verlustwärme.

1. Was versteht man unter elektrischem Widerstand? Geben Sie dazu zwei Erklärungen.

- _____
- _____

2. Durch das Widerstandsverhalten der Leiter und Bauelemente verlieren die strömenden Ladungsträger Energie.

- a) In welche Energieform wird die Bewegungsenergie der Ladungsträger umgewandelt?
b) Was geschieht mit dieser Energie?

- a) _____
b) _____

3. Ergänzen Sie die **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Elektrischer Widerstand	
Formelzeichen	_____
Einheitenname	_____
Einheitenzeichen	_____

4. Was gibt a) der spezifische Widerstand ρ und b) die elektrische Leitfähigkeit γ eines Leiters an?

- a) _____

- b) _____

5. Der elektrische Widerstand ist von den Materialgrößen des Leiters abhängig. Ergänzen Sie die **Tabelle 2**.

Tabelle 2: Materialabhängigkeit des elektrischen Widerstandes				
Materialgrößen des Leiters	Beispiele		Elektrischer Widerstand	
Leiterlänge l	z. B. 30 m		groß	groß
	z. B. 10 m		klein	_____
Leiterquerschnitt A	z. B. 25 mm ²		_____	_____
	z. B. 1,5 mm ²		_____	_____
spezifischer Widerstand ρ	z. B. Wolfram	_____	_____	_____
	z. B. Kupfer	_____	_____	_____

6. Geben Sie zwei Formeln zur Berechnung des Leiter-Widerstandswertes mithilfe der Materialgrößen ρ und γ an.

Leiterwiderstand $R =$ _____ = _____

7. Berechnen Sie den Widerstand in mΩ einer 10 m langen Kupfer-Leitung NYM-J 3 x 1,5 mm². Beachten Sie, dass im Betrieb der Leitung zwei Adern stromführend sind.

Geg.:	$l =$	$\gamma_{Cu} =$	$A =$	Ges.: $R_{Leitung}$
Lösung:				



Das ohmsche Gesetz erklärt den Zusammenhang zwischen Strom I , Spannung U und Widerstand R . Wichtig ist, dass man unterscheiden kann, welche Größe jeweils die Ursache und welche Größe die Wirkung bzw. die Folge der Ursache ist. Im ohmschen Gesetz ist der Widerstand R immer die Größe, die zwischen Ursache und Wirkung die Bedingung darstellt.

- Der Physiker Ohm hat den Zusammenhang zwischen Stromstärke I und Spannung U erforscht. Ergänzen Sie a) die Beziehung zwischen Spannung U und Stromstärke I und b) die Formel für das ohmsche Gesetz.
- Nennen Sie mithilfe des ohmschen Gesetzes die Formeln zur Berechnung von I , U und R .

Ohmsches Gesetz (gleichbleibende Bedingungen)		
a)	b)	
	\Rightarrow	= konstant = R

Berechnung der Stromstärke I	Berechnung der Spannung U	Berechnung des Widerstandes R

- Erläutern Sie für die Größen Spannung, Strom und Widerstand die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung in den Bildern 1 und 2.
 - Nennen Sie die zugehörige Formel zur Berechnung der Wirkungsgröße.

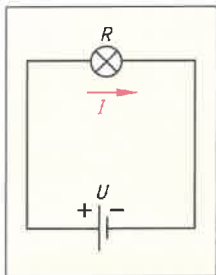


Bild 1: Batterie-stromkreis

a) _____

b) Formel:

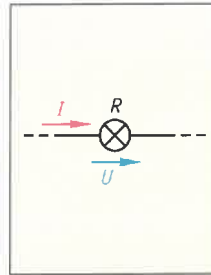


Bild 2: Verbraucher im Stromkreis

a) _____

b) Formel:

- Die Tabelle zeigt drei Beispiele der Veränderung einer elektrischen Größe im Bild 3. Ergänzen Sie mithilfe des ohmschen Gesetzes für jedes Beispiel die Reaktion der fehlenden Größe.

Tabelle: Zusammenwirken der elektrischen Größen: Spannung, Strom, Widerstand			
elektrische Größen	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
Widerstand R	bleibt gleich	bleibt gleich	
Stromstärke I	wird kleiner		wird größer
Spannung U		wird größer	bleibt gleich

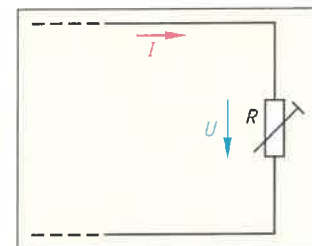


Bild 3: Stromkreisabschnitt

- Berechnen Sie den Wert eines Heizwiderstandes, wenn bei einer Spannung von 230 V ein Strom von 4,35 A fließt.
- Trotz Verbot arbeitete der Azubi unter Spannung an einer Schutzkontaktsteckdose für 230 V/16 A. Der Leitungswiderstand beträgt 0,9 Ω . Er berührte versehentlich mit dem Schraubendreher gleichzeitig den Außenleiter und den Schutzkontakt. Es kam zum Kurzschluss. Berechnen Sie die Stromstärke.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

Geg.:	Ges.:
Lösung:	



7. Erklären Sie mithilfe des ohmschen Gesetzes, wieso die Glühlampe P1 im Ausschalter Q1 (Bild 1) nicht leuchtet, wenn Q1 eingeschaltet ist.

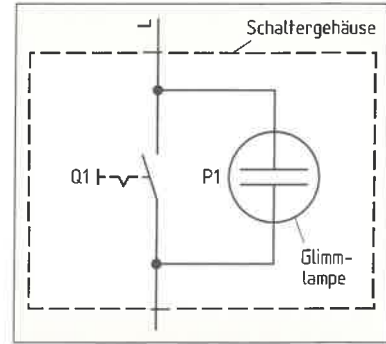


Bild 1: Schalterbeleuchtung

8. Ein Elektroniker wurde von einem Kunden angerufen, um eine Störung zu beheben. Die Störung wurde mit den Worten beschrieben: „Als ich die Hängelampe (Bild 2) auf dem Flur einschaltete, schaltete der Sicherungsautomat sofort aus und nun kann ich das Licht nicht mehr einschalten.“

- a) Nennen Sie den wahrscheinlichen Fehler.
- b) Erläutern Sie mithilfe des ohmschen Gesetzes, warum der Leitungsschutzschalter sofort auslöste, als der Lampenstromkreis eingeschaltet wurde.

a) _____

b) _____

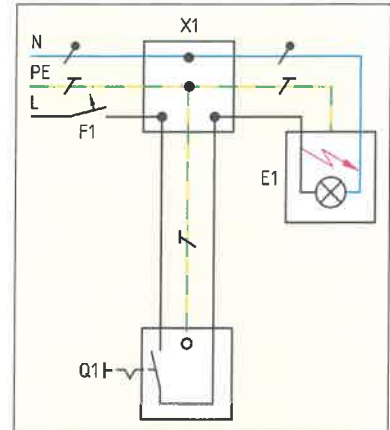


Bild 2: Schaltung der Flurbeleuchtung (mit Fehler)

9. Eine Heckenschere mit einer Stromaufnahme von 3 A wird mithilfe einer Garten-Kabeltrommel (Bild 3) mit 50 m Leitung an einer Schuko Steckdose mit einer Spannung $U_A = 224 \text{ V}$ am Anfang der Kabeltrommel betrieben. Auf der Kabeltrommel befindet sich eine Leitung H07RN-F mit $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$. Berechnen Sie a) den Leitungswiderstand der Kabeltrommel und b) die Spannung U_E am Ende der Leitung.

Geg.:	Ges.: a)
	b)
Lösung:	
a)	
b)	



Bild 3: Garten-Kabeltrommel

10. Berechnen Sie mithilfe der Kennlinien im Bild 4 den Wert des ohmschen Widerstandes bei 0,6 V und bei 0,8 V für a) Bauelement 1 (R_1) und für b) Bauelement 2 (R_2). c) Vergleichen Sie für jedes Bauelement die Rechenergebnisse und formulieren Sie eine Schlussfolgerung.

a) $U = 0,6 \text{ V} \Rightarrow$ abgelesen:	b) \Rightarrow abgelesen:
$U = 0,8 \text{ V} \Rightarrow$ abgelesen	\Rightarrow abgelesen

c) _____

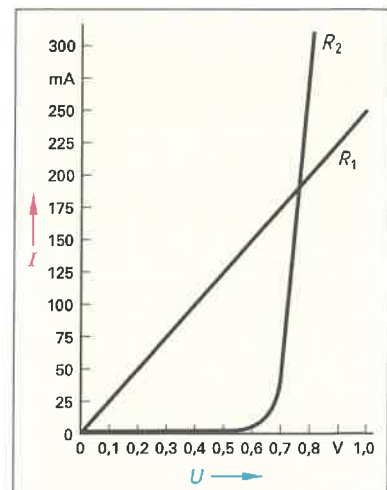


Bild 4: Strom-Spannung-Kennlinien $I = f(U)$



Elektrische Energie ist die Fähigkeit Arbeit zu verrichten. Energie ist ein Zustand. Nur wenn ein Strom fließt, wird elektrische Arbeit verrichtet. Die verrichtete Arbeit entspricht der genutzten Energie. Energie und Arbeit haben das Formelzeichen W .

1. a) Wie nennt man die abgebildeten Messgeräte (Bild 1)?
b) Welche elektrische Größe kann damit gemessen werden?

a) _____
b) _____

2. Nennen Sie vier Vorteile des elektronischen Messgerätes (Bild 1a) gegenüber dem elektromechanischen Messgerät (Bild 1b).

- _____
- _____
- _____
- _____

3. Welche Messgrößen werden durch die Messgeräte (Bild 1) erfasst?

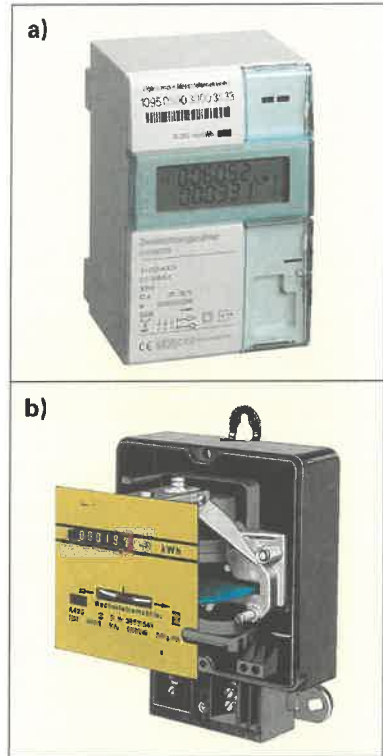


Bild: Messgeräte a) elektronische, b) elektromechanische Bauart

4. Ergänzen Sie die Tabelle.

Tabelle: Elektrische Arbeit	
Formelzeichen	_____
Einheitenname	_____
Einheitenzeichen	_____

5. Nennen Sie die Formeln, mit denen man die elektrische Arbeit berechnen kann.

Elektrische Arbeit: $W =$ _____
 $W =$ _____
 $W =$ _____

6. Rechnen Sie die vorgegebenen Werte in Ws bzw. in kWh um.

Ws	_____	$0,72 \cdot 10^9$	16200000
kWh	1	_____	_____

7. Geben Sie eine Formel zur Berechnung der Kosten für die elektrische Arbeit an.

Verbrauchsentsgelt $VE =$ _____

8. Ein 27-kW-Durchlauferhitzer füllt eine Badewanne in 10 min mit Warmwasser. Der Arbeitspreis VP beträgt 28 ct/kWh. Berechnen Sie das Verbrauchsentsgelt VE für die elektrische Warmwasserherstellung. Geben Sie das Ergebnis in einem Antwortsatz an.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	
Antwortsatz:	



Die elektrische Leistung, die vom Stromkreis abgegeben wird, z. B. als Wärme, nennt man Wirkleistung.

1. Was versteht man allgemein unter Leistung?

2. Ergänzen Sie die **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Elektrische Leistung	
Formelzeichen	
Einheitenname	
Einheitenzeichen	

3. Nennen Sie vier Formeln zur Berechnung der elektrischen Leistung bei Gleichstrom.

$P =$	$P =$	$P =$	$P =$
-------	-------	-------	-------

5. Wie ändert sich die Leistung an einem Bauelement mit konstantem Widerstand, wenn man die Spannung am Bauelement a) verdoppelt und b) um 10% verringert?

a) _____

b) _____

4. Geben Sie in **Tabelle 2** Beispielwerte von Leistungen folgender Verbraucher an.

Tabelle 2: Verbraucherleistungen (Beispiele)	
Leuchtmittel	
Quarz-Uhrwerk	
Warmwasserbereiter	
ICE-Antrieb	
Kühlschrank	



Ohmsche Widerstände R werden wegen der Wärmeabgabe im Betrieb auch **Wirkwiderstände** R genannt. Jeder Widerstand als Bauelement hat eine **Bemessungsleistung** P_N , die nicht überschritten werden darf, damit der Widerstand nicht durchbrennt. Die Bemessungsleistung P_N legt den im Dauerbetrieb maximal zulässigen Strom fest.

6. Für verschiedene Widerstände mit einer Bemessungsleistung $P_N = P_{\max} = 1 \text{ W}$, soll im **Bild** die Leistungskurve eingetragen werden.

a) Ergänzen Sie in **Tabelle 2** die Stromwerte für eine Belastung von 1 W.

Tabelle 2: U-I-Wertepaare für 1 W					
U in V	10	20	30	40	50
I in mA					
U in V	60	70	80	90	100
I in mA					

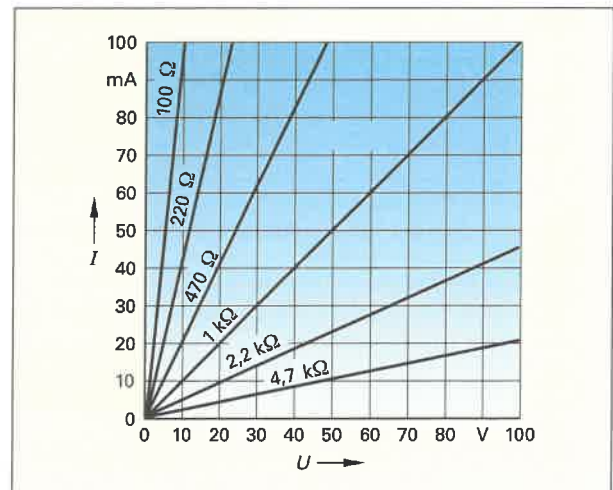


Bild: Leistungskurve für 1-W-Widerstände

b) Tragen Sie diese U - I -Wertepaare in das **Bild** ein und verbinden Sie die Punkte zu einer 1-W-Leistungskurve.

c) Schraffieren Sie im **Bild** den Bereich größer 1 W rot.

d) Wie nennt man im **Bild** den Verlauf der Leistungskurve?

e) Welche praktische Bedeutung hat der schraffierte Bereich im **Bild**?



- Der Wirkungsgrad η ist das Verhältnis von abgegebener Leistung P_{ab} zur aufgenommenen Leistung P_{zu} .
- Er ist ein Maß für die Wirtschaftlichkeit der Energieumwandlung, z. B. in einem Gerät oder in einem Motor.
- Bei einer Energieumwandlung entstehen immer Verlustleistungen P_v , z. B. Stromwärmeverluste.
- Der Wirkungsgrad soll möglichst groß sein, nahe 1, bzw. 100%.
- Die Formeln für den Wirkungsgrad beziehen sich immer nur auf Wirkleistungen P und gelten für Gleichstrom-, Einphasen-Wechselstrom- und Dreiphasen-Wechselstromkreise.

1. Geben Sie in der **Tabelle** zwei Formeln zum Berechnen des Wirkungsgrades an. Ergänzen Sie die fehlenden Fachbegriffe und Formelzeichen.

Tabelle: Berechnung des Wirkungsgrades	
Wirkungsgrad	
η	
	Leistungsabgabe
	Leistungsaufnahme
P_v	Verlustleistung

2. Berechnen Sie **a)** die Leistungsabgabe P_{ab} einer 40-W-Glühlampe (**Bild 1**) mit einem Wirkungsgrad von 0,05 und **b)** die Verlustleistung P_v . **c)** Begründen Sie im Antwortsatz das Herstellungsverbot von Glühlampen.

Geg.:

Ges.: a) b)

Lösung:

a)

b)

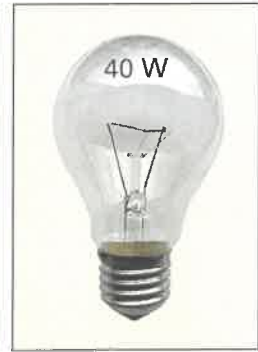


Bild 1: 230-V-Glühlampe

c) Antwortsatz:



Bei Elektromotoren ist die angegebene Bemessungsleistung P_N immer die an der Welle abgegebene Wirkleistung P_{ab} .



3. Auf dem Leistungsschild eines Elektromotors steht die Angabe 22 kW. Beim Bemessungsbetrieb treten 2200 W Verluste auf. Berechnen Sie vom Motor den Wirkungsgrad als Dezimalzahl und in %. Geben Sie das Ergebnis mit einem Antwortsatz an.

Geg.:

Ges.:

Lösung:

Antwortsatz:

4. Der Elektromotor einer Schmutzwasser-Tauchpumpe (**Bild 2**) hat eine Bemessungsleistung von 1100 W und nimmt 1392 W aus dem 230-V-Netz auf. Die Wasserpumpe hat einen Wirkungsgrad η_p von 0,75. Berechnen Sie **a)** den Gesamtwirkungsgrad η_G der Motor-Schmutzwasser-Tauchpumpe, **b)** die abgegebene Leistung P_{ab} der Motorpumpe.

Geg.:

Ges.: a) b)

Lösung:

a)

b)



Bild 2: Motor-Schmutzwasser-Tauchpumpe



Eine Reihenschaltung von mehreren elektrischen Bauelementen (**Bild 1**) liegt vor, wenn der Anschluss eines Bauelementes nur mit einem Anschluss des nächstfolgenden Bauelementes verbunden wird.

1. Nennen Sie zwei Beispiele für die technische Anwendung von Reihenschaltungen.

- _____
- _____

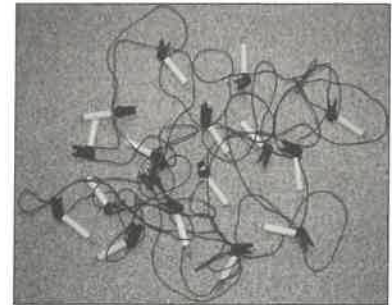


Bild 1: Lichterkette

2. Tragen Sie in die Reihenschaltung (**Bild 2**) die Teilspannungen U_1 an R_1 , U_2 an R_2 und U_3 an R_3 , die Gesamtspannung U und den Strom I mit den dazugehörigen Bezugs Pfeilen ein.

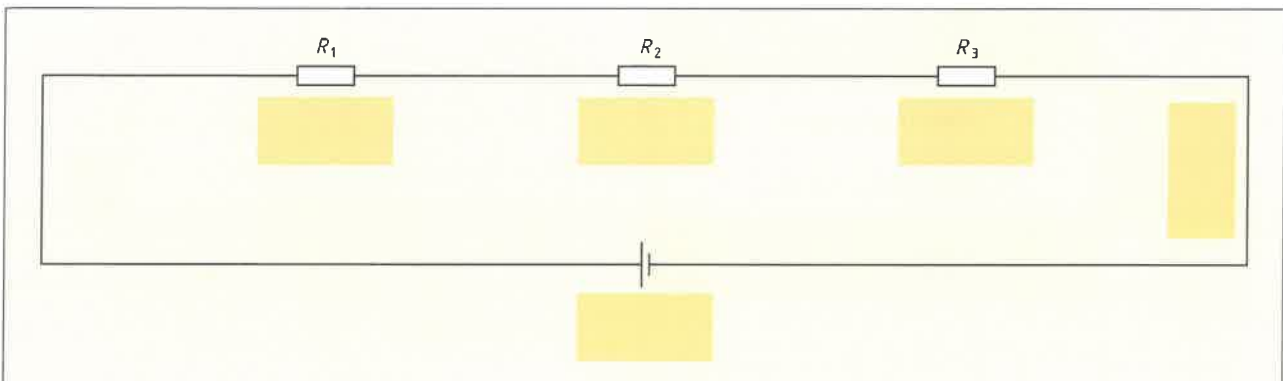


Bild 2: Reihenschaltung von Widerständen

3. Ergänzen Sie die Gesetzmäßigkeiten der Reihenschaltung **Bild 2 a)** als Formel und **b)** mit Worten.

a)	Stromstärke	Gesamtspannung	Gesamtwiderstand	Spannungsteiler
	$I = \text{konstant}$	$U =$	$R =$	$\frac{U_1}{U_2} =$

b) Der Strom ist an allen Stellen der Reihenschaltung gleich groß.

Die Gesamtspannung _____

Der Gesamtwiderstand _____

Die Spannungen _____

4. Ziehen Sie Schlussfolgerungen aus den Gesetzmäßigkeiten der Reihenschaltung, indem Sie folgende Aussagen mit „größten/größte“ oder „kleinsten/kleinste“ ergänzen.

Die größte Teilspannung tritt am _____ Teilwiderstand auf.

Am kleinsten Teilwiderstand tritt die _____ Teilspannung auf.

5. Nennen Sie zwei Nachteile der Reihenschaltung.

- _____
- _____



6. Nennen Sie die Maschenregel (2. Kirchhoffsche Regel).



Die Zählrichtung innerhalb einer Masche kann frei gewählt werden, entweder im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn. Beachten Sie, dass alle Spannungen in der Zählrichtung ein positives Vorzeichen, alle Spannungen gegen die Zählrichtung ein negatives Vorzeichen erhalten.

7. a) Stellen Sie die Maschenregel für die Reihenschaltung nach **Bild 1** auf und berechnen Sie daraus die Spannung U_2 für die Zählrichtung im Uhrzeigersinn und
 b) für die Zählrichtung gegen den Uhrzeigersinn.
 c) Welche Schlussfolgerung ziehen Sie aus dem Vergleich beider Ergebnisse?

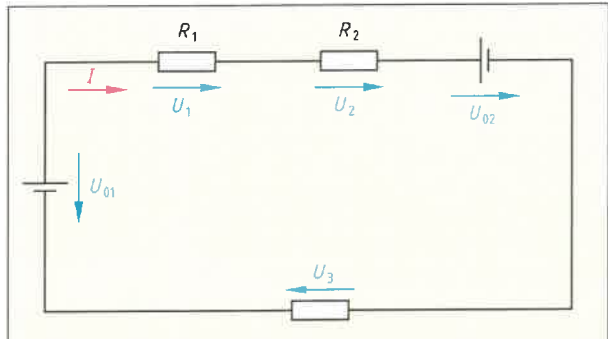


Bild 1: Reihenschaltung von drei Widerständen

Geg.:	$U_1 = 5 \text{ V}, U_3 = 2 \text{ V}, U_{01} = 24 \text{ V},$ $U_{02} = 9 \text{ V}$
Ges.:	U_2
Lösung:	
a)	
b)	
c)	

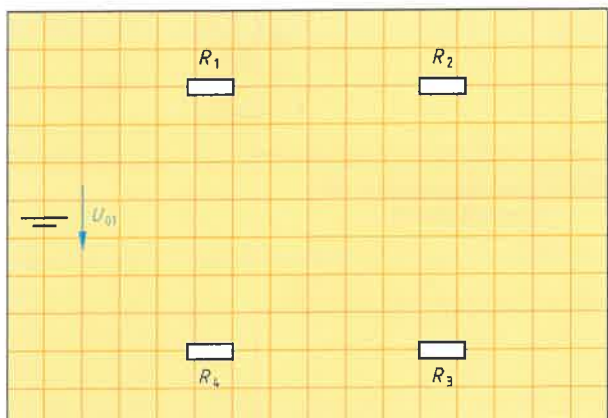


Bild 2: Reihenschaltung von vier Widerständen

8. Vier Teilwiderstände $R_1 = 22 \Omega, R_2 = 47 \Omega, R_3 = 15 \Omega$ und $R_4 = 33 \Omega$ sind in Reihe an eine Spannungsquelle mit $U_0 = 24 \text{ V}$ geschaltet.
 a) Verbinden Sie die Bauelemente im **Bild 2** und tragen Sie für alle Teilspannungen U_1 bis U_4 und den Strom I die Bezugspfeile ein.
 b) Berechnen Sie den Ersatzwiderstand R .
 c) Berechnen Sie die Stromstärke I .
 d) Berechnen Sie die Teilspannungen U_1 bis U_4 .
 e) Berechnen Sie die Summe U_1 bis U_4 .

Geg.:	
Ges.:	
Lösung:	
b)	

c)	
d)	
e)	



Ein Vorwiderstand hat die Aufgabe den Bemessungsstrom von Verbrauchern zu begrenzen. Wird der Bemessungsstrom eines Verbrauchers überschritten, so kann er zerstört werden. Vorwiderstände werden grundsätzlich so berechnet, dass an ihnen die Spannungsdifferenz zwischen Betriebsspannung und Verbraucherspannung vorhanden sein muss.

In allen Schaltungen (Bilder 1–5) ist der Vorwiderstand R_1 zu berechnen und nach der Normreihe E12 auszuwählen.

Normreihe E12: 1,0 1,2 1,5 1,8 2,2 2,7 3,3 3,9 4,7 5,6 6,8 8,2

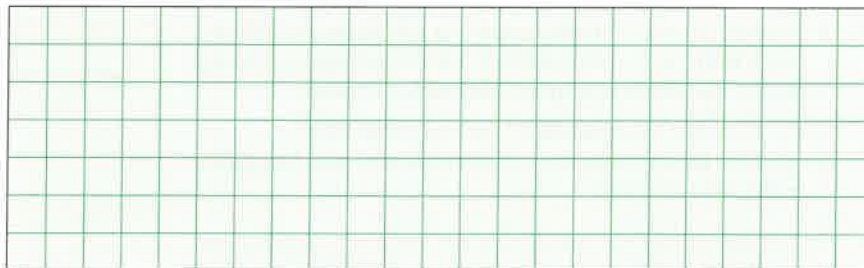
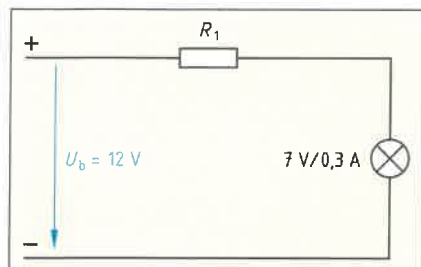


Bild 1: Leuchte mit Vorwiderstand

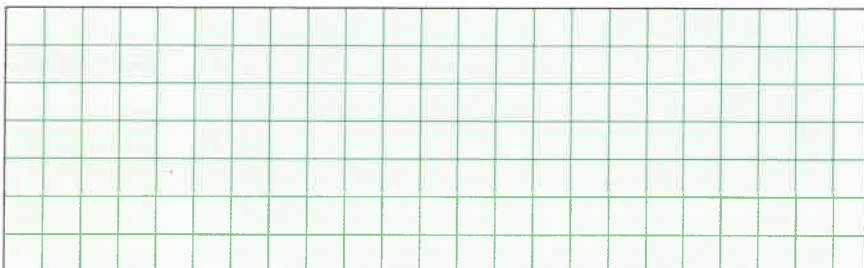
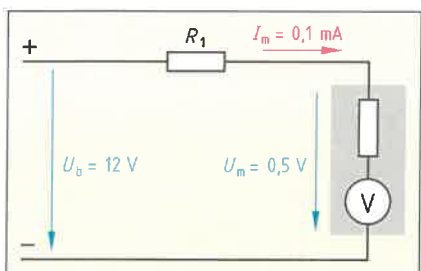


Bild 2: Spannungsmesser mit Vorwiderstand

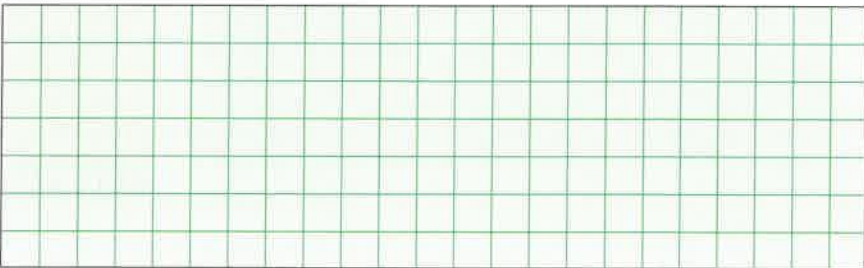
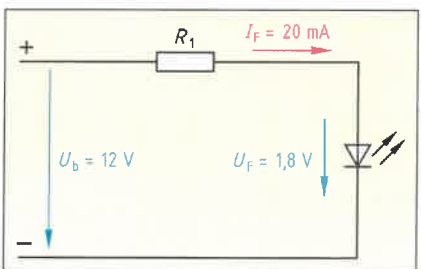


Bild 3: LED mit Vorwiderstand

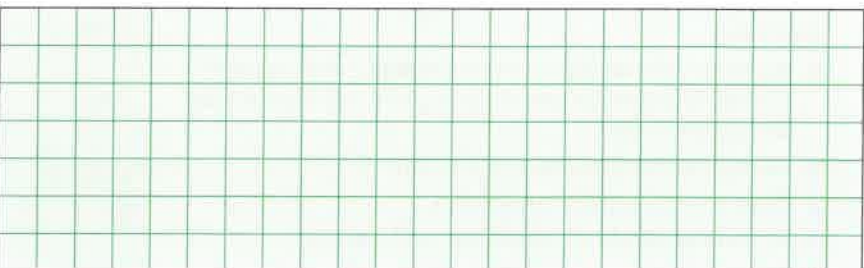
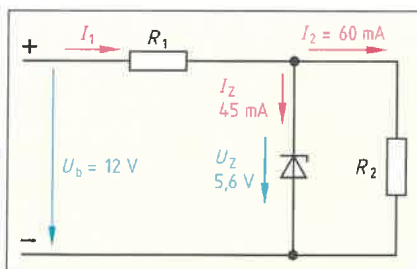


Bild 4: Z-Diode mit Vorwiderstand

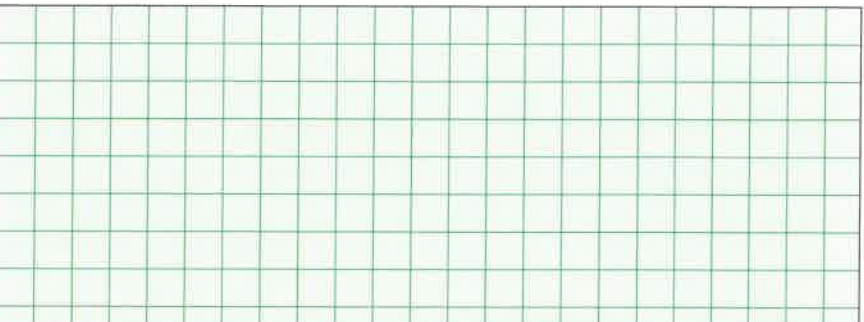
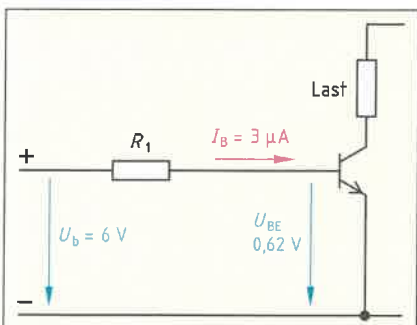


Bild 5: Transistor mit Vorwiderstand



Eine Parallelschaltung von mehreren elektrischen Bauelementen liegt vor, wenn alle Eingänge bzw. alle Ausgänge der Bauelemente jeweils in einem Knotenpunkt verbunden sind, z. B. Steckdosenleiste (**Bild 1**).

1. Nennen Sie zwei Beispiele für die technische Anwendung von Parallelschaltungen.

- _____
- _____



Bild 1: Steckdosenleiste

2. Tragen Sie in die Parallelschaltung **Bild 2** die Teilspannungen U_1 an R_1 , U_2 an R_2 und U_3 an R_3 , die Gesamtspannung U , die Teilströme I_1 , I_2 und I_3 sowie den Gesamtstrom I mit den dazugehörigen Bezugspfeilen ein.



Bild 2: Parallelschaltung mit drei Widerständen

3. Ergänzen Sie die Gesetzmäßigkeiten der Parallelschaltung **Bild 2 a)** als Formel und **b)** allgemein mit Worten

a)	Spannungen	Gesamtstromstärke	Gesamtwiderstand	Spannungsteiler
	$U_1 = U_2 = U_3 = U$	$I =$	$\frac{1}{R} =$	$\frac{I_1}{I_2} =$

b) Die Spannungen sind an allen Widerständen der Parallelschaltung gleich groß.

Der Gesamtstrom _____

Der Kehrwert des Gesamtwiderstandes _____

Die Ströme _____

4. Ziehen Sie Schlussfolgerungen aus den Gesetzmäßigkeiten der Parallelschaltung, indem Sie folgende Aussagen mit „größten/größte/größer“ oder „kleinsten/kleinste/kleiner“ ergänzen.

Der größte Teilstrom tritt am _____ Teilwiderstand auf.

Am größten Teilwiderstand tritt der _____ Teilstrom auf.

Der Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung ist

stets _____ als der _____ Teilwiderstand.

5. Zu einem Widerstand R_1 wird ein weiterer Widerstand R_2 parallel geschaltet. Wie verhalten sich a) die Stromstärke I in der Zuleitung, b) die Spannung U_1 am Widerstand R_1 und c) der Gesamtwiderstand R (**Bild 3**)?

a) _____

b) _____

c) _____

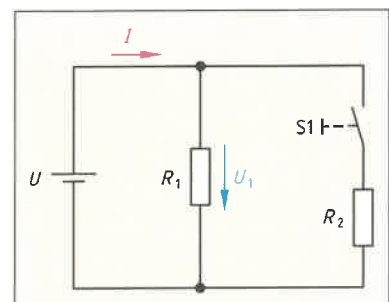


Bild 3: R_2 wird zugeschaltet



6. Nennen Sie die Knotenpunktregel (1. kirchhoffsche Regel).

7. Stellen Sie

- die Knotenpunktregel zur Berechnung der Ströme für die Schaltung nach **Bild 1** auf und
- berechnen Sie daraus die Stromstärke I_3 .

Lösung:

a)

b)

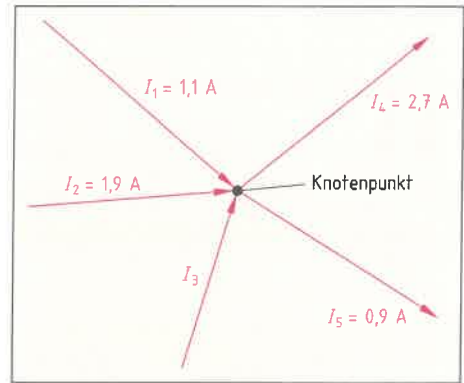


Bild 1: Knotenpunkt (Beispiel)

8. Nehmen Sie an: Das Ergebnis der **Aufgabe 7** hätte $I_3 = -0,6$ A gelautet. Ziehen Sie daraus die Schlussfolgerung für die Schaltung nach **Bild 1**.

9. Für einen Gleichstrommotor (**Bild 2**) werden 12 A benötigt, die aus zwei gleichen Spannungsquellen mit je 6 A zu entnehmen sind.

- Ergänzen Sie die Schaltung in **Bild 2**, um die Forderung zu erfüllen.
- Welche Bedingung lässt sich aus **Bild 2** für eine korrekte Parallelschaltung von Spannungsquellen ableiten?
- Welchen Strom würde der Motor (**Bild 2**) erhalten, wenn irrtümlicherweise eine Spannungsquelle umgepolt würde?

b)

c)

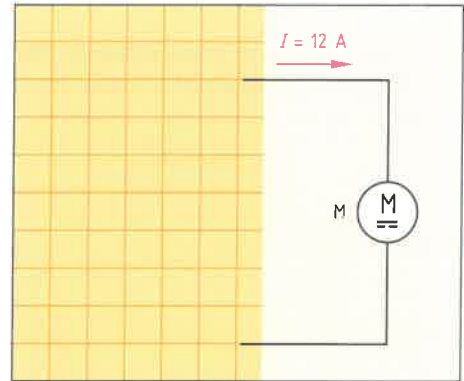


Bild 2: Stromversorgung Gleichstrommotor

10. Berechnen Sie für die Schaltung nach **Bild 3**

- den Ersatzwiderstand R_I ,
- den Gesamtstrom I und
- die Teilströme I_1, I_2 und I_3 .
- Wie groß müsste ein parallelgeschalteter Widerstand R_4 sein, damit der Ersatzwiderstand $R_{II} = 60 \Omega$ beträgt?

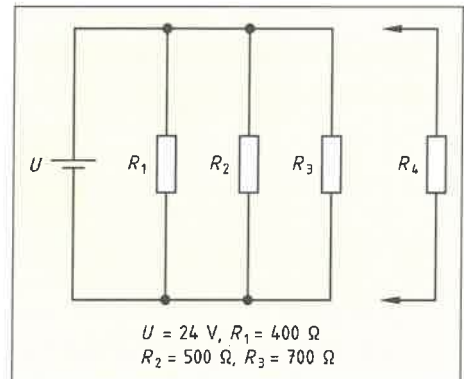


Bild 3: Parallelschaltung mit 4 Widerständen

Geg.:

Ges.:

Lösung:

a)

b)

c) d)



Elektronische Schaltungen benötigen oft Spannungen, die kleiner als die Betriebsspannung sind. Zur Erzeugung solcher Spannungen werden häufig Spannungsteiler eingesetzt. Mit einem einstellbaren Spannungsteiler (**Bild 1**) kann dann die Ausgangsspannung stufenlos eingestellt werden.

1. Spannungsteiler können mit und ohne Last am Ausgang betrieben werden (**Bild 1**). Meist erfolgt jedoch der Betrieb mit einer Last, z. B. einem Widerstand oder einem elektronischen Gerät (**Bild 3**). Ergänzen Sie die dafür verwendeten Fachbegriffe im **Bild 2**.

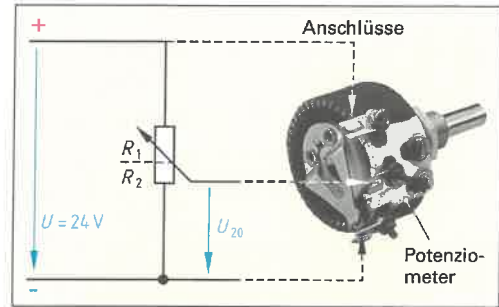


Bild 1: Einstellbarer unbelasteter Spannungsteiler

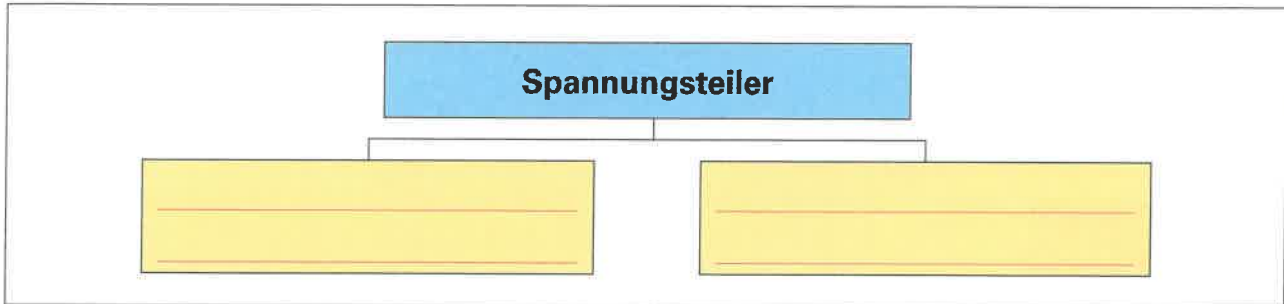


Bild 2: Übersicht Spannungsteiler

Unbelasteter Spannungsteiler

2. Geben Sie die Formeln für den unbelasteten Spannungsteiler (**Bild 1**) an und benennen Sie die Formelzeichen.

$$\frac{U_{20}}{U} = \dots \Rightarrow U_{20} = \dots$$

U _____
 U_{20} _____
 R_1, R_2 _____

3. Zwischen welchen Werten kann die Ausgangsspannung U_{20} in **Bild 1** eingestellt werden?
- _____

4. Bei welcher Einstellung (**Bild 1, Schaltzeichen**) ist die Spannung $U_{20} = 0$ V?
- _____

Belasteter Spannungsteiler

5. Tragen Sie in **Bild 3** die fehlenden Spannungspfeile und Strompfeile für die Gesamtspannung U , die Ausgangsspannung U_L , den Belastungsstrom I_L , den Querstrom I_q und den Strom I ein.

6. a) Wodurch kann bei dem elektronischen Gerät (**Bild 3**) z. B. eine Vergrößerung des Laststromes I_L hervorgerufen werden?
- _____

- b) Wie verhält sich die Ausgangsspannung U_L bei größer werdendem Laststrom I_L ?
- _____

7. Welcher Strom I fließt durch den Widerstand R_1 ?
Geben Sie die Formel an.

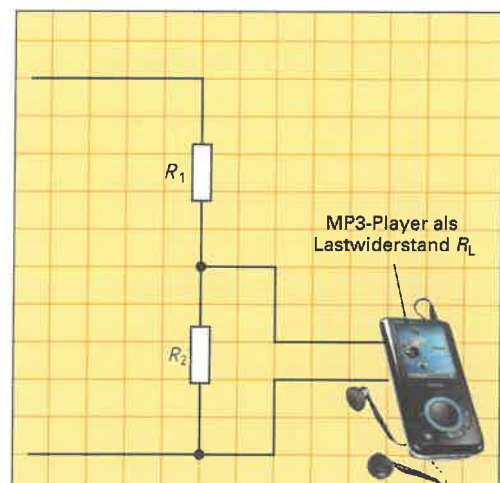


Bild 3: Belasteter Spannungsteiler



8. Die im **Bild 1** dargestellte Brückenschaltung wird für Temperaturmessungen verwendet.

a) Wie bezeichnet man die Widerstände R_3 und R_4 ?

R_3 : _____

R_4 : _____

b) Ermitteln Sie den Widerstandswert von R_3 bei einer Umgebungstemperatur von $0\text{ }^\circ\text{C}$ (**Bild 2**).

Bei $0\text{ }^\circ\text{C}$ $\rightarrow R_3 =$ _____

c) Berechnen Sie mit dem ermittelten Wert für R_3 den Einstellwert von R_4 , um eine abgegliche Brückenschaltung zu erhalten.

Geg.:
Ges.:
Lösung:

d) Ermitteln Sie den Widerstandswert des Heißleiters (**Bild 2**), wenn die Temperatur auf $50\text{ }^\circ\text{C}$ ansteigt.

Bei $50\text{ }^\circ\text{C}$ $\rightarrow R_3 =$ _____

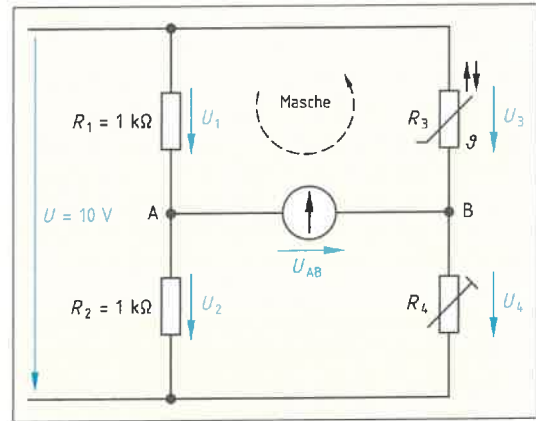


Bild 1: Brückenschaltung

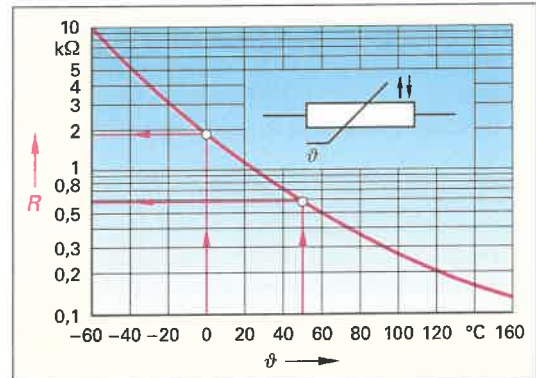


Bild 2: Kennlinie eines NTC-Widerstandes Heißleiter

e) Berechnen Sie die Spannungsfälle U_1 und U_3 der nicht abgeglichenen Brückenschaltung aus Aufgabe d).

Geg.:
Ges.:
Lösung:

f) Bestimmen Sie mithilfe der Maschenregel und der Ergebnisse von e) die Brückenspannung U_{AB} (**Bild 1**).

Maschenregel: $\rightarrow U_{AB} =$ _____

9. Beschreiben Sie mit Worten das Verhalten der Brückenschaltung (**Bild 1**) bei der Temperatur

a) $\vartheta_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ (Brücke abgeglichen) und b) $\vartheta_2 = 50\text{ }^\circ\text{C}$.

a) Bei $\vartheta_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$: _____

b) Bei $\vartheta_2 = 50\text{ }^\circ\text{C}$: _____



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: Spannungquellen (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

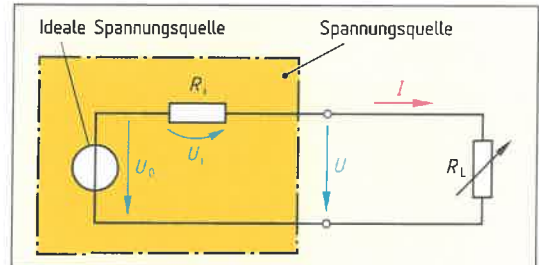


Bild 2: Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle

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 $U_0 = 1,55 \text{ V}$ 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 mit den in **Aufgabe 4** berechneten Wertepaaren in **Bild 3**.

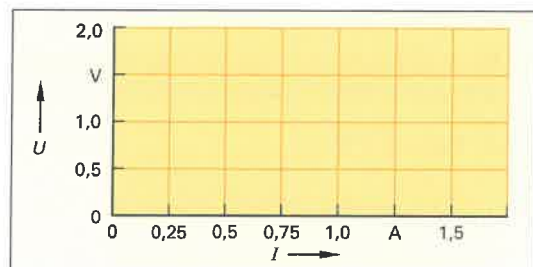


Bild 3: Belastungskennlinie der Spannungsquelle

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

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?

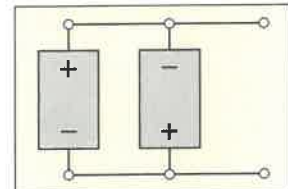


Bild 1: Parallelschaltung (fehlerhaft)

9. Zur Verfügung stehen einzelne Spannungsquellen mit einer Leerlaufspannung $U_0 = 2,0 \text{ V}$, einer maximalen Strombelastung $I_N = 5 \text{ A}$ 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.

$U_0 = 2 \text{ V}; R_i = 0,03 \Omega; I_N = 5 \text{ A}$

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:	



Elektrische Felder wirken überall, wo Spannungen vorhanden sind. Sie sind unsichtbar. Zur Darstellung verwendet man Feldlinien. Dabei werden die Feldrichtungen durch Pfeile gekennzeichnet. Überschreitet die Stärke des elektrischen Feldes bestimmte Grenzwerte, so kann es z.B. in Isolierwerkstoffen zu einer Beschädigung infolge eines Spannungsdurchschlages kommen.

1. Welche Kraftwirkungen und Merkmale haben elektrische Feldlinien?

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

2. Zeichnen Sie bei den vier Beispielen von **Bild 1** jeweils mehrere elektrische Feldlinien ein. Geben Sie die Richtung der Feldlinien an. Kennzeichnen Sie farblich einen vorhandenen feldfreien Raum.

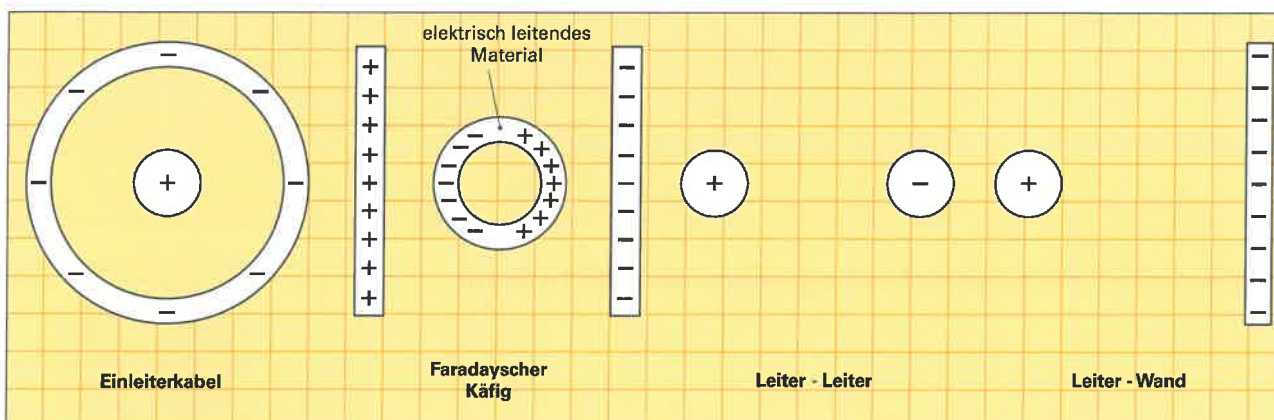


Bild 1: Beispiele elektrischer Felder

3. Tragen Sie in **Bild 2** die Ziffern für die folgenden Begriffe ein:

- 1 homogenes elektrisches Feld
- 2 negativ geladene Platte
- 3 Plattenabstand
- 4 Streufeld (inhomogen)
- 5 Spannung zwischen den Platten
- 6 positiv geladene Platte

Geben Sie die Richtung der Feldlinien an.

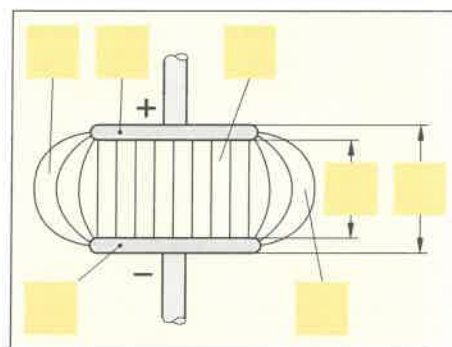


Bild 2: Elektrisches Feld eines Plattenkondensators

4. Tragen Sie in **Bild 3** elektrische Feldlinien und die Kraftrichtung der Styroporkugel ein. Die Styroporkugel hat ursprünglich die Plus-Platte berührt.

5. Geben Sie den Zusammenhang zwischen der elektrischen Feldstärke E , der Spannung U und dem Plattenabstand l für ein homogenes Feld als Formel an. Ergänzen Sie die Formelzeichen und die Einheiten.

Formel:

Größe	Formelzeichen	Einheit
elektr. Feldstärke	_____	_____
Spannung	_____	_____
Plattenabstand (Isolierstoffdicke)	_____	_____

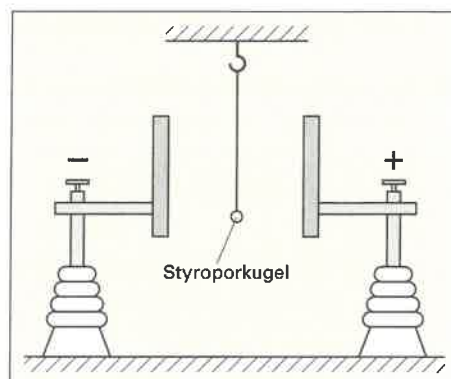


Bild 3: Kraftwirkung im elektrischen Feld



Der Kondensator ist ein elektrisches Bauelement, das Ladungen und somit elektrische Energie speichern kann. Ein Maß für das Speichervermögen eines Kondensators ist seine Kapazität C . Wird ein Kondensator an Gleichspannung angeschlossen, so dauert es eine bestimmte Zeit, bis der Kondensator aufgeladen ist. Auch das Entladen eines Kondensators dauert eine bestimmte Zeit. Ein Maß für die Schnelligkeit des Auf- bzw. Entladungsvorgangs ist die Zeitkonstante τ . Die Spannung und der Strom durch einen Kondensator haben beim Aufladen und Entladen nichtlineare Verläufe (exponentielle Verläufe).

1. Kondensatoren speichern elektrische Ladungen. Ergänzen Sie die folgende **Tabelle**.

Tabelle: Kapazität C des Kondensators		
Formel für C (aus elektrischer Ladung und Spannung):	Einheiten der Kapazität:	Einheitenname:
$Q:$	$C:$	$U:$

2. Welche Kapazität muss ein Kondensator haben, um einen Akku mit 3,7 V/4000 mAh in einem Tablet-PC zu ersetzen?

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

Übersicht: Einheitsvorsätze der Kapazität

1 Millifarad = 1 mF = 10^{-3} F
 1 Mikrofarad = 1 μ F = 10^{-6} F
 1 Nanofarad = 1 nF = 10^{-9} F
 1 Pikofarad = 1 pF = 10^{-12} F

Kapazität wird kleiner

3. Rechnen Sie die Kapazitätswerte mithilfe der Übersicht um.

470 pF = _____ nF; 0,033 μ F = _____ nF
 2,2 nF = _____ pF; 56 nF = _____ μ F



Bild 1: Folienkondensator

4. a) Geben Sie die Kapazität des Folienkondensators (**Bild 1**) in nF und pF an.

- b) Erklären Sie die Spannungsangabe auf dem Folienkondensator (**Bild 1**).

5. a) Ergänzen Sie im **Bild 2** das Schaltzeichen.
 b) Was muss beim Anschließen eines Elektrolytkondensators beachtet werden?

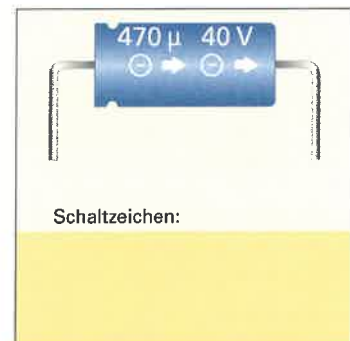


Bild 2: Elektrolytkondensator

b) _____

6. In einer technischen Beschreibung findet man den Fachbegriff MK-Kondensator.
 a) Erklären Sie die Abkürzung.
 b) Welche besondere Eigenschaft hat dieser Kondensator im Vergleich zu üblichen Kondensatoren?

a) _____

b) _____

7. Bei einem Kondensator beeinflusst das Dielektrikum die Größe der Kapazität. Nennen Sie drei verschiedene Kunststoff-Dielektrikumarten.



1. Zeichnen Sie in die Mess-Schaltung (Bild) die Bezugspfeile für die Kondensatorspannung und die Pfeile für die Richtung des Kondensatorstroms beim Auf- und Entladen ein. Tragen Sie am Umschalter den Vorgang „Laden“ und „Entladen“ ein.

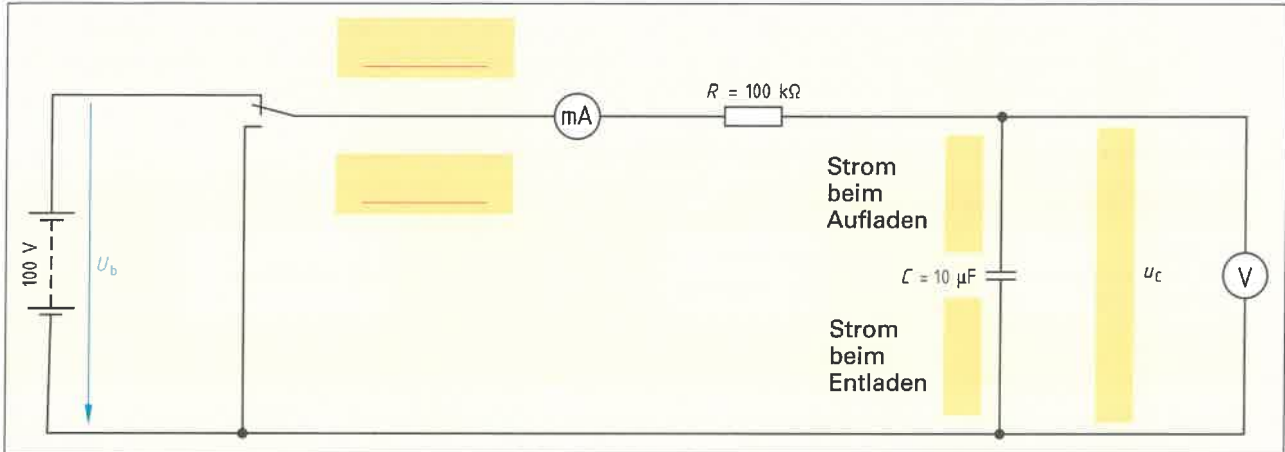


Bild: Laden und Entladen eines Kondensators

2. Ein Kondensator ist über einen Schalter und einen Widerstand an Gleichspannung angeschlossen.

a) Wann fließt der größte Strom?

b) Wie berechnet man die Stromstärke des Ladestromes direkt nach dem Einschalten? Geben Sie die Formel an.

c) Nach dem Einschalten steigt die Kondensatorspannung an. Wie verhält sich dabei die Ladestromstärke?

3. Ergänzen Sie die Tabelle.

Tabelle: Zeitkonstante einer RC-Schaltung			
Zeitkonstante/Formel			
τ	_____	Einheit:	
	Widerstand	Einheit:	
	Kapazität	Einheit:	

4. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Ladezeit und der Kapazität des Kondensators sowie der Größe des Vorwiderstands?

5. Wie berechnet man die Zeitkonstante?

6. Wie lange dauert es, bis ein Kondensator theoretisch vollständig aufgeladen ist?

7. Nach welcher Zeit ist ein Kondensator praktisch vollständig aufgeladen?



1. Ein Elektroniker soll mithilfe analoger Spannungs- und Strommesser (**Bild**) Kondensatoren, z. B. $100\ \mu\text{F}$, auf ihre Funktionstüchtigkeit testen. Beschreiben Sie, wie der Zeiger eines analogen Strom- und Spannungsmessers für die Fälle **a)**, **b)** und **c)** reagiert? Ergänzen Sie die **Tabelle**.

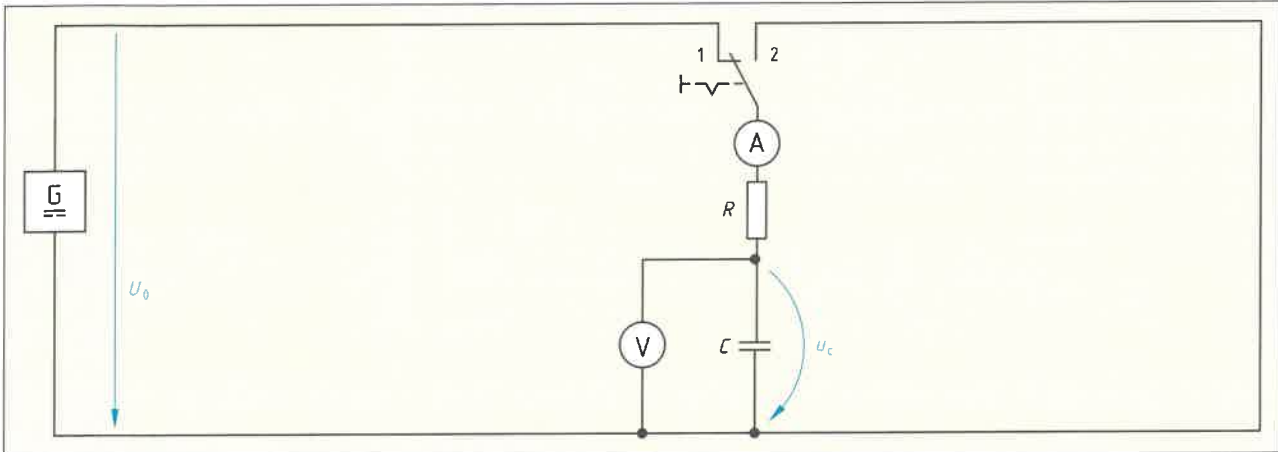


Bild: Prüfen eines Kondensators

Tabelle: Verhalten eines Kondensators im intakten und defekten Zustand

Zustand des Kondensators	Strommesser Schalterstellung 1	Strommesser Schalterstellung 2	Spannungsmesser Schalterstellung 1	Spannungsmesser Schalterstellung 2
a) Kondensator ist in Ordnung				
b) Kondensator defekt, da Dielektrikum durchschlagen				
c) Zuleitung am Widerstand R unterbrochen				

2. Erklären Sie das Verhalten des Kondensators in der Prüfschaltung (**Bild**)
a) im Einschaltmoment, **b)** am Ende der Aufladung und **c)** beim Entladen.

a) _____

b) _____

c) _____



Elektrischer Strom und Magnetismus sind untrennbar miteinander verbunden. Viele Wirkungsweisen von elektrischen Geräten und Schaltungen, z.B. Türöffner, Schütze, Elektromotoren usw., sind deshalb nur mit Kenntnissen über den Magnetismus zu verstehen.

- Was versteht man unter einem Dauermagneten?
- An welchen Stellen eines Dauermagneten ist die magnetische Kraftwirkung am größten?
- a) Was versteht man unter einem magnetischen Feld, b) was sind magnetische Feldlinien?

a) Magnetisches Feld	b) Magnetische Feldlinien

- Nennen Sie drei Merkmale für magnetische Feldlinien.

-
-
-

- Zeichnen Sie im **Bild 1** den Verlauf von vier magnetischen Feldlinien außerhalb und innerhalb des Stabmagneten.
 - Tragen Sie die Richtung der Feldlinien ein.
- Der Hufeisenmagnet im **Bild 2** hat die angegebenen Pole. Zeichnen Sie den Verlauf und die Richtung der magnetischen Feldlinien ein.

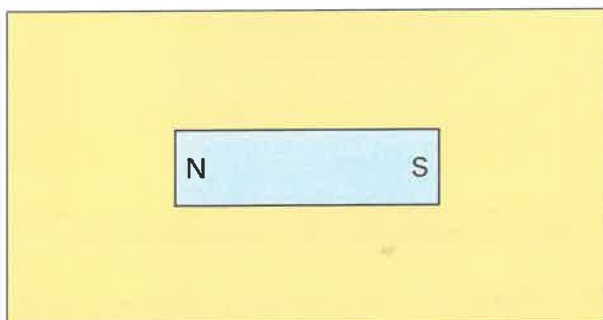


Bild 1: Stabmagnet

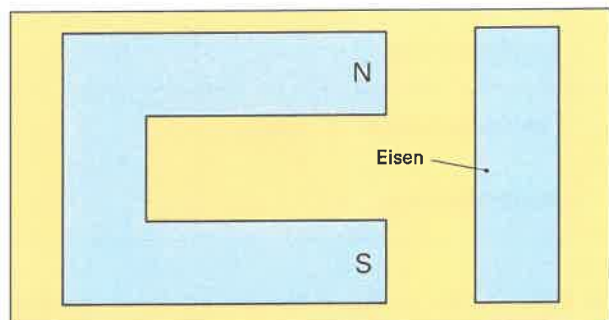


Bild 2: Hufeisenmagnet

- Zeichnen Sie im **Bild 3** zwischen den Magnetpolen den Feldlinienverlauf ein.
 - Geben Sie an, ob die Kraftwirkung anziehend oder abstoßend ist.

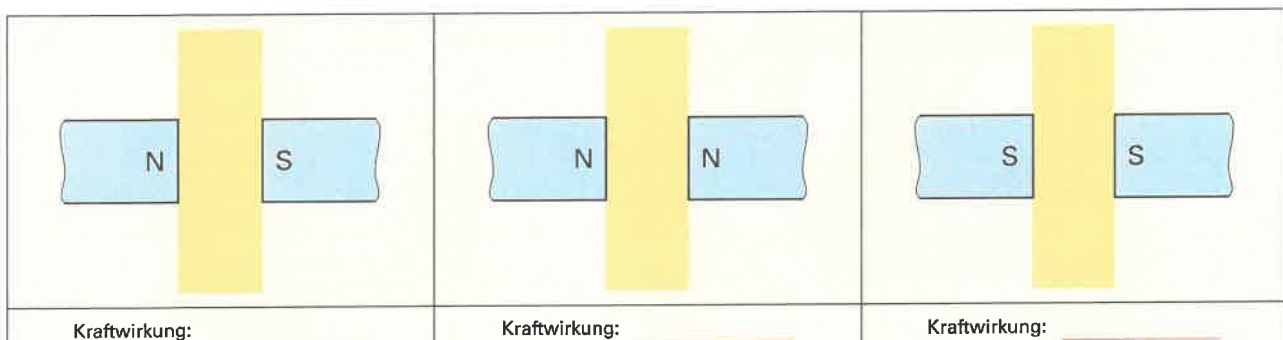


Bild 3: Kraftwirkungen zwischen Magnetpolen



8. Was geschieht im magnetisch neutralen Eisen, wenn es in den Wirkungsbereich eines starken Magneten kommt?

9. Das Bild 1 zeigt vereinfacht die Lage der weiss'schen Bezirke mit ihren magnetischen Vorzugsrichtungen im magnetisch neutralen Eisen. Zeichnen Sie im Bild 2 die Lage der weiss'schen Bezirke nach dem Magnetisieren ein.

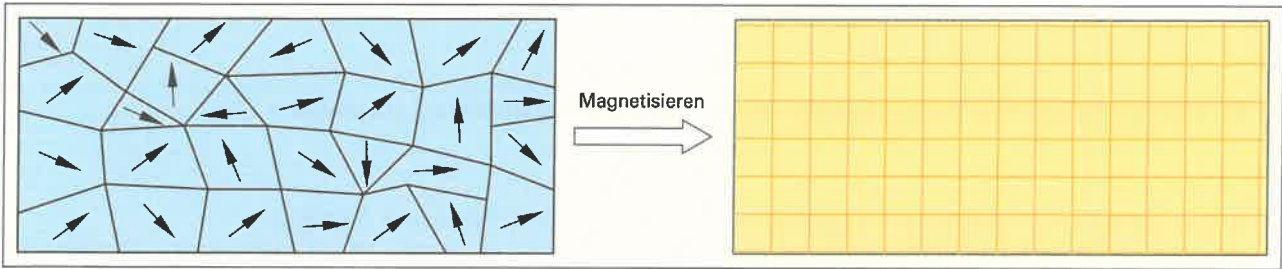


Bild 1: Magnetisch neutrales Eisen

Bild 2: Magnetisiertes Eisen

10. Nennen Sie die Merkmale eines homogenen magnetischen Feldes (Bild 3, Bereich A).

- _____
- _____
- _____

11. Nennen Sie die zwei Festlegungen, nach denen man ein homogenes Magnetfeld zeichnet.

- _____
- _____

12. a) Ergänzen Sie bei vorgegebenem Abstand der Feldlinien die zugehörige Feldliniendichte.
 b) Ordnen Sie jedem Feldlinienbild die Kraftwirkung schwach bzw. stark zu.

Feldlinienbild		Kraftwirkung
Feldlinienabstand:	groß	_____
Feldliniendichte:	_____	_____
Feldlinienabstand:	klein	_____
Feldliniendichte:	_____	_____

13. Ordnen Sie die im Bild 3 mit Buchstaben gekennzeichneten Feldbereiche nach ihrer abnehmenden Feldliniendichte.

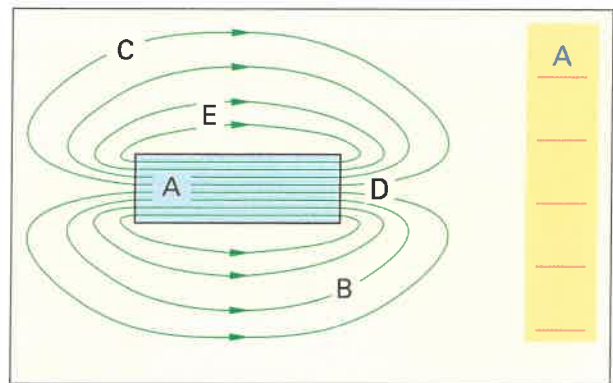


Bild 3: Homogenes und inhomogenes Magnetfeld

14. Zeichnen Sie im Bild 4 den Verlauf der magnetischen Feldlinien ein.

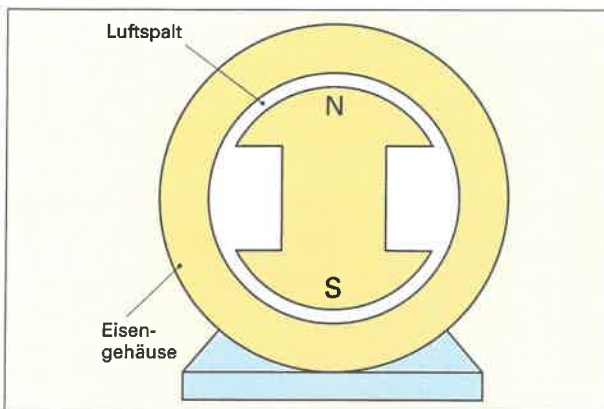


Bild 4: Vereinfachtes Schnittbild einer elektrischen Maschine

15. Im Bild 5 ist eine Magnetnadel im äußeren Magnetfeld des Hufeisenmagneten in der angegebenen Richtung ausgerichtet. Benennen Sie die Pole des Hufeisenmagneten.

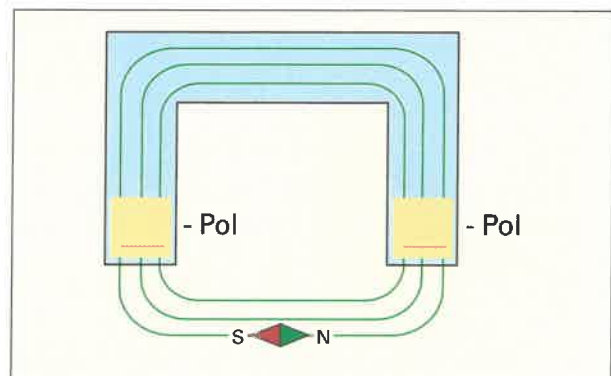


Bild 5: Magnetnadel im Magnetfeld



- Welche Form hat das Magnetfeld um einen stromdurchflossenen Leiter?
 - Wodurch wird die Magnetfeldrichtung bestimmt?

a) _____

b) _____

- Skizzieren Sie im **Bild 1** die Magnetfelder der stromdurchflossenen Leiter mit drei Feldlinien. Geben Sie die Feldlinienrichtung an.

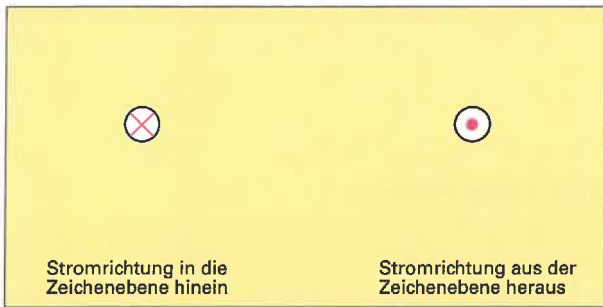


Bild 1: Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld

- Skizzieren Sie im **Bild 2** das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Leiterschleife (Windung).

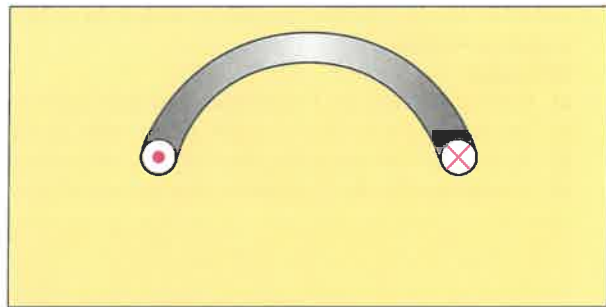


Bild 2: Magnetfeld einer Leiterschleife

- Tragen Sie in die Spule (**Bild 3**) ein:
 - das Magnetfeld um jeden geschnittenen dargestellten Leiter durch einer Feldlinie,
 - das resultierende Magnetfeld der Spule,
 - die Magnetpole der Spule.

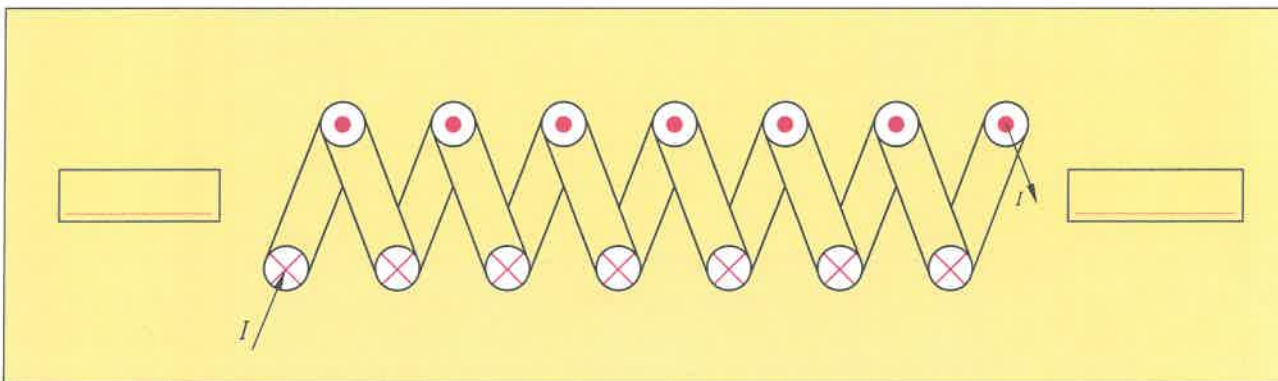


Bild 3: Magnetfeld einer Spule

- Worin unterscheidet sich die magnetische Wirkung von
 - einem langgestreckten Leiter und
 - einem zu einer Spule gewickelten Leiter, wenn beide von einem Strom gleicher Stärke durchflossen werden?

a) _____

b) _____

- Zeichnen Sie im Innern der stromdurchflossenen Ringspule den Verlauf des Magnetfeldes ein.

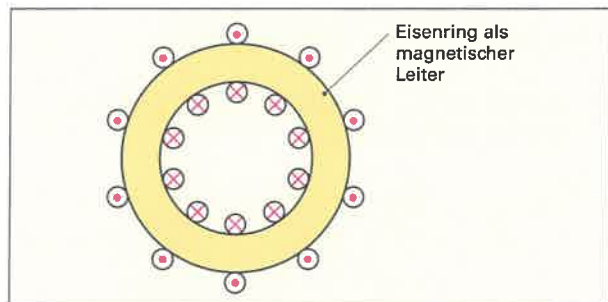


Bild 4: Ringspule

- Wie nennt man allgemein die geschlossene Form der magnetischen Feldlinien?



8. Tragen Sie die Stromrichtung in die Schnittdarstellung der bifilaren Spule (**Bild 1**) ein und erklären Sie, warum solche Spulen magnetisch unwirksam sind.

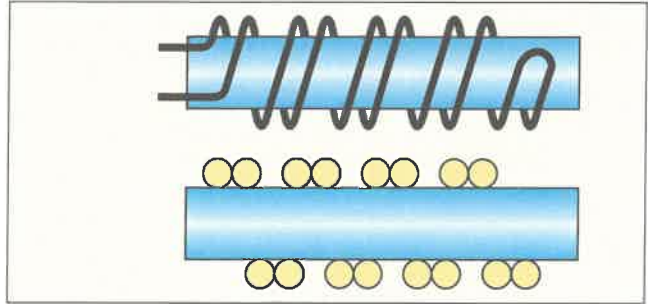


Bild 1: Bifilare Spule

9. Schalten Sie die beiden Spulen im **Bild 2** so in Reihe, dass die angegebenen Magnetpole entstehen und der Anker angezogen wird.

Hinweise:

- Bestimmen Sie die Feldlinienrichtung in jeder Spule.
- Legen Sie die Stromflussrichtung in jeder Spule fest.
- Verbinden Sie beide Spulen zur Reihenschaltung.
- Schließen Sie die Spannungsquelle an und beachten Sie die richtige Polung.

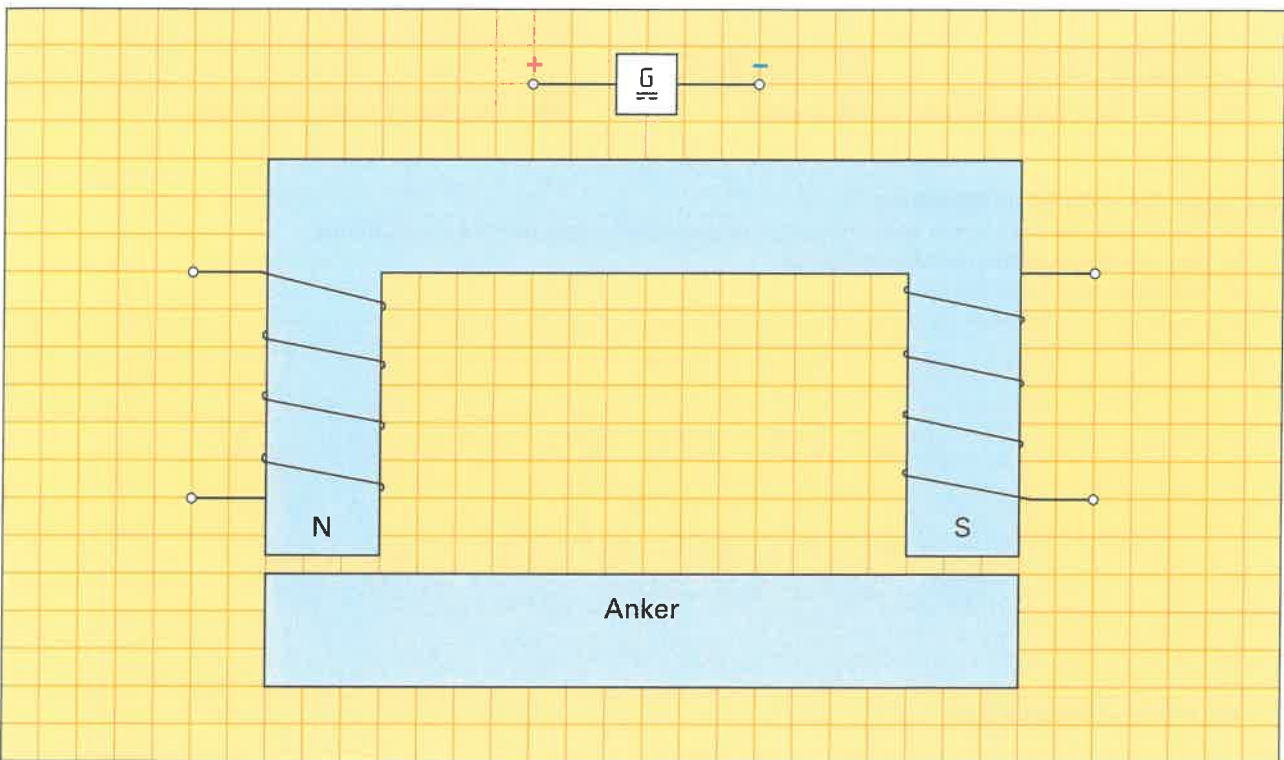


Bild 2: Elektromagnet

- Tragen Sie im **Bild 3** den Verlauf der Feldlinien des drehbaren Elektromagneten ein.
- Bestimmen Sie die Magnetpole.

11. Nennen Sie drei Vorteile der Elektromagneten gegenüber Dauermagneten.

- ---

- ---

- ---

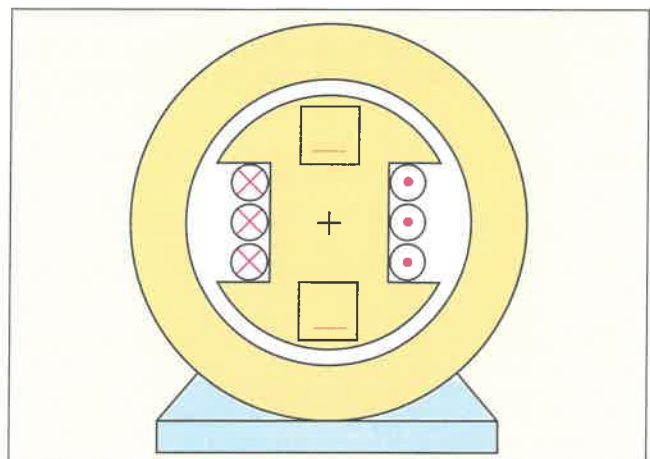


Bild 3: Elektromagnet in einer elektrischen Maschine



1. Was versteht man unter magnetischem Fluss?

2. Ergänzen Sie **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Magnetischer Fluss	
Formelzeichen	_____
Einheitenzeichen	_____
Einheitenname	_____

3. Nennen Sie die Formel für die Durchflutung einer Spule.

Durchflutung einer Spule: _____

5. Ergänzen Sie **Tabelle 2**.

Tabelle 2: Durchflutung	
Formelzeichen	_____
Einheitenzeichen	_____
Einheitenname	_____

6. Nennen Sie die Formel für die magnetische Feldstärke H .

magnetische Feldstärke H : _____

7. Berechnen Sie für **Bild 2** den notwendigen Spulenstrom, um eine magnetische Feldstärke von 4 A/cm im Eisenkern zu erreichen.

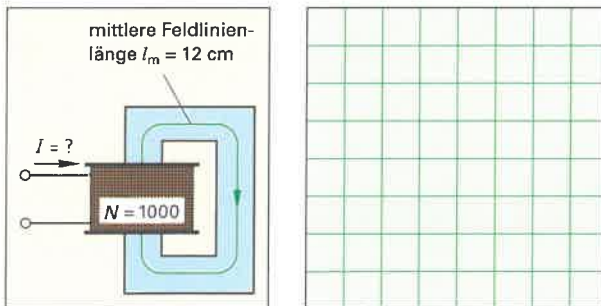


Bild 2: Spule mit Eisenkern

4. Die drei Luftspulen im **Bild 1** sollen magnetisch gleichwertig sein. Ergänzen Sie die notwendigen Stromstärken für die Spulen **b)** und **c)**.

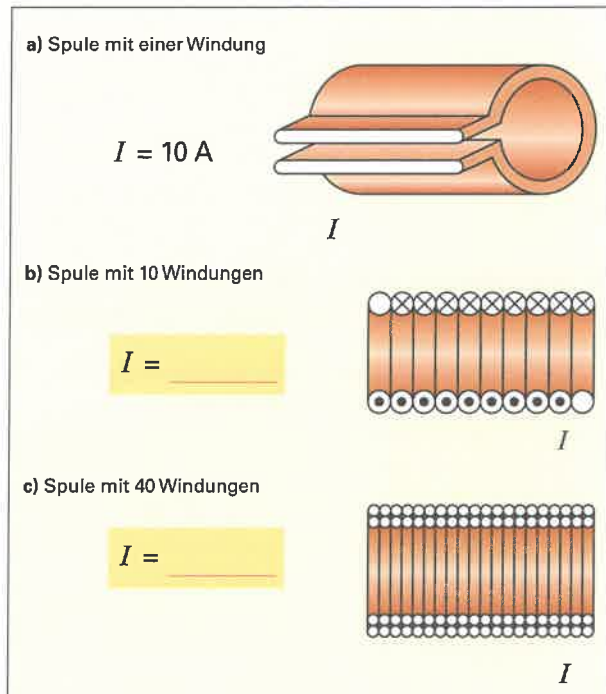


Bild 1: Durchflutung von Spulen

8. Nennen Sie die Formel für die magnetische Flussdichte B .

magnetische Flussdichte B : _____

9. Vergleichen Sie im **Bild 3** die magnetische Flussdichte in den beiden Querschnittsflächen.

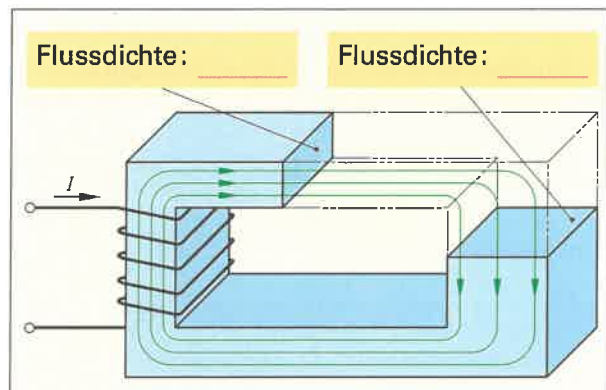


Bild 3: Magnetischer Kreis

10. Rechnen Sie die Beispiele mit der Einheit Vs/cm² in die Einheit Tesla um.

Umrechnung: $1 \text{ T} = 1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Vs}}{\text{cm}^2}$	
$[B] = \frac{\text{Vs}}{\text{cm}^2}$	$[B] = \text{T}$
Erdmagnetismus: $5 \cdot 10^{-9}$	_____
Pol am Dauermagnet: $5 \cdot 10^{-5}$	_____
Pol am Elektromagnet: $3 \cdot 10^{-4}$	_____



11. Ergänzen Sie in der **Tabelle** die Bezeichnungen zwischen Ursache und Wirkung der magnetischen Größen.

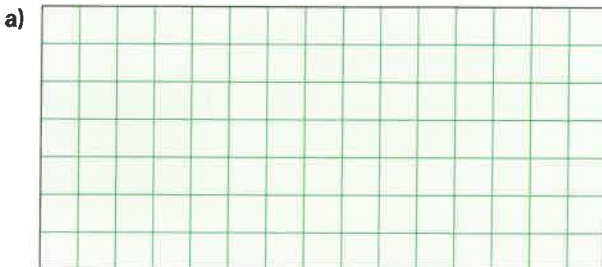
Tabelle: Ursache – Wirkung – Beziehung magnetischer Größen	
Ursache	→
	→ B
magnetische Feldstärke	→

12. Welcher Zusammenhang besteht zwischen der magnetischen Flussdichte und der magnetischen Feldstärke?

13. Wie wird aus der proportionalen Beziehung zwischen B und H ($B \sim H$) eine Gleichung bzw. Formel?

14. Eine Luftspule erzeugt durch eine magnetische Feldstärke von 200 A/m eine magnetische Flussdichte von $251,4 \cdot 10^{-6}$ Vs/m².

- a) Berechnen Sie das Zahlenverhältnis B zu H .
- b) Wie nennt man diesen Zahlenwert?



b)

15. Wie lautet für a) eine Luftspule und b) für eine Spule mit Eisenkern die Formel mit B und H ?

a) Luftspule	b) Spule mit Eisenkern
--------------	------------------------

16. Was versteht man unter der relativen Permeabilität μ_r eines Stoffes?

17. Welche Wirkung übt ein Eisenkern auf die magnetische Flussdichte im Innern einer stromdurchflossenen Spule aus?

18. Warum breitet sich der magnetische Fluss leichter im Eisen aus, als z. B. in Luft?

19. Das **Bild** zeigt einen Eisenring zwischen den Polen eines Magneten. Vervollständigen Sie das Feldlinienbild.

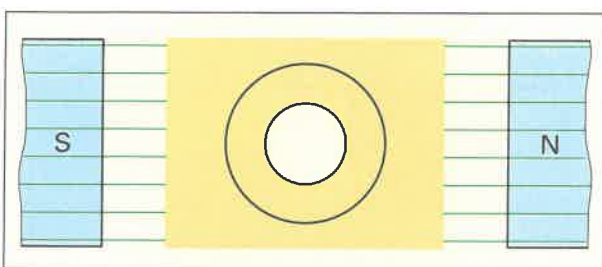


Bild: Eisen im Magnetfeld

20. Wie kann man das Einwirken fremder Magnetfelder auf z. B. empfindliche Messgeräte verhindern?



- Das **Bild 1** stellt den Verlauf der Abhängigkeit der magnetischen Flussdichte B von der Feldstärke H dar.
 - Geben Sie die Achsenbezeichnung für $B = f(H)$ an.
 - Tragen Sie den Verlauf der Kennlinien für eine Spule ohne Eisenkern (Luftspule) und für eine Spule mit Eisenkern ein.
 - Benennen Sie die beiden Kennlinien.

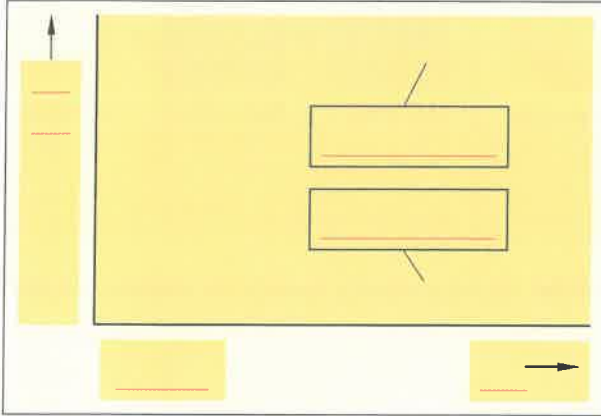


Bild 1: Magnetisierungskennlinien

- Tragen Sie in das **Bild 1** die notwendige magnetische Feldstärke (H_1) für eine wirtschaftliche Magnetisierung von Eisen mit der dazugehörigen magnetischen Flussdichte (B_1) ein.
- Welche Feststellung kann man am Eisen machen, wenn der Strom einer Spule mit Eisenkern abgeschaltet wird ($H = 0$)? Begründen Sie.

- Benennen Sie im **Bild 2** die magnetischen Kenngrößen an der Ummagnetisierungskennlinie für einen hartmagnetischen Werkstoff.
 - Zeichnen Sie in das **Bild 2** den Kennlinienverlauf für einen weichmagnetischen Werkstoff ein.

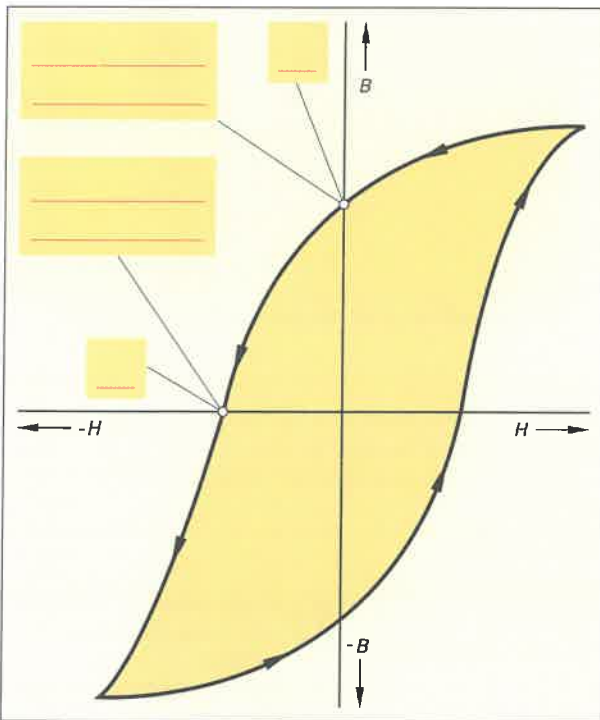


Bild 2: Ummagnetisierungskennlinien

- Ermitteln Sie das Produkt der Einheitenzeichen von magnetischer Flussdichte B und Feldstärke H .
 - Erklären Sie mithilfe des Ergebnisses von a) die Bedeutung der Flächengröße einer Ummagnetisierungskennlinie (**Bild 2**).

a) $[B \cdot H] = \text{---} = \text{---} = \text{---} = \text{---}$

b)

- Geben Sie in der **Tabelle 1** die Unterscheidungsmerkmale der Magnetwerkstoffe an. Benutzen Sie die Wörter „groß“ und „klein“.

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale der Magnetwerkstoffe		
	hartmagnetisch	weichmagnetisch
Koerzitivfeldstärke	<hr/>	<hr/>
Remanenzflussdichte	<hr/>	<hr/>
Hystereseverluste	<hr/>	<hr/>

- Kreuzen Sie in **Tabelle 2** an, welche Magnetwerkstoffe für die genannten Betriebsmittel verwendet werden.

Tabelle 2: Magnetwerkstoffe für elektrische Betriebsmittel					
Betriebsmittel	Fahrraddynamo	Schaltmagnet	Haftmagnet	Wechselstrommotor	Magnetische Abschirmung
weichmagnetisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hartmagnetisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



1. Mehrere gleichzeitig auftretende Magnetfelder überlagern sich und ergeben ein Gesamtfeld. Zeichnen Sie das magnetische Gesamtfeld in die **Tabelle** und entscheiden Sie, wie sich die Überlagerung der Magnetfelder auf die magnetische Flussdichte des Gesamtfeldes auswirkt.

Tabelle: Überlagerung zweier Magnetfelder		
Magnetfelder	gleichgerichtet	entgegengerichtet
Feldlinienbilder Hinweis: Die Anzahl der Feldlinien entspricht der magnetischen Flussdichte B	 Magnetfeld 1 Magnetfeld 2 Gesamtfeld	 Magnetfeld 1 Magnetfeld 2 Gesamtfeld
Magnetische Flussdichte B des Gesamtfeldes wird		

2. Was geschieht, wenn durch Überlagerung zweier Magnetfelder die magnetische Flussdichte ungleich verteilt ist? Begründen Sie Ihre Antwort.

3. a) Zeichnen Sie in den **Bildern 1** und **2** den Verlauf der magnetischen Feldlinien für beide stromdurchflossene parallele Leiter ein.
 b) Tragen Sie in den Bildern die entstehende Richtung der Kraft ein.

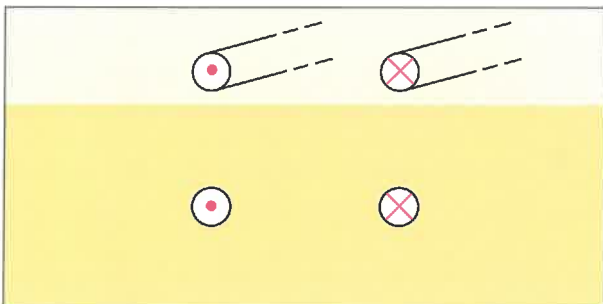


Bild 1: Parallele Leiter mit entgegengesetzter Stromrichtung

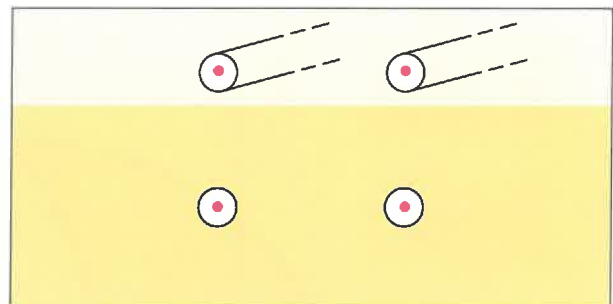


Bild 2: Parallele Leiter mit gleicher Stromrichtung



Die Kräfte zwischen zwei parallelen Leitern sind bei normalen Betriebsströmen unbedeutend. Im Kurzschlussfall können diese Kräfte aber Zerstörungen bewirken. Besonders gefährdet sind Generatoren- und Transformatorenwicklungen, Kabel und Leitungen, Schaltanlagen sowie elektrische Geräte. Elektrische Betriebsmittel und Anlagen müssen **kurzschlussfest** sein!

4. Berechnen Sie die entstehende Kraft pro Meter Freileitungslänge in einem 400-V-Netz, wenn in zwei parallelen Leitern, die 40 cm voneinander entfernt sind, ein Kurzschlussstrom von 20 kA fließt. Schreiben Sie einen Antwortsatz.
Hinweis: $1 \text{ Ws/m} = 1 \text{ N}$.

Geg.:	
Ges.:	
Lösung:	

Antwortsatz: _____



Kraft zwischen parallelen stromdurchflossenen Leitern

Formel:
$$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

F Kraft in N
 μ_0 magnetische Feldkonstante in Vs/Am
 I_1, I_2 Leiterstromstärken in A
 l Leiterlänge im Magnetfeld in m
 r Leiterabstand in m



5. a) Zeichnen Sie im **Bild 1** und **2** das entstehende Gesamtmagnetfeld ein.
 b) Tragen Sie Richtungspfeile für die Kraftwirkung auf die stromdurchflossenen Leiter ein.

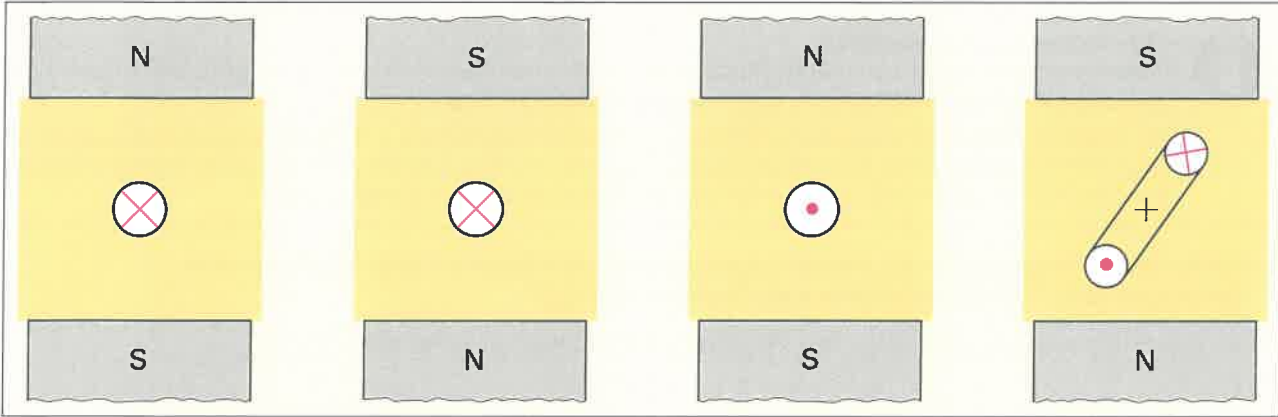


Bild 1: Stromdurchflossene Leiter und Leiterschleife im Magnetfeld eines Dauermagneten

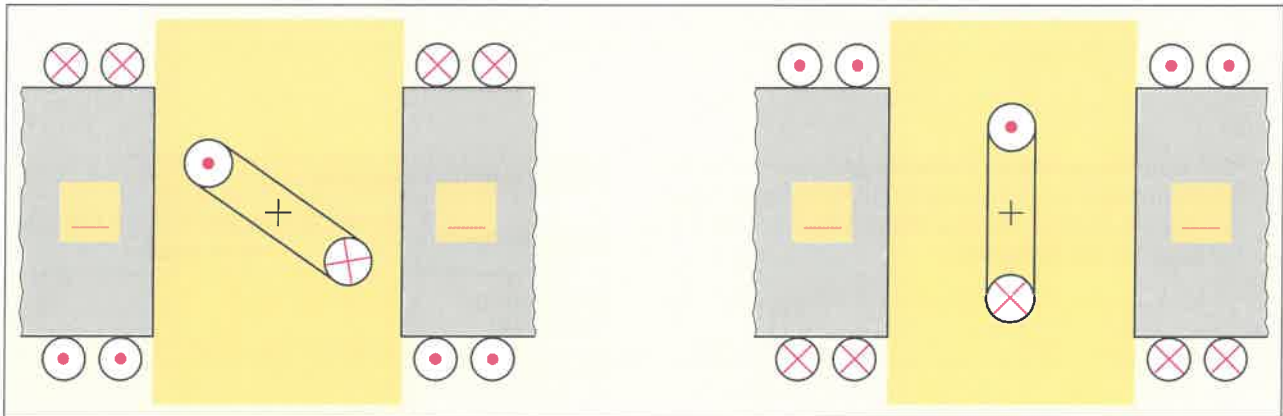


Bild 2: Stromdurchflossene Leiterschleife im Magnetfeld eines Elektromagneten

6. Von welchen zwei Ursachen wird die Richtung der Ablenkkraft bestimmt? 7. Nennen Sie drei Einflussgrößen, welche die Kraft auf den stromdurchflossenen Leiter verstärken.

- _____
- _____

- _____
- _____
- _____

8. Wie lautet die Formel zur Berechnung der Ablenkkraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld?

9. Entwickeln Sie mithilfe der Formel für die Ablenkkraft (**Aufgabe 8**) die Einheit der Kraft in N (Newton).
Hinweis: Verwenden Sie die entsprechenden Einheitenzeichen für I , B und l .

$[F] =$ _____ N

10. Durch einen Leiter fließt ein Strom von 5 A. Er befindet sich im Feld eines Magneten mit der magnetischen Flussdichte 3 Tesla. Die wirksame Leiterlänge beträgt 20 mm. Berechnen Sie die Kraft auf den Leiter.

Geg.:	Lösung:
Ges.:	

11. Stellen Sie die Formel von **Aufgabe 8** nach a) der Stromstärke, b) der Magnetflussdichte und c) nach der wirksamen Leiterlänge im Magnetfeld um.

a)	b)	c)
----	----	----



Allgemeines Induktionsgesetz:

Immer wenn sich der magnetische Fluss Φ innerhalb einer Leiterschleife oder Spule ändert, wird eine Spannung in dieser Leiterschleife oder Spule induziert (erzeugt).

Der Induktionsvorgang wird besonders bei elektrischen Maschinen, z. B. Motoren und Generatoren genutzt. Die Besonderheiten des elektrischen Verhaltens von Bauelementen im Wechselstromkreis gegenüber dem Gleichstromkreis lassen sich mit dem Induktionsvorgang begründen.

1. Geben Sie fünf Möglichkeiten an, um den magnetischen Fluss Φ innerhalb einer Spule zu ändern. Der magnetische Fluss Φ ändert sich in einer Spule, wenn ...

1. die Stromstärke und/oder die Richtung des Gleichstroms sich ändert,

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

2. Man kann die einzelnen Entstehungsursachen für eine Induktionsspannung in zwei Induktionsarten zusammenfassen. Ordnen Sie Ihre Möglichkeiten 1 bis 5 aus Aufgabe 1 in die Tabelle ein.

Tabelle: Induktionsarten	
Induktionsart	Nr. der Möglichkeit (nach Aufgabe 1) Φ zu ändern
Bewegungs-induktion	_____
Ruhe-induktion	_____

3. Wie lautet die allgemeine Formel des Induktionsgesetzes?

Induktionsspannung: _____



Das Minuszeichen im Induktionsgesetz berücksichtigt die lenzsche Regel.

4. Berechnen Sie die Induktionsspannung U_i in einer Spule mit 1000 Windungen, wenn sich der magnetische Fluss Φ im Zeitabschnitt Δt_2 zwischen 3 ms und 5 ms (Bild) ändert.

Geg.: _____

Ges.: _____

Lösung: _____

Antwortsatz: _____

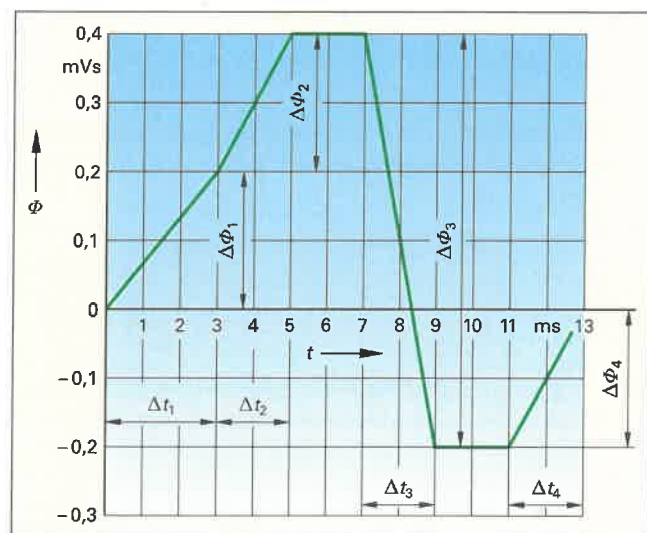


Bild: Magnetflussänderung $\Phi = f(t)$

5. Erklären Sie, was die lenzsche Regel aussagt.



Für die Ausführung eines Elektroinstallationsauftrages werden Schaltungsunterlagen benötigt. Zuerst muss festgelegt werden, welche elektrischen Betriebsmittel der Kunde benötigt und wo die Betriebsmittel montiert werden sollen. Dazu werden die geforderten Betriebsmittel, z. B. Steckdosen, in den Grundrissplan einer Wohnung eingezeichnet. Dadurch entsteht der Installationschaltplan (Bild). Aus dem Installationsschaltplan können weitere Pläne, z. B. Stromlaufpläne, erstellt werden. Wichtig dabei ist eine normgemäße Darstellung der Schaltungsunterlagen, damit die Pläne auch von Dritten richtig gelesen und verstanden werden können.

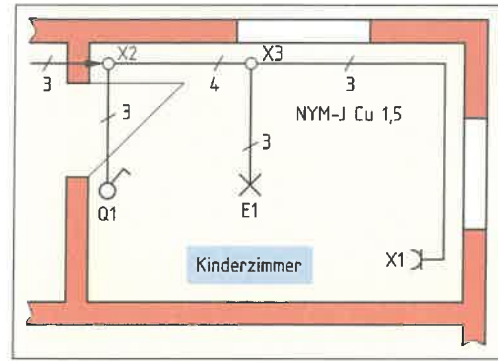


Bild: Installationsschaltplan

1. Ergänzen Sie die Übersicht der verschiedenen Schaltplanarten für eine Elektroinstallation.

Schaltpläne

Einpolige Darstellungen:

- Übersichtsschaltplan
- _____
- _____

Allpolige Darstellungen:

- _____
- _____
- Geräteverdrahtungsplan
- Funktionsschaltplan

2. Geben Sie die fehlenden Kennbuchstaben der beschriebenen Betriebsmittel (Tabelle) an.

Tabelle: Kennbuchstaben von Betriebsmitteln in Schaltplänen (nach DIN EN 61346 Teil 2, Auszug)

Kennbuchstabe	Zweck des Betriebsmittels (Objekts)	Beispiele	Kennbuchstabe	Zweck des Betriebsmittels (Objekts)	Beispiele
A	Zwei oder mehr Zwecke, jedoch kein Hauptzweck erkennbar	Sensordisplay, Touch-Screen		Darstellung von Information	Meldeleuchte, Messgerät, LED, Lautsprecher
	Umwandlung einer Eingangsvariablen in ein zur Weiterverarbeitung bestimmtes Signal	Messwandler, Sensor, Thermistor-Schutzrichtung (Motorschutz)		Kontrolliertes Schalten eines Energie-, Signal- oder Materialflusses	Leistungsschalter, Lastschütz, Triac, Leistungstransistor, Thyristor, IGBT
C	Speichern von Energie, Information oder Material	Kondensator, Festplatte, RAM, ROM		Begrenzung oder Stabilisierung von Energie-, Informations- oder Materialfluss	Diode, Widerstand, Drosselspule, Begrenzer, Diac
	Bereitstellen von Strahlung oder Wärmeenergie	Leuchte, Heizung, Laser, Glühlampe		Umwandeln einer manuellen Betätigung in ein Signal	Steuerschalter, Wahlschalter
	Direkter Schutz eines Energie- oder Signalflusses vor gefährlichen Zuständen, einschließlich Systemen für Schutzzwecke	Sicherung, LS-Schalter, thermisches Überlastrelais		Umwandlung von Energie oder Information unter Beibehaltung der Energieart oder des Informationsgehalts	Verstärker, Messumformer, Gleichrichter, AC-DC-Umsetzer, Transformator
	Erzeugen eines Energie-, Material- oder Signalflusses zur Verwendung als Informationsträger	Signalgenerator, Generator, Solarzelle, Batterie		Halten von Objekten in definierter Lage	Isolator, Kabeltraggvorrichtung
	Verarbeitung, Empfang und Bereitstellung von Signalen, jedoch nicht für Schutzzwecke	Relais, Hilfsschütz, Zeitrelais, Binärelement, Transistor	V	Verarbeitung von Materialien	Rauchgasfilter
	Bereitstellen von mechanischer Energie für Antriebszwecke	Betätigungsspule, Elektromotor		Leiten oder Führen von Energie, Materialien oder Signalen	Sammelschiene, Informationsbus
			X	Verbinden von Objekten	Klemme, Steckdose

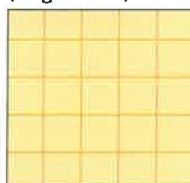
Die Kennbuchstaben D, H, J, Y und Z sind für spätere Normung reserviert, I und O sind wegen Verwechslungsgefahr mit 1 und 0 nicht anwendbar.

3. a) Zeichnen Sie die fehlenden Symbole und b) ergänzen Sie die Symbole für die Legende des Stromlaufplans.

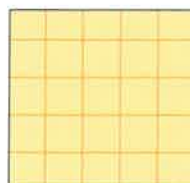
a) Schalter (handbetätigt):



Leuchte (allgemein):



Schutzkontakt-Steckdose:



b)

Legende für den Stromlaufplan

Kennzeichen für N-Leiter



Kennzeichen für PEN-Leiter



Kennzeichen für PE- und PB-Leiter





4. Welche Installationsschaltung für die Beleuchtung ist für die Umsetzung des Planes im Installationsschaltplan (**Bild, Seite 62**) notwendig?

5. Ergänzen Sie den Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung (**Bild 1**).

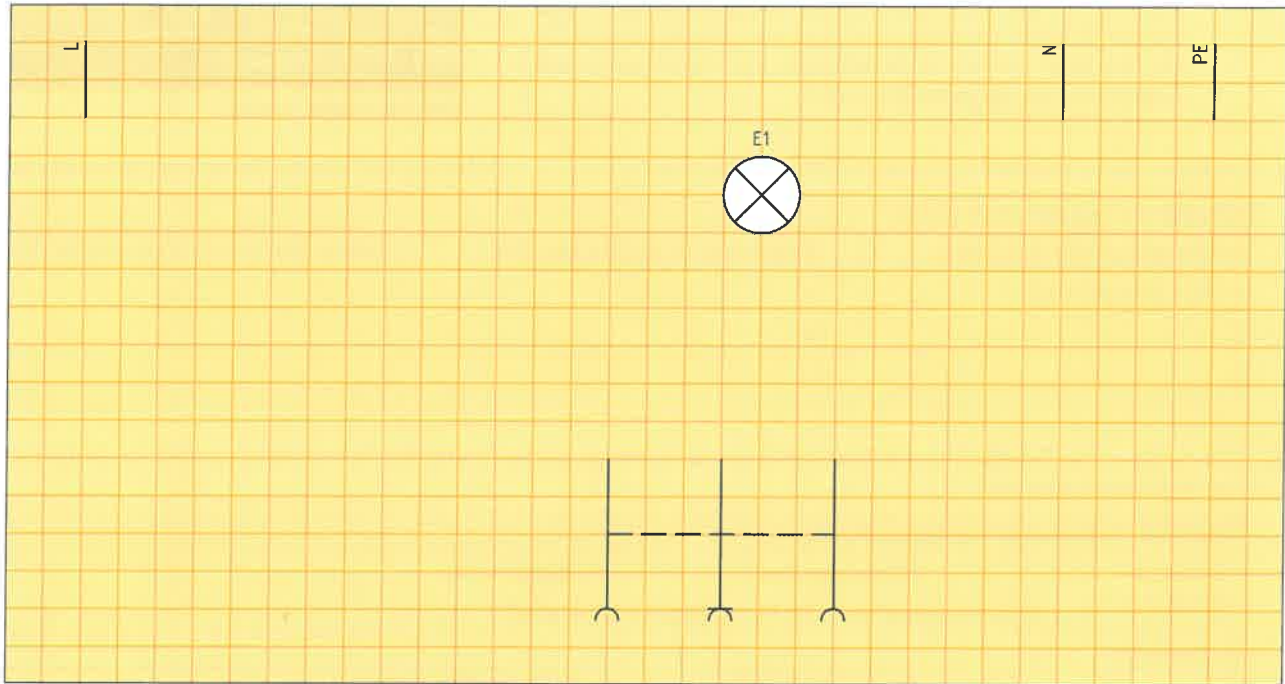


Bild 1: Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

6. Ergänzen Sie für **Bild 1** den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung (**Bild 2**).

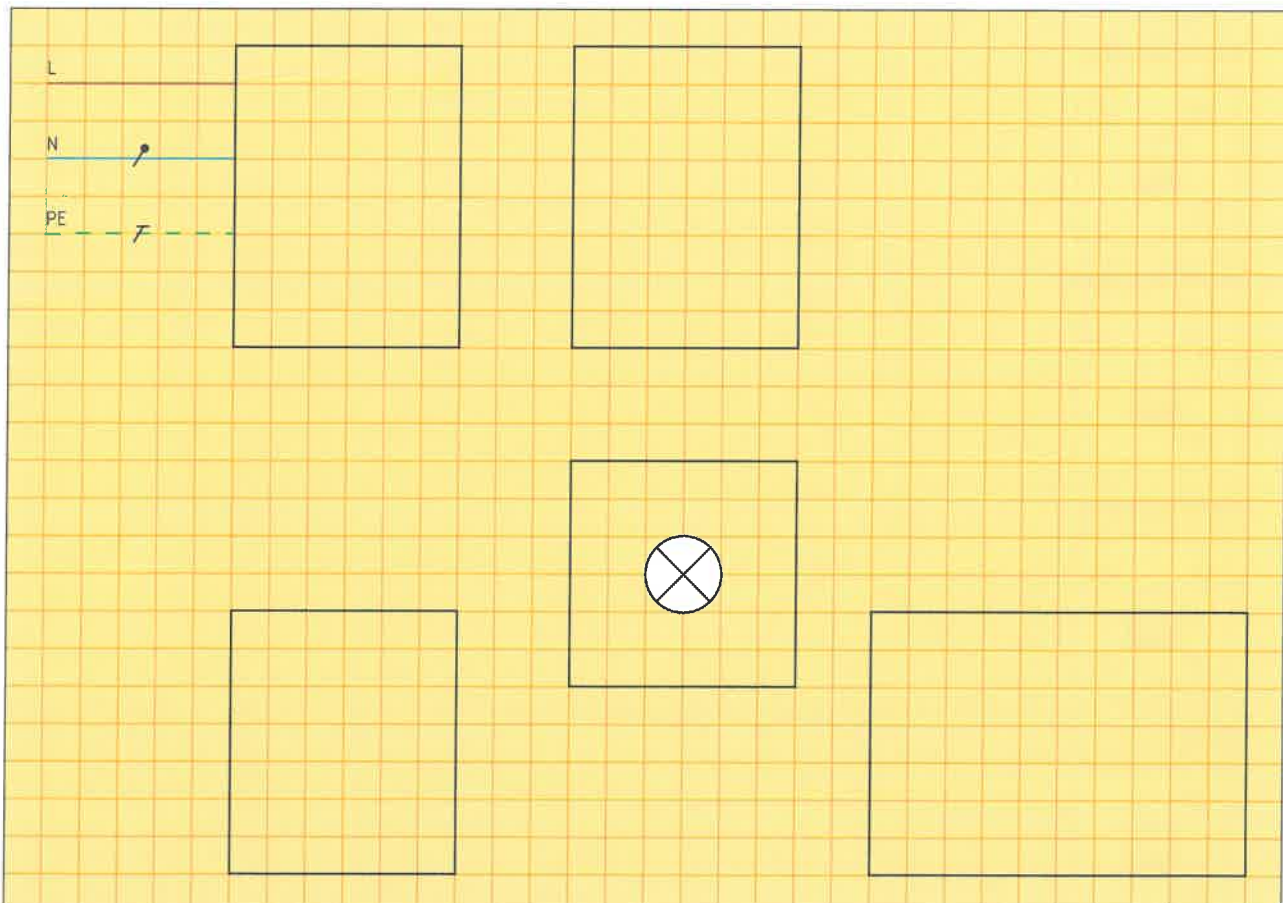


Bild 2: Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



Das Schalten von Raumbeleuchtungen (**Bild**) kann unterschiedlich umgesetzt werden. In Abhängigkeit von der Anzahl der Schaltstellen zum Ein- und Ausschalten der Lampen muss die richtige Lampenschaltung ausgewählt werden. Für die benötigte Lampenschaltung wird ein passender Schalter benötigt, der bestimmt werden muss. Dieser Schalter muss im Schaltplan mit dem genormten Schaltzeichen dargestellt werden.



Bild: Raumbeleuchtung

1. Ergänzen Sie in **Tabelle 1** die verschiedenen Lampenschaltungen in Abhängigkeit von der Anzahl der Schaltstellen.

Tabelle 1: Lampenschaltungen		
Schaltungen mit einer Schaltstelle:	Schaltungen mit zwei Schaltstellen:	Schaltungen mit mehr als zwei Schaltstellen:
<ul style="list-style-type: none"> Ausschaltung _____ _____ 	<ul style="list-style-type: none"> _____ _____ 	<ul style="list-style-type: none"> _____ _____ _____

2. Geben Sie in der **Tabelle 2 a)** die Schaltzeichen der Schalter, **b)** die Anzahl der Schaltstellen und **c)** die Aufgabe der Installationsschalter an.

Tabelle 2: Schalter für Lampenschaltungen			
• Schalter- bezeichnung	• Schaltzeichen		• Schaltstellen • Aufgabe
	für Installationspläne	für Stromlaufpläne	
Ausschalter			
			<ul style="list-style-type: none"> 1 Schaltstelle Ein- und Ausschalten eines Verbrauchers, z.B. einer Leuchte
Serienschalter			
Wechselschalter			
Kreuzschalter			
Taster			



3. Worin besteht der Unterschied im Aufbau einer Wechselschaltung und einer Sparwechselschaltung?

4. Welchen besonderen Vorteil hat die Sparwechselschaltung?

5. Vervollständigen Sie den aufgelösten Stromlaufplan (**Bild 1**) einer a) Wechselschaltung mit Schalterbeleuchtung und b) Sparwechselschaltung mit Steckdose.

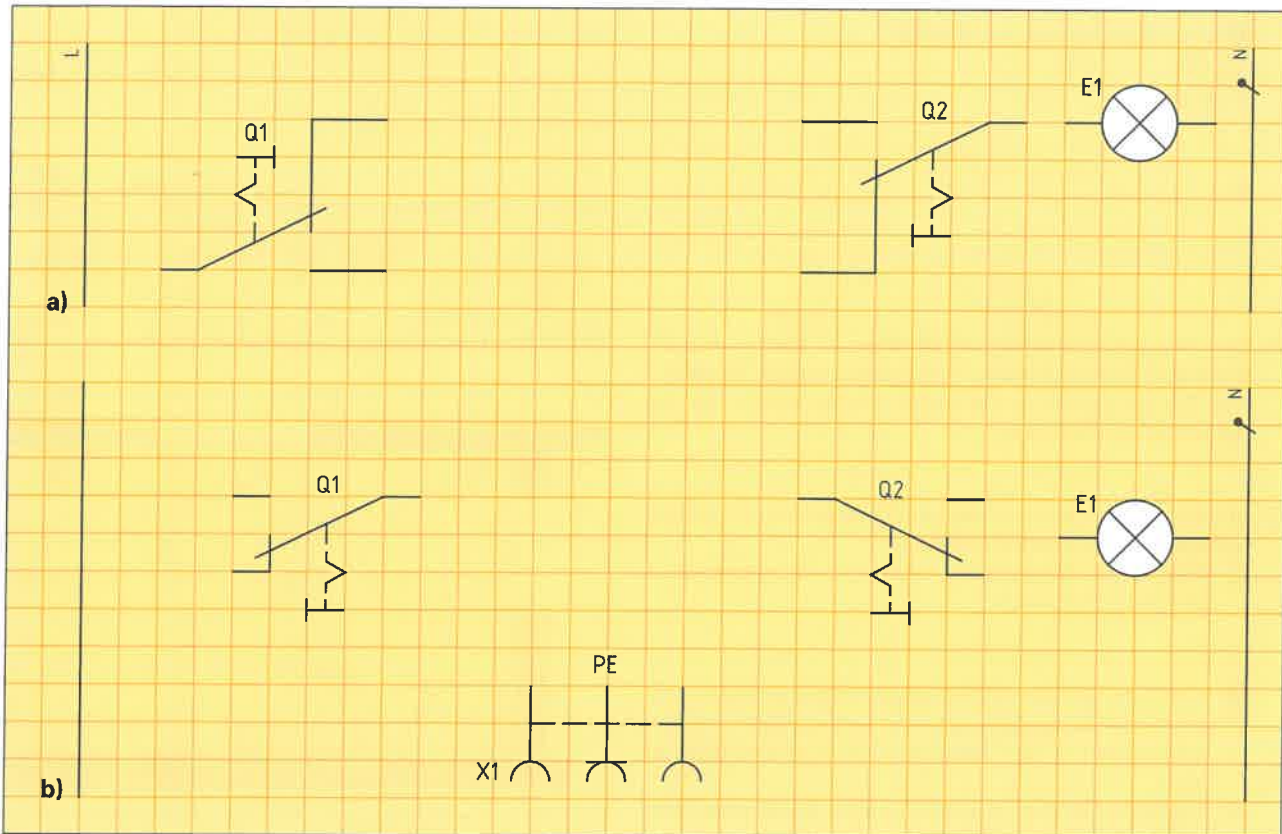


Bild 1: Stromlaufplan einer Wechselschaltung

6. 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

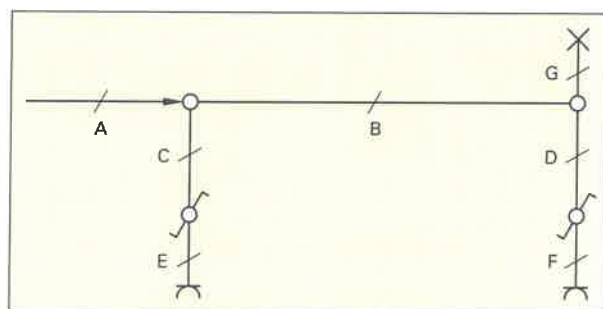


Bild 2: Übersichtsschaltplan einer Wechselschaltung

Tabelle: Aderzahlen einer Wechsel- und Sparwechselschaltung

Schaltung	A	B	C	D	E	F	G
a) Wechselschaltung							
b) Sparwechselschaltung							



Installationsschaltungen sind grundlegende Schaltungen, z. B. Lampenschaltungen, Schaltungen mit Meldeleuchten, Stromstoßschaltungen oder Schaltungen mit Infrarot-Bewegungsmelder. Bei der Planung einer Elektroanlage müssen in Abhängigkeit von den Anforderungen die notwendigen Installationsschaltungen ausgewählt werden. Für die Umsetzung von Installationsschaltungen werden elektrische Betriebsmittel (**Bild 1**) benötigt.



Bild 1: Betriebsmittel für Installationsschaltungen (Beispiele)

1. In einem Schalter, z. B. Ausschalter, können Lampen zur Schalterbeleuchtung oder Betriebszustandsanzeige eingebaut werden. In welchem Betriebszustand eines Schalters leuchtet

- a) eine Schalterbeleuchtung und
- b) eine Betriebszustandsanzeige?

a) _____

b) _____

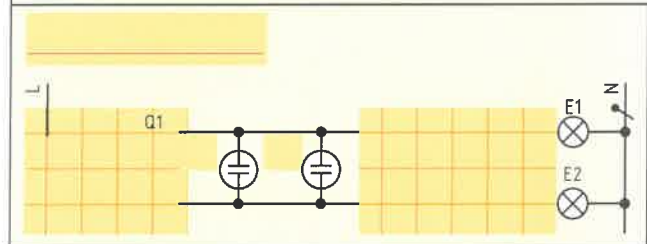
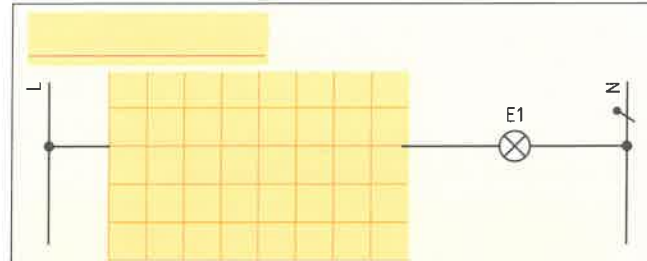


Bild 2: Lampenschaltungen mit Schalterbeleuchtung

2. Bei den Lampenschaltungen (**Bild 2**) sollen jeweils Schalter mit Beleuchtung verwendet werden. Bezeichnen Sie die Lampenschaltungen und ergänzen Sie die beiden Stromlaufpläne.

3. In einem Raum sollen zwei Leuchten einzeln von einer Schaltstelle geschaltet werden.

a) Wie ist die Bezeichnung für die dazu notwendige Lampenschaltung?

b) Zeichnen Sie die notwendigen Betriebsmittel und die Verbindungsleitungen mit den entsprechenden Aderzahlen in den Installationsschaltplan (**Bild 3**) ein.

c) Ergänzen Sie den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung (**Bild 4**).

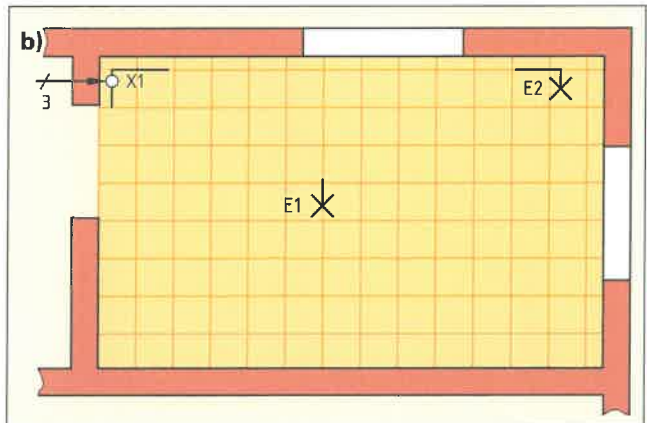


Bild 3: Installationsschaltplan

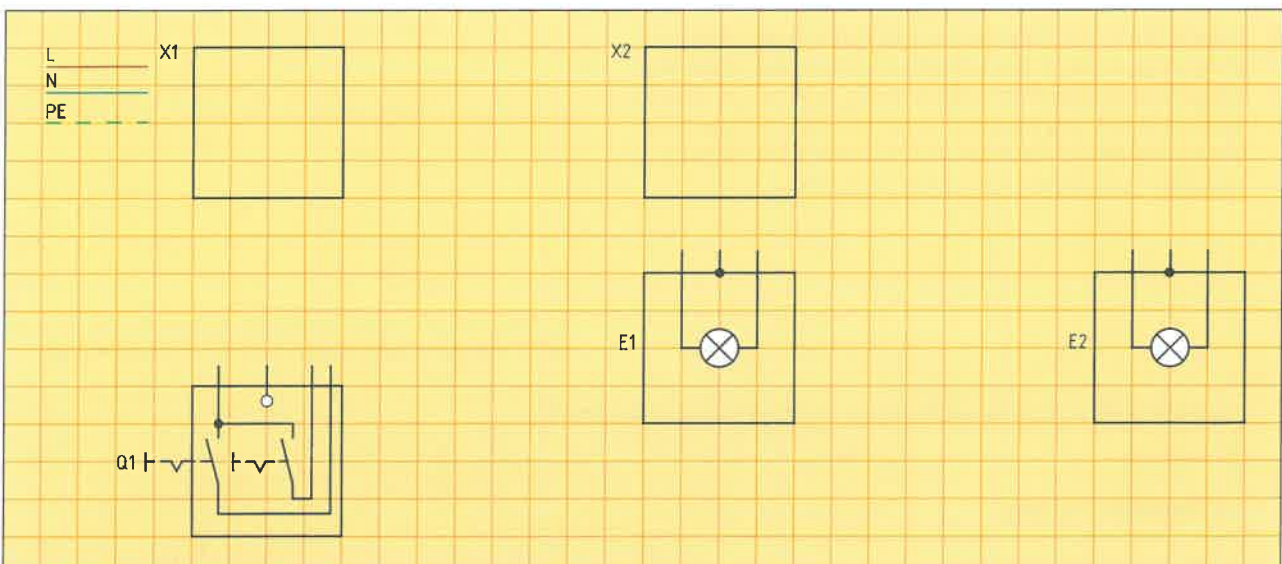


Bild 4: Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



4. Eine Flurbeleuchtung soll von 2 Schaltstellen mit Tastern ein- und ausgeschaltet werden können.
- Wie ist die Bezeichnung für die dazu notwendige Installationsschaltung?
 - Zeichnen Sie die notwendigen Betriebsmittel und die Verbindungsleitungen mit den entsprechenden Aderzahlen in den Installationsschaltplan (**Bild 1**) ein.
 - Erklären Sie die Funktion des dazu notwendigen Stromstoßschalters (**Bild 2**) und ergänzen Sie den Stromlaufplan (**Bild 2**).

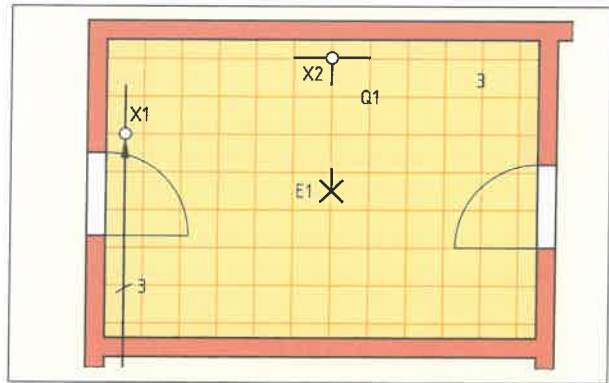



Bild 1: Installationsschaltplan



Schaltzeichen Stromstoßschalter	
Übersichtsschaltplan	Stromlaufplan
Technische Daten Schaltkontakte: AC 250 V, 16 A Spulenspannung: AC 230 V	

Funktion:

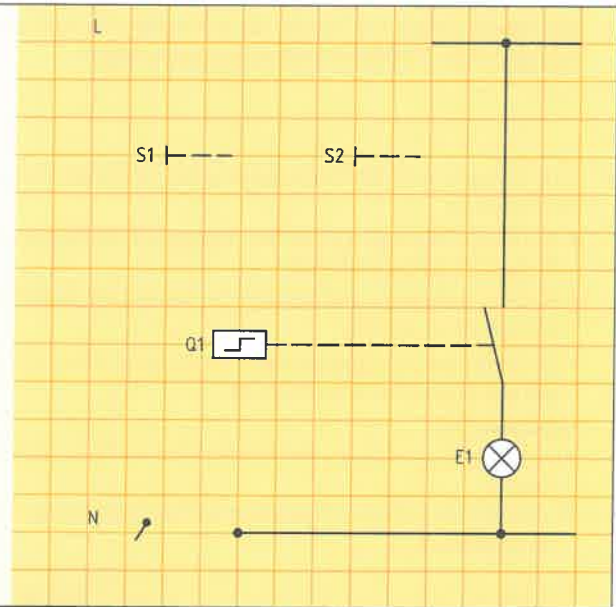


Bild 2: Stromlaufplan für Stromstoßschaltung in zusammenhängender Darstellung

5. Für eine Außenbeleuchtung soll ein Infrarot-Bewegungsmelder (**Bild 1, Seite 66, und Bild 3**) eingesetzt werden. Das Außenlicht soll zusätzlich von zwei Tastern ein- und ausgeschaltet werden können. Ergänzen Sie den Stromlaufplan (**Bild 4**).

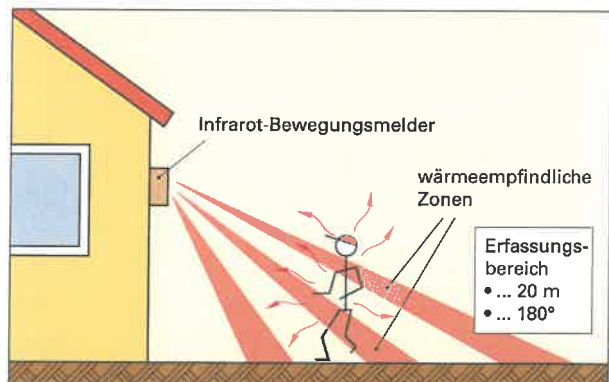


Bild 3: Erfassungsbereich des IR-Bewegungsmelders

6. Welche drei Einstellungen müssen nach der Installation des IR-Bewegungsmelders durchgeführt werden.

- _____
- _____
- _____

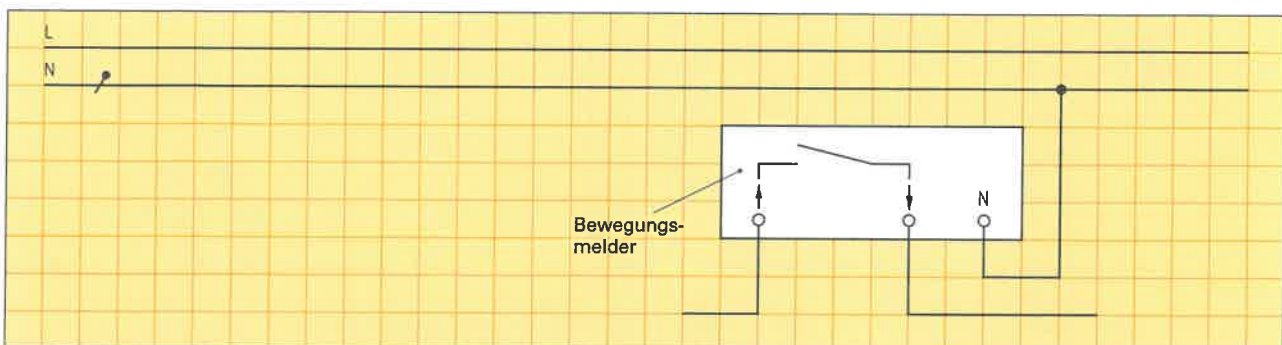


Bild 4: Stromlaufplan für Installationsschaltung mit IR-Bewegungsmelder



Klingel- und Türöffneranlagen sind in fast allen Wohngebäuden anzutreffen. Meistens können sowohl die Klingel als auch der Türöffner von mehreren Orten aus bedient werden.

1. Der Übersichtsschaltplan im **Bild 1** (Kennbuchstaben der Betriebsmittel fehlen) zeigt eine Klingel- und Türöffneranlage für ein Gebäude mit zwei Wohnungen. Ergänzen Sie die **Tabelle** mit allen notwendigen Bestandteilen einer Klingel- und Türöffneranlage. Tragen Sie anschließend die entsprechenden Kennbuchstaben in **Bild 1** ein.

2. Wie werden mehrere Taster, die die gleiche Klingel bzw. den gleichen Türöffner ansteuern, geschaltet?

3. Eine Klingel- und Türöffneranlage soll folgende Aufgaben erfüllen:

- S1 (Hauseingang) und S3 (Wohnungstür) betätigen die Klingel P1 (Erdgeschoss),
- S2 (Hauseingang) und S4 (Wohnungstür) betätigen die Klingel P2 (1. Etage),
- S5 (Wohnung Erdgeschoss) und S6 (Wohnung 1. Etage) betätigen den Türöffner M.

Ergänzen Sie

- die Kennbuchstaben im Übersichtsschaltplan (**Bild 1**) und
- den Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung (**Bild 2**).

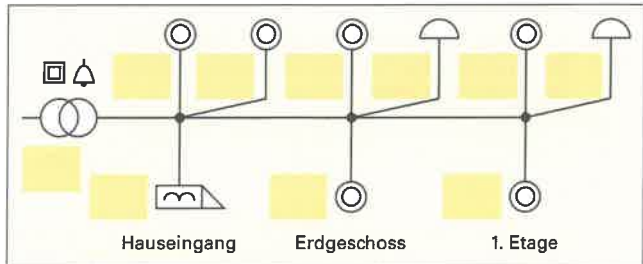


Bild 1: Übersichtsschaltplan

Tabelle: Bestandteile einer Klingel- und Türöffneranlage

Schaltzeichen	Betriebsmittel	Kennbuchstabe
	Klingeltransformator	T

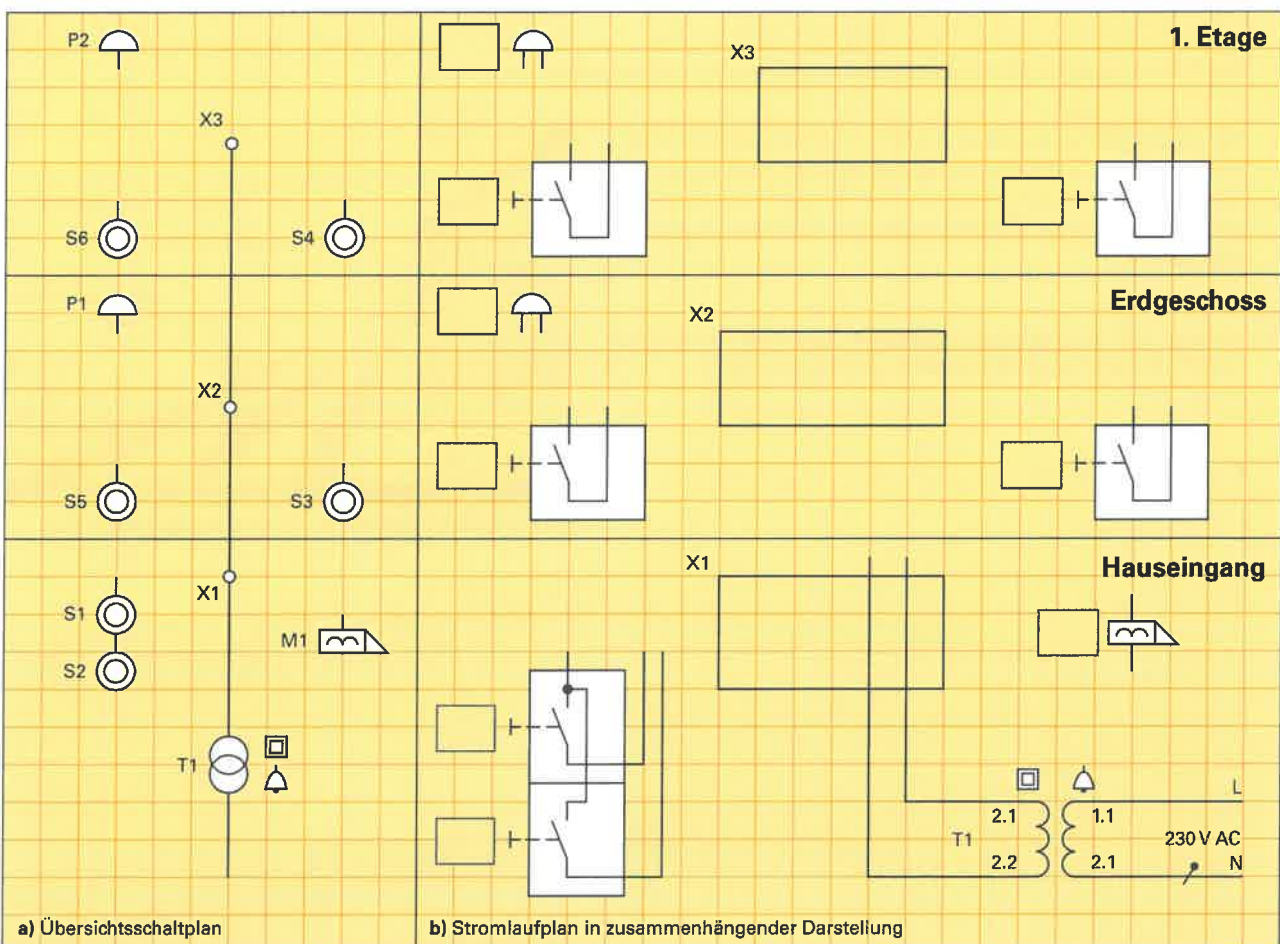


Bild 2: Klingel- und Türöffneranlage für zwei Wohnungen



In der Steuerungstechnik werden elektromagnetische Schalter (**Bild 1**) benötigt. Damit kann man in einem Steuerstromkreis mit einem kleinen Steuerstrom von z.B. 100 mA einen großen Laststrom von z.B. 25 A in einem Hauptstromkreis schalten. In Abhängigkeit von der Größe des geschalteten Stromes kommen dabei entweder Schütze oder Relais zum Einsatz. Für die praktische Anwendung von elektromagnetischen Schaltern sollte deren prinzipieller Aufbau und vor allem die genormten Anschlussbezeichnungen bekannt sein.

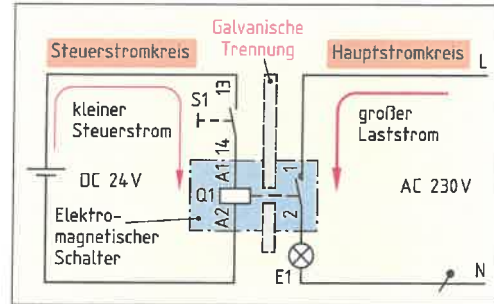


Bild 1: Elektromagnetischer Schalter

1. a) Benennen Sie die in **Bild 2 a** nummerierten Teile des Schützes und b) ergänzen Sie die Anschlussbezeichnungen in **Bild 2 b**.
- c) Welche Aufgabe hat der im Eisenkern eingebrachte Kurzschlussring (Ziffer 4) zu erfüllen?

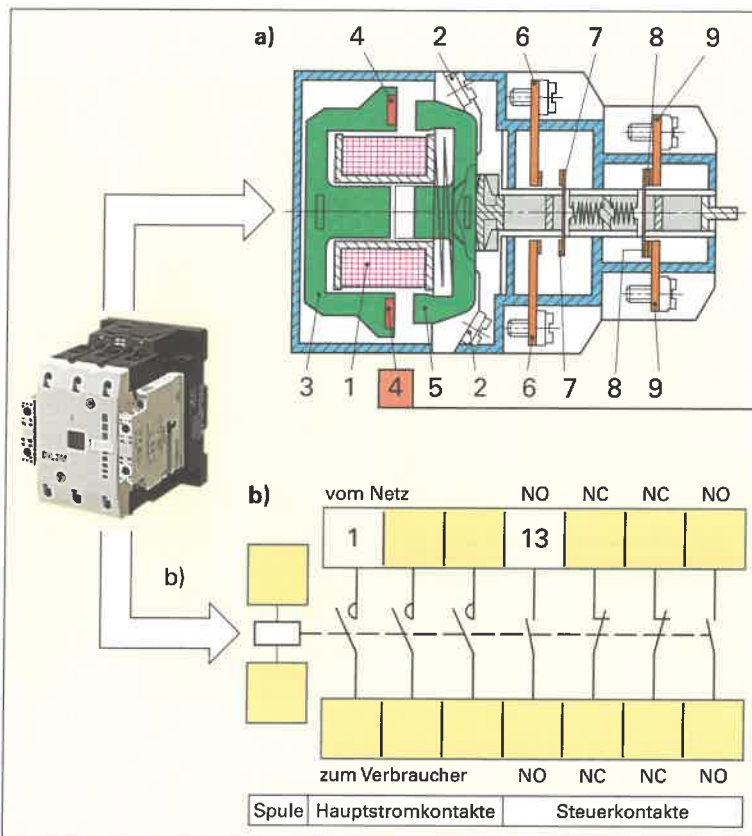


Bild 2: Schaltzeichen und Anschlüsse eines Schützes

- a) 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____
- 8 _____
- 9 _____

c) _____

2. Zeichnen Sie im **Bild 3** die Leitungen und Kontakte des Steuerstromkreises rot nach.

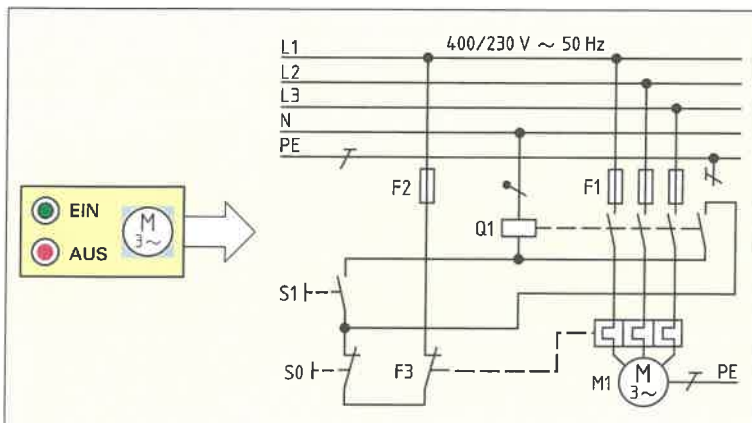


Bild 3: Schützenschaltung

3. Nennen Sie Vorteile für die Anwendungen von Schaltungen mit Schützen.

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____



4. Benennen Sie die in **Bild 1** nummerierten Teile des Relais.

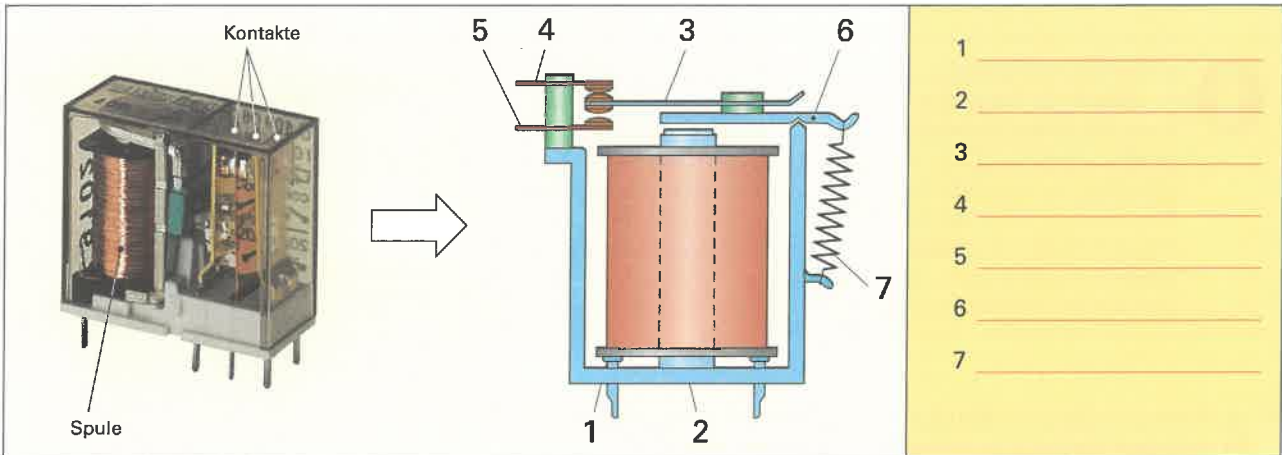


Bild 1: Aufbau eines Relais

1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____
 5 _____
 6 _____
 7 _____

5. a) Benennen Sie die nummerierten Teile des Zungenkontaktrelais (**Bild 2**).
 b) Bestimmen Sie die Magnetpole der beiden Kontaktzungen, wenn durch die Spule Gleichstrom fließt.

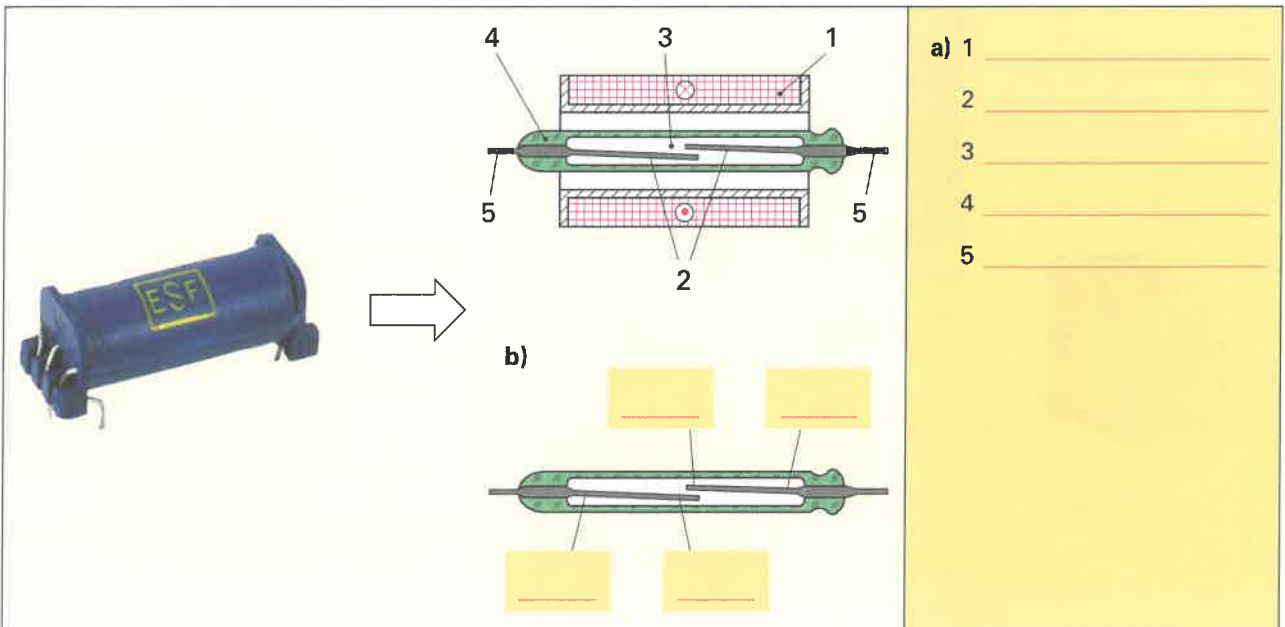


Bild 2: Zungenkontaktrelais (Reedrelais)

a) 1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____
 5 _____

b) _____

6. Was geschieht, wenn durch die Spule des Zungenkontaktrelais (**Bild 2**) Wechselstrom fließt?

7. Nennen Sie gemeinsame und unterschiedliche Merkmale von Schütz und Relais (**Tabelle**).

Tabelle: Merkmale für Schütze und Relais		
	Schütz	Relais
Gemeinsame Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> _____ _____ 	
Unterschiedliche Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> _____ _____ _____ 	<ul style="list-style-type: none"> _____ _____ _____



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.

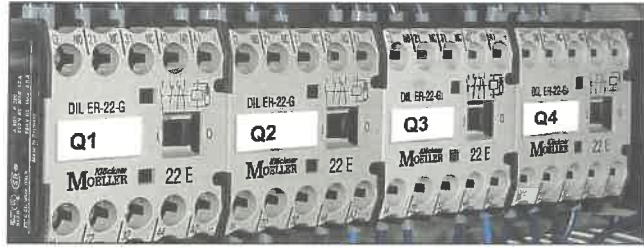


Bild 1: Steuerung mit Schützschaltung

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



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.

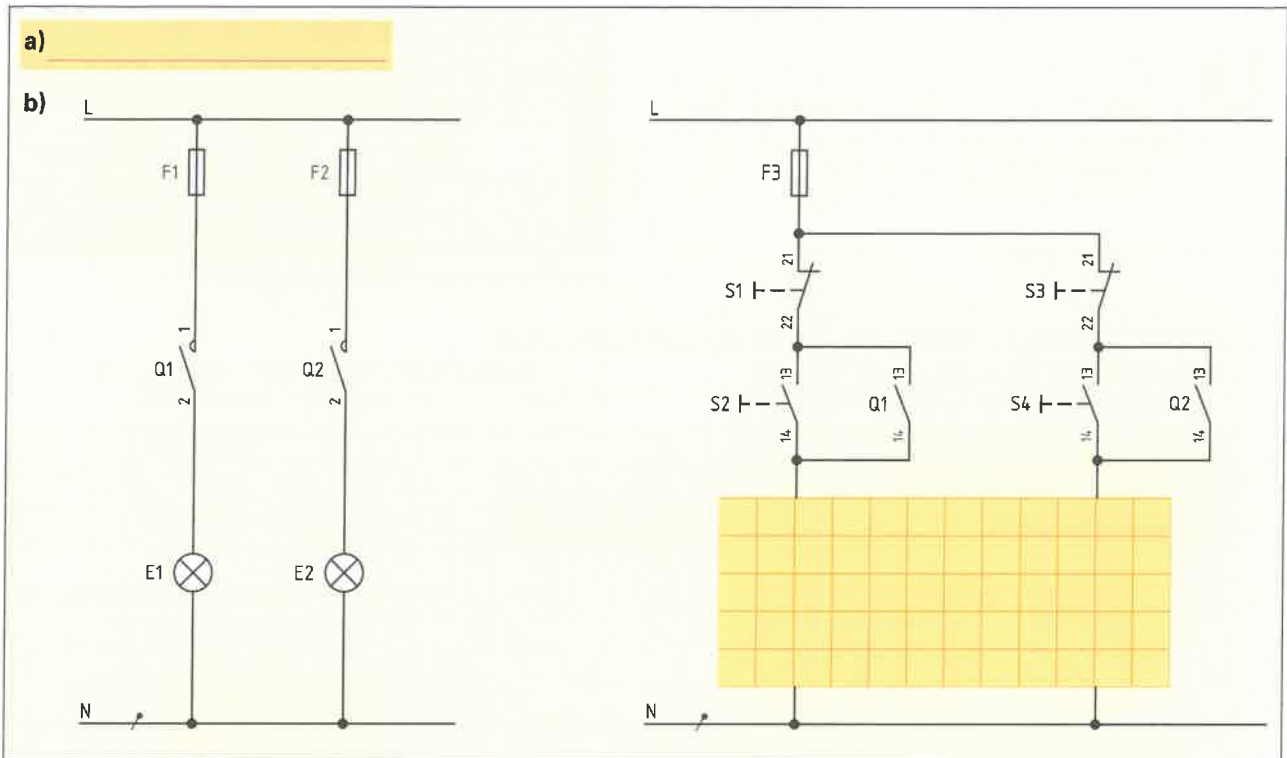


Bild 1: Schützschtaltung mit Verriegelung

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.

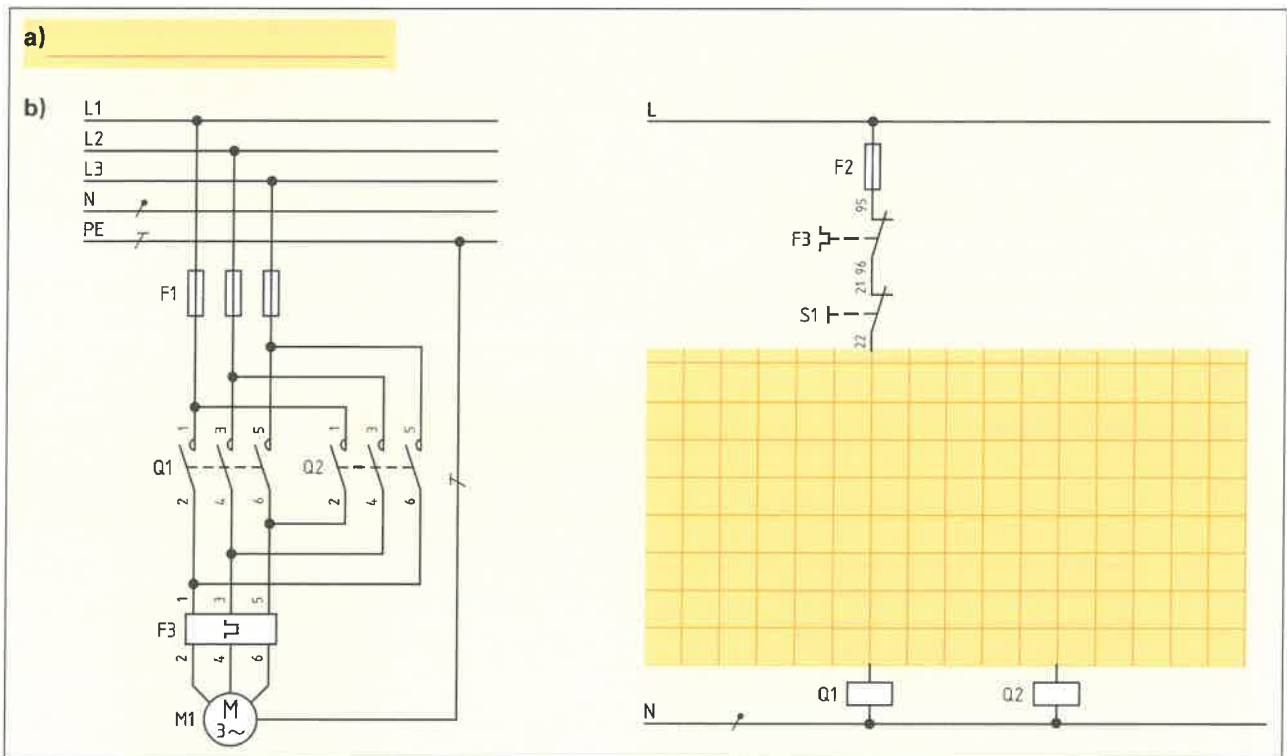


Bild 2: Schützschtaltung zur Umschaltung der Drehrichtung eines Motors

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 Symbole 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.

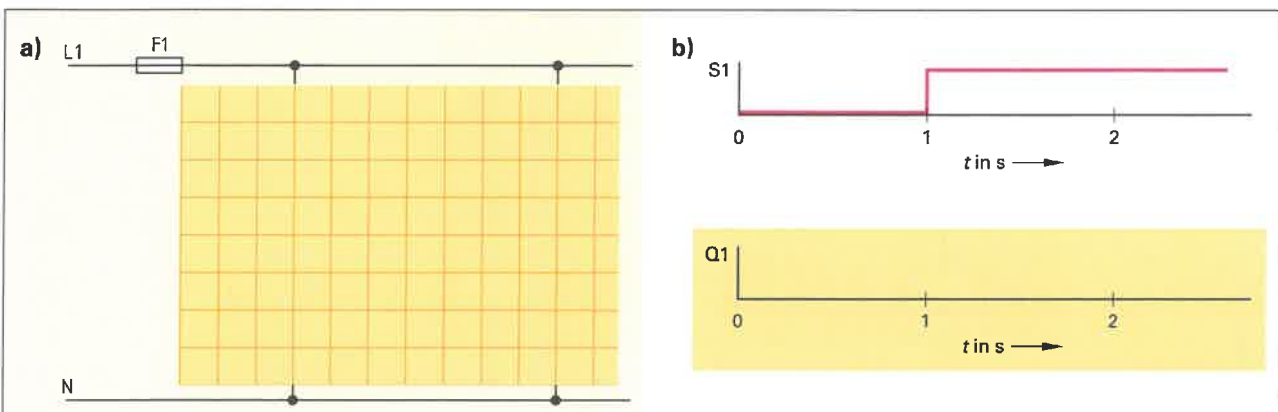
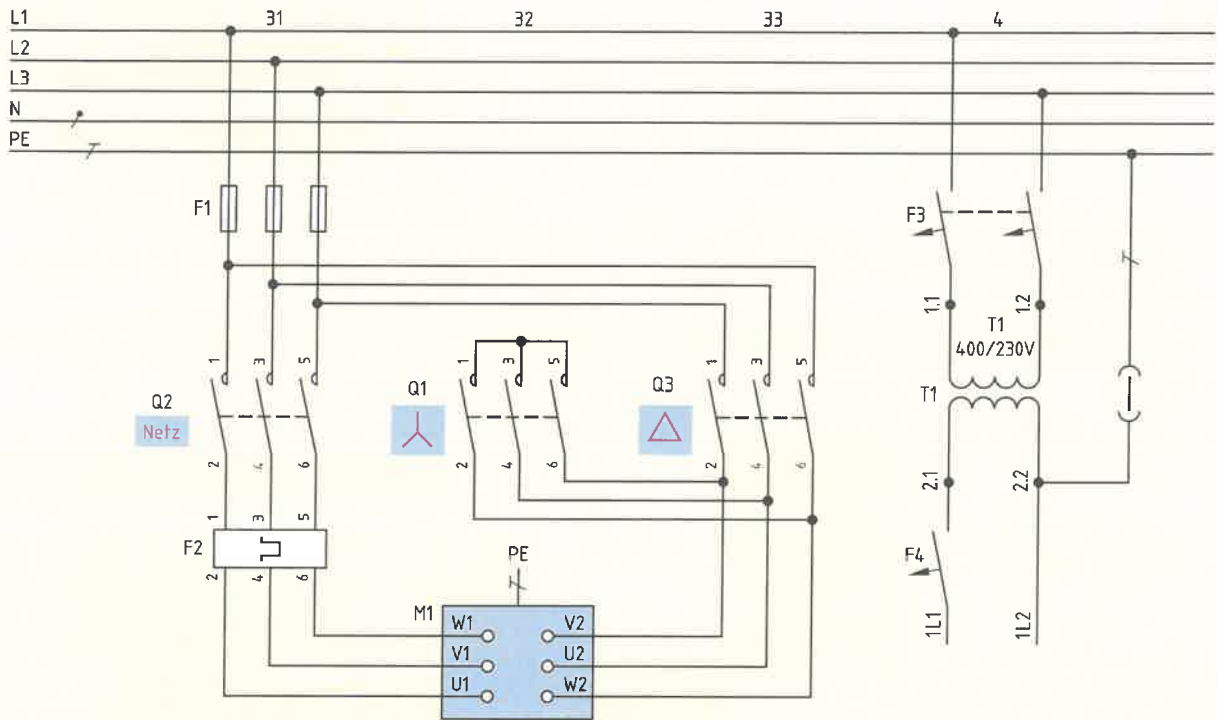


Bild 2: Steuerstromkreis mit Zeitrelais



3. Für den Anlauf eines Drehstrommotors soll eine automatische Stern-Dreieck-Schützschaltung verwendet werden. Ergänzen Sie den Stromlaufplan für den Steuerstromkreis (**Bild**).

Hauptstromkreis



Steuerstromkreis

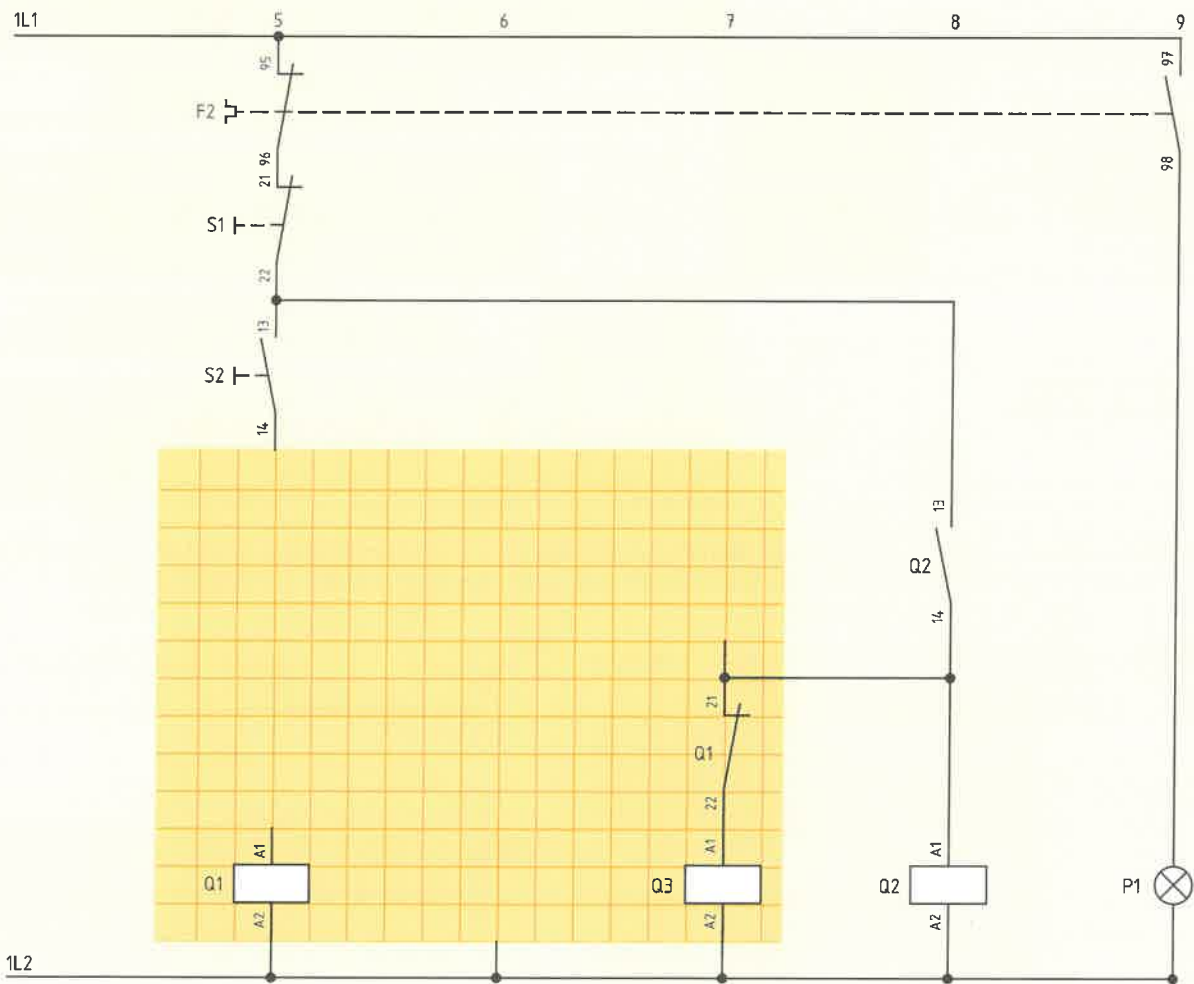


Bild: Steuerstromkreis für Stern-/Dreieckanlauf



Treppenlicht-Schaltungen können mithilfe eines Zeitschalters (Bild 1), eines Stromstoßrelais oder einer Kreuzschaltung installiert werden.

- Welchen Vorteil besitzt eine Treppenlicht-Zeitschaltung mithilfe eines Zeitschalters gegenüber den anderen beiden Schaltungsarten?

- Welche Art von Zeitrelais kann für die Realisierung der Treppenlicht-Zeitschaltung verwendet werden?

- Zeichnen Sie das Schaltzeichen eines rückfallverzögerten Zeitrelais in Bild 2.

- Begründen Sie, warum rückfallverzögerte Zeitrelais neben dem Steueranschluss zusätzlich einen Netzanschluss besitzen.

- Beschreiben Sie das Verhalten eines rückfallverzögerten Zeitrelais.

- Welche beiden Arten von Treppenlicht-Zeitschaltung mit Zeitrelais werden unterschieden?

- Tragen Sie in die folgende Tabelle die jeweilige Art der Treppenlicht-Zeitschaltung ein und ergänzen Sie beide Schaltungen.

- ⏏ = Ausschaltvorwarnung
- ⊙ = Taster-Dauerlicht
- ⏏⊙ = Ausschaltvorwarnung und Taster-Dauerlicht
- ⊙ = Dauerlicht eingeschaltet
- TLZ = Treppenlicht-Zeitschalter
- ESV = Stromstoßschalter mit Rückfallverzögerung
- ES = Stromstoßschalter
- ER = Zeitrelais

• Die eingestellte Funktion ist aktiv.

Bild 1: Zeitschalter

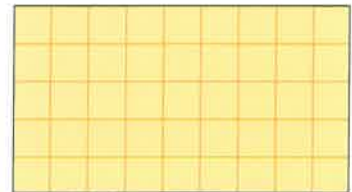
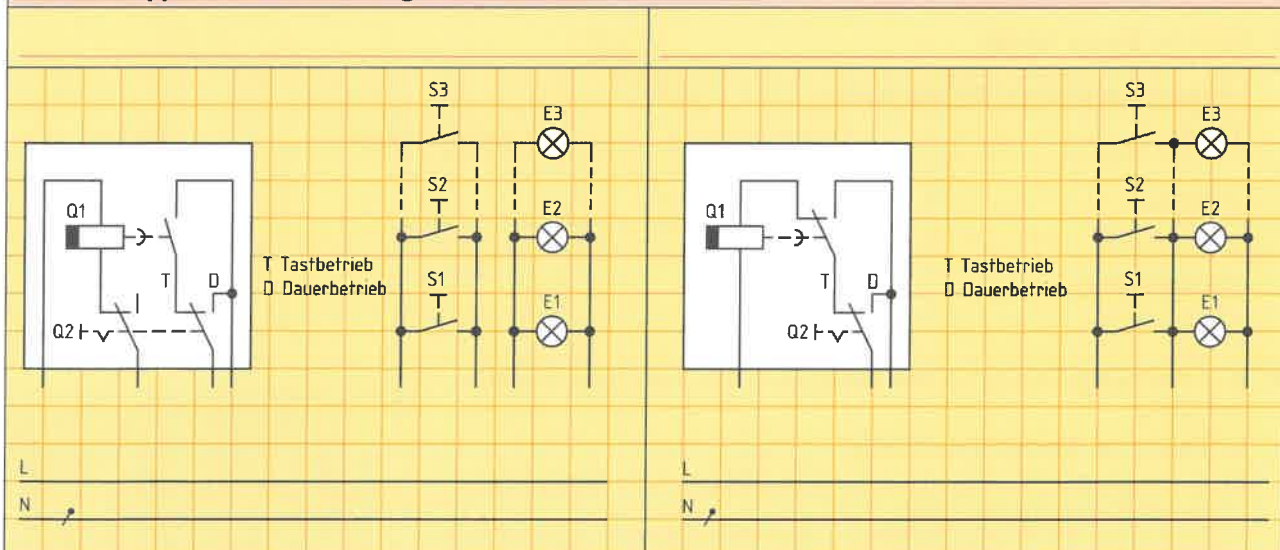


Bild 2: Schaltzeichen eines rückfallverzögerten Zeitrelais

Tabelle: Treppenlicht-Zeitschaltungen mit Zeitrelais



- Welchen Vorteil hat die Vierleiterschaltung gegenüber der Dreileiterschaltung?



Die sinusförmige Wechselspannung hat mehrere Vorteile gegenüber der Gleichspannung. Man kann z. B. mithilfe von Transformatoren Wechselstrom wirtschaftlich übertragen und verteilen. Deshalb wird Wechselspannung in den Kraftwerksgeneratoren erzeugt. Es ist zu beachten, dass viele Formeln, die für Gleichstrom gelten, bei Wechselstrom nicht mehr angewendet werden können.

1. Vergleichen Sie den Verlauf der Gleichspannung (Bild 1 a) mit dem der Wechselspannung (Bild 1 b). Erklären Sie die beiden Spannungsarten.

Gleichspannung	Wechselspannung
<ul style="list-style-type: none"> Die Gleichspannung wirkt immer in die gleiche Richtung. 	

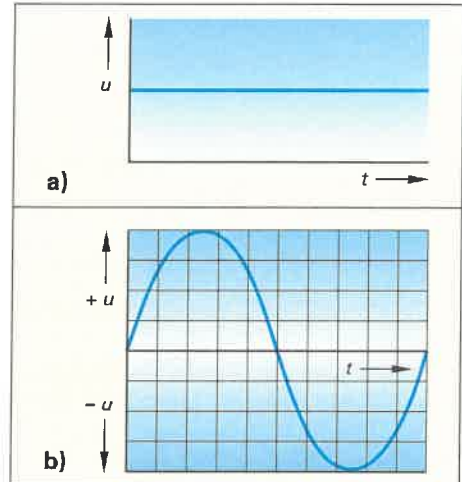
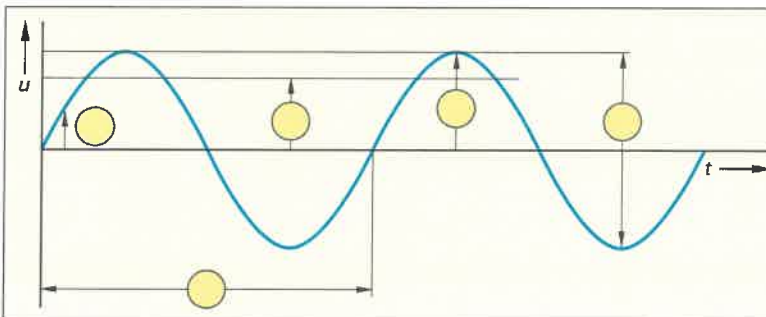


Bild 1: a) Gleich-, und b) Wechselspannung

2. Die Wechselspannung wird durch Kenngrößen festgelegt. Ordnen Sie im Diagramm (Bild 2) die zugehörige Zahl der Größe zu und ergänzen Sie die Formelzeichen.



Zahl	Größe	Formelzeichen
1	Periodendauer	
2	Scheitelwert	
3	Effektivwert	
4	Spitze - Tal - Wert	\hat{u}
5	Augenblickswert	

Bild 2: Größen einer Wechselspannung

3. Ergänzen Sie die Tabelle.

Tabelle: Frequenz und Periodendauer			
Größe	Formelzeichen	Einheitenzeichen	Formel
Frequenz			
Periodendauer			

4. Eine Wechselspannung hat den Effektivwert 230 V und eine Frequenz von 50 Hz.

- a) Berechnen Sie die Periodendauer.
b) Tragen Sie die Periodendauer in ms im Bild 3 ein und kennzeichnen Sie im Diagramm diese Zeit.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

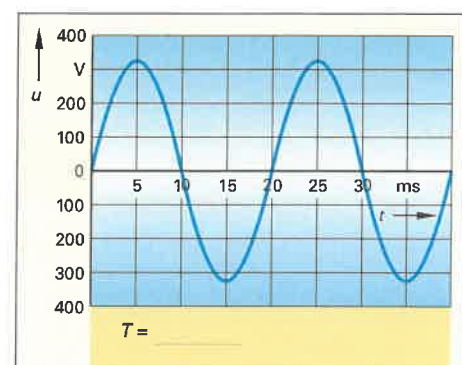


Bild 3: Wechselspannung 230 V/50 Hz



5. Für die Auswahl von Bauelementen oder Leitungen, die mit Wechselspannung betrieben werden, ist der Scheitelwert \hat{u} der Wechselspannung zu berücksichtigen. Begründen Sie, warum dieser Wert beachtet werden muss.

6. Ein Wechselstrom wird immer mit seinem Effektivwert angegeben. Erklären Sie, was der Effektivwert eines Wechselstromes im Vergleich zum Gleichstrom aussagt.

7. a) Eine Wechselspannung hat einen Effektivwert von 230 V. Berechnen Sie den Scheitelwert.
 b) Eine Wechselspannung hat einen Scheitelwert von 565,7 V. Berechnen Sie den Effektivwert.

a) Geg.:	Ges.:	b) Geg.:	Ges.:
Lösung:		Lösung:	

8. Zur Darstellung sinusförmiger Wechselspannungen und -ströme gibt es verschiedene Möglichkeiten. Nennen Sie im **Bild 1 a) bis c)** die Darstellungsmöglichkeiten für sinusförmige Spannungen.

a) $u_1 = \hat{u}_1 \cdot \sin \omega t$

b) u_1

c) ωt , \hat{u}_1 , u_1

d) Zeigerbild mit ruhendem Zeiger U_1

Maßstab für \hat{u} : z. B. 3,5 mm $\hat{=}$ 100V

Maßstab für U : z. B. 1 cm $\hat{=}$ 100V

Bild 1: Darstellungsmöglichkeiten sinusförmiger Wechselgrößen am Beispiel der Spannung

9. Ergänzen Sie die Tabelle.

Tabelle: Kreisfrequenz	
Formelzeichen	Einheitenzeichen
Formel	

10. Berechnen Sie die Kreisfrequenz für eine 50-Hz-Wechselspannung

Geg.:	
Ges.:	
Lösung:	

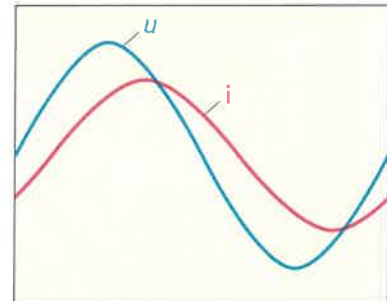


Bild 2: Phasenverschiebung von Spannung und Strom

11. Was meint der Elektronik-Fachmann, wenn er sagt, dass Spannung und Strom phasenverschoben (**Bild 2**) sind?

12. Zwei Wechselspannungen einer Reihenschaltung sind phasenverschoben. Die Wechselspannung $U_1 = 40 \text{ V}$ ist gegenüber der Wechselspannung $U_2 = 30 \text{ V}$ um 90° voreilend. a) Tragen Sie im **Bild 3** die Spannung U_2 an U_1 an. b) Zeichnen Sie im **Bild 3** die Gesamtspannung U und den Phasenverschiebungswinkel φ zwischen U und U_1 ein. c) Ermitteln Sie aus **Bild 3** die Werte für U und φ . d) Nennen Sie die Art der Phasenverschiebung U_1 gegenüber U .



Bild 3: Addition von Zeigern

c) $U =$ _____ abgelesen, $\varphi =$ _____ d) U_1 eilt gegenüber U _____



Elektrische Bauelemente haben immer gleichzeitig verschiedene Eigenschaften, z.B. hat der Draht einer Spule die Eigenschaft eines ohmschen Widerstandes R , die Windungen des Drahtes bewirken eine Induktivität L und zwischen den einzelnen Windungen kann man eine Kapazität C nachweisen. Praktisch kann man aber meist eine oder zwei Eigenschaften vernachlässigen.

Wird nur die Haupteigenschaft eines Bauelementes betrachtet, z. B. die Induktivität L einer Spule, so nennt man dann ein solches Bauelement ein ideales Bauelement, z. B. ideale Spule.

1. Ergänzen Sie in der **Tabelle** für die drei idealen Bauelemente die Schaltzeichen, Widerstandsformeln, Linienbilder, Zeigerbilder und die Diagramme der Frequenzabhängigkeit.

Tabelle: Wechselstromwiderstände		ohmscher Wirkwiderstand	induktiver Blindwiderstand	kapazitiver Blindwiderstand
Schaltzeichen				
Widerstandsformel	$R = \frac{l}{\gamma \cdot A} = \frac{\rho \cdot l}{A}$			
Linienbild von Spannung u und Strom				
Beschreibung der Phasenlage von Spannung und Strom	Spannung und Strom sind in Phase.			
Zeigerbild von Spannung U und Strom				
Frequenzabhängigkeit des Widerstandes				



Die Spule gehört zu den wichtigsten Bauelementen der Energietechnik und wird z. B. in elektrischen Maschinen, in Schützen und Elektromagneten eingesetzt.

1. Aufgrund des Aufbaus besitzt jede Spule (**Bild 1**) zwei elektrische Eigenschaften. Nennen Sie diese Eigenschaften.

- Kupferdraht \Rightarrow _____
- Windungen \Rightarrow Induktivität L \Rightarrow _____

2. Begründen Sie mithilfe von **Bild 2**, warum die Ersatzschaltung einer Spule als Reihenschaltung von zwei Widerständen gezeichnet wird, um die Eigenschaften einer vom Wechselstrom durchflossenen Spule erklären zu können.

3. Tragen Sie im **Bild 2** die Wirkspannung U_W und die Blindspannung U_{bL} und deren Bezugspfeile ein.

4. Zeichnen Sie maßstabsgerecht für eine Spule mithilfe **Bild 2**

- a) das Zeigerbild der Spannungen in **Bild 3** (Werte: $U_W = 90\text{ V}$, $U_{bL} = 42\text{ V}$) und
 - b) das Widerstands-dreieck in **Bild 4** (Werte: $X_L = 47\ \Omega$, $R = 100\ \Omega$).
- c) Ermitteln Sie in beiden Bildern den Phasenverschiebungswinkel φ zwischen U und I bzw. zwischen Z und R .

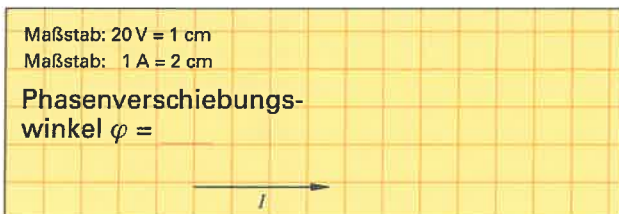


Bild 3: Zeigerbild der Spannungen einer Spule

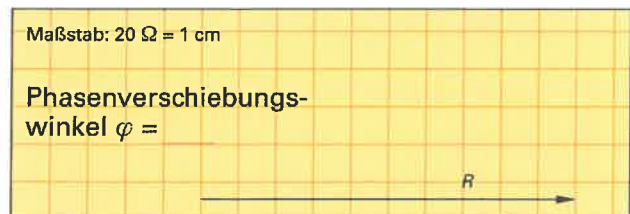


Bild 4: Widerstands-dreieck einer Spule

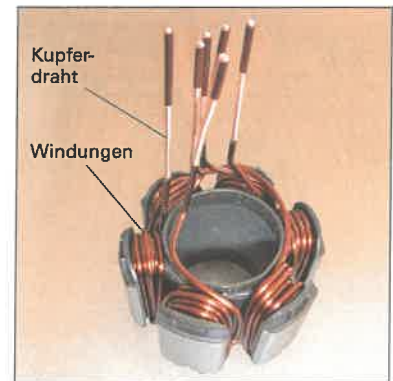


Bild 1: Motorspulen (Beispiel)

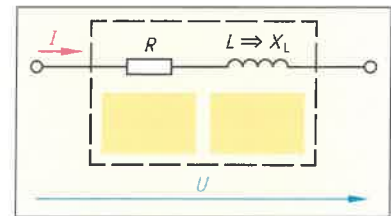


Bild 2: Ersatzschaltung einer Spule

5. Welchen Widerstand kann man berechnen, wenn man an einer Spule die Wechselspannung U und den Wechselstrom I gemessen hat? Nennen Sie die zugehörige Formel.

Formel:

6. Geben Sie die Formel zur Berechnung des Scheinwiderstandes mithilfe des Widerstands-dreiecks aus **Bild 4** an.

Formel:

7. Berechnen Sie den Scheinwiderstand mithilfe der ermittelten Werte für U und I aus **Bild 3**.

Geg.:
Ges.:
Lösung:

8. Berechnen Sie den Scheinwiderstand mit den Widerstandswerten aus **Aufgabe 4 b)** mithilfe der Formel von **Aufgabe 6**.

Geg.:
Ges.:
Lösung:

9. Vergleichen Sie die Ergebnisse für den Scheinwiderstand Z aus den **Aufgaben 4 b), 7 und 8**.



Meist entstehen in Wechselstromkreisen Phasenverschiebungen zwischen Spannung und Strom. Dabei unterscheidet man die Wirkleistung, die induktive und/oder die kapazitive Blindleistung und die Scheinleistung.

1. Geben Sie die Formeln für die verschiedenen Leistungsarten im Wechselstromkreis (Bild 1) an. Ergänzen Sie die Übersicht.

Leistungen bei Wechselstrom

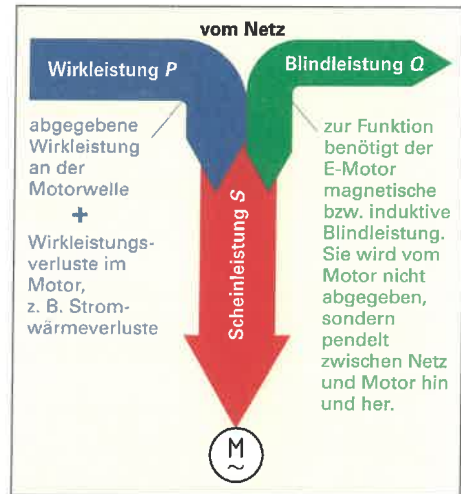


Bild 1: Wechselstromleistungen am Beispiel eines AC-Motors

2. Wechselstromleistungen haben in der Praxis unterschiedliche Einheitenzeichen und Einheitennamen. Ergänzen Sie die Tabelle 1.

Tabelle 1: Einheitenzeichen und -name der Wechselstromleistungen		
Leistungsart	Einheitszeichen	Einheitenname
Wirkleistung	W	Watt
Blindleistung		
Scheinleistung		

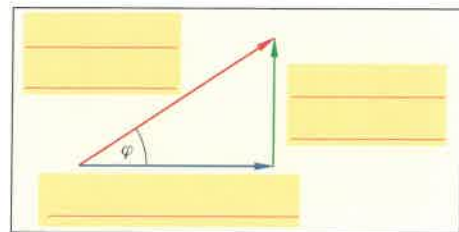


Bild 2: Leistungsdreieck

3. Benennen Sie im Leistungsdreieck (Bild 2) die Wechselstromleistungen.

4. Wirkfaktor und Wirkungsgrad kann man leicht verwechseln. Ergänzen Sie Tabelle 2.

Tabelle 2: Gegenüberstellung Wirkfaktor und Wirkungsgrad		
physikal. Größe	Wirkfaktor	Wirkungsgrad
Formelzeichen		
Formeln (Formelzeichen ausschreiben)	$\cos \varphi =$	$\eta =$
Wertebereich		



Formelzeichen für Wirkleistungen

zugeführte Wirkleistung:

$$P_{zu} = P$$

abgegebene Wirkleistung:

$$P_{ab} = P_N$$

Bemessungsleistung:

$$P_N$$

5. Bei der Reparatur einer elektrischen Pumpe kann der Elektroniker die Stromaufnahme des Wechselstrommotors auf dem Leistungsschild nicht mehr lesen. Berechnen Sie die Stromaufnahme des Motors bei Bemessungsbetrieb. Entnehmen Sie die notwendigen Daten dem Leistungsschild (Bild 3). Der Wirkungsgrad dieses Motortyps beträgt 64%.

Geg.:

Ges.:

Lösung:

Elektromotorenwerk Grünhain GmbH & Co KG Made in Germany		
EAS 71K2		
IP55	0,37 kW	cos φ 0,77
230 V	A	50 Hz
C _A 40 μ F/450 V	C _B μ F/ V	
2870 min ⁻¹	WKL	EN 60034

Bild 3: Leistungsschild eines Wechselstrommotors



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

1. Beschreiben Sie mithilfe von **Bild 1** die Entstehung einer Dreiphasenwechselfspannung.

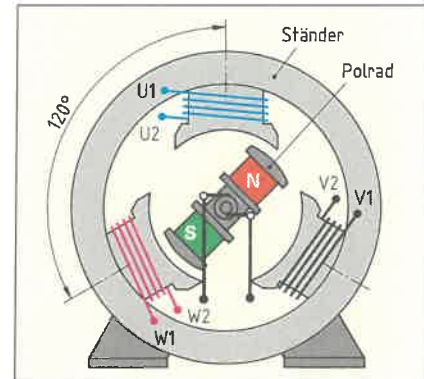


Bild 1: Prinzip der Drehstromerzeugung

2. Welche Eigenschaften haben die drei Spannungen u_1 , u_2 und u_3 eines Drehstromsystems?

- ---
- ---
- ---

3. Wie lautet die Spannungsgleichung für u_3 ?

$$u_1 = \hat{u}_1 \cdot \sin \alpha$$

$$u_2 = \hat{u}_2 \cdot \sin (\alpha - 120^\circ)$$

4. Ergänzen Sie im **Bild 2** die Spannungen u_2 und u_3 einer Dreiphasenwechselfspannung als a) Liniendiagramm und b) Zeigerbild. Der Maximalwert \hat{u} beträgt jeweils 325 V.

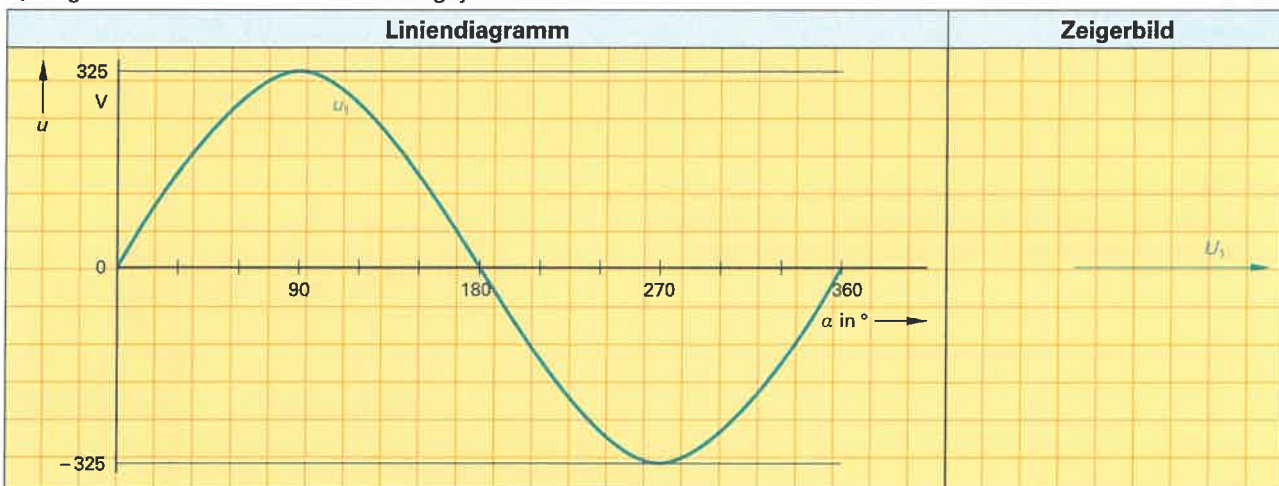


Bild 2: Liniendiagramm und Zeigerbild einer Dreiphasenwechselfspannung

5. Berechnen Sie für den Zeitpunkt $\alpha = 150^\circ$ (**Bild 2**) die Momentanwerte für u_1 , u_2 und u_3 , anschließend die Summe der drei Momentanwerte.

$$u_1 = \hat{u}_1 \cdot \sin 150^\circ = 325 \text{ V} \cdot 0,5 = 162,5 \text{ V}$$

6. Die Summe der Momentanwerte der drei Wechselfspannungen ist immer gleich 0 V. Deshalb werden sie meist zusammengeschaltet (verkettet). Nennen Sie die beiden in der Drehstromtechnik verwendeten Verkettungsarten.

1. <hr/>	2. <hr/>
----------	----------



7. Zeichnen Sie in **Tabelle 1**

- a) die entsprechenden Leitungsverbindungen für die geforderten Schaltungen ein.
- b) Tragen Sie in beide 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
L1 _____ L2 _____ L3 _____ N _____	L1 _____ L2 _____ L3 _____ N _____
R_1 R_2 R_3	R_1 R_2 R_3
Zusammenhang Leiterspannung U – Strangspannung U_{Str}	
Zusammenhang Leiterstrom I – Strangstrom I_{Str}	

8. Wie nennt man den Faktor $\sqrt{3}$ in den Formeln für Drehstromberechnungen? _____

9. 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}
$U_{Str} = 230\text{ V}$			–	–			–	–
$I = 12\text{ A}$	–	–			–	–		
$I_{Str} = 9,3\text{ A}$	–	–			–	–		
$U = 690\text{ V}$			–	–			–	–

10. Im 400-V-Netz beträgt die Leiterspannung $U = 400\text{ V}$, die Spannung zwischen Außenleiter und Neutralleiter $U_N = 230\text{ V}$ (**Bild 1**). Welchen Vorteil bietet ein solches Netz für den Nutzer?

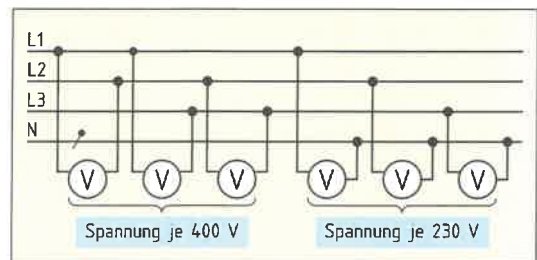


Bild 1: Spannungen im Vierleiter-Drehstromnetz

11. Tragen Sie in **Bild 2**

- a) die Zeigerbilder der Spannungen jeweils für Stern- und Dreieckschaltung ein und
- b) geben Sie das Zeichen der betreffenden Schaltung an.

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

Bild 2: Zeigerbilder und Zeichen der Verkettungsarten



In Gleichstromkreisen 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 unterschiedlich berechnet werden. Im Drehstromnetz findet man die gleichen verschiedenen Leistungsarten wie im Wechselstromnetz. Die Berechnungen im Drehstromnetz unterscheiden sich aber zum Wechselstromnetz.

1. Nennen Sie **a)** die drei Leistungsarten, die im Drehstromnetz unterschieden werden, mit den dazugehörigen Formelzeichen. **b)** Geben Sie für jede Leistungsart den sie verursachenden Verbraucher an.

a) Leistungsart	b) Verbraucher

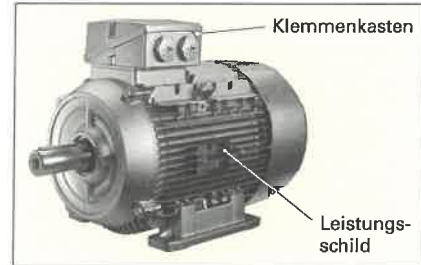


Bild: Drehstrommotor

2. Ergänzen Sie in der **Tabelle** die Leitungsverbindungen für die drei induktiven und ohmschen Widerstände der Wicklungen des Drehstrommotors (**Bild**) **a)** zur Sternschaltung und **b)** zur Dreieckschaltung.
3. Tragen Sie in beide Schaltungen (**Tabelle**) die Leiterspannungen U und die Strangspannungen U_{Str} ein.
4. Geben Sie in der **Tabelle** für einen Strang die Formeln für die Strangleistungen S_{Str} , P_{Str} und Q_{Str} an.
5. Ermitteln Sie nach dem vorgegebenen Beispiel in der **Tabelle** die Formeln für die Drehstromleistungen S , P und Q . Ersetzen Sie dabei Strangspannung U_{Str} und -strom I_{Str} durch die Leitergrößen U und I .

Tabelle: Leistungen in Stern- und Dreieckschaltung	
a) Sternschaltung Y	b) Dreieckschaltung Δ
L1	L1
L2	L2
L3	L3
N	N
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: _____ _____ _____



6. Vergleichen Sie die ermittelten Formeln für Stern- und Dreieckschaltung (Aufgabe 5). Welche Erkenntnis ziehen Sie aus dem Vergleich?

7. Bei den folgenden Aufgaben wird davon ausgegangen, dass eine symmetrische Belastung vorliegt. Nennen Sie Beispiele für symmetrische Belastungen im Drehstromnetz.

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

Geg.:	
Ges.: a)	b)
Lösung: a)	
	b)

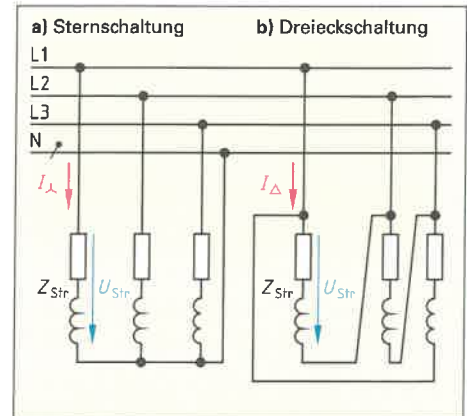


Bild: Stern- und Dreieckschaltung

9. Berechnen Sie Scheinleistung, Wirkleistung und Blindleistung des Motors von Aufgabe 8 in a) Sternschaltung und b) in Dreieckschaltung.

a) Sternschaltung Y	b) Dreieckschaltung Δ
Geg.:	Geg.:
Ges.:	Ges.:
Lösung:	Lösung:

10. Ermitteln Sie aus dem Verhältnis der Ergebnisse von Stern- und Dreieckschaltung (Aufgabe 9) einen Faktor um den die Leistungsaufnahme bei Dreieckschaltung größer ist als bei Sternschaltung. Formulieren Sie das Ergebnis in einem Antwortsatz.

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

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



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.

1. Es ist ein Drehstromsystem 3/N ~ 50 Hz 400/230 V gegeben, das symmetrisch belastet ist. Die Strangwiderstände betragen $R_1 = R_2 = R_3 = 65 \Omega$.
- Bestimmen Sie die Höhe der jeweiligen Strangspannungen U_1, U_2, U_3 .
 - Berechnen Sie die Strangströme I_1, I_2, I_3 , die Strangleistungen P_1, P_2, P_3 und die Gesamtleistung P .
 - 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
<p>a) $U_1 =$, $U_2 =$ $U_3 =$</p>	<p>$U_1 =$, $U_2 =$ $U_3 =$</p>	<p>$U_1 =$, $U_2 =$ $U_3 =$</p>
<p>b)</p> <p>$I_1 =$</p> <p>$I_2 =$</p> <p>$I_3 =$</p> <p>$P_1 =$</p> <p>$P_2 =$</p> <p>$P_3 =$</p> <p>$P_I =$</p>	<p>$I_1 =$</p> <p>$I_2 =$</p> <p>$I_3 =$</p> <p>$P_1 =$</p> <p>$P_2 =$</p> <p>$P_3 =$</p> <p>$P_{II} =$</p>	<p>$I_1 =$</p> <p>$I_2 =$</p> <p>$I_3 =$</p> <p>$P_1 =$</p> <p>$P_2 =$</p> <p>$P_3 =$</p> <p>$P_{III} =$</p>
<p>c)</p> <p>$P_{I\%} = 2,442 \text{ kW} \cong 100\%$</p>	<p>$P_{II\%} =$</p>	<p>$P_{III\%} =$</p>

2. Auf wie viel Prozent sinkt die Leistung in einer symmetrisch belasteten Sternschaltung bei Unterbrechung
- eines Außenleiters und
 - des Neutralleiters?

a) _____

b) _____



3. Es ist ein Drehstromsystem 3/N ~ 50 Hz 400/230 V gegeben, dass symmetrisch belastet ist. Die Strangwiderstände betragen $R_1 = R_2 = R_3 = 65 \Omega$.
- Bestimmen Sie die Höhe der jeweiligen Strangspannungen U_1, U_2, U_3 .
 - Berechnen Sie die Strangströme I_1, I_2, I_3 , die Strangleistungen P_1, P_2, P_3 und die Gesamtleistung P .
 - 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 Blatt 7.12, Seite 87 benutzen.

Dreieckschaltung, ungestört	Dreieckschaltung, Außenleiter L1 unterbrochen	Sternschaltung ohne Neutralleiter, Außenleiter L3 unterbrochen
<p>a) $U_1 =$, $U_2 =$ $U_3 =$</p>	<p>$U_1 =$, $U_2 =$ $U_3 =$</p>	<p>$U_1 =$, $U_2 =$ $U_3 =$</p>
<p>b)</p> <p>$I_1 =$</p> <p>$I_2 =$</p> <p>$I_3 =$</p> <p>$P_1 =$</p> <p>$P_2 =$</p> <p>$P_3 =$</p> <p>$P =$</p>	<p>$I_1 =$</p> <p>$I_2 =$</p> <p>$I_3 =$</p> <p>$P_1 =$</p> <p>$P_2 =$</p> <p>$P_3 =$</p> <p>$P =$</p>	<p>$I_1 =$</p> <p>$I_2 \approx$</p> <p>$I_3 =$</p> <p>$P_1 =$</p> <p>$P_2 =$</p> <p>$P_3 =$</p> <p>$P =$</p>
<p>c)</p> <p>$P_{\%} = 7,38 \text{ kW} \cong 100\%$</p>	<p>$P_{\%} =$</p>	<p>$P_{\%} =$</p>

4. 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, Seite 87.

a) _____

b) _____

5. Welche zusätzliche Erscheinung tritt bei einer Sternschaltung mit unterbrochenem Neutralleiter bei unsymmetrischer Belastung auf?



Unsymmetrische Belastung in Drehstromnetzen kommt am häufigsten vor. Es können sowohl die Widerstandswerte als auch die Wirkfaktoren $\cos \varphi$ in den drei Außenleitern unterschiedliche Werte annehmen.

1. Lösen Sie die folgenden Aufgaben für eine Stern- und eine Dreieckschaltung, wenn bei gleichem Wirkfaktor $\cos \varphi = 1$ die Verbraucher in den drei Außenleitern unterschiedliche Widerstandswerte haben.

a) Sternschaltung	b) Dreieckschaltung
<p style="text-align: center;">$R_1 = 40 \Omega, R_2 = 30 \Omega, R_3 = 50 \Omega$</p>	<p style="text-align: center;">$R_1 = 40 \Omega, R_2 = 25 \Omega, R_3 = 35 \Omega$</p>
<p>Berechnen Sie die 3 Leiterströme I_1, I_2 und I_3.</p>	<p>Berechnen Sie die 3 Strangströme I_{12}, I_{23} und I_{31}.</p>
<p>Zeichnen Sie das Zeigerbild der 3 Leiterströme und konstruieren Sie durch geometrische Addition den Neutralleiterstrom I_N (Maßstab: $1 \text{ cm} \cong 2 \text{ A}$).</p>	<p>Zeichnen Sie das Zeigerbild der 3 Strangströme und konstruieren Sie durch geometrische Addition die Leiterströme I_1, I_2 und I_3 (Maßstab: $1 \text{ cm} \cong 4 \text{ A}$).</p>
<p>Messen Sie die Länge l des Zeigers des Neutralleiterstromes I_N und berechnen Sie daraus mithilfe des Maßstabes seinen Wert.</p> <p>Länge: $l =$</p> <p>Wert: $I_N =$</p>	<p>Bestimmen Sie mithilfe des Maßstabes den Wert der Leiterströme I_1, I_2 und I_3.</p> <p>$I_1 =$</p> <p>$I_2 =$</p> <p>$I_3 =$</p>



Messgeräte werden in allen Bereichen der Elektrotechnik eingesetzt, z.B. im Werkstatt- und Laborbereich sowie auf Baustellen. Multimeter sind Vielfachmessgeräte. Man unterteilt sie in analoge und digitale Multimeter.

1. Wie erfolgt die Anzeige des Messwertes bei einer a) analogen und b) digitalen Anzeige.

- a) _____
b) _____

2. Welche elektrischen Größen können mit dem Multimeter nach Bild 2 gemessen werden?

3. Geben Sie die Anzeigewerte bei a, b und c in Bild 1 an. Benützen Sie für die Anzeigewerte a, b: die Skala 30 und für c: die Skala 10.

- a: _____ b: _____ c: _____

4. Tragen Sie die Zuordnungszahlen ① bis ⑦ des Bildes 1 für die gekennzeichneten Bereiche der analogen Skala in die Tabelle ein.

Tabelle: Fachbegriffe bei einer analogen Skala			
Zahl	Fachbegriff	Zahl	Fachbegriff
1	Skalenanfang	_____	Skalenteilung
_____	Skala	_____	Spiegelhinterlegung
_____	Einheit	_____	Skalenendwert
_____	Skalensymbole	-	-

5. Nennen Sie Bedeutung der Skalensymbole nach Bild 1.



- _____
- _____
- _____

6. Das Bild 2 zeigt ein Analog-Multimeter und deren technischen Daten. Erklären Sie die Angaben: a) Eingangswiderstand und b) Genauigkeitsklasse 2,5.

- a) _____
- _____
- b) _____
- _____

7. a) Wie groß ist der Innenwiderstand R_i des Messgerätes (Bild 2) bei der Einstellung $E = 50 \text{ V DC}$ und dem Wert $r_k = 20 \text{ k}\Omega/\text{V}$? b) Welchen Wert sollte der Innenwiderstand in der Praxis bei der Spannungsmessung haben? Begründen Sie.

- a) _____
- b) _____
- _____

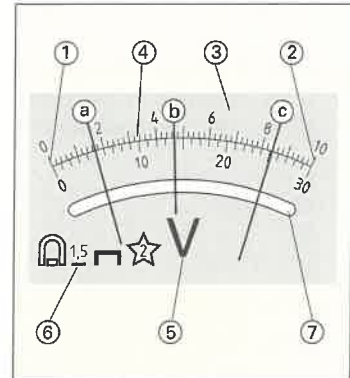
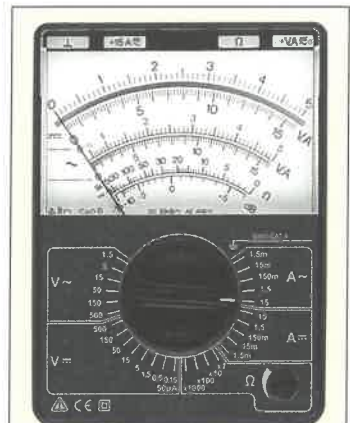


Bild 1: Analoge Skala



- Spannungsmessung 0 ... 0,15/0... 0,5 V= 0 ... 1,5/5/15/50/150/500 V=~/; 0... 1000V=
- Eingangswiderstand 20 k Ω /V=; 4 k Ω /V~
- Strommessung 0...50 mA=; 0...1,5/15/150 mA/1,5/15A=~/
- Widerstandsmessung: 1 Ω ...1 M Ω (4 Bereiche)
- Pegel: -15... +56 dB (6 Bereiche)
- Genauigkeit: Klasse 2,5
- Abmessungen: 82 x 126 x 45 mm
- Gewicht: ca. 0,25 kg ohne Batterie
- Batterie: 1,5 V IEC UR 6 (Mignon, AA)

Bild 2: Analog-Multimeter



1. Benennen Sie beim Blockschaltbild (**Bild 1**) die Baugruppen eines digitalen Messgerätes.
Hinweis: Verwenden Sie dazu die Fachbegriffe: Gleichrichter, Anzeige, Analog-Digital-Umsetzer, Anpass-Schaltung.

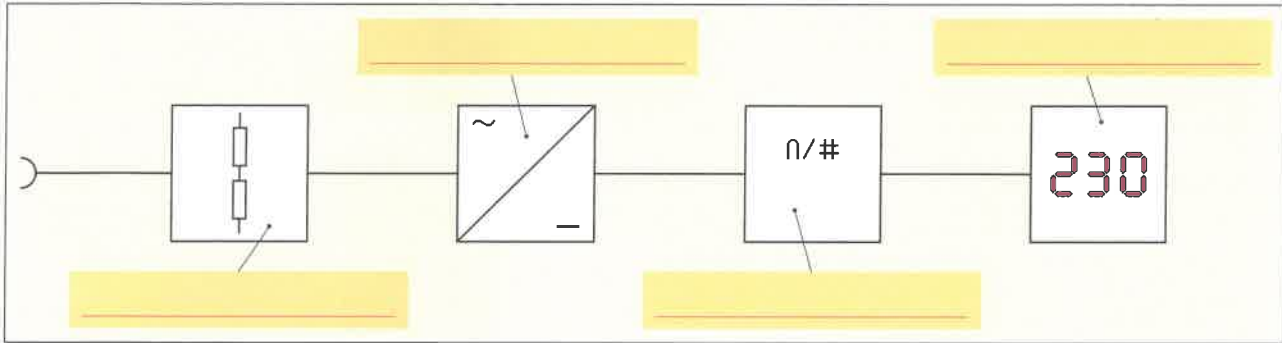


Bild 1: Blockschaltbild eines digitalen Messgerätes

2. Welche Anzeigarten verwendet man bei digitalen Messgeräten?

- _____
- _____

3. Digitalmultimeter (**Bild 2**) haben technische Kennwerte (**Tabelle**).

Tabelle: Technische Kennwerte (Auszug)	
Spannungsmessung DC	10 μ V ... 1000 V
Eigenabweichung bei V DC	$\pm 0,05$ % v. MW + 3D
Spannungsmessung AC	10 μ V ... 1000 V
Eigenabweichung bei V AC	$\pm 0,5$ % v. MW + 9D
TRMS	AC, AC + DC

- a) Erklären Sie die Angabe $\pm 0,5$ % v. MW + 9D.
 b) Der Hersteller des Digitalmultimeters nach **Bild 2** gibt an: Digitalanzeige $4^{6/7} = 60000D$. Erklären Sie diese Angaben.
 c) Welche Bedeutung hat die Abkürzung TRMS?

a) _____

b) 4: _____

$6/7$: _____

c) _____

4. Mit dem Digitalmultimeter (**Bild 2**) wird eine Spannung von AC 228,5 V gemessen.

a) Welche Zahlen werden in der Anzeige angezeigt?

b) Welche Auflösung in V ist vorhanden?

c) Welche Messunsicherheit in V ist möglich?

Hinweis zu b): Letzte Stelle der Anzeige beachten.

a) $4^{6/7}$ -Anzeige: _____

b) _____

c) Messunsicherheit _____



Bild 2: Digitalmultimeter

i Digit

Ist der kleinste Messwert, der innerhalb eines bestimmten Messbereiches angezeigt werden kann. Wenn z.B. bei einem Digitalmessgerät ein Anzeigebereich von 2000 verschiedenen Werten möglich ist und ein Messbereich von 0 bis 199,9 V gewählt wird, entspricht ein Digit 0,1 V.

Messunsicherheit

z. B.: $\pm (0,05$ % v.M. + 2D)
 v.M.: vom Messwert
 D = Digit: Kleinster Messwert innerhalb des gewählten Messbereiches.

Beispiele $4\frac{1}{2}$ -stellige Anzeigen:
 120,23 V \rightarrow 2D: $0,01$ V \cdot 2 = 0,02 V
 323,5 V \rightarrow 2D: $0,1$ V \cdot 2 = 0,2 V



5. Muss in einer elektrischen Anlage die Spannung gemessen werden, so ist die Messkategorie zu beachten (**Tabelle**).

- a) Welche Messkategorie ist notwendig, wenn in einem Schalt-schrank eine 230-V-Spannungsmessung durchzuführen ist?
- b) Aus Versehen wurde ein digitales Multimeter niedriger Kategorie eingesetzt. Welche Folgen kann dies haben?

a) Messkategorie: _____

b) _____

6. Für den Servicebetrieb soll ein Digitalmultimeter angeschafft werden. Damit sollen auch Dimmer und Halogenbeleuchtungen überprüft werden.

- a) Welche besondere Eigenschaft sollte das Digitalmultimeter haben?
- b) Warum ist dabei der Crestfaktor zu beachten?

Hinweis: Dimmer erzeugen z. B. nichtsinusförmige Spannungen

a) _____

b) _____

7. Es soll ein Eingangsspannungsteiler (**Bild**) für ein Digitalmultimeter bei Gleichspannung bestimmt werden. Für die Eingangsspannung U_E benötigt das Digitalmultimeter 0,2 V. Der Eingangsstrom $I_E = 0$ A. Der Eingangswiderstand $R_g = R_1 + R_2 + R_3$ soll 10 M Ω betragen. Berechnen Sie die Widerstände R_1, R_2, R_3 .

Hinweis: Die Berechnung kann mithilfe der Formeln für Spannungsteiler oder über den Strom I erfolgen.

Tabelle: Messkategorien (nach EN 61010-1)

CAT IV



Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation, z. B.

- Leitungen und Kabel im Freien als Zuführung zum Gebäude
- Hausanschluss
- Zähler
- Primärer Überstromschutz

CAT III



Messungen in der Gebäudeinstallation, z. B.

- Geräte in Festinstallationen, z. B. Schaltgeräte, mehrphasige Motoren und stationäre Verbraucher
- Verteileranschluss
- Steckdosen für große Lasten

CAT II



Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind, z. B.

- Steckdosen mehr als 10 m von CAT-III-Quelle oder mehr als 20 m von CAT-IV-Quelle entfernt
- Geräte mit Verbindung zu Steckdosen, z. B. in Büro und Haushalt

CAT I



Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Netz verbunden sind, z. B.

- Geschützte Elektronikbaugruppen
- Batteriebetriebene Geräte
- Batterien
- Kfz-Elektroanlagen

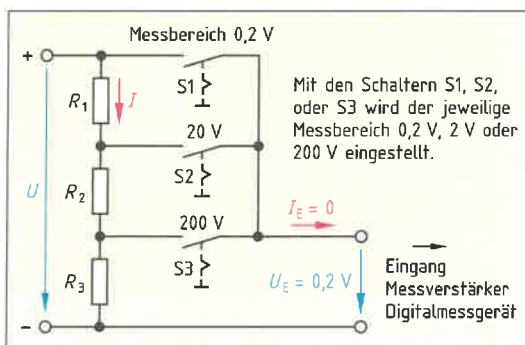


Bild: Eingangsspannungsteiler eines digitalen Multimeters

Geg.:

Ges.:

Lösung:

200 V: Berechnung von R_3 mithilfe der Spannungsteilerformel

20 V: Berechnung von R_1 mithilfe des Stromes I

Berechnung von R_2



Der Anschluss von Messgeräten muss besonders sorgfältig geschehen.

- Spannungsmesser werden parallel zu einem Verbraucher oder zu einer Spannungsquelle geschaltet.
- Strommesser werden grundsätzlich in Reihe zu einem Verbraucher oder einer Spannungsquelle in den Stromweg geschaltet.

1. Ergänzen Sie folgenden Text. Verwenden Sie dazu die Fachbegriffe: Verbrennung, Kurzschlussstrom, Strombuchse, zerstört.

Durch versehentliches falsches Einstecken einer Messleitung in eine _____ kann es bei einer beabsichtigten Spannungsmessung im 400/230-V-Netz zu einem sofortigen hohen _____ kommen. Dadurch kann das Messgerät _____ werden. Durch einen Lichtbogen kann es weiterhin zu einer _____, z.B. an den Händen, führen.

2. a) Ergänzen Sie für einen Laborversuch die Schaltung (Bild 1) um vier Spannungsmesser, damit die Spannung U an der Spannungsquelle, die Spannung U_1 an der Glühlampe E1, U_2 an E2 sowie U_3 über beide Glühlampen gemessen werden kann.
b) Tragen Sie an den Messgeräten die Polaritätszeichen „+“ und „-“, sowie die Bezugspfeile und Formelzeichen für alle Spannungen ein.

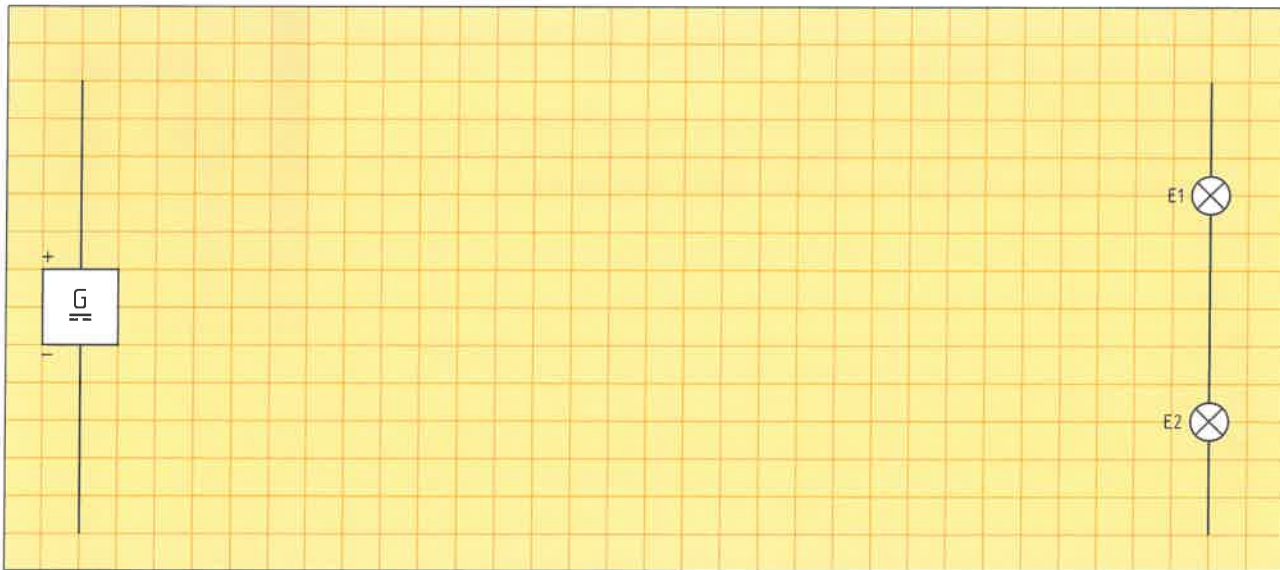


Bild 1: Spannungsmessungen

3. Einpolige Spannungsprüfer (Bild 2) werden in der Elektrotechnik meist von Laien verwendet.

- a) Welchen Nachteil haben diese Spannungsprüfer?
b) Bis zu welcher Spannungshöhe darf der Spannungsprüfer von Laien verwendet werden?
c) Erklären Sie die Handhabung.

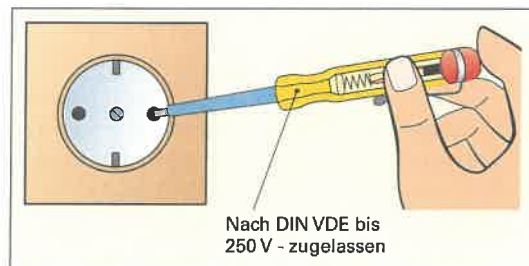


Bild 2: Spannungsprüfer

a) _____

b) _____

c) _____



4. Mit einem einpoligen Spannungsprüfer wird eine Prüfung vorgenommen (Bild 1).
 a) Zeichnen Sie den Stromverlauf $I_{\text{prüf}}$ ein, der beim Prüfen im Stromkreis fließt.
 b) Berechnen Sie den Strom $I_{\text{prüf}}$ bei Vernachlässigung der Leitungswiderstände.

Geg.:

Ges.:

Lösung:

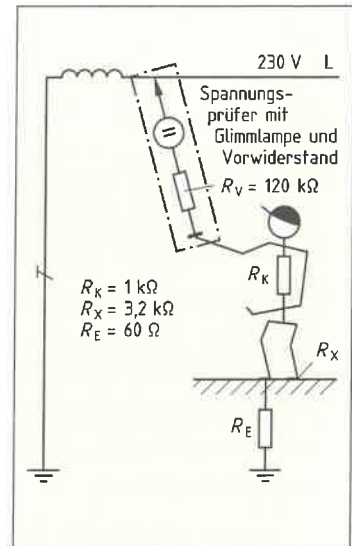


Bild 1: Stromverlauf bei einem einpoligen Spannungsprüfer

5. Mit einem Multimeter soll die Spannung an einer Steckdose (Bild 2) überprüft werden.
 a) Kann man an der Steckdose eine Spannung messen, obwohl kein Verbraucher angeschlossen ist? Begründen Sie.
 b) Welche Spannungshöhe ist zu erwarten?
 c) Ab welcher Spannungshöhe ist eine Spannung lebensgefährlich?
 d) Beschreiben Sie die genaue Vorgehensweise zum Messen der Spannung an der Steckdose mithilfe des Digitalmultimeters (Bild 2, Blatt-Nr. 8.2).



Bild 2: Steckdose

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

6. Nach dem Anschließen eines Messgerätes zur Spannungsmessung an einer Leuchte zeigte das Messgerät keine Spannung an (Bild 3). Vor der Messung war die Leuchte an. Beim Anschließen des Messgerätes war die Leuchte plötzlich aus. Geben Sie eine Erklärung für dieses Verhalten.



Bild 3: Messen an einer Leuchte



1. Wie werden Strommesser zum Messen von Strömen grundsätzlich geschaltet?

2. Es soll in einem Stromkreis einer elektrischen Anlage der Strom mit einem Strommesser gemessen werden. Beschreiben Sie eine sinnvolle Vorgehensweise im **Bild 1** in Pfeilrichtung.

Start (elektrische Anlage ist ausgeschaltet):

Bild 1: Messen der Stromstärke mit einem Digitalmultimeter

3. In einer Schaltung soll der Strom I_F durch eine Leuchtdiode (**Bild 2**) überprüft werden. Welcher Strom I_F ist zu erwarten?
Hinweis: Berechnen Sie den Strom I_F unter Beachtung der Spannung U_F .

Geg.:

Ges.:

Lösung:

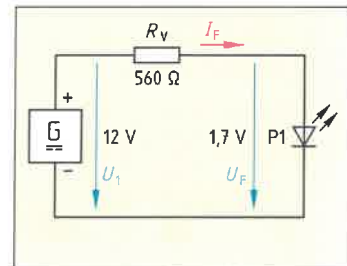


Bild 2: Leuchtdiode an Spannung

4. Manchmal kann man einen Strom nicht direkt messen, sondern indirekt mithilfe einer Spannungsmessung. Beschreiben Sie für **Bild 2** die indirekte Bestimmung des Stromes I_F .

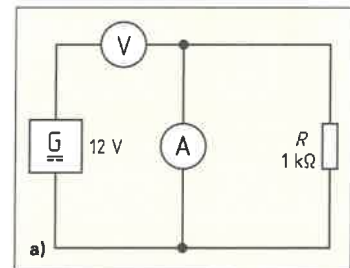


Bild 3: Fehlerhafte Messschaltung

5. a) Beschreiben Sie das Verhalten der fehlerhaften Messschaltung (**Bild 3**).
b) Welchen Messwert zeigt der Spannungsmesser an?
c) Begründen Sie die Anzeige des Strommessers?

a) _____

b) _____

c) _____



6. a) Ergänzen Sie die Schaltung (**Bild 1**) für einen Laborversuch um drei Strommesser, damit der Gesamtstrom I , der Strom I_R durch den Widerstand und der Strom I_E durch die Glühlampen E1 und E2 gemessen werden kann.
 b) Tragen Sie an den Messgeräten die Polaritätszeichen „+“ und „-“, sowie die Bezugspfeile und Formelzeichen für alle Ströme ein.

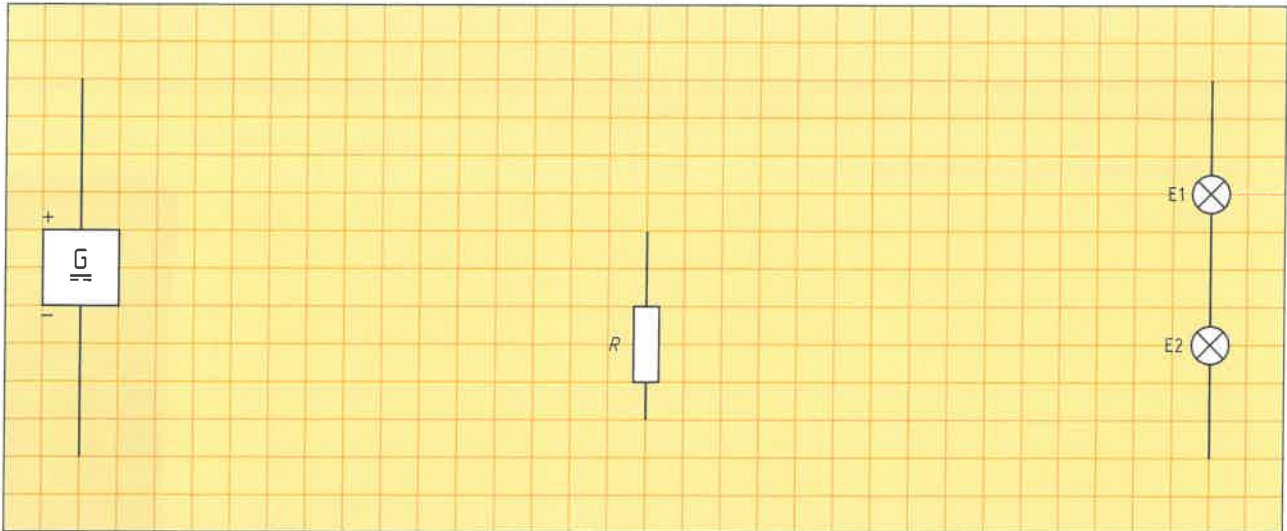


Bild 1: Strommessungen (1)

7. Mit dem Messgerät nach **Bild 2, Blatt-Nr. 8.1** soll ein unterschiedlicher Strom durch den Verbraucher R von a) 1,2 A und b) 3,4 A gemessen werden. Schließen Sie das Messgerät im **Bild 2** an.

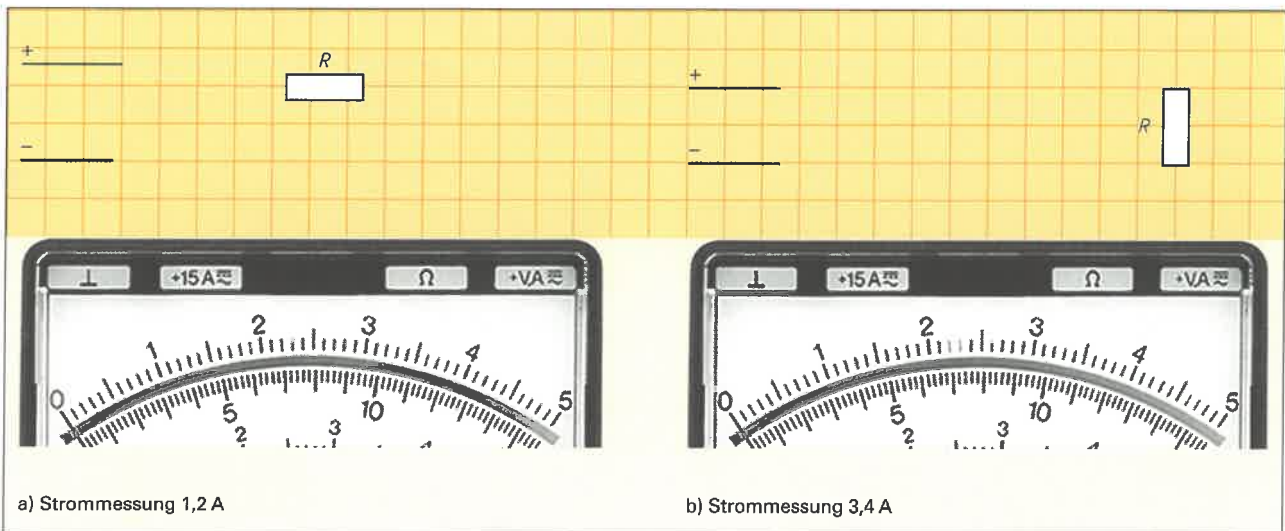


Bild 2: Strommessungen (2)

8. Mit Strommesszangen (**Bild 3**) kann man Ströme messen.
 a) Welchen Vorteil haben Strommesszangen?
 b) Für welche Stromgrößen verwendet man Strommesszangen allgemein?

a) _____

b) _____



Bild 3: Strommesszange



Wird Arbeit in einer bestimmten Zeit verrichtet, so spricht man von Leistung. Die elektrische Leistung kann man direkt mit einem Leistungsmesser messen oder indirekt bei Gleichstrom über Spannung und Strom berechnen.

1. Zum Messen von Leistungen werden Leistungsmesser verwendet.

- a) Wie viele Anschlussklemmen hat ein Leistungsmesser?
b) Erklären Sie die Aufgabe dieser Anschlussklemmen.

a) _____
b) _____

2. Leistungen können direkt oder indirekt bestimmt werden.

- a) Ergänzen Sie beide Messschaltungen im Bild 1.
b) Welche Leistung hat die Glühlampe?

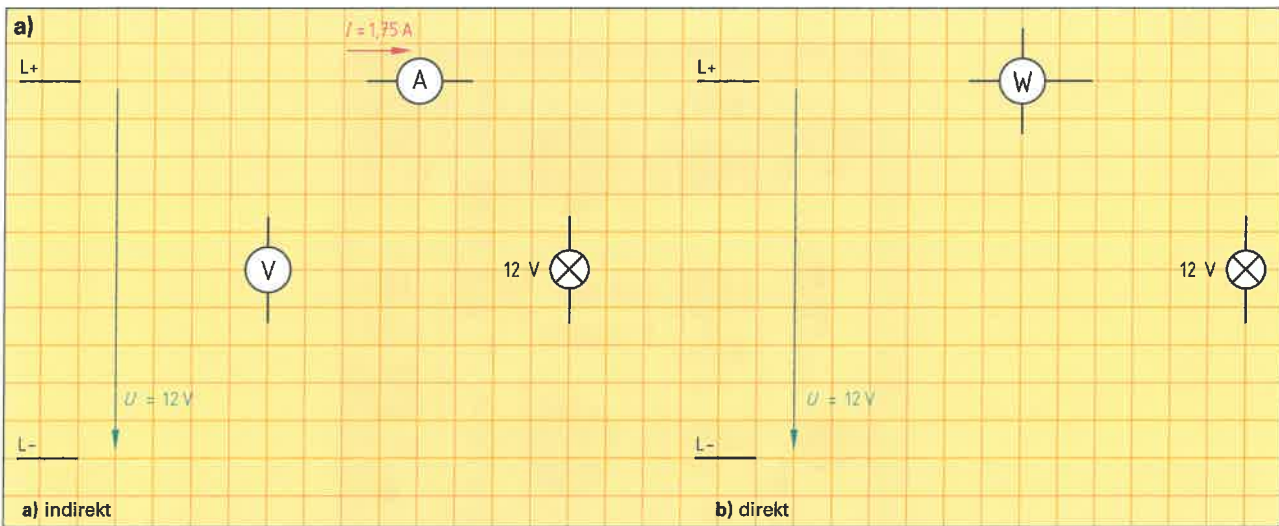


Bild 1: Leistungsmessungen

b) Geg: _____
Ges: Lösung: _____

3. a) Benennen Sie die Teile des Leistungsmessers. b) Es soll mit dem Leistungsmesser die Leistung eines Einphasenmotors gemessen werden. Ergänzen Sie die Schaltung im Bild 2. c) Welche Leistung wird angezeigt?

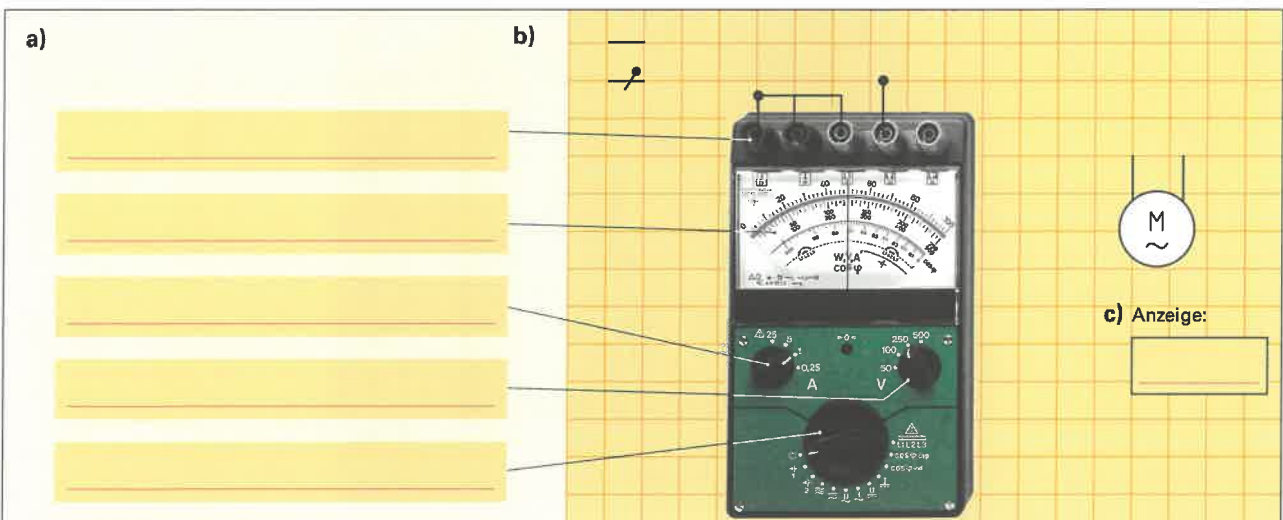


Bild 2: Messen mit dem Leistungsmesser



Das Oszilloskop ist ein Messgerät zur Darstellung des zeitlichen Verlaufes einer Spannung. Spannungen werden an den Eingangsbuchsen, z. B. Kanal I, und dem Masseanschluss gemessen. Digitalspeicher-Oszilloskope ermöglichen das Speichern der Eingangssignale.

1. Tragen Sie in das Bild die mit den Ziffern 1 bis 13 gekennzeichneten Teile eines Oszilloskops ein. Verwenden Sie deutsche Begriffe.

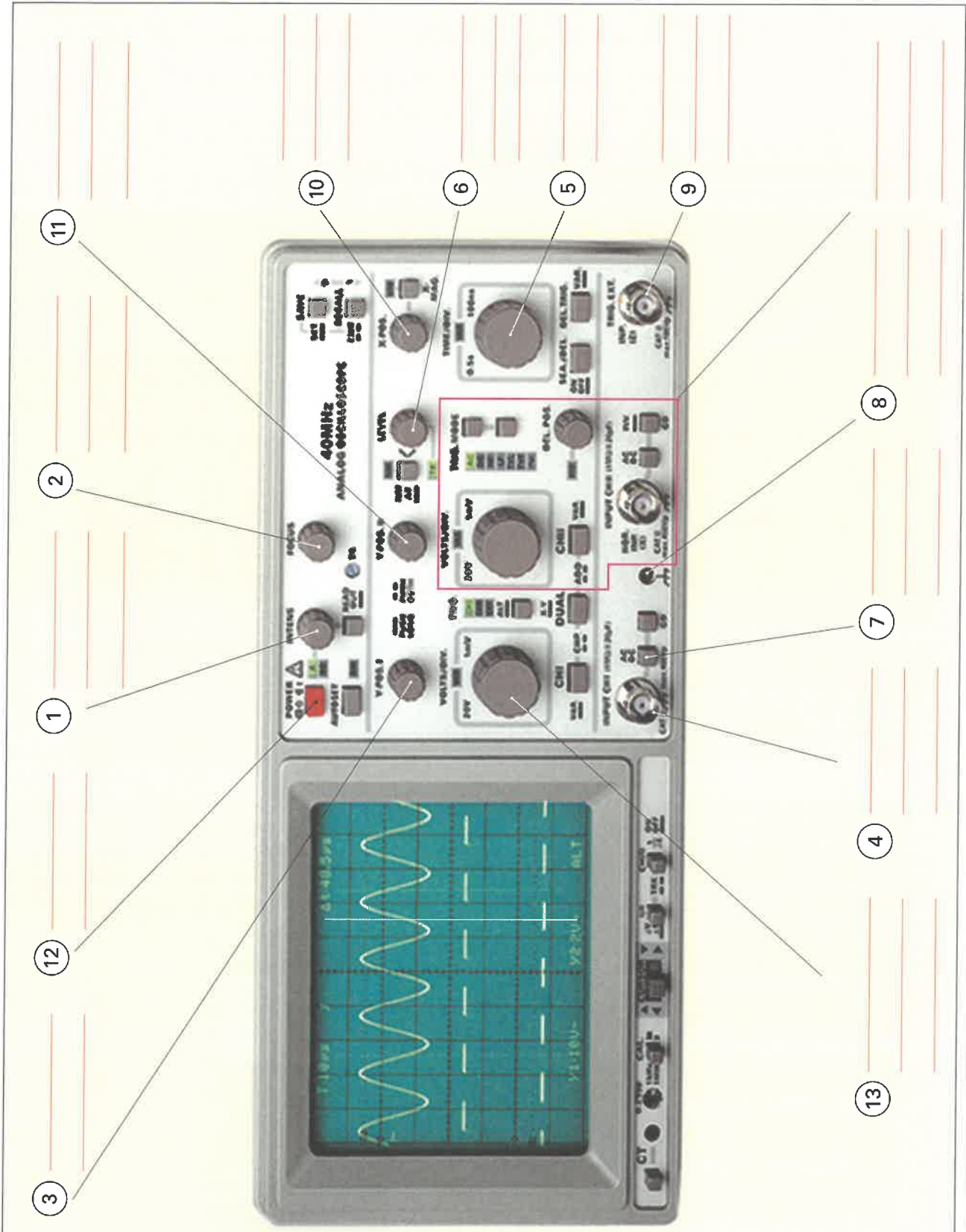


Bild: Frontansicht eines Zweikanal-Oszilloskops



2. Geben Sie an, welche elektrischen Größen man mit dem Oszilloskop messen, darstellen bzw. bestimmen kann.

3. Am Oszilloskop findet man die Bezeichnung DIV bzw. div, z. B. bei V/DIV. Erklären Sie diese Bezeichnung.

4. Welche Größe in div hat der Bildschirm des Oszilloskops im **Bild 1** in x- und y-Richtung?

X-Richtung: _____ Y-Richtung: _____

5. Mit einem Oszilloskop soll mit Kanal I die Spannung U_2 am Widerstand R_2 gemessen werden. Ergänzen Sie die Messschaltung (**Bild 1**).

6. Die Einstellung des Oszilloskops im **Bild 1** beträgt 10 V/div.

Wie groß ist die Spannung U , wenn sich die Nulllinie

a) in Bildschirmmitte und

b) am unteren Bildschirmrand befindet?

a) _____

b) _____

7. Das **Bild 2** zeigt zwei Einsteller.

a) Um welche Einsteller handelt es sich?

b) Warum sind es zwei Einsteller?

c) Welche Spannung kann man maximal messen, wenn man das Oszilloskop nach **Bild, Seite 100** verwendet?

a) _____

b) _____

c) _____

8. Um mit dem Oszilloskop höhere Spannungen messen zu können, verwendet man Tastteiler (**Bild 3**).

a) Welche Bedeutung hat der Schalter mit der Angabe Teiler 1 : 1 oder 10 : 1?

b) Welche maximale Spannung U könnte man mit dem Tastteiler messen? **Hinweis:** Frage 7c beachten!

c) Welche wichtige Angabe macht der Hersteller des Tastteilers zum Messen von Spannungen im Vergleich zur Aufgabe b)?

a) _____

b) _____

c) _____

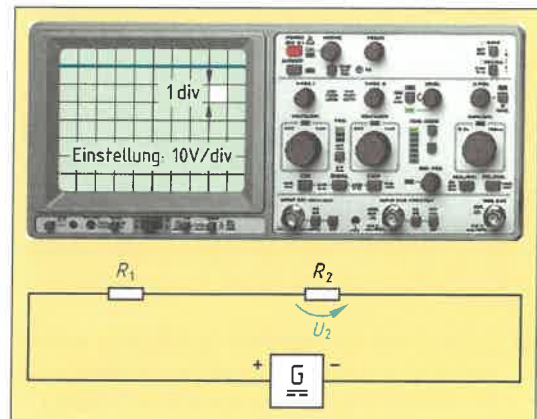


Bild 1: Messen einer Gleichspannung



Bild 2: Einsteller

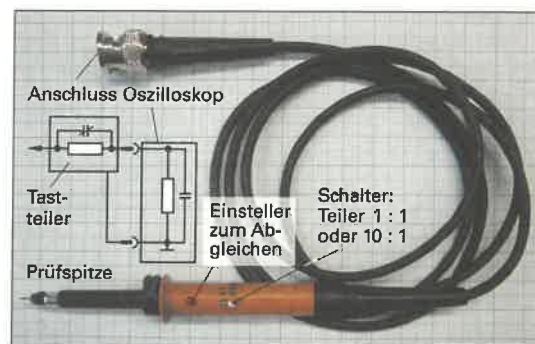


Bild 3: Tastteiler



9. a) Welche beiden elektrischen Größen einer Wechselspannung zeigt **Bild 1**?
 b) Welche weiteren elektrischen Größen können Sie mithilfe von \hat{u} und T bestimmen?
 c) Berechnen Sie die Größen von Lösung a) und b)?

a) _____
 b) _____

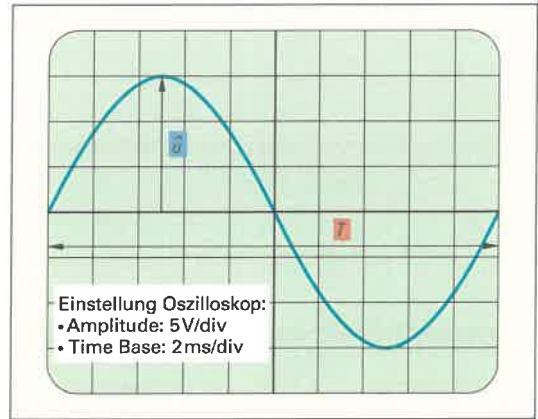
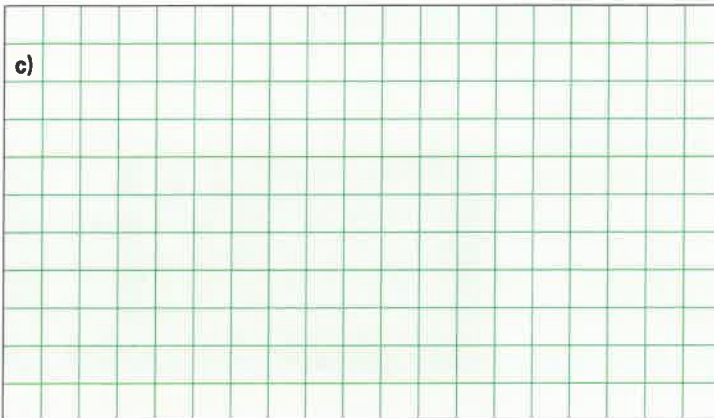


Bild 1: Wechselspannungsmessung

10. Ströme werden mit dem Oszilloskop indirekt gemessen. Bestimmen Sie in der Messschaltung im **Bild 2** die Höhe des Stromes I . Die Einstellung am Oszilloskop beträgt $0,1 \text{ V/div}$.

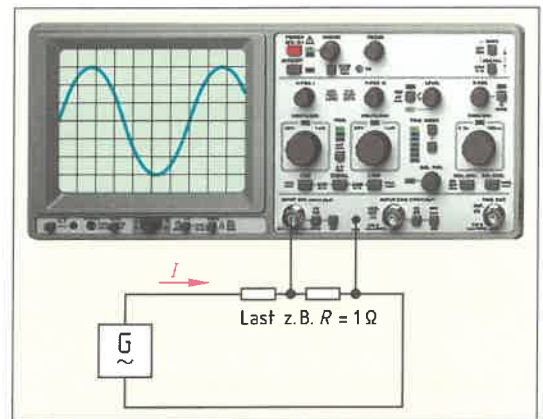
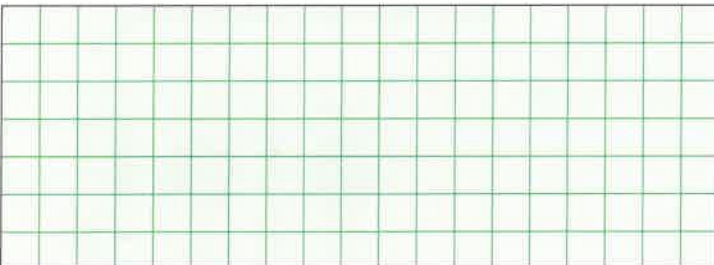


Bild 2: Strommessung

11. a) Durch welche Größe wird die Phasenverschiebung angegeben?
 b) Welche Einheiten verwendet man für die Phasenverschiebung?
 c) Wie kann man mit einem Oszilloskop die Phasenverschiebung zweier Wechselspannungen ermitteln?

a) _____
 b) _____
 c) _____

i In der Elektrotechnik kann eine Wechselspannung gegenüber einer zweiten Wechselspannung verschoben sein. Die Nulldurchgänge der beiden Spannungen finden dann zu unterschiedlichen Zeitpunkten statt. Man sagt beide Spannungen sind phasenverschoben.

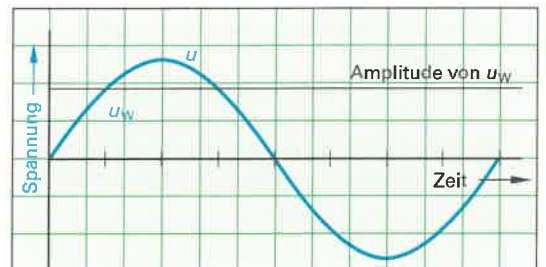


Bild 3: Phasenverschiebung von zwei Spannungen

12. Zwischen zwei Spannungen gleicher Frequenz beträgt der Phasenverschiebungswinkel 45° . Zeichnen Sie in **Bild 3** die Spannung U_W so ein, dass diese der Spannung U voreilt.

13. Bestimmen Sie im **Bild 4** den Phasenverschiebungswinkel zwischen der Spannung U_1 und U_2 .

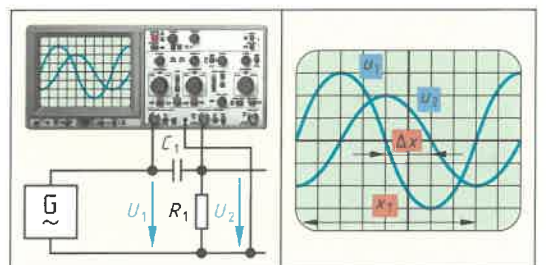
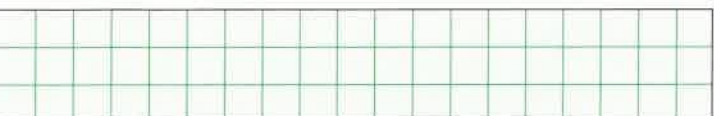


Bild 4: Messen der Phasenverschiebung mit dem Oszilloskop



Halbleiterwerkstoffe sind die Grundlage für viele elektronische Bauelemente, z. B. Dioden, Transistoren und Halbleiterwiderstände. Die Stromleitung in Halbleitern, z. B. Silicium (Bild 1), unterscheidet sich von der Stromleitung in Leitern, z. B. Metallen. Man unterscheidet P- und N-Leiter oder PN-Übergänge. Diese haben besondere Eigenschaften, z. B. temperatur-, spannungs- oder stromrichtungsabhängige Widerstände, die in elektronischen Bauelementen genutzt werden.



Bild 1: Monokristallines Silicium

1. Halbleiter grenzen sich durch ihre Leitfähigkeit von Leitern und Isolierstoffen ab. Ergänzen Sie diese Stoffarten in dem Diagramm (Bild 2) für den spezifischen Widerstand bei Zimmertemperatur. Geben Sie auch die Einheit für den spezifischen Widerstand an.

2. Wodurch entsteht Eigenleitung bei einem Halbleiterwerkstoff?

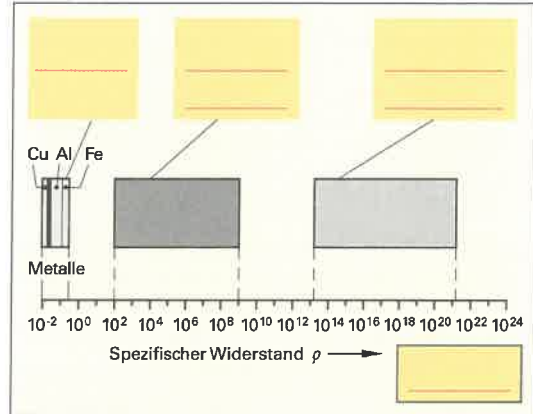
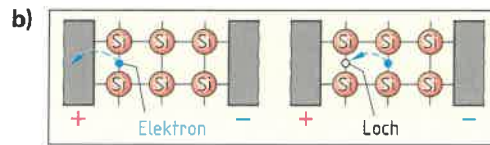
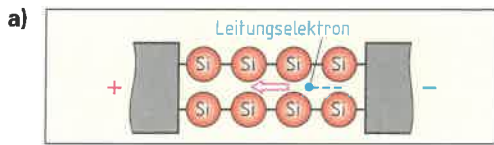


Bild 2: Spezifischer Widerstand von Stoffen

3. Bei der Stromleitung durch einen Halbleiter wird zwischen a) Elektronen- und b) Löcherleitung unterschieden. Erklären Sie die jeweilige Leitungsart.



4. Nennen Sie die Halbleiterwerkstoffe zur Herstellung der angegebenen elektronischen Bauelemente.

Dioden, Transistoren und Thyristoren: _____ Leuchtdioden: _____

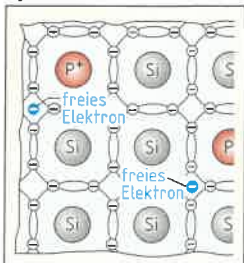
5. a) Wie kann die Leitfähigkeit eines Halbleiterwerkstoffes extrem erhöht werden?
 b) Wie wird diese Art der Leitung bezeichnet?
 c) Wie nennt man die technologische Umsetzung zur Erhöhung der Leitfähigkeit bei der Herstellung des Halbleitermaterials?

a) _____

b) _____ c) _____

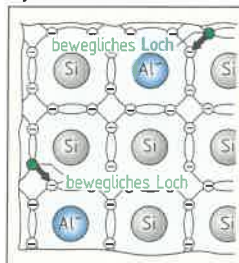
6. Nennen Sie die Merkmale von a) N-Leiter und b) P-Leiter.

a) N-Leiter



Dotierungsstoffe: _____
 Anzahl Elektronen auf der Außenschale: _____
 Art der Ladungsträger: _____

b) P-Leiter



Dotierungsstoffe: _____
 Anzahl Elektronen auf der Außenschale: _____
 Art der Ladungsträger: _____



Werden P- und N-Leiter zusammengefügt, entsteht ein PN-Übergang. Der PN-Übergang hat besondere Eigenschaften, z.B. einen Widerstand, der von der Stromrichtung abhängig ist. Diese Eigenschaft wird bei einer Diode (Bild 1) z.B. zur Gleichrichtung von Wechselstrom genutzt.

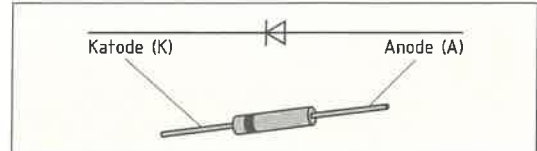


Bild 1: Diode

1. Beim Zusammenfügen von P- und N-Leiter treten Ladungsträger aus der einen Halbleiterschicht in die andere Halbleiterschicht ein (Bild 2). Erklären Sie die Auswirkung beim Übertreten der Ladungsträger und das Entstehen der Sperrschicht.

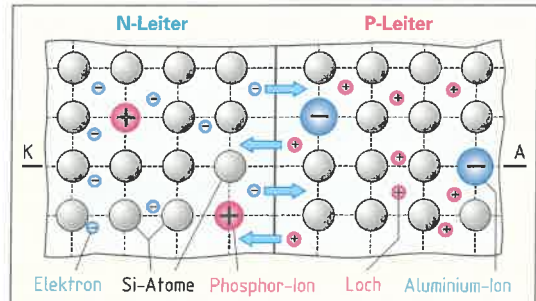


Bild 2: PN-Übergang

2. An der PN-Schicht entsteht durch das Übertreten (diffundieren) der Ladungsträger in die jeweils andere Schicht eine Ladung. Dadurch entsteht eine Spannung, die man als Diffusionsspannung U_{Diff} (Bild 3) bezeichnet. Wie groß ist die Diffusionsspannung bei folgenden Halbleiterwerkstoffen?

- a) Silicium: _____ b) Germanium: _____
c) Gallium-Arsenid: _____

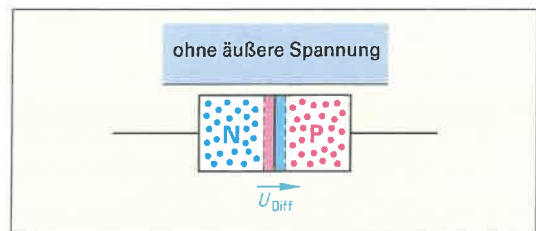


Bild 3: Diffusionsspannung

3. a) Zeichnen und beschriften Sie den Spannungspfeil für die Durchlassspannung U_F und die Sperrspannung U_R in der richtigen Polarität in Bild 4 ein und
b) beschreiben Sie den Abbau der Sperrschicht beim Anlegen der Durchlassspannung.

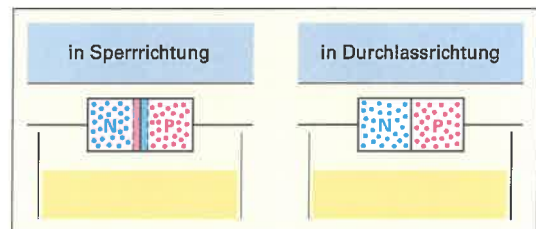


Bild 4: Durchlass- und Sperrrichtung

4. Die Diffusionsspannung bewirkt, dass der PN-Übergang erst beim Anlegen einer Spannung, die größer als die Diffusionsspannung ist, leitfähig wird. Diese Spannung wird auch als Schwellen- oder Schwellenspannung U_s bezeichnet. Bezeichnen Sie die Schwellenspannung in der Dioden-Kennlinie (Bild 5).
5. Ergänzen Sie die Begriffe Durchlassspannung, Durchlassstrom, Sperrspannung und Sperrstrom in der Kennlinie (Bild 5) und geben Sie auch das Formelzeichen bei den Achsenbezeichnungen an.
6. Beschreiben Sie die Durchlass- und Sperrrichtung einer Diode anhand der Dioden-Kennlinie (Bild 5).

7. Nennen Sie ein wichtiges Einsatzgebiet für die Diode.

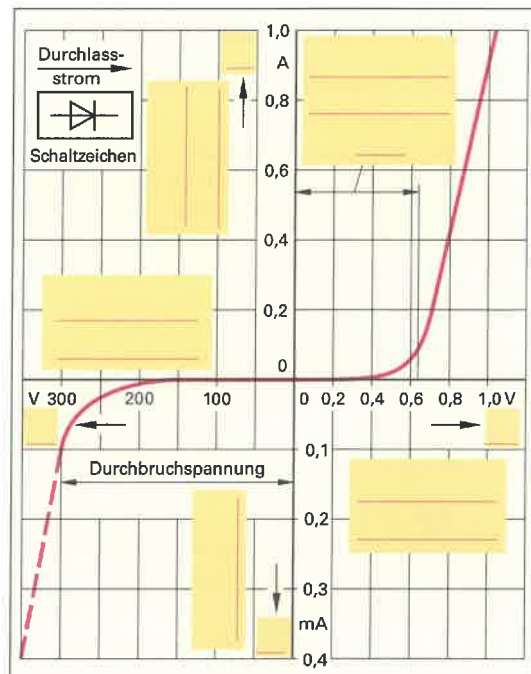


Bild 5: Dioden-Kennlinie



Halbleiterwiderstände (**Bild**) ändern ihren Widerstand in Abhängigkeit von einer physikalischen Größe, z.B. NTC- oder PTC-Widerstände durch Änderung der Temperatur. Damit lassen sich z.B. Temperatursensoren oder Übertemperatursicherungen herstellen. Eine weitere wichtige Art von Halbleiterwiderständen sind VDR-Widerstände. Sie haben einen spannungsabhängigen Widerstand und werden z. B. in Überspannungsableitern eingesetzt.

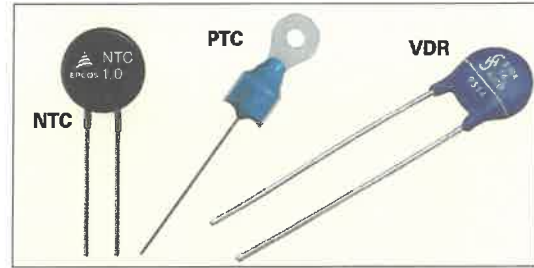


Bild: Halbleiterwiderstände

1. Vervollständigen Sie in der **Tabelle** die unvollständige Kennlinie des NTC und ergänzen Sie die fehlenden Einträge.

Tabelle: Kennlinien und Schaltzeichen von Thermistoren		
Thermistoren	Heißleiter (NTC)	
Widerstandsänderung bei Temperaturzunahme		
Kennlinien $R = f(\vartheta)$		
Schaltzeichen		
NTC, Abkürzung für: _____		
PTC, Abkürzung für: _____		

2. Beschreiben Sie die Betriebsarten a) Eigenerwärmung und b) Fremderwärmung bei einem temperaturabhängigen Widerstand.

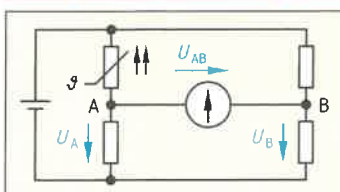
a) Eigenerwärmung: _____

b) Fremderwärmung: _____

3. Nennen Sie bei einem PTC-Widerstand

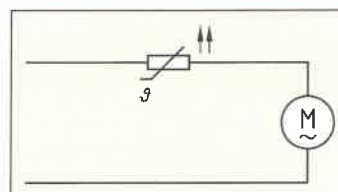
- die Bezeichnung der dargestellten Anwendung.
- Ermitteln Sie die Widerstände für die angegebenen Temperaturen aus der Kennlinie in der **Tabelle**.
- Ergänzen Sie die Wirkungskette zur Beschreibung der Funktionsweise und
- geben Sie an, ob es sich bei der Betriebsart um Eigen- oder Fremderwärmung handelt.

a) Temperaturmessung _____



b) $R_{120^\circ\text{C}} \approx$ _____
 $R_{150^\circ\text{C}} \approx$ _____

a) _____



b) $R_{70^\circ\text{C}} \approx$ _____
 $R_{130^\circ\text{C}} \approx$ _____

c) Temperatur steigt an → Spannung U_A sinkt
 und Spannung U_B _____
 → Brücken-Spannung U_{AB} wird _____

c) Motor wird durch Last gebremst → Strom wird _____
 → Temperatur des Widerstandes wird _____
 → Widerstandswert wird _____
 → Strom durch Widerstand und Motor wird _____

d) _____

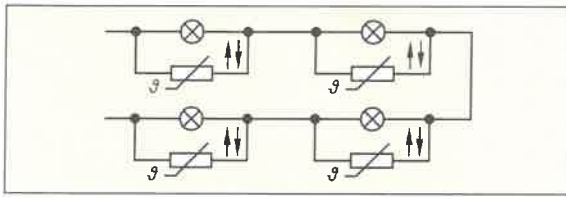
d) _____



4. Nennen Sie bei einem NTC-Widerstand

- a) die Bezeichnung der dargestellten Anwendungen,
- b) ergänzen Sie die Wirkungskette zur Beschreibung der Funktionsweise und
- c) geben Sie an, ob es sich bei der Betriebsart um Eigen- oder Fremderwärmung handelt.

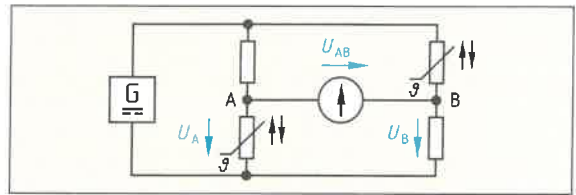
a) Lichterkette



- b) Lampe ist defekt → Spannung am Widerstand steigt → Strom durch Widerstand wird _____ → Temperatur des Widerstandes wird _____ → Widerstandswert _____ → Strom durch Widerstand _____ → Beleuchtung geht _____ aus.

c) _____

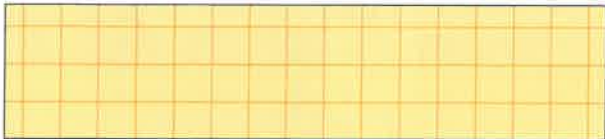
a)



- b) Temperatur steigt an → Spannung U_A am Messpunkt A _____ und Spannung U_B am Messpunkt B _____ → Brücken-Spannung U_{AB} wird _____.

c) _____

5. Zeichnen Sie das Schaltzeichen eines Varistors.



6. Wie verhält sich der Widerstandswert eines VDR bei ansteigender Spannung?

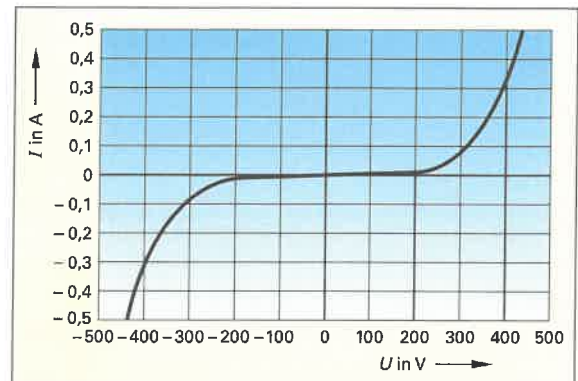


Bild: Varistor-Kennlinie

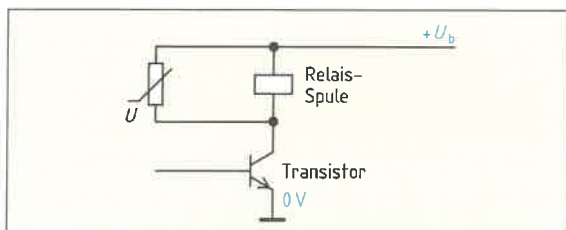
7. Bestimmen Sie den Widerstand des VDR a) bei 200 V und b) bei 400 V aus der Kennlinie (Bild).

a) Geg.:	Ges.:
Lösung:	
$R_{200V} =$	

a) Geg.:	Ges.:
Lösung:	

8. Nennen Sie a) die Bezeichnung der folgenden Anwendungen eines VDR und b) beschreiben Sie die Funktionsweise durch die Erweiterung der angegebenen Wirkungskette.

a) _____

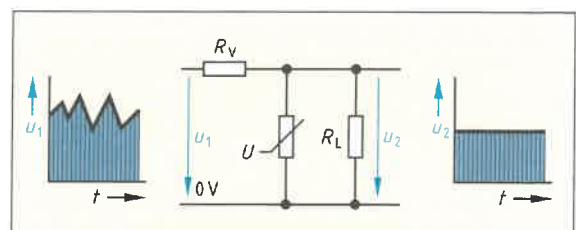


- b) Transistor schaltet in kurzer Zeit von den leitenden in den gesperrten Zustand →

Spule erzeugt hohe Induktionsspannung

→ _____

a)



- b) Spannung U_1 wird größer →



Bipolare Transistoren (**Bild 1**) sind verstärkende (aktive) Halbleiterbauelemente, die zum Schalten, z. B. in Steuerungschaltungen, oder zum Verstärken von Analogsignalen, z. B. in NF-Verstärkern, verwendet werden. Sie bestehen aus drei Halbleiterschichten mit n- und p-leitendem Halbleitermaterial. Der Strom durch einen bipolaren Transistor muss im Gegensatz zu einem unipolaren Transistor (Feldeffekt-Transistor) durch zwei Arten von Halbleiterschichten, n- und p-Schicht (**Bild 2**), fließen.

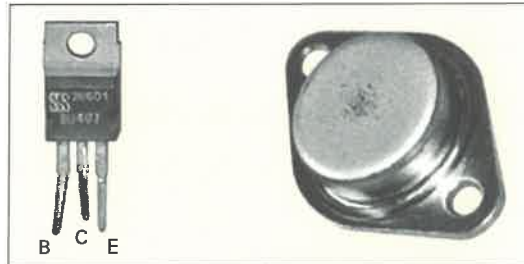


Bild 1: Bipolare Transistoren

1. Bezeichnen Sie in **Bild 2** die Anschlüsse eines bipolaren Transistors.

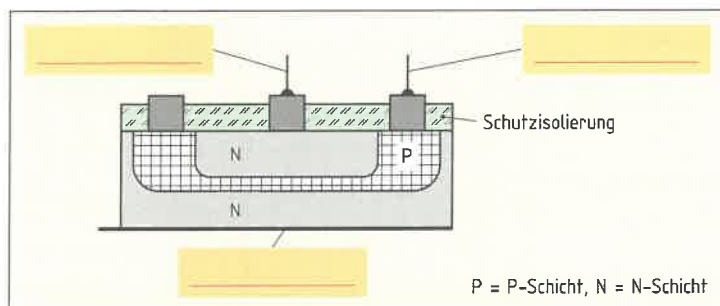


Bild 2: Aufbau eines Transistor

2. Tragen Sie die fehlenden Gehäusebezeichnungen für die Transistoren in **Tabelle 1** ein.

Tabelle 1: Gehäuse für Transistoren			
Ansichten	Gehäusebez.	Ansichten	Gehäusebez.
	TO 92		

3. Ergänzen Sie in **Tabelle 2** die Anschlusskurzbezeichnungen der Transistoren und den Schaltplan für die Emitterschaltung. Tragen Sie in den Schaltplan auch die Spannungsquellen mit den Polungen, die Bezugspfeile für die Ströme und deren Formelzeichen ein.

Tabelle 2: Typen bipolarer Transistoren und ihre Grundschaltungen			
Typ	Zonenfolge	Diodenvergleich	Emitterschaltung

4. Vervollständigen Sie die folgende Wirkungskette zur Steuerung eines NPN-Transistors aus **Tabelle 2**.

Basisstrom I_B wird größer \rightarrow Kollektorstrom I_C \rightarrow Spannung an R_C \rightarrow Spannung zwischen Kollektor und Emitter

5. Ergänzen Sie a) die **Tabelle 3** mit den Bezeichnungen der Größen, z. B. I_B , für die angegebenen Werte und berechnen Sie b) mit den Werten aus **Tabelle 3** das Gleichstromverhältnis (Gleichstromverstärkung) β .

a)

Tabelle 3: Messwerte eines NPN-Transistors				
I_B				
10 mA	0,6 V	1,51 A	6 V	1,5 A

b)

Geg.:
Ges.:
Lösung:



6. Ein NPN-Transistor (Bild 1) soll mit einem Widerstandsmesser geprüft werden. Geben Sie an, bei welchen Strecken Durchgang oder kein Durchgang gemessen wird.

- Basis → Emittter: Durchgang
- Emittter → Basis: _____
- Basis → Kollektor: _____
- Kollektor → Basis: _____
- Kollektor → Emittter: _____
- Emittter → Kollektor: _____

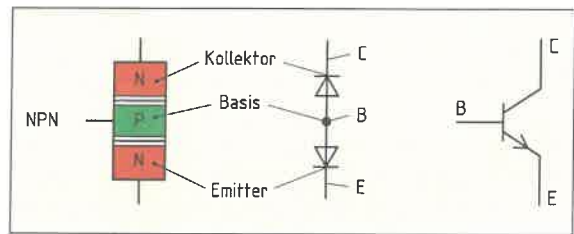


Bild 1: Aufbau eines Transistors

7. Welche Grenzwerte eines Transistors könnten überschritten und somit der Transistor zerstört werden, wenn im Basis- oder Kollektor-Anschluss kein Vorwiderstand vorhanden wäre?

I_{Bmax}

8. a) Ermitteln Sie aus dem Kennlinienfeld (Bild 2) I_B , I_C und U_{CE} bei einer U_{BE} von 0,65 V.
 b) Berechnen Sie das Gleichstromverhältnis B .

a) I_B : _____ I_C : _____ U_{CE} : _____

b) Geg.:	Ges.:
Lösung:	

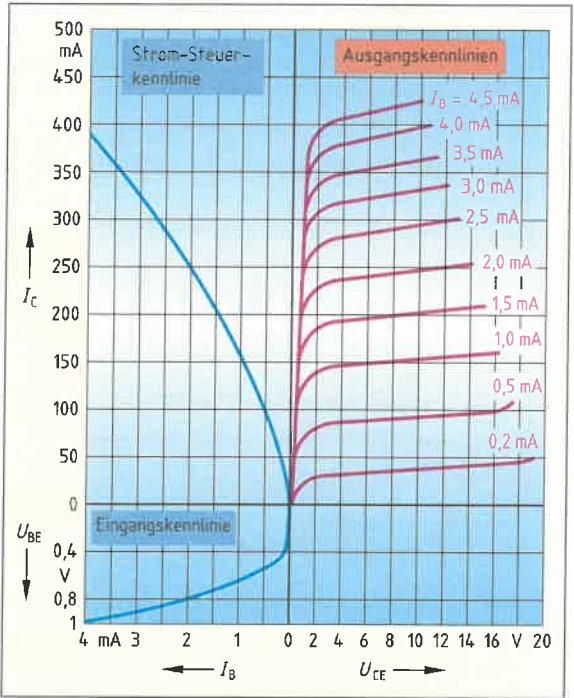


Bild 2: Kennlinienfeld eines Transistors

9. Ergänzen Sie die Funktionsbeschreibungen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Transistorschaltungen (Bild 3 a, b und c).

a) Transistor zur Anpassung von Spannung

Bei einer Spannung von 5 V am Eingang der Schaltung fließt ein Basisstrom → Es fließt ein großer _____
 → Der Transistor _____ durch
 → Die Spannung zwischen _____ geht im voll durchgeschalteten Zustand gegen 0 V
 Bei 0 V am Eingang fließt kein _____
 → Der Transistor sperrt
 → Die Spannung zwischen C und E beträgt ca. _____

b) Transistor zum Schalten eines Schütz

Eine Steuerspannung erzeugt einen kleinen _____
 → Es fließt ein großer _____ zum _____ des Schütz → Der Schütz schaltet einen sehr großen Strom für den Motor

c) Transistor zur Verstärkung eines Analogsignals

Eine kleine Wechselspannung am Eingang der Schaltung erzeugt einen kleinen _____ durch die Basis des Transistors → Es fließt ein großer Wechselstrom durch den Lastwiderstand R_C über den Kollektor zum _____ → Am Lastwiderstand R_C fällt eine große _____ → Die verstärkte Wechselspannung wird am _____ gegen Masse abgegriffen

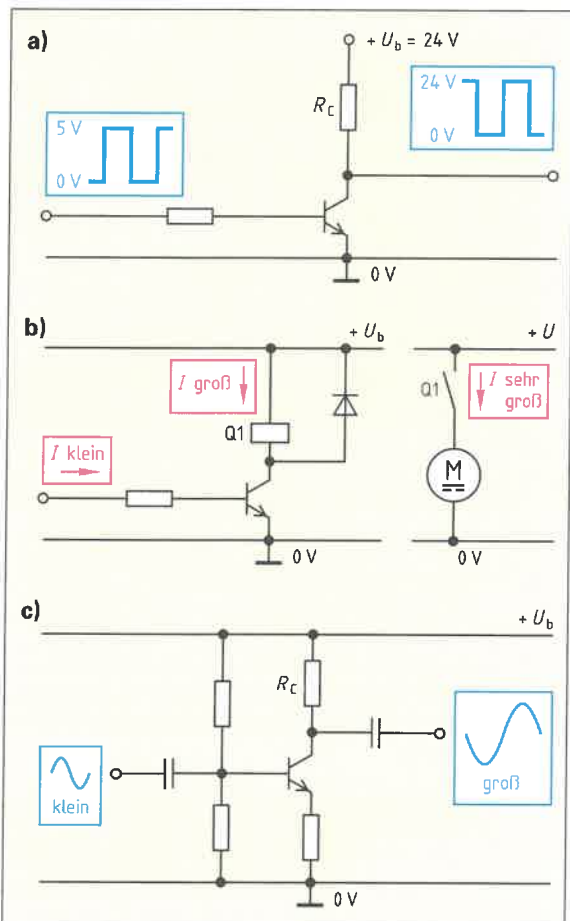


Bild 3: Einsatzgebiete von Transistoren (Beispiele)



Feldeffekttransistoren (Bild 1) werden in der Energietechnik häufig als Schalttransistoren, z.B. in Netzteilen, oder in der Übertragungstechnik, z.B. in Signal-Verstärkern, verwendet. Sie werden auch als unipolare Transistoren bezeichnet, weil im Arbeitsstromkreis nur eine Art von Ladungsträgern, z.B. n-Ladungsträger, verwendet wird. Im Vergleich zu bipolaren Transistoren wird kein Steuerstrom benötigt, man spricht auch von leistungsloser Steuerung.

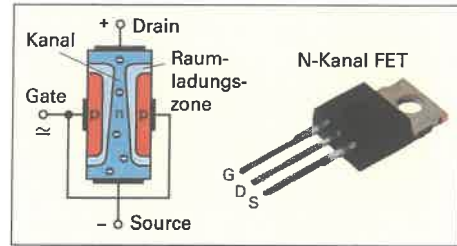


Bild 1: Feldeffekttransistor (FET)

1. Beschreiben Sie jeweils das grundlegende Merkmal der beiden Arten von Feldeffekttransistoren.

IG-FET (MOS-FET):

J-FET (Sperrschicht-FET):

2. Bezeichnen Sie die Art sowie die Anschlüsse Drain, Source und Gate der Feldeffekttransistoren.



3. Erläutern Sie das grundlegende Funktionsprinzip eines FET indem Sie die fehlenden Begriffe einfügen.

Der Strom durch den Kanal zwischen _____ und _____ wird durch ein _____ Feld gesteuert. Das elektrische Feld entsteht durch die Steuerspannung zwischen _____ und Source.

4. Erklären Sie bei den IG-FETs (Bild 2) die Bezeichnung a) Verarmungstyp und b) Anreicherungstyp.

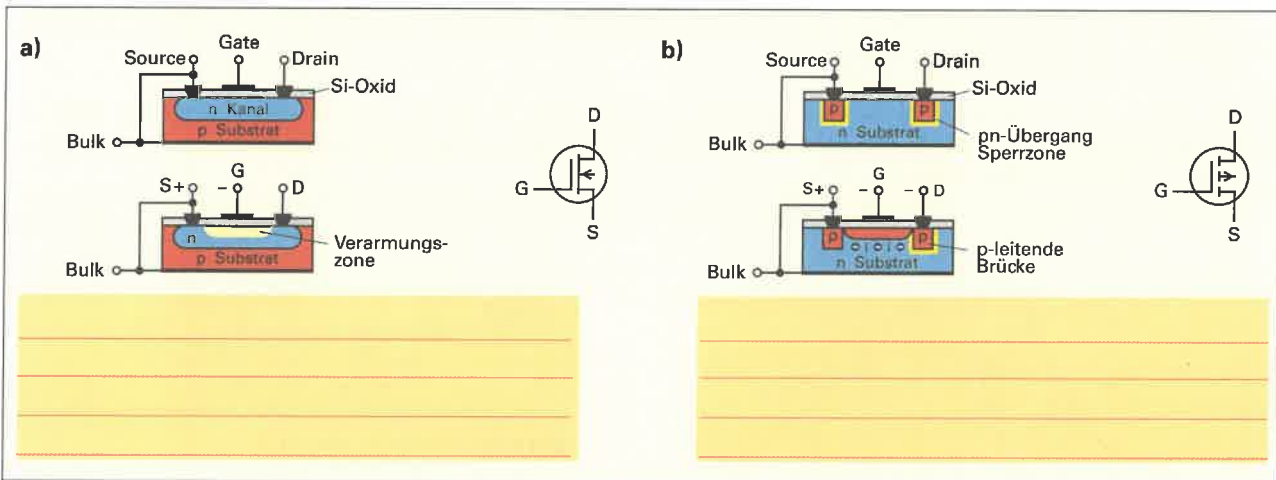


Bild 2: Isolierschicht-Feldeffekttransistoren (IG-FETs)

5. Ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen in der Tabelle mit der Übersicht der Feldeffekttransistoren.

Tabelle: Feldeffekttransistoren			
Halbleiterelement	Kanal-Typ	Ladungsträger	Schaltzeichen
J-FET	N-Kanal	Verarmung	
Sperrschicht FET	P-Kanal	Verarmung	
IG-FET			
MOS-FET			



Optoelektronische Bauelemente (Bild 1) können in optoelektronische Sender, z. B. Leuchtdioden, und optoelektronische Empfänger, z. B. Fotodioden, eingeteilt werden. Zur Planung und Reparatur von Schaltungen mit optoelektronischen Bauelementen benötigt man Kenntnisse zur Funktionsweise sowie deren Kenn- und Grenzwerte.



Bild 1: Optoelektronische Bauelemente

1. Nennen Sie Beispiele für optoelektronische Bauelemente in den verschiedenen Einteilungen.

Optoelektronische Sender

Leuchtdiode

Optoelektronische Empfänger

Fotowiderstand

Optoelektronische Sender und Empfänger

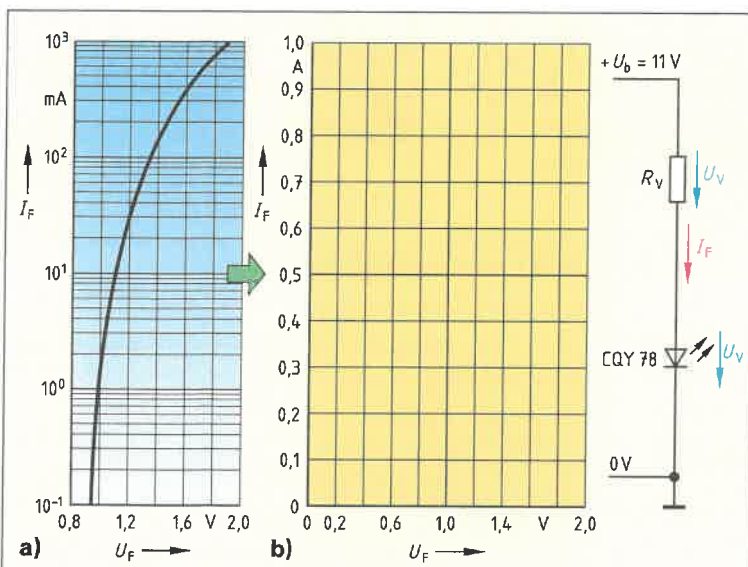
2. Geben Sie die Anschlussbezeichnungen des Schaltzeichens für eine LED an.



3. Ergänzen Sie in der Tabelle die fehlenden Angaben zu den Halbleiterwerkstoffen für optoelektronische Sender.

Tabelle: Halbleiterwerkstoffe für optoelektronische Sender			
Werkstoff mit Dotierung	Farbe, Bereich	Wellenlänge in nm	Spannung U_F
GaAsSi		930	1,2 V
GaAsP	rot	655	
GaAsPN	orange		1,6 V
GaAsPN		590	1,8 V
GaPN	grün	555	
InGaN		465	

4. Zeichnen Sie nach der Kennlinie $I_F = f(U_F)$ (Bild 2 a) die entsprechende Kennlinie im linearen Maßstab (Bild 2 b). Berechnen Sie die Größe des Vorwiderstands R_V für einen Betrieb an $U_b = 11$ V und einen Durchlassstrom $I_F = 80$ mA. Für welche Leistung muss der Vorwiderstand dimensioniert sein?



Geg.:

Ges.:

Lösung:

Bild 2: Kennlinien $I_F = f(U_F)$ für Leuchtdiode CQY78



5. Ergänzen Sie in der **Tabelle** die Benennungen der optoelektronischen Empfänger und beschreiben Sie ihre Eigenschaften und nennen Sie je ein Anwendungsbeispiel.

Tabelle: Optoelektronische Empfänger		
Benennung	Schaltzeichen	Eigenschaften und Anwendung
Fotowiderstand		Leitfähigkeit wird mit zunehmender Beleuchtungsstärke größer; für Gleich- und Wechselstrom geeignet. Anwendung z. B. als Lichtsensor in Dämmerungsschaltern.

6. Ermitteln Sie aus dem Kennlinienfeld in **Bild 1** die Spannung U_{B1} am Fotowiderstand bei einer Beleuchtungsstärke von a) 500 lx und b) 100 lx.

a) $U_{B1 \text{ 500 lx}} =$ _____

b) $U_{B1 \text{ 100 lx}} =$ _____

7. Ergänzen Sie die Wirkungskette für die Funktionsweise des Dämmerungsschalters (**Bild 2**)

- a) bei hoher und
- b) bei geringer Beleuchtung.

a) **Hohe Beleuchtung:**

Beleuchtungsstärke wird größer

→ Widerstand von B1 _____

→ Spannung U_{BE} an der Basis des Schalttransistors K1 wird kleiner

→ Transistor _____

→ Leuchte E1 ist _____

b) **Geringe Beleuchtung:**

Beleuchtungsstärke wird kleiner

→ Widerstand von B1 _____

→ Spannung an der Basis des Schalttransistors K1 _____

→ Transistor _____

→ Leuchte E1 ist _____

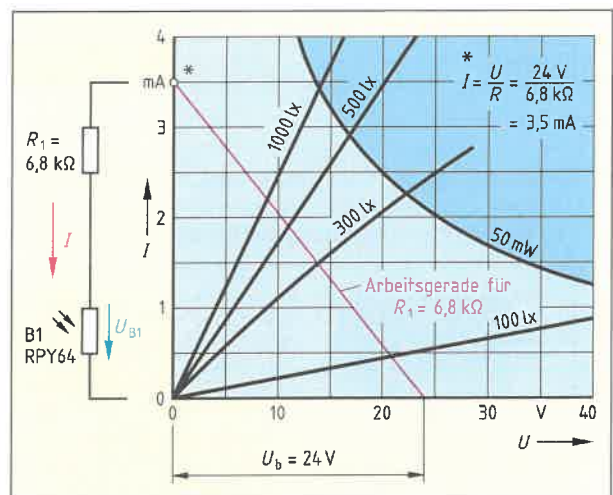


Bild 1: Kennlinienfeld Fotowiderstand RPY64

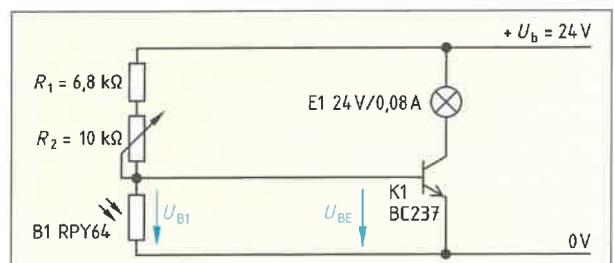


Bild 2: Dämmerungsschalter



Operationsverstärker (OP) sind mehrstufige Verstärker (Bild 1), die als integrierter Schaltkreis (IC) hergestellt werden. Der OP kann in Abhängigkeit von der äußeren Beschaltung nahezu alle Anwendungen übernehmen, die Verstärkerschaltungen enthalten und bisher mit diskreten Bauteilen, z. B. Transistoren, hergestellt wurden. So werden Operationsverstärker in verschiedenen Arten von Analogverstärkern, z. B. auch Kipp-, Filter- oder Oszillatorschaltungen, eingesetzt.

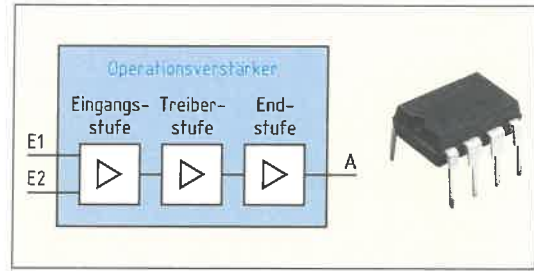


Bild 1: Operationsverstärker

1. Ergänzen Sie in Bild 2 die fehlenden Anschlüsse für die Spannungsversorgung und geben Sie die Spannungspfeile mit Beschriftung an den Eingängen und am Ausgang an.

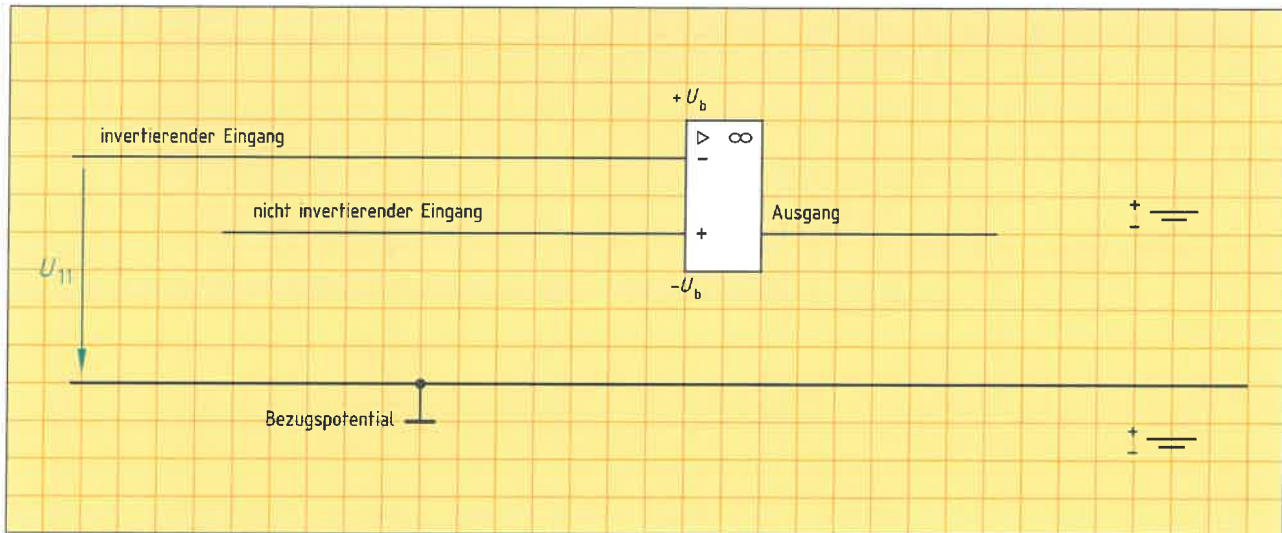


Bild 2: Anschlüsse am Operationsverstärker

2. Vervollständigen Sie die Tabelle mit typischen Kennwerten für Operationsverstärker.

Tabelle: Kennwerte eines Operationsverstärkers (Beispiel)			
Hohe Verstärkung:	10^3 bis 10^6	Ausgangsstrom:	
Große Eingangsimpedanz:		Kleine Ausgangsimpedanz:	

3. Die Steuerkennlinie eines Operationsverstärkers (Bild 3) stellt die Ausgangsspannung U_2 in Abhängigkeit der Differenzeingangsspannung U_{1D} dar.

- Kennzeichnen Sie in Bild 3 die Bereiche der Aussteuerung und der Übersteuerung.
- Die Differenzeingangsspannung U_{1D} beträgt $-0,1$ mV. Welche Ausgangsspannung U_2 stellt sich ein?
- Die Ausgangsspannung U_2 soll $+10$ V betragen. Welche Differenzeingangsspannung U_{1D} ist notwendig?
- Welche Differenzeingangsspannung U_{1D} ist mindestens notwendig, damit der Operationsverstärker in den Übersteuerungsbereich kommt?

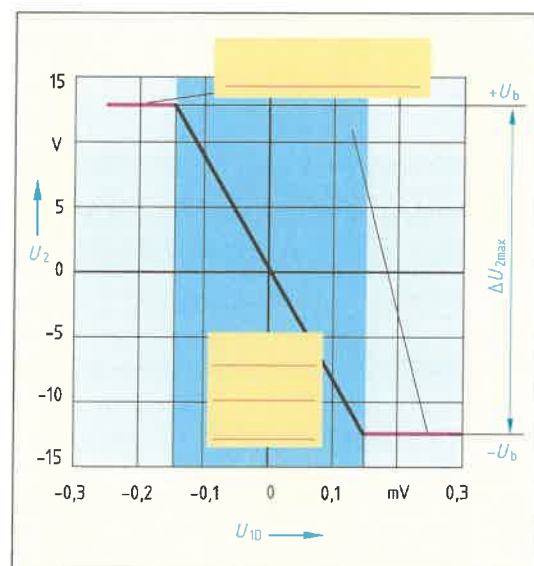


Bild 3: Kennlinie eines Operationsverstärkers



4. Warum ist bei vielen Operationsverstärkern a) ein Nullspannungsabgleich und b) eine Frequenzkompensation erforderlich?

a) _____

b) _____

5. Bezeichnen Sie in **Tabelle 1** die invertierende und die nichtinvertierende Verstärkerschaltung und geben Sie die jeweilige Formel für den Verstärkungsfaktor V_{an} .

Tabelle 1: Verstärkerschaltungen mit Operationsverstärkern

<p>V Spannungsverstärkungsfaktor, U_a Ausgangsspannung, U_e Eingangsspannung, R_K Rückkopplungswiderstand, R_e Eingangswiderstand, R_0 Eingangsquerswiderstand</p>	

6. Nennen Sie zu der Schaltung im **Bild a)** den Spannungsverstärkungsfaktor V , **b)** die Bezeichnungen für die Schaltung und **c)** ein Anwendungsbeispiel.

a) _____

b) _____

c) _____

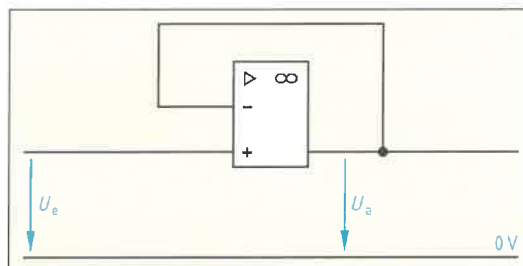


Bild: Impedanzwandler

7. Geben Sie zu den Anwendungen (**Tabelle 2**) die jeweils notwendige Schaltung des OP an.

Tabelle 2: Anwendung und dazu notwendige Schaltungen von Operationsverstärkern (Beispiele)	
Anwendung	Schaltung
Verstärken von Analogsignalen mit einer Phasendrehung	_____
Verstärken und addieren mehrerer Eingangsspannungen	_____
Verstärken der Differenz zweier Eingangsspannungen	_____
Erzeugen einer Rechteckspannung	_____
Vergleichen von zwei Eingangsspannungen	_____



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.

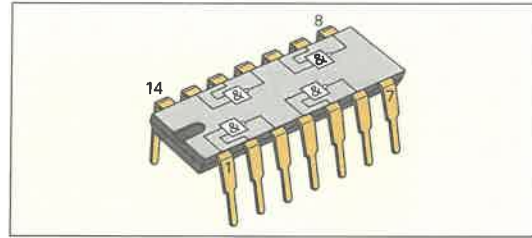


Bild 1: Digitalschaltkreis mit 4 NAND-Verknüpfungen

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	
∇	NOR	A oder B, nicht	
⌣	NAND	A und B, nicht	

Tabelle 2: Schaltalgebraische Grundfunktionen							
A	\bar{A}	A	B	$A \vee B$	A	B	$A \wedge B$
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	\bar{A}	\bar{B}	$(\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B})$
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

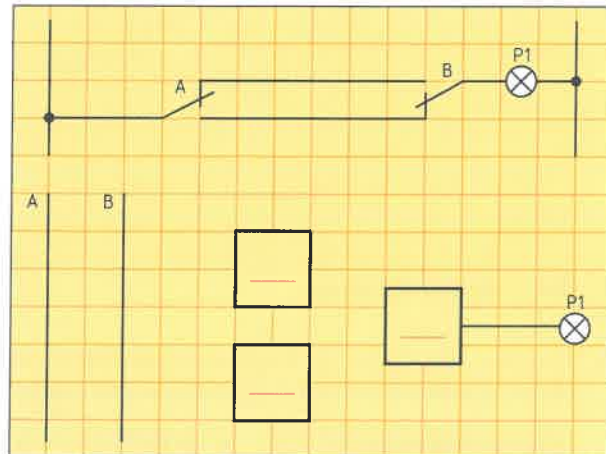


Bild 2: Wechselschaltung

3. Ermitteln Sie die Schaltfunktionen Q1, Q2, Q3 für die Schützspulen der Schützschiung (**Bild 3**), abhängig von den Schaltern S1, S2 und S3. Ergänzen Sie die zugehörige **Tabelle 4**.

Q1: _____

Q2: _____

Q3: _____

Tabelle 4: Wahrheitstabelle, Schützschiung					
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			

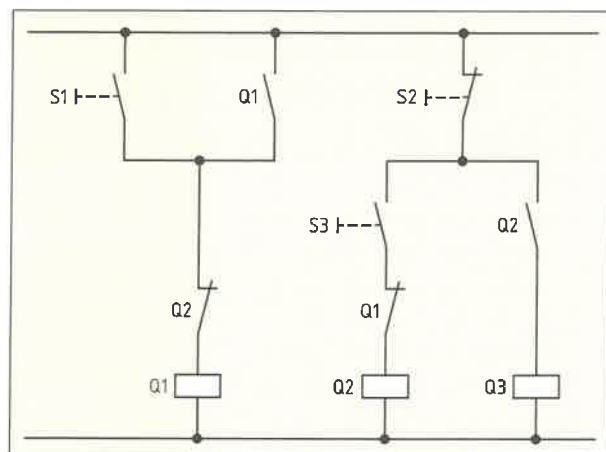


Bild 3: Schützschiung



3. Ergänzen Sie **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Wahrheitstabelle, Ableitung der Regeln von de Morgan

A	\bar{A}	B	\bar{B}	$A \vee B$	$A \wedge B$	$\overline{(A \wedge B)}$	$\overline{(A \vee B)}$	$\bar{A} \wedge \bar{B}$	$\bar{A} \vee \bar{B}$
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 \bar{U} .

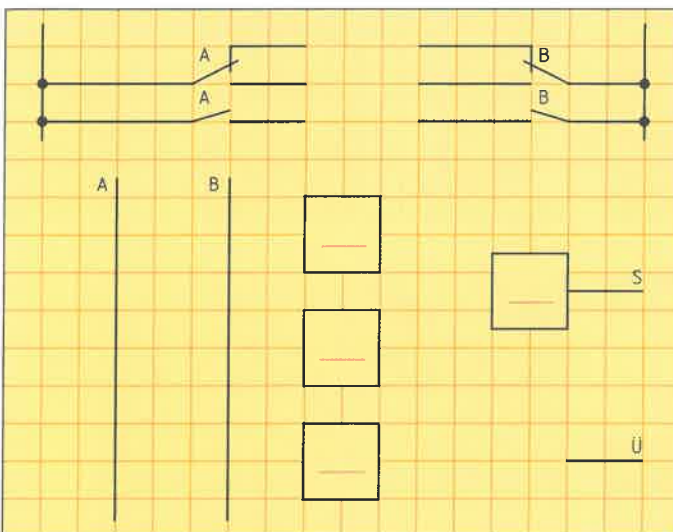


Bild 1: Addierer-Schaltung

Tabelle 2: Wahrheitstabelle, Addierer zweier Dualzahlen

A	B	S	\bar{U}
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Schaltfunktionen für S und \bar{U} :

$S =$ _____

$\bar{U} =$ _____

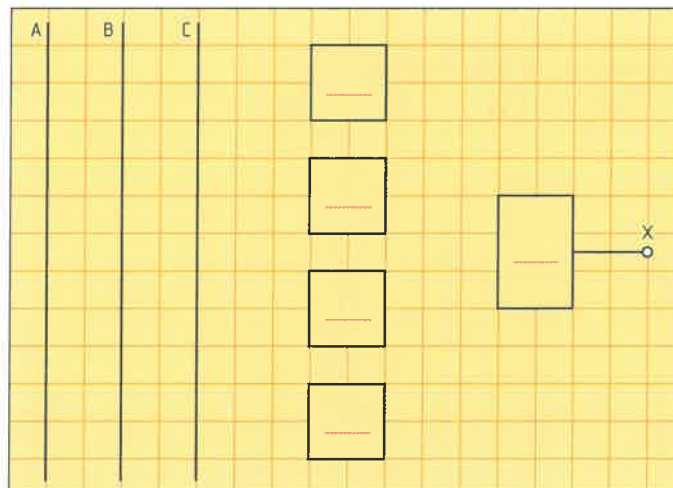
5. Erstellen Sie mithilfe der folgenden Wahrheitstabelle (**Tabelle 3**) für eine Steuerschaltung

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:



b) **Bild 2: Steuerschaltung**



In der Digitaltechnik werden Signale, z. B. Messwerte, als Zahlenwerte interpretiert. Im Vergleich zu einem Analogsignal (**Bild**) können dabei nur die Werte erfasst werden, die in dem vorgegebenen Zahlenbereich erfasst werden können. Die einfachste Art der digitalen Signale sind binäre Signale (**Bild**). Sie haben nur zwei Zustände, z. B. Ein und Aus. Digitalsignale (**Bild**) lassen sich als Zahlenwerte mit Computern verarbeiten.

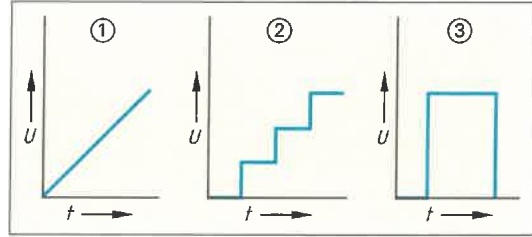


Bild: Signalarten

1. Benennen Sie die verschiedenen Signalarten mit den zugehörigen Nummern aus dem **Bild** und erklären Sie die Begriffe.

_____ Analogsignal: _____

_____ Digitalsignal: _____

_____ Binärsignal: _____

2. Binärsignale können logisch verknüpft werden. Aus einem Satz von Grundverknüpfungen können weitere Verknüpfungen durch Kombination hergestellt werden. Ergänzen Sie die Übersicht.

Logische Verknüpfungen

Grundverknüpfungen	
<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____ • _____ 	<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____

3. Ergänzen Sie die Beispiele für logische Verknüpfungen in der Tabelle.

Tabelle: Symbole, Schaltfunktion und Wahrheitstabelle von logischen Verknüpfungen (Beispiele)																	
Symbol	Bedingung für Signalzustand 1 am Ausgang	Wahrheitstabelle															
<p>NAND</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>A</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>	B	A	X	0	0	_____	0	1	_____	1	0	_____	1	1	_____
B	A	X															
0	0	_____															
0	1	_____															
1	0	_____															
1	1	_____															
<p>NOR</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>A</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>	B	A	X	0	0	_____	0	1	_____	1	0	_____	1	1	_____
B	A	X															
0	0	_____															
0	1	_____															
1	0	_____															
1	1	_____															



4. Ergänzen Sie zu der Digitalschaltung (Bild) a) die Wahrheitstabelle und b) das Zeitablaufdiagramm.

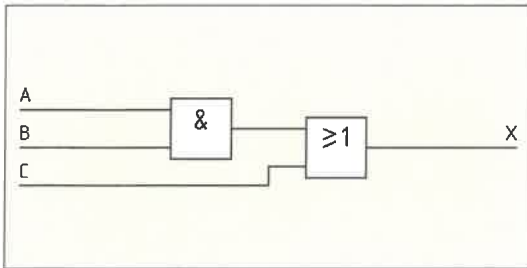
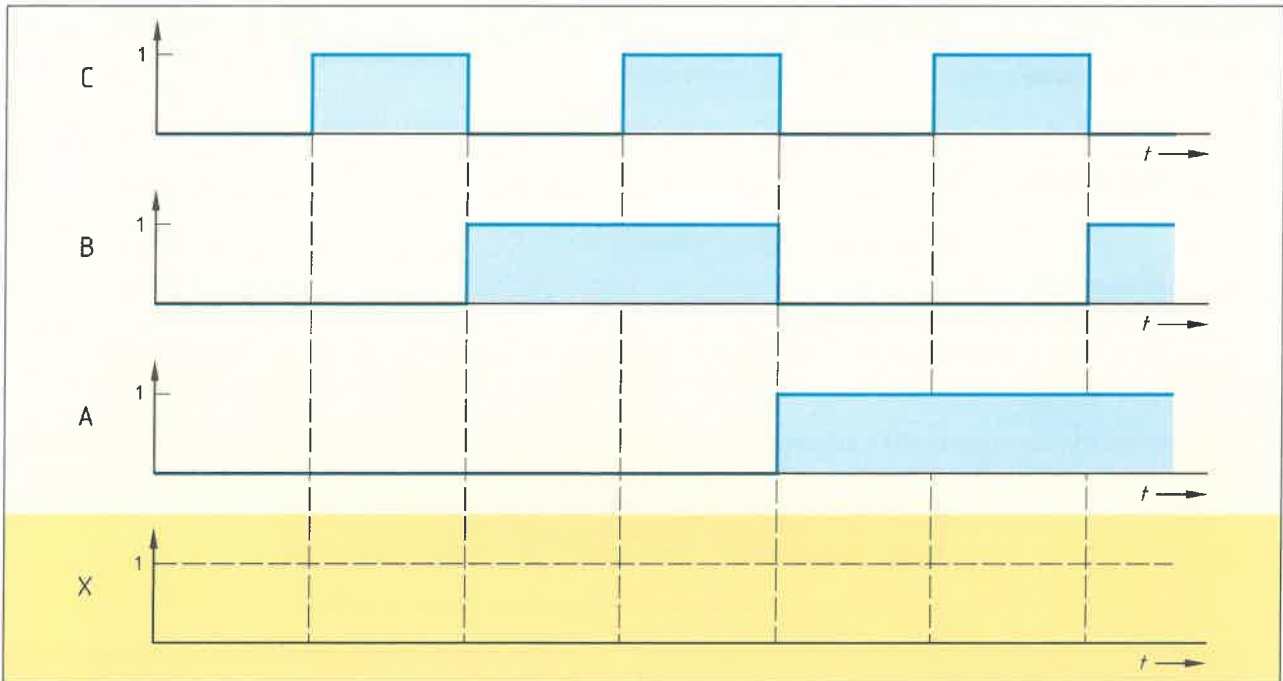


Bild: Digitalschaltung

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	_____

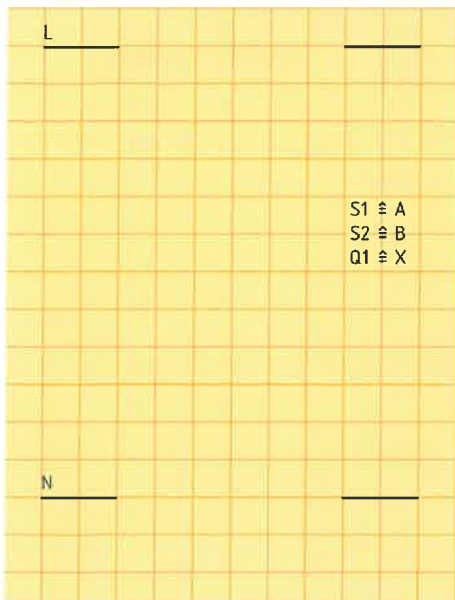
b) Zeitablaufdiagramm



5. Ein Schütz für einen Motor soll anziehen, wenn die Taster S1 und S2 betätigt sind.

- Zeichnen Sie den Stromlaufplan und
- ergänzen Sie daraus die Wahrheitstabelle.
- Zeichnen Sie das Symbol für die logische Verknüpfung, die die Aufgabenstellung löst und
- geben Sie die Funktionsgleichung dazu an.

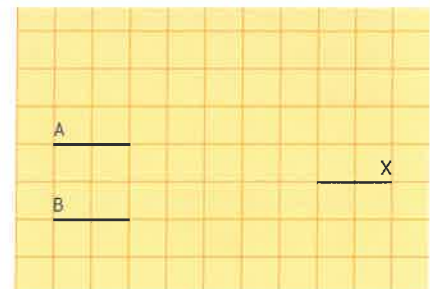
a) Stromlaufplan



b) Wahrheitstabelle

B	A	X
0	0	_____
0	1	_____
1	0	_____
1	1	_____

c) Logische Verknüpfung



d) Funktionsgleichung

X = _____



Thyristoren (Bild 1) werden in der Leistungselektronik benötigt. Die Leistungselektronik befasst sich mit dem Schalten, Steuern, Umformen und Regeln von elektrischer Energie. Thyristoren werden dabei als kontaktlose Schalter oder gesteuerte Gleichrichter, z.B. in Umrichtern, verwendet. Man unterscheidet P-Gate- und N-Gate-Thyristoren.



TIC 106 D

Kennwerte:

Zündspannung U_{GK} 0,8 V

Zündstrom I_G 0,2 mA

Haltestrom I_H 5 mA

Grenzwerte:

Sperrspannung U_R 400 V

Durchlassstrom I_F 5 A

Bild 1: Thyristor

1. a) Geben Sie in Bild 2 die Anschlüsse am Thyristor, an den Halbleiterschichten und an den Schaltzeichen an.
- b) Ordnen Sie den zwei Schaltzeichen die beiden Thyristorarten zu.
- c) Schalten Sie den Thyristor in Vorwärtsrichtung. Tragen Sie dazu die Symbole + und – an die Anschlüsse der Halbleiterschichten ein.

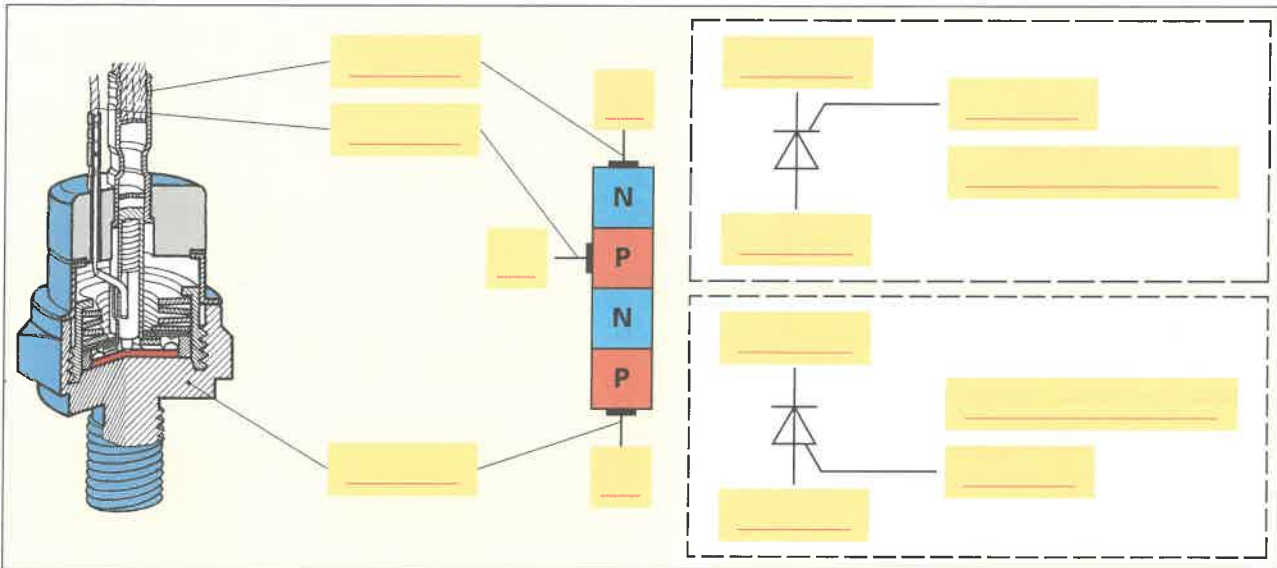


Bild 2: Thyristor mit Halbleiterschichten und Schaltzeichen

2. Beschreiben Sie mithilfe der Kennlinien (Bild 3), a) wie der Thyristor in Vorwärtsrichtung durchgeschaltet wird und b) wie der Thyristor wieder gesperrt wird.

a) _____

b) _____

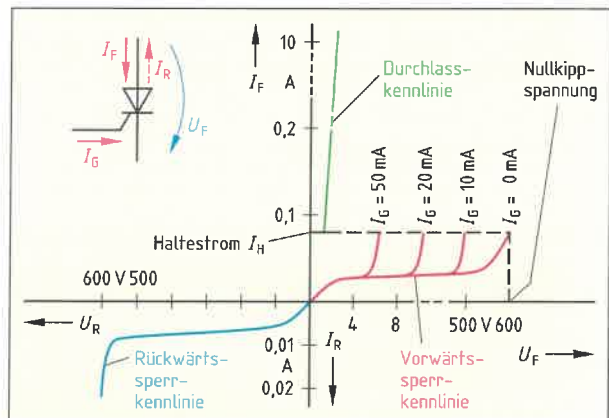


Bild 3: Kennlinien eines Thyristors

3. Ergänzen Sie in Bild 4 die Kennzeichnung von Steuerkreis und Lastkreis. Zeichnen Sie die Bezugspfeile mit Beschriftung für den Gatestrom I_G , den Durchlassstrom I_F und die Spannung U_{GK} ein.

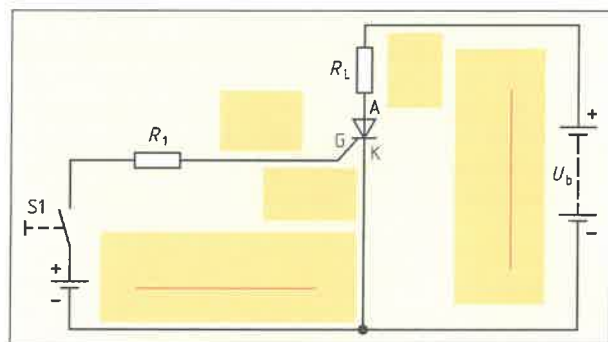


Bild 4: P-Gate-Thyristor an Gleichspannung

4. Warum muss der Thyristor beim Betrieb an Wechselspannung bei jeder positiven Halbwelle neu gezündet werden?



Ein Triac (**Bild 1a**) lässt sich mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom in beiden Richtungen zünden. Er ist ein Wechselstromschalter, der im Gegensatz zum Thyristor beide Stromrichtungen schaltet. Der Triac kann somit zum Schalten und Steuern von Wechselspannung, z. B. in einem Dimmer für eine Beleuchtung, verwendet werden. Zum Zünden eines Triacs wird ein kurzzeitiger Stromimpuls benötigt, den man mithilfe eines Diacs (**Bild 1b**) erzeugt.

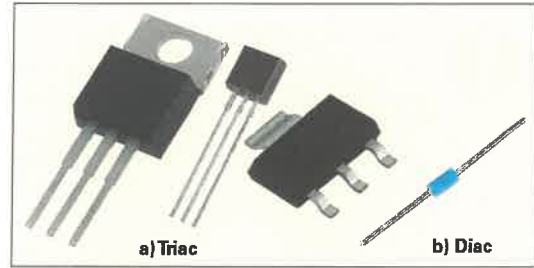


Bild 1: Triac und Diac

1. Kennzeichnen Sie beim Triac-Aufbau (**Bild 2a**) die Bereiche für die N-Schicht. Bezeichnen Sie in der Triac-Ersatzschaltung (**Bild 2b**) den P- und N-Gate-Thyristor sowie die Anschlüsse G, A1 und A2. Beschriften Sie die Anschlüsse am Schaltzeichen (**Bild 2c**).

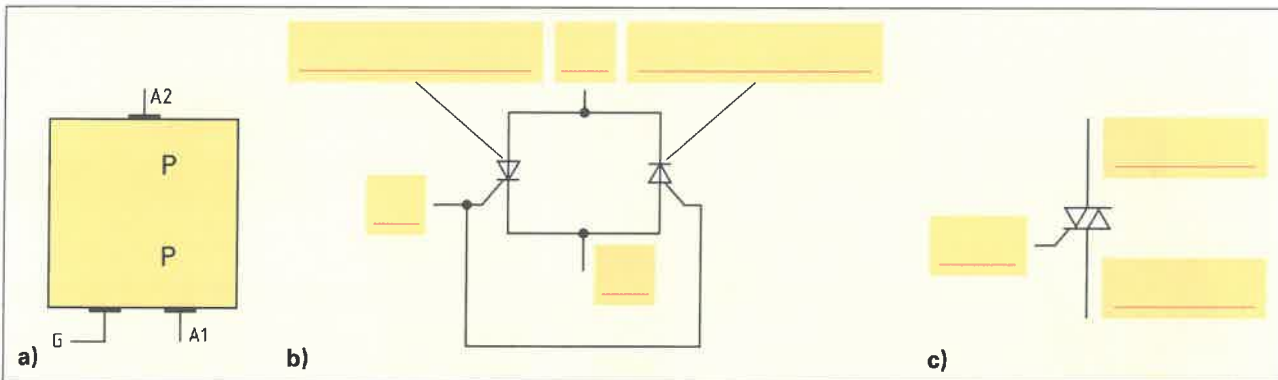


Bild 2: Triac-Aufbau, -Ersatzschaltung und -Schaltzeichen

2. Kennzeichnen Sie in **Bild 3** die Kennlinienbereiche:
 - Vorwärts-Durchlassbereich,
 - Rückwärts-Durchlassbereich,
 - Vorwärts-Sperrbereich und
 - Rückwärts-Sperrbereich
3. Welche Bedeutung haben die verschiedenen Stromangaben in der Kennlinie (**Bild 3**)?

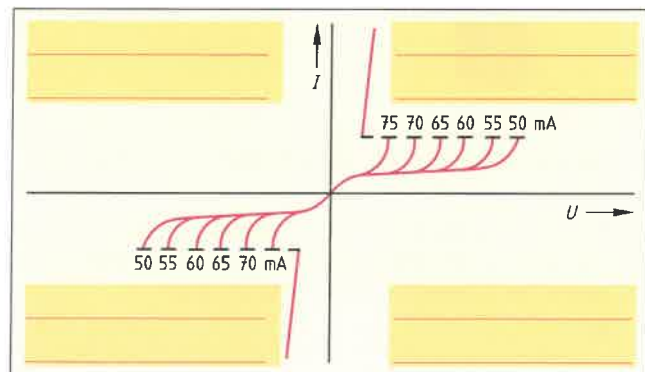


Bild 3: Kennlinie eines Triacs

4. Nennen Sie in der Tabelle die verschiedenen möglichen Polaritäten, um den Triac zu zünden.

Tabelle: Zünden eines Triacs			
Spannung an den Anschlüssen			
A2 nach A1	G nach A1	A2 nach A1	G nach A1
positiv		negativ	
positiv		negativ	

5. Zum Zünden eines Triacs wird ein kurzzeitiger Stromimpuls benötigt. Zur Erzeugung des Stromimpulses, z. B. bei einer Dimmerschaltung, wird ein Diac benötigt. Ein Diac besteht aus drei (**Bild 4a**), vier oder fünf Halbleiterschichten. Beschreiben Sie das elektrische Verhalten des Diacs mithilfe der Kennlinie (**Bild 4c**).

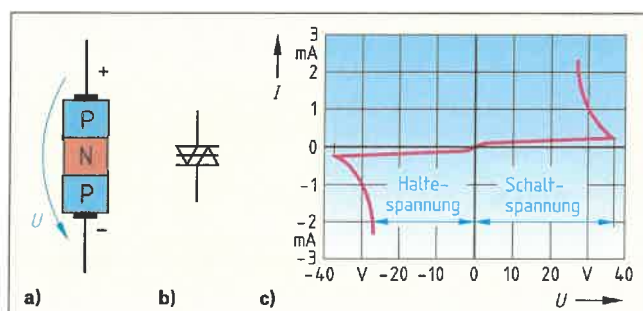


Bild 4: Diac-Aufbau, -Schaltzeichen und -Kennlinie



Mit einer Phasenanschnittsteuerung kann der Energiefluss zu einem Wechselstromverbraucher, z. B. einer Lampe, gesteuert werden. Eine Anwendung dafür ist z. B. ein Dimmer (Bild 1) zur Helligkeitseinstellung bei einer Beleuchtung. Bei einer Phasenanschnittsteuerung werden die Halbwellen einer Wechselspannung erst ab einem bestimmten Zeitpunkt innerhalb einer Wechselspannungsperiode an den Verbraucher weitergeleitet. Die Halbwellen werden sozusagen angeschnitten. Die Phasenanschnittsteuerung lässt sich mithilfe eines Thyristors oder mit einem Triac, z. B. bei einem Dimmer für eine Beleuchtung, aufbauen.

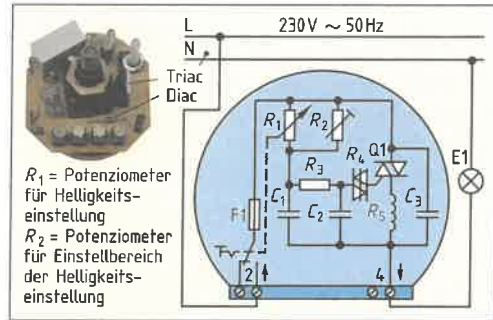


Bild 1: Dimmer

1. Ergänzen Sie die Prinzip-Schaltung (Bild 2) einer Phasenanschnittsteuerung mit einem a) Triac und b) Thyristor.

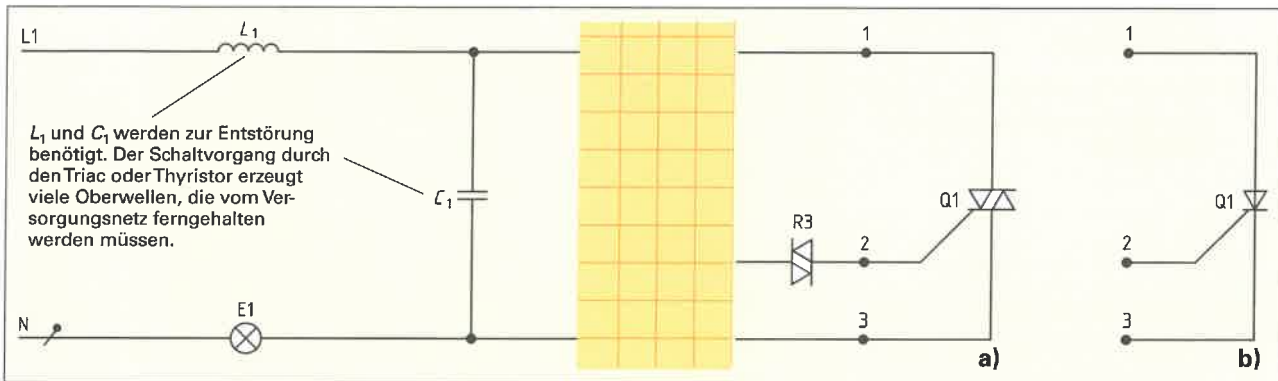


Bild 2: Phasenanschnittsteuerung mit Triac und Thyristor

2. Vervollständigen Sie die Erklärung zur Erzeugung der Zündimpulse für den Triac Q1 in Bild 2 a).

Über den Widerstand R_1 und R_2 wird der Kondensator C_2 aufgeladen. _____

3. Welche Angabe erfolgt a) durch den Zündwinkel α bei der Phasenanschnittsteuerung in Bild 3 und b) wie wirkt sich eine Verkleinerung des Zündwinkels auf den Energiefluss zum Verbraucher aus?

a) _____

 b) _____

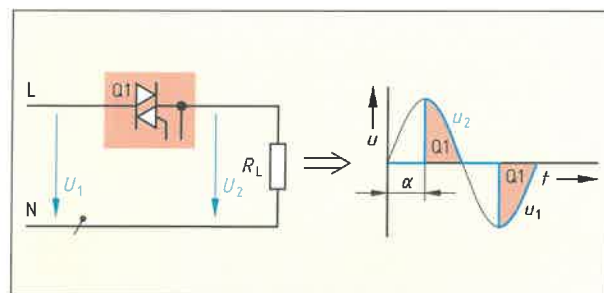


Bild 3: Phasenanschnittsteuerung mit Triac

4. Wie wird bei der Phasenanschnittsteuerung (Bild 2) der Zündwinkel (Bild 3) und somit der Energiefluss zum Verbraucher eingestellt? Ergänzen Sie die Wirkungskette.

Widerstand von R_2 wird kleiner \rightarrow Ladestrom von C_2 wird _____ \rightarrow Ladezeit von C_2 wird _____ \rightarrow Schaltspannung für den Diac wird _____ \rightarrow Zündwinkel wird _____ \rightarrow Energiefluss wird _____.

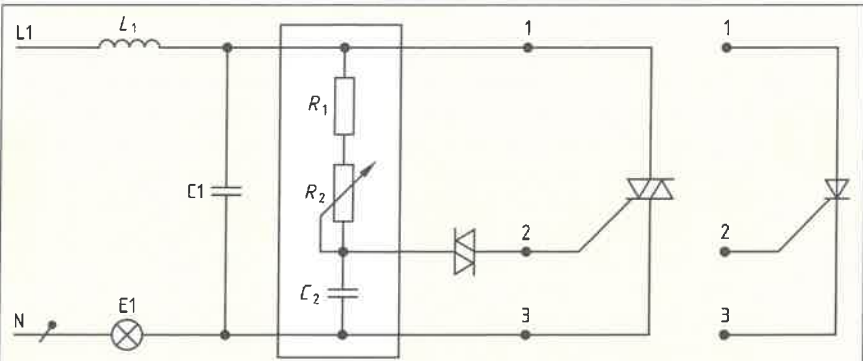
5. Beschreiben Sie die Merkmale einer Phasenanschnittsteuerung und einer Phasenabschnittsteuerung.

Phasenanschnittsteuerung: _____

 Phasenabschnittsteuerung: _____



6. Eine Phasenanschnittsteuerung (Bild) wird einmal mit einem Triac und einmal mit einem Thyristor aufgebaut. Als Last wird jeweils eine Glühlampe verwendet. Die Ansteuerung von Triac und Thyristor erfolgt mit Zündimpulsen. An beiden Schaltungen wird Netzspannung (Bild a) angelegt.



a) Ergänzen Sie in Abhängigkeit der Zündspannung (Bild b) den Verlauf der Lastspannung für die Schaltung mit dem Thyristor (Bild c) und dem Triac (Bild d).

b) Beschriften Sie in Bild d den Zündwinkel α und den Stromflusswinkel θ .

c) Welcher Zündwinkel α und Stromflusswinkel θ ergibt sich aus Bild d?

d) Berechnen Sie den minimalen Zündwinkel α bei einer Diac-Schaltspannung $U_s = 30\text{ V}$ und einer Netzspannung $U = 230\text{ V}$.

$$\sin \alpha = \frac{U_s}{\sqrt{2} \cdot U}$$

e) Welchen Verlauf und welche Phasenverschiebung hat der Laststrom zur Netzspannung?

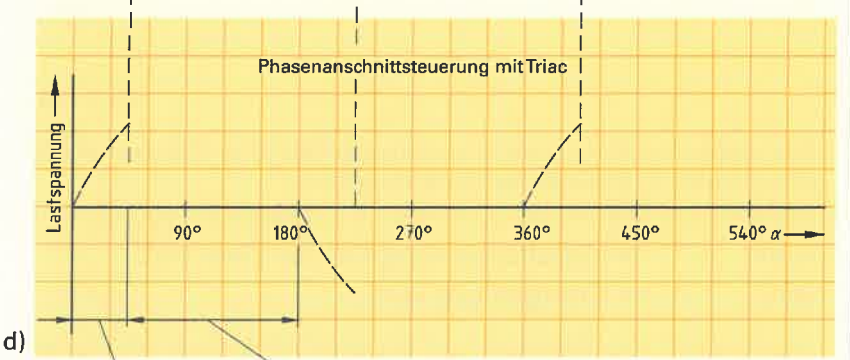
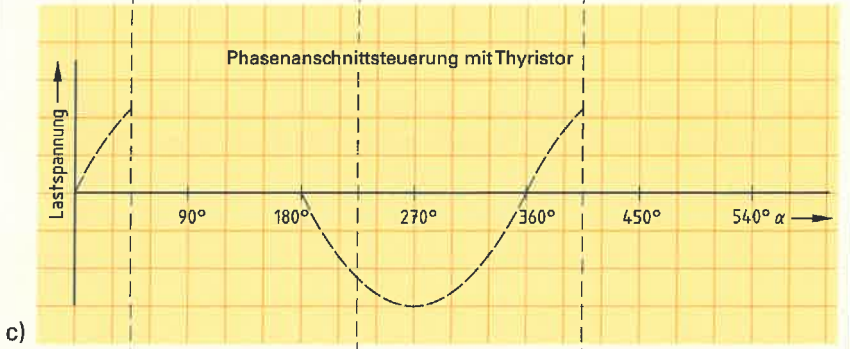
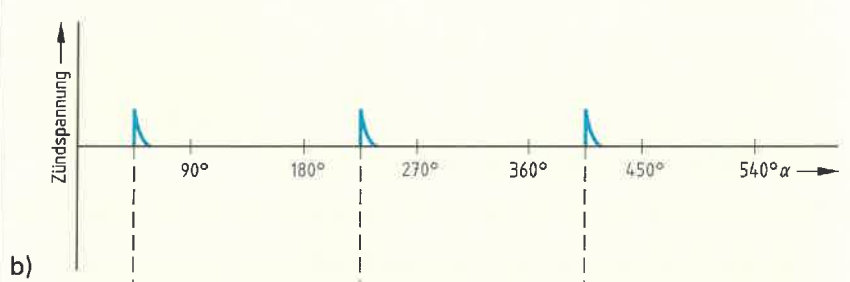
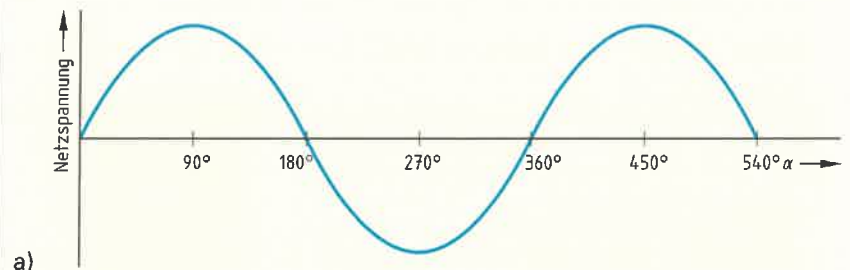


Bild: Ströme und Spannungen bei der Phasenanschnittsteuerung



Gleichrichterschaltungen werden zur Umwandlung von Wechselstrom oder Drehstrom in Gleichstrom benötigt. Die zur Gleichrichtung verwendeten Halbleiterbauelemente nennt man auch Ventile. Bei ungesteuerten Gleichrichtern (Bild a) sind dies Dioden, während man bei gesteuerten Gleichrichtern, z. B. Thyristoren (Bild b), verwendet. Bei gesteuerten Gleichrichtern kann man mit einer Steuerspannung die Größe der Gleichspannung am Ausgang der Gleichrichterschaltung bestimmen.

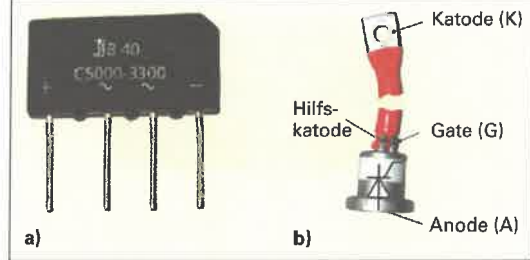


Bild: a) Ungesteuerter und b) gesteuerter Gleichrichter

1. Geben Sie die Bezeichnungen für Gleichrichterschaltungen zu folgenden Kurzzeichen an.

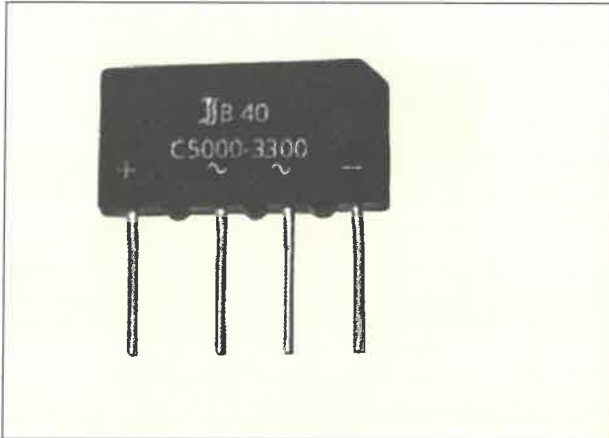
- E1U: _____
 B2U: _____
 B6C: _____

2. Ergänzen Sie in der Tabelle die Schaltung, das Kurzzeichen und den Spannungsverlauf an der Last.

Tabelle: Gleichrichterschaltungen		
Schaltung	Kurzzeichen	Spannungsverlauf an der Last
<p>Einpuls-Einwegschaltung</p>		
<p>Zweipuls-Mittelpunktschaltung</p>		
<p>Zweipuls-Brückenschaltung</p>		
<p>Sechspuls-Brückenschaltung</p>		



3. Geben Sie die Bedeutung des Aufdrucks auf einem Brückengleichrichter (Bild 1) an.



B: _____

40: _____

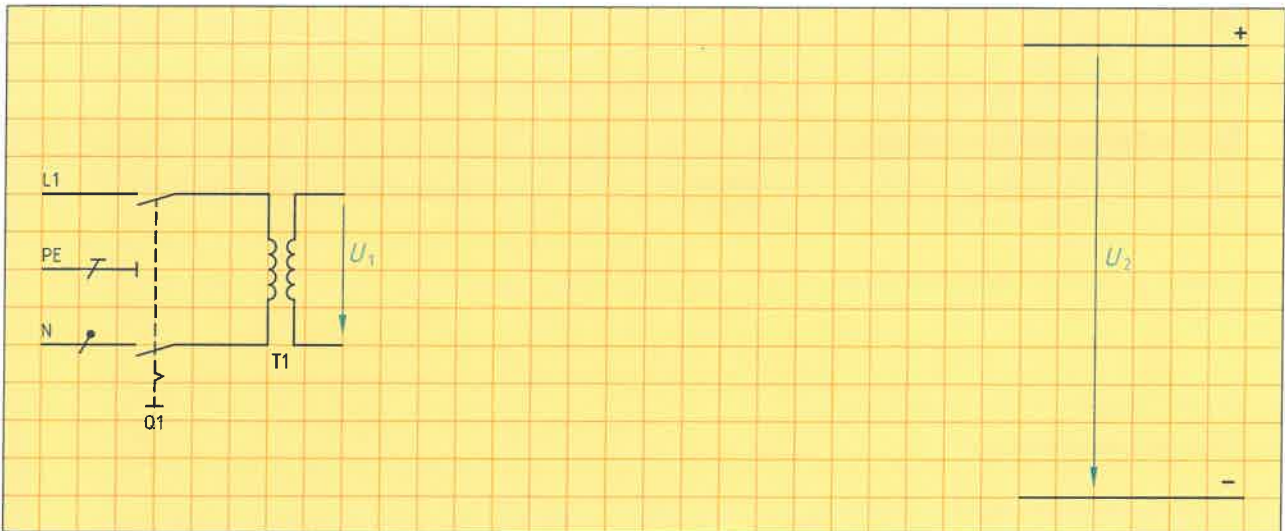
C: _____

5000: _____

3300: _____

Bild 1: Brückengleichrichter

4. Ergänzen Sie den Schaltplan für ein Netzgerät mit Transformator, Brückengleichrichter und Glättungskondensator.



5. Kennzeichnen Sie die Ausgangsspannung (Bild 2)

- a) ohne den Glättungskondensator C_1 ,
- b) mit Glättungskondensator C_1 , Last hochohmig,
- c) mit Glättungskondensator C_1 , Last niederohmig.

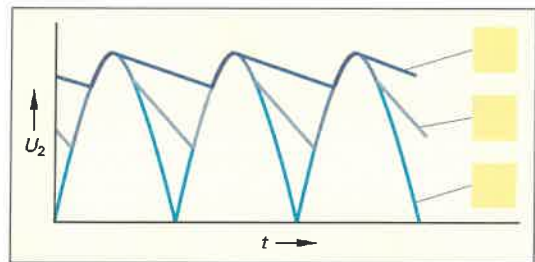


Bild 2: Ausgangsspannung Brückengleichrichter

6. Welche Ausgangsspannung ergibt sich im Leerlauf

- a) ohne Kondensator C_1 und
- b) mit Kondensator C_1 bei hochohmiger Last. Die Eingangsspannung beträgt $U_1 = 12\text{ V}$.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	
a)	
b)	

7. Nennen Sie drei Möglichkeiten, um die restliche Brummspannung zu vermindern.

- _____
- _____
- _____



Gedruckte Schaltungen, auch Leiterplatten oder Platinen genannt, sind in vielen elektronischen und elektrischen Geräten vorhanden. Sie dienen als Träger von Bauelementen, z. B. Widerstände und Transistoren, und verbinden diese elektrisch untereinander mithilfe von Leiterbahnen.

1. Ergänzen Sie **Bild 1** und **Bild 2**.

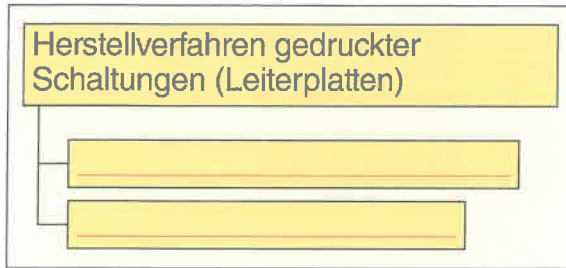


Bild 1: Herstellverfahren gedruckter Schaltungen

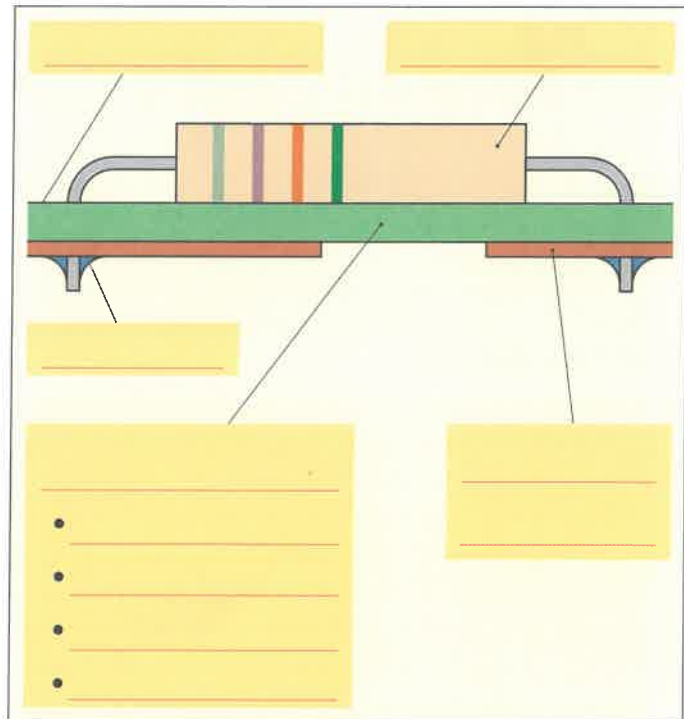


Bild 2: Querschnitt durch eine bestückte Leiterplatte

2. Ein wichtiger Begriff bei Leiterplatten ist das Basismaterial. Erklären Sie diesen Begriff.

3. Erklären Sie die Begriffe
a) Subtraktivtechnik und
b) Additivtechnik.

a) _____

b) _____

4. Benennen Sie im **Bild 3** die Leiterplattenarten.

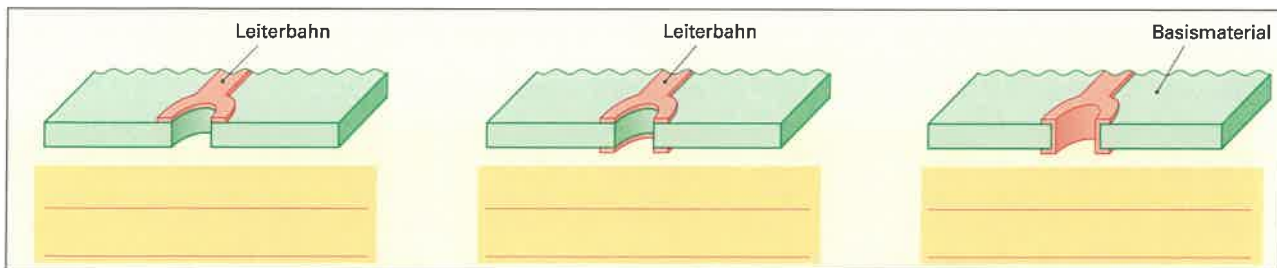


Bild 3: Arten von Leiterplatten

5. Vervollständigen Sie die Tabelle.

Tabelle: Prüfungen bei Leiterplatten	
Optische Prüfungen	Elektrische Prüfungen
• _____	• _____
• _____	• _____
• _____	• _____



Durchgangsprüfer verwendet man in der Elektrotechnik um z. B. Leitungsadern, Glühlampen und Sicherungen auf Durchgang oder Unterbrechung zu prüfen.

6. Ergänzen Sie mithilfe des Bestückungsplanes (Bild 1) einer gedruckten Schaltung und der Stückliste den Stromlaufplan eines elektronischen Durchgangsprüfers (Bild 2).

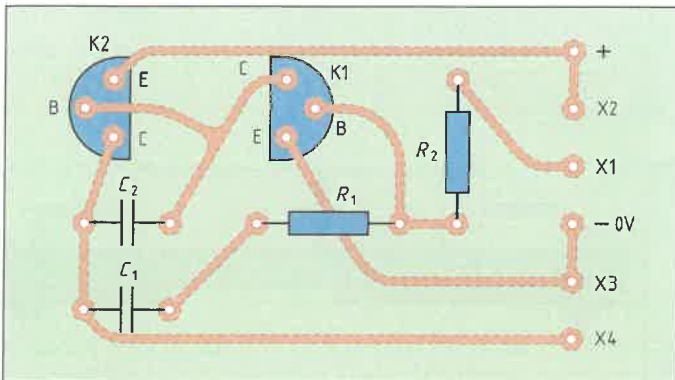


Bild 1: Bestückungsplan

Stückliste:

K1	NPN-Transistor, z. B. BC237
K2	PNP-Transistor, z. B. BC250
R_1	Widerstand 1 k Ω
R_2	Widerstand 100 k Ω
C_1	Kondensator 47 nF
C_2	Kondensator 10 nF
P1	Lautsprecher 8 Ω /50 mW

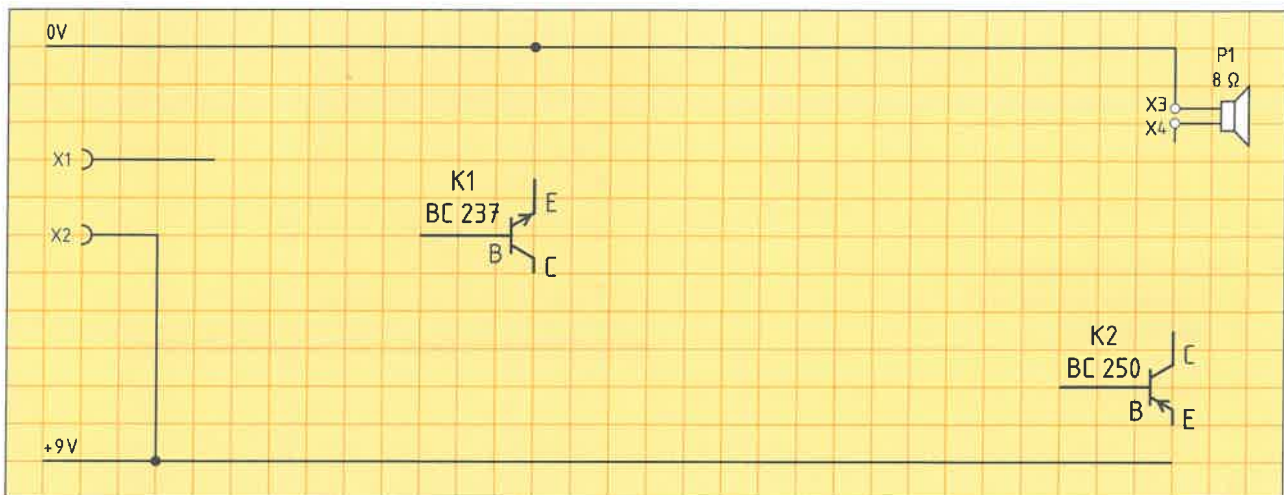


Bild 2: Stromlaufplan eines elektronischen Durchgangsprüfers

7. Einfache elektronische Schaltungen können auch mithilfe von Streifenrasterplatinen (Bild 3), welche waagerechte Leiterbahnen haben, aufgebaut werden. Um Leiterbahnen untereinander zu verbinden, sind senkrechte Drahtbrücken notwendig. Der Bestückungsplan der Streifenrasterplatine des elektronischen Durchgangsprüfers nach Bild 2 ist fehlerhaft. Es fehlen zwei Drahtbrücken. Ergänzen Sie die Bezeichnungen für die Transistoranschlüsse an K1 und K2 und zeichnen Sie dann die fehlenden Drahtbrücken ein.

Hinweis: Zum Lösen der Aufgabe muss zuvor die Aufgabe 6 gelöst werden.

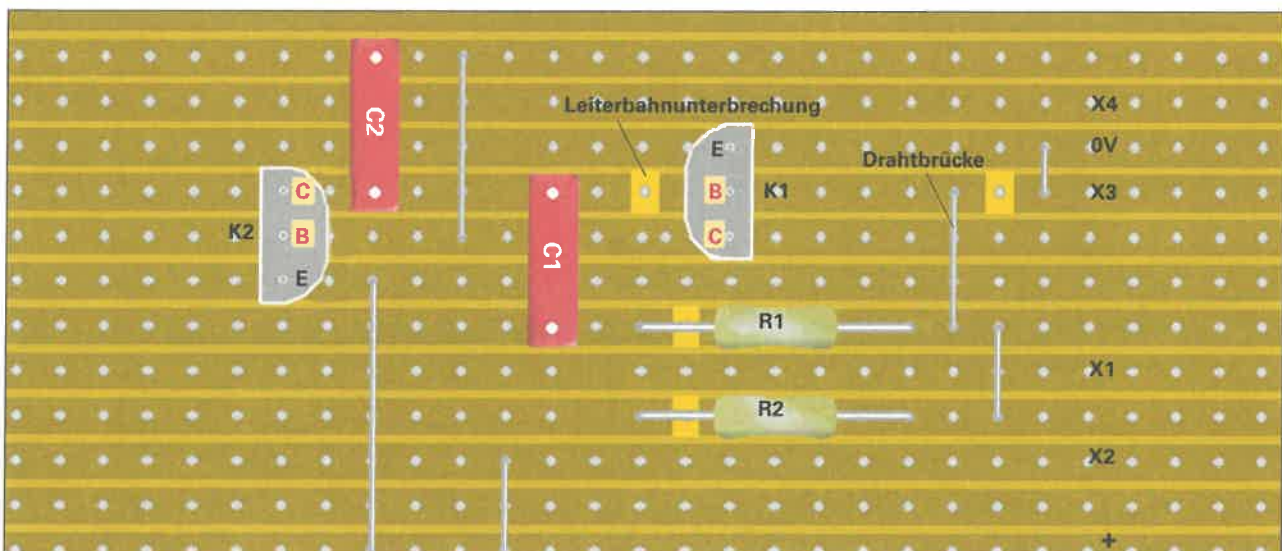


Bild 3: Bestückungsplan für Platine (Bauteile)



Der Transport und die Verteilung elektrischer Energie im Niederspannungsbereich erfolgt über verschiedene Netzformen. Die Auswahl der Netzform zum Bau des Netzes erfolgt nach vielen Gesichtspunkten.

Vergleichen Sie in der **Tabelle** die drei wichtigsten Netzformen und ergänzen Sie die **Tabelle**.

Tabelle: Netzformen

Vergleichsmerkmal	Strahlennetz	Ringnetz	Maschennetz
Schaltung (Prinzip)			
Planungsaufwand		mittel, je nach Umfang	
Herstellungskosten			am teuersten
selektive Netzschutztechnik		schwierig	
Versorgungssicherheit	gering		
Spannungsverlust			
Leitungsverluste		kleiner	am geringsten
Übersichtlichkeit, z. B. beim Arbeiten im Netz			komplex
Fehlersuche			sehr schwierig, da Fehler oft nur zufällig bemerkt wird



Werden elektrische Leiter von einem Strom durchflossen, so erwärmen sie sich. Dabei können unzulässig hohe Ströme Brände verursachen. Im Stromkreis eingebaute Schmelzsicherungen schützen deshalb die Leitungen vor solchen Schäden.

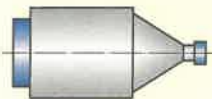
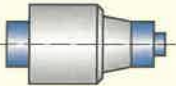

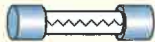
1. a) Welche Aufgaben haben Schmelzsicherungen in elektrischen Netzen?
b) Wie erfolgt der Schutz?

a) _____
b) _____

2. a) Beschreiben Sie den Größenunterschied zwischen Überlaststrom und Kurzschlussstrom in Bezug auf den Bemessungsstrom einer elektrischen Leitung.
b) Nennen Sie jeweils zwei Beispiele für die Entstehung von Überlaststrom und Kurzschlussstrom.

Überlaststrom	Kurzschlussstrom
a) _____ _____	a) _____ _____
b) • _____ • _____	b) • _____ • _____

3. Bezeichnen Sie die Sicherungsarten in der Tabelle.

Tabelle: Schmelzeinsätze			
			
_____	_____	_____	_____

4. Benennen Sie die im Bild 1 gekennzeichneten Bestandteile eines Schmelzeinsatzes.

① _____	⑤ _____
② _____	⑥ _____
③ _____	⑦ _____
④ _____	⑧ _____

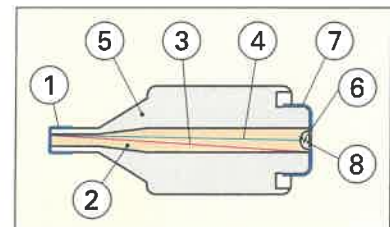


Bild 1: Schmelzeinsatz

5. Wie wird ein Sicherungssockel (Bild 2) angeschlossen, damit ein Berühren unter Spannung stehender Teile beim Auswechseln des Schmelzeinsatzes verhindert wird?

Fußkontakt 1: _____

Gewinding 2: _____



Bild 2: Sicherungssockel

6. Nennen Sie zu den Bemessungsströmen die Kennmelderfarben von Schmelzsicherungen.

Bemessungsstrom	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	35 A
Kennmelderfarbe	_____	_____	_____	_____	_____	_____



7. Erklären Sie die Abkürzungen für die Betriebsklassen der Niederspannungssicherungen.

gG:	
gM:	
aM:	
aR:	

8. Worin unterscheidet sich der Schutz einer a) Ganzbereichssicherung von dem einer b) Teilbereichssicherung?

a) _____

b) _____

9. Ermitteln Sie mithilfe der Strom-Zeit-Kennlinien (Bild 1)

- a) die schnellste und
- b) die langsamste Auslösezeit einer 10-A- und einer 16-A-Schmelzsicherung gG, wenn ein Kurzschlussstrom von 60 A fließt.

Schmelzsicherung	a) schnellste Auslösezeit t_a	b) langsamste Auslösezeit t_a
10 A gG		
16 A gG		

10. Erklären Sie den Begriff Selektivität (Bild 2) bei der Absicherung von Niederspannungs-Stromkreisen.

11. Wäre Selektivität gewährleistet, wenn die Schmelzsicherungen 10 A gG und 16 A gG in einer Zuleitung liegen und der Fehlerort in Energieflussrichtung hinter der 10-A-Schmelzsicherung liegt (Bild 2)? Begründen Sie Ihre Antwort.

12. Welche Schlussfolgerung ergibt sich deshalb bei der Auswahl von Schmelzsicherungen bei Selektivität?

13. a) Wer darf NH-Sicherungen auswechseln?
 b) Welcher Arbeitsschutz ist dabei zu verwenden?

a) _____

b) _____

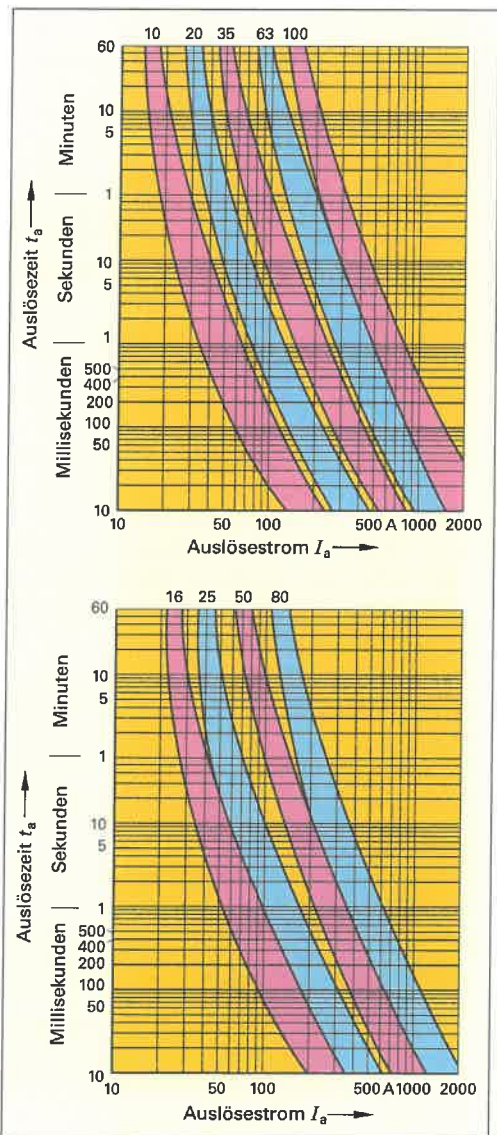


Bild 1: Strom-Zeit-Kennlinien von Ganzbereichssicherungen gG

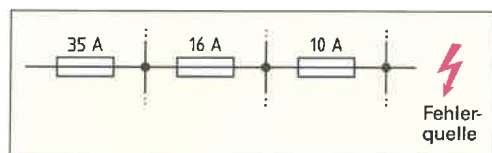


Bild 2: Selektivität



Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) haben die Aufgabe, elektrische Leitungen und Anlagen gegen Überlastung und Kurzschluss zu schützen. Sie werden immer öfter anstelle der Schmelzsicherungen eingesetzt.

1. Welchen Vorteil besitzt der Leitungsschutzschalter gegenüber einer Schmelzsicherung?

2. Benennen Sie die im Bild 1 gekennzeichneten Auslösesysteme eines LS-Schalters.

①	
②	

3. a) Bei welchen Fehlerstromarten lösen die beiden Auslösesysteme aus?
b) In welchem Zeitraum erfolgt die jeweilige Auslösung?

a) Auslösung erfolgt bei:	b) Zeitliche Auslösung erfolgt:

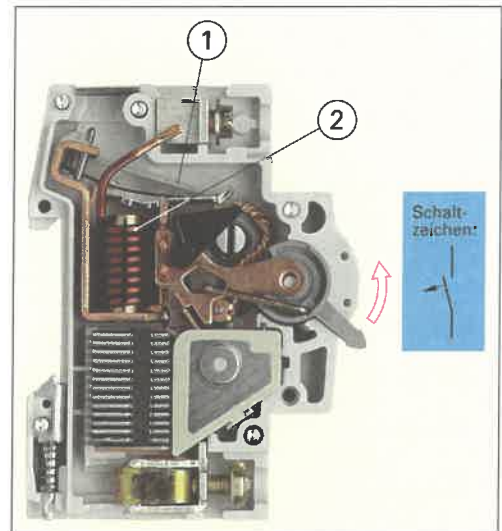


Bild 1: Aufbau eines Leitungsschutzschalters

4. LS-Schalter haben eine Freiauslösung. Was bedeutet das?

5. LS-Schalter werden entsprechend ihrer Auslösecharakteristik im Kurzschlussfall eingeteilt (Bild 2). Bei welchem Vielfachen des Bemessungsstromes I_N lösen die LS-Schalter vom Typ B, vom Typ C und vom Typ D unverzögert aus?

B:	
C:	
D:	

6. Geben Sie jeweils ein Beispiel für die Anwendung von LS-Schaltern, Typ B, C und D an.

B:	
C:	
D:	

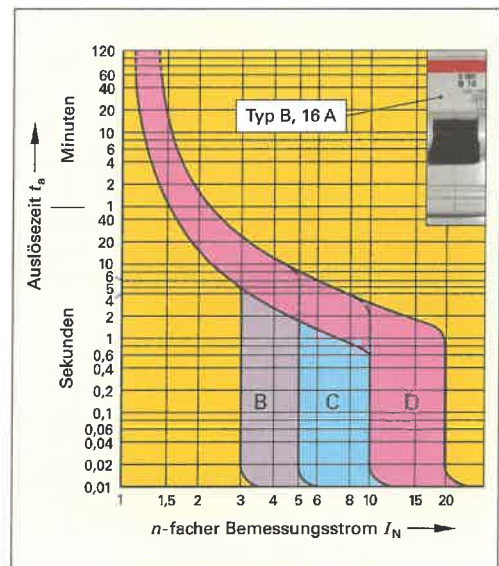


Bild 2: Auslösekennlinien LS-Schalter

7. Bestimmen Sie mithilfe von Bild 2 die schnellste Ausschaltzeit t_1 und die langsamste Ausschaltzeit t_2 a) eines LS-Schalters, Typ B 16 A und b) eines LS-Schalters, Typ C 16 A, wenn c) ein Strom I von 30 A und d) ein Strom I von 64 A fließt.

Hinweis: Berechnen Sie für c) und d) den Faktor n mit $n = \frac{I}{I_N}$

Ströme	a) Typ B 16 A		b) Typ C 16 A	
	Ausschaltzeit t_1	Ausschaltzeit t_2	Ausschaltzeit t_1	Ausschaltzeit t_2
c) $I = 30$ A				
d) $I = 64$ A				



Thermische Überlastrelais (frühere Bezeichnung: Motorschutzrelais) und Motorschutzschalter dienen dem Motorschutz.

1. Welche Bestandteile im
a) thermischen Überlastrelais und
b) im Motorschutzschalter (Bild 1) dienen dem Motorschutz?

a) _____

b) _____

2. Ergänzen Sie in Bild 1 die dazugehörigen Schaltzeichen in allpoliger Darstellung.

3. Schlussfolgern Sie aus dem Schaltzeichen (Bild 1) ob über den Steuer- oder über den Hauptstromkreis

- a) das thermische Überlastrelais bzw.
b) der Motorschutzschalter im Fehlerfall den Motor vom Netz trennen.

a) _____

b) _____

4. Welchen Schutz für Motoren können thermische Überlastrelais nicht übernehmen?

5. Mit welchen Schutzeinrichtungen müssen thermische Überlastrelais als Motorschutzeinrichtung immer kombiniert werden?

6. Auf welche Ströme I_A bzw. I_B muss das thermische Überlastrelais F3 am Einbauort A, bzw. am Einbauort B (Bild 2) eingestellt werden?

7. Ergänzen Sie Bild 3 so, dass anstelle des thermischen Überlastrelais (Bild 2) ein Motorschutzschalter verwendet wird. Auf welchen Strom I_A wird der Motorschutzschalter eingestellt?

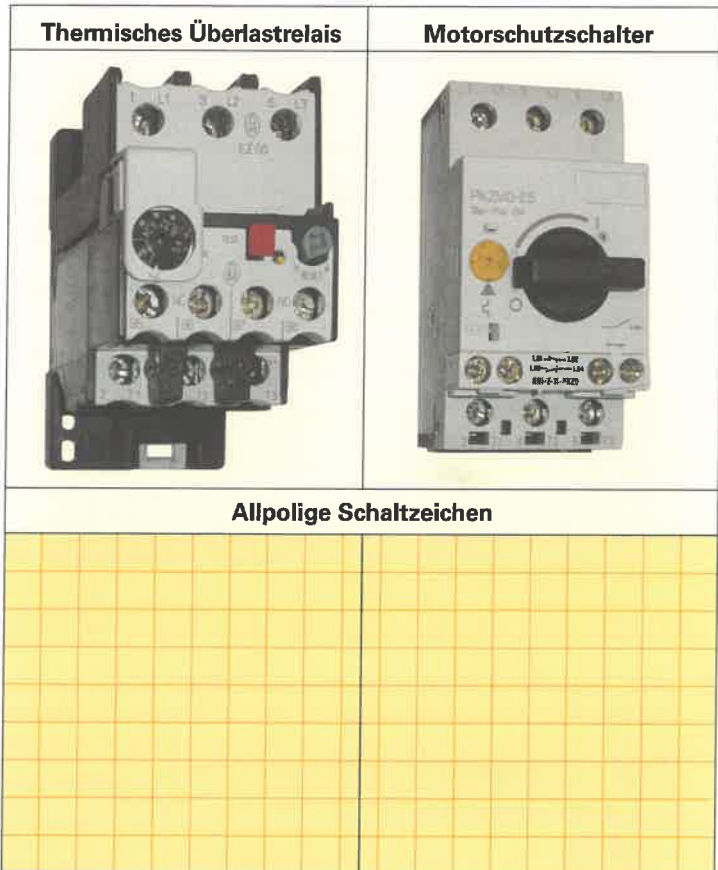


Bild 1: Thermisches Überlastrelais und Motorschutzschalter

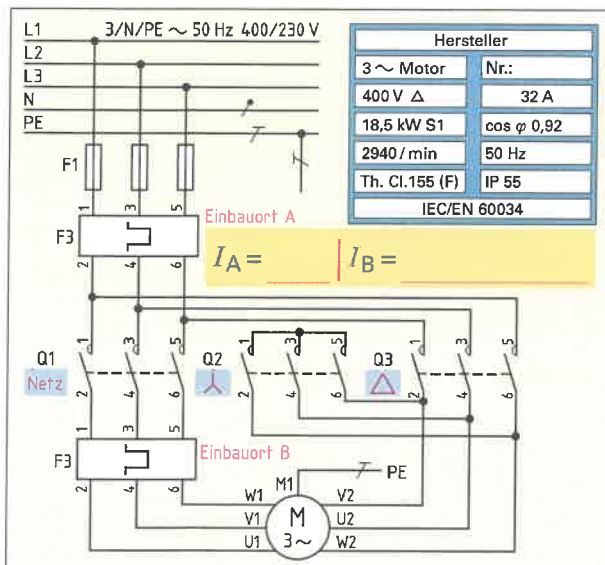


Bild 2: Motor mit thermischem Überlastrelais

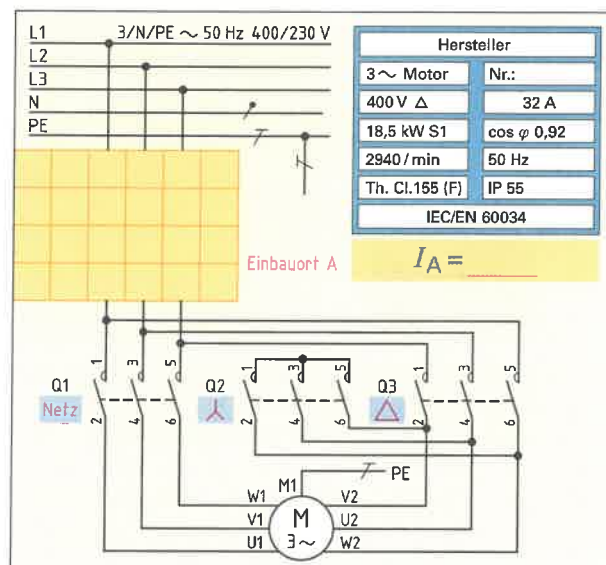


Bild 3: Motor mit Motorschutzschalter



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.


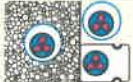
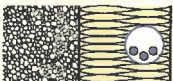
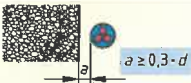

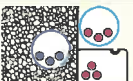
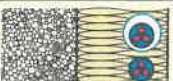
1. Nennen Sie die Einflussfaktoren auf die Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln.

•		•	
•		•	
•		•	
•		•	

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 mm ² 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 Hausanschluss-sicherung 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 Hausanschluss-sicherung 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 \leq , $=$ oder \geq .

a) _____

b) _____

c) Es muss immer gelten:

$$I_b \quad I_N \quad I_z$$



In einer Gießerei soll ein neuer Motor installiert werden. Anhand der Daten auf dem Leistungsschild des Motors (**Bild**) soll der Querschnitt für die Leitung von der Verteilung zum Motor berechnet werden. Zusätzlich sind folgende Bedingungen zu berücksichtigen: Die Leitung soll in einem Installationskanal auf der Wand verlegt werden, in dem sich bereits drei mehradrige Leitungen befinden. Die Raumtemperatur kann bis zu 40 °C betragen. Es soll eine Mantelleitung NYM verwendet werden. Die notwendige Leitungslänge zwischen Unterverteilung und Motor beträgt 16 m.

- Ermitteln Sie mithilfe des Leistungsschildes (**Bild**)
 - den Motortyp und
 - legen Sie daraus die Anzahl der belasteten Adern der zu verlegenden Leitung fest.

a) _____ b) _____

- Bestimmen Sie mithilfe des Leistungsschildes
 - die Stromaufnahme I_b des Motors bei Betrieb mit Bemessungsleistung und
 - legen Sie die Verlegeart fest.

a) $I_b =$ _____ b) _____

Hersteller	
3 ~ Motor	Nr.
400 V Δ	29 A
15 kW	cos φ = 0,85
1460/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 55
DIN VDE 0530 EN 60034	

Bild: Motorleistungsschild

- Bestimmen Sie
 - den Bemessungsstrom I_N der Überstromschutzeinrichtung, wenn dreipolige Leitungsschutzschalter Typ C verwendet werden sollen und
 - legen Sie daraus die Höhe der Strombelastbarkeit I_Z der Leitung fest.

a) $I_N =$ _____
 b) $I_Z \geq I_N \geq$ _____

- Welche Umrechnungsfaktoren müssen Sie für die Dimensionierung der Leitung berücksichtigen?
 - _____
 - _____

- Bestimmen Sie die Umrechnungsfaktoren
 - f_1 für abweichende Umgebungstemperatur und
 - f_2 für Leitungshäufung.

a) Umgebungstemperatur: _____, Isolierung: _____ → $f_1 =$ _____
 b) Anzahl der mehradrigen Leitungen: _____, Verlegung: _____ → $f_2 =$ _____

- Berechnen Sie mithilfe der Strombelastbarkeit I_Z und den Umrechnungsfaktoren f_1 und f_2
 - den Bemessungswert der Strombelastbarkeit I_r der Leitung.
 - Legen Sie daraus den erforderlichen Leiterquerschnitt A fest.

Lösung: a)	b) Nach DIN VDE 0298-4 beträgt der erforderliche Leiterquerschnitt $A =$
------------	--

- Berechnen Sie a) den Spannungsfall ΔU der Leitung und b) bewerten Sie das Ergebnis.

a) Geg.: Ges.: Lösung:	b)
----------------------------------	----

- Geben Sie die genormte Bezeichnung der zu verwendenden Leitung an: _____



Ein Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaverleiter kann neben Messung und Verteilung der Elektroenergie auf verschiedene Stromkreise auch als multimediale Zentrale in einem Gebäude genutzt werden. Weiterhin können Baugruppen und Anschlüsse für die Informationstechnik, Telekommunikation und Gebäudeautomation eingebaut sein.

1. Benennen Sie fachgerecht

- a) die im Zähler- und Verteilerfeld im Bild mit den Ziffern 1 bis 12 gekennzeichneten Bauteile und Baugruppen und
- b) die im Multimediaverleiter im Bild mit den Ziffern 13 bis 18 gekennzeichneten Bauteile, Baugruppen und Anschlüsse.

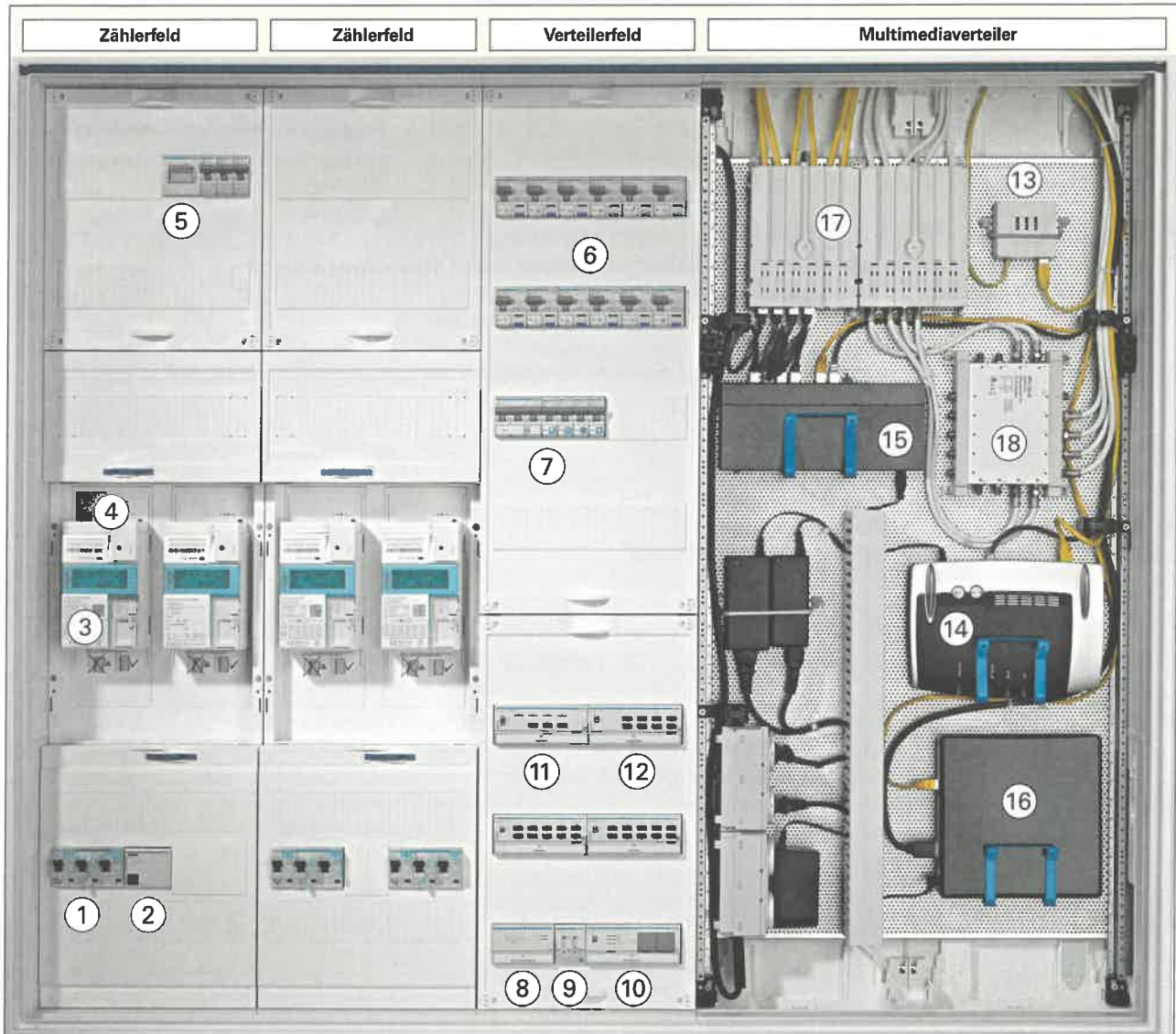


Bild: Zählerschrank eines Zweifamilienwohnhauses mit Stromkreis- und Multimediaverleiter

a) ① _____ ⑪ _____
 ② _____ ⑫ _____
 ③ _____
 ④ _____ b) ⑬ _____
 ⑤ _____ ⑭ _____
 ⑥ _____ ⑮ _____
 ⑦ _____ ⑯ _____
 ⑧ _____ ⑰ _____
 ⑨ _____ ⑱ _____
 ⑩ _____



2. Verdrahten Sie für die drei abgehenden Einphasen-Wechselstrom-Leitungen das vereinfachte Verteilerfeld. Die Einspeisung des Verteilerfeldes erfolgt als TN-S-System.

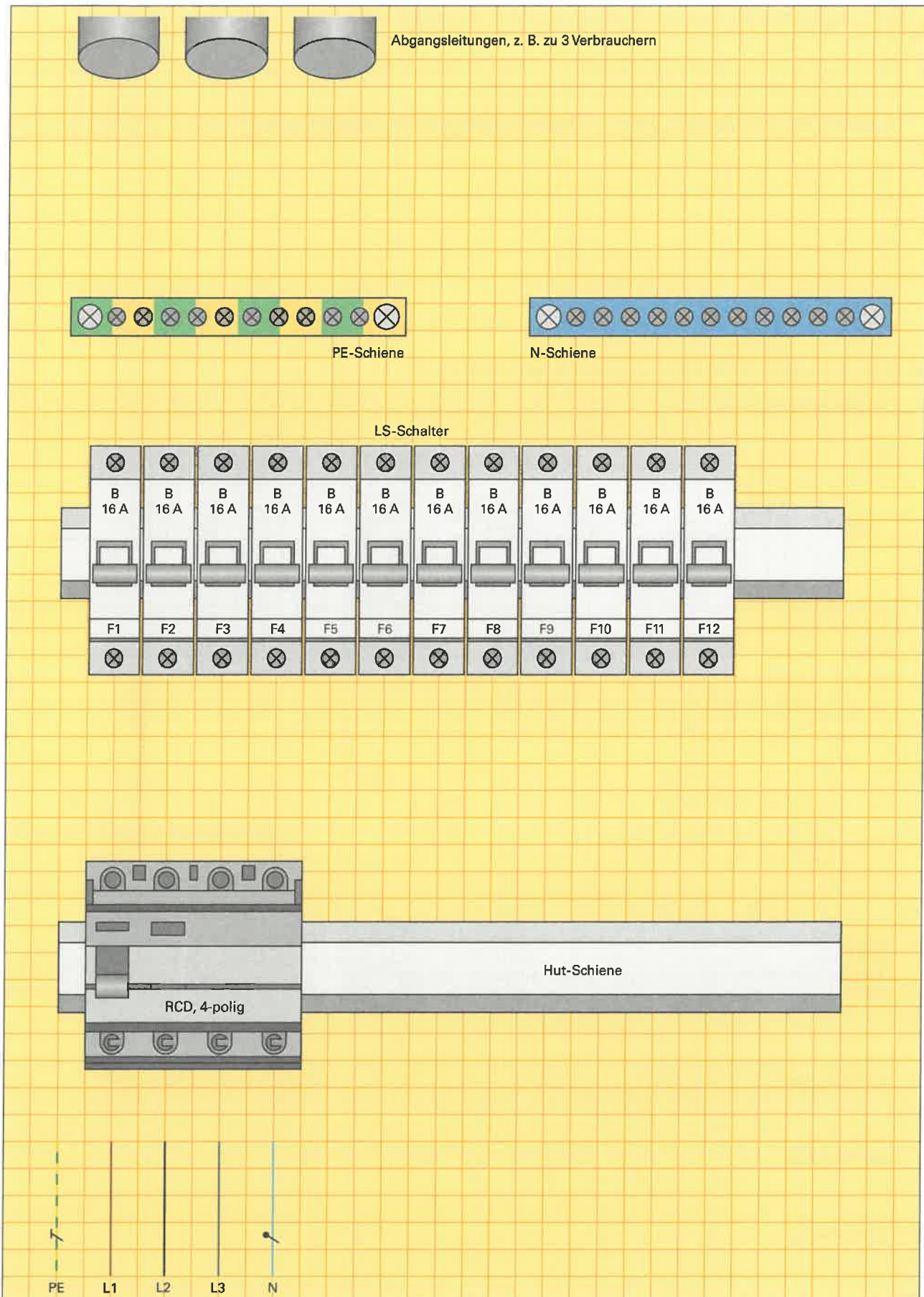


Bild: Verdrahtung im Verteilerfeld (vereinfachtes Beispiel)



Einen fehlerhaften Zustand in der Isolierung nennt man Isolationsfehler. Ein Elektriker muss Ursachen und Auswirkungen von Isolationsfehlern kennen und einschätzen können. So lassen sich in neu installierten oder bestehenden Anlagen Gefahren vermeiden.

1. Trotz Beachtung aller Montagevorschriften für das Errichten elektrischer Anlagen kann es zu Isolationsfehlern kommen. Nennen Sie in **Tabelle 1** mögliche Fehlerursachen.

Tabelle 1: Mögliche Fehlerursachen bei Isolationsfehlern in elektrischen Anlagen

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

2. Welcher Isolationsfehler liegt in den Bildern der **Tabelle 2** vor?

Tabelle 2: Fehlerarten

<p>L1 L2 L3 PE</p>	<p>L1 L2 L3 N PE</p>	<p>L1 L2 L3 PE</p>
<p>L1 L2 L3 PE</p>	<p>L1 L2 L3 N PE</p>	<p>L1 L2 L3 PEN</p>

3. Geben Sie mögliche Auswirkungen beim Auftreten von Isolationsfehlern (**Tabelle 3**) an.

Tabelle 3: Mögliche Fehlerauswirkungen in geerdeten Netzen

Körperschluss	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Kurzschluss	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Leiterschluss	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Erdschluss	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>



4. In den **Bildern 1** und **2** sind mehrere Fehlerstellen vorhanden.

- Kreisen Sie in den **Bildern 1** und **2** die Fehlerstellen rot ein und nennen Sie die Fehlerarten.
- Zeichnen Sie in den **Bildern 1** und **2** die geschlossenen Fehlerstromverläufe rot ein.
- Tragen Sie in den **Bildern 1** und **2** die Bezugspfeile für Verbraucherstrom I_v , falls vorhanden, Körperstrom I_k , Gesamtstrom I , Netzspannung gegen Erde U_0 und Berührungsspannung U_B ein.
- Entscheiden Sie durch Rechnung, ob eine 16-A-Schmelzsicherung den jeweiligen Fehlerstromkreis in den **Bildern 1** und **2** unterbrechen würde.

Hinweis: Transformatorenwiderstand vernachlässigbar, Widerstand des Hin- bzw. des Rückleiters je $0,5 \Omega$, Widerstand des Menschen $1 \text{ k}\Omega$, Fußbodenwiderstand $3,2 \text{ k}\Omega$, Erdübergangswiderstand 100Ω , Betriebserde 2Ω .

- Entscheiden und begründen Sie für den Fehler in den **Bildern 1** und **2**, ob ein gefährlicher Körperstrom zum Fließen kommt.

b) und c)

a) _____

d)

e) _____

Bild 1: Doppelfehler in einer elektrischen Anlage

b) und c)

a) _____

d)

e) _____

Bild 2: Isolationsfehler in einer elektrischen Anlage



Für die Erklärung und praktische Umsetzung der Maßnahmen zur Vermeidung von Elektro-Unfällen werden Fachbegriffe verwendet, die ähnlich sind und leicht verwechselt werden. Ein Elektriker muss die Fachbegriffe unterscheiden und richtig verwenden.

Schutzarten:

- Je nach Verwendungszweck und Aufstellungsort der Betriebsmittel, z.B. in einer Wohnung oder im Freien, ist ein Berührungs- und Fremdkörperschutz und ein Schutz gegen das Eindringen von Wasser erforderlich. Dafür gibt es verschiedene Schutzarten. Das Schutzzeichen für die entsprechende Schutzart des Betriebsmittels besteht aus den Buchstaben IP und zwei nachfolgenden Ziffern (IP-Code). Erklären Sie die Bedeutung der Buchstaben IP und der Ziffern.

Berührungs- und Fremdkörperschutz		Wasserschutz
<p>0: kein Schutz</p> <p>1: _____</p> <p>2: _____</p> <p>3: _____</p> <p>4: _____</p> <p>5: _____</p> <p>6: _____</p>	<p>1. Ziffer 2. Ziffer</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">IP</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> <div style="background-color: #8B4513; width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: #4682B4; width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;"></div> </div> <p>(z. B. IP 23)</p> <div style="background-color: yellow; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div> <div style="background-color: yellow; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div>	<p>0: kein Schutz</p> <p>1: _____</p> <p>2: _____</p> <p>3: _____</p> <p>4: _____</p> <p>5: _____</p> <p>6: _____</p> <p>7: _____</p> <p>8: _____</p> <p>9: Strahlwasser mit Hochdruck und hoher Temperatur</p>

Ein X anstatt einer Ziffer bedeutet: ohne Betrachtung

- Geben Sie in der Tabelle für den Betriebsmitteleinsatz die konkrete Bedeutung der 1. und 2. Kennziffer an.

Tabelle: Beispiele für Schutzarten durch Gehäuse		
IP-Code	Betriebsmitteleinsatz	Bedeutung der 1. und 2. Kennziffer
IP 20	für trockene Wohnräume, z.B. Leuchten	_____
IP 54	für Werkstätten, z.B. Motorschutzschalter	_____
IP 44	für Anlagen im Freien, z.B. Straßenverkehr	_____

- Ordnen Sie den Bildern 1 bis 4 die Mindestschutzart für den Wasserschutz der elektrischen Betriebsmittel zu.

IP X

IP X

IP X

IP X



Bild 1: Elektrische Betriebsmittel an der Wand einer Auto-Waschanlage



Bild 2: Steckdose im Badezimmer



Bild 3: Gartensteckdosen



Bild 4: Bewegungsmelder mit Leuchte an einem Haus



Schutzmaßnahmen:

4. Welche technische Norm schreibt Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag vor?



Schutzmaßnahmen

sind Maßnahmen gegen das Entstehen oder Bestehenbleiben einer gefährlichen Berührungsspannung.

5. Nennen Sie in **Tabelle 1** die beiden Hauptaufgaben, die Schutzmaßnahmen erfüllen sollen.

Tabelle 1: Hauptaufgaben der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag

Unter Normal- und unter Fehlerbedingungen	Unter Fehlerbedingungen

Schutzeinrichtungen:

6. Erklären Sie, was man unter einer Schutzeinrichtung für den Fehlerschutz versteht?

7. Ordnen Sie den **Bildern 1** und **2** die Begriffe „direktes Berühren“ und „indirektes Berühren“ zu.

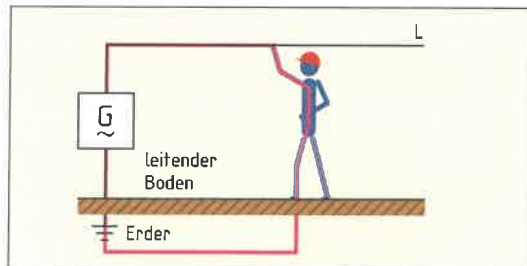
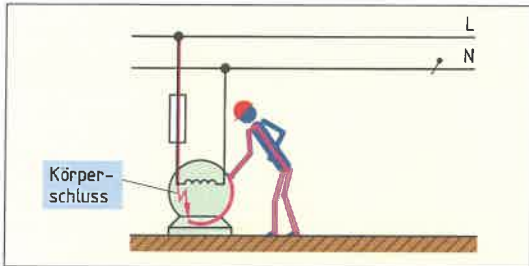


Bild 1: _____

Bild 2: _____

Schutzebenen:

8. Die Schutzmaßnahmen werden in drei Schutzebenen eingeteilt. Ergänzen Sie die **Tabelle 2**.

Tabelle 2: Schutzebenen und Aufgaben der Schutzmaßnahmen

Schutzebenen	Aufgabe der Schutzmaßnahme	Beispiel
Basisschutz		Lampenfassung
Fehlerschutz		
	Schutz beim Versagen von Basis- und/oder Fehlerschutz	

Schutzklassen:

9. Für den Einsatz elektrischer Betriebsmittel in einer Elektroanlage müssen Schutzklassen beachtet werden. Ergänzen Sie **Tabelle 3**.

Tabelle 3: Merkmale der Schutzklassen

Schutzklasse	Kennzeichen	Bedeutung des Kennzeichens	Bedingung für den Betriebsmitteleinsatz	Betriebsmittel (Beispiele)
I			Netzsystem muss Schutzleiter führen	
II		Doppelte oder verstärkte Isolierung		Handbohrmaschine, Haartrockner
III		Betrieb des Betriebsmittels nur mit Kleinspannung SELV oder PELV		



In der Elektrotechnik unterscheidet man verschiedene Netzsysteme. Diese haben Auswirkungen auf die verwendeten Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag. Darum ist die genaue Kenntnis des Netzsystems für die Anwendung einer Schutzmaßnahme besonders wichtig.

1. Benennen Sie in der **Tabelle** die abgebildeten Netzsysteme und geben Sie jeweils ein Anwendungsbeispiel an.

Tabelle: Arten der Netzsysteme	
<p style="text-align: right; margin-right: 20px;">L1 L2 L3 PEN</p> <p style="text-align: center;">Anwendung z. B. : _____</p>	<p style="text-align: right; margin-right: 20px;">L1 L2 L3 N PE</p> <p style="text-align: center;">Anwendung z. B. : _____</p>
<p style="text-align: right; margin-right: 20px;">L1 L2 L3 N PE</p> <p style="text-align: center;">Anwendung z. B. : _____</p>	<p style="text-align: right; margin-right: 20px;">L1 L2 L3 N PE</p> <p style="text-align: center;">Anwendung z. B. : _____</p>
<p style="text-align: right; margin-right: 20px;">L1 L2 L3 PE</p> <p style="text-align: center;">Anwendung z. B. : _____</p>	<p style="text-align: right; margin-right: 20px;">L1 L2 L3 N</p> <p style="text-align: center;">Anwendung z. B. : _____</p>

2. Nennen Sie besondere Bedingungen, die für PEN-Leiter bei der Installation beachtet werden müssen.

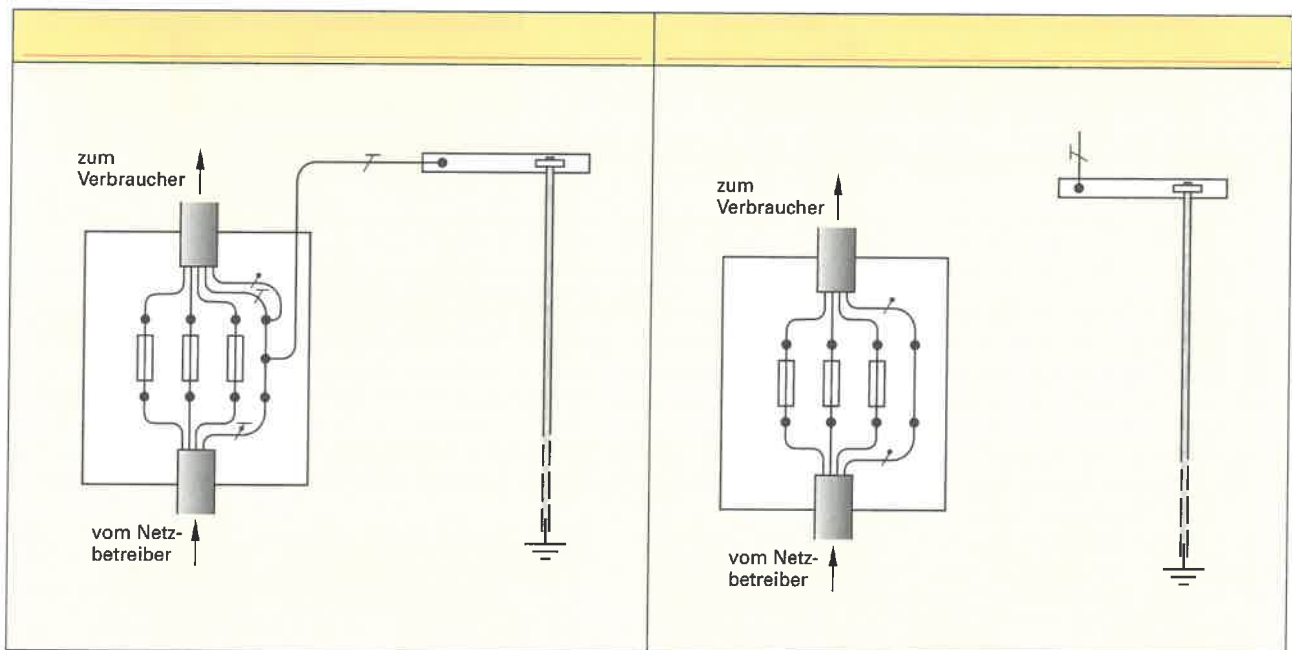
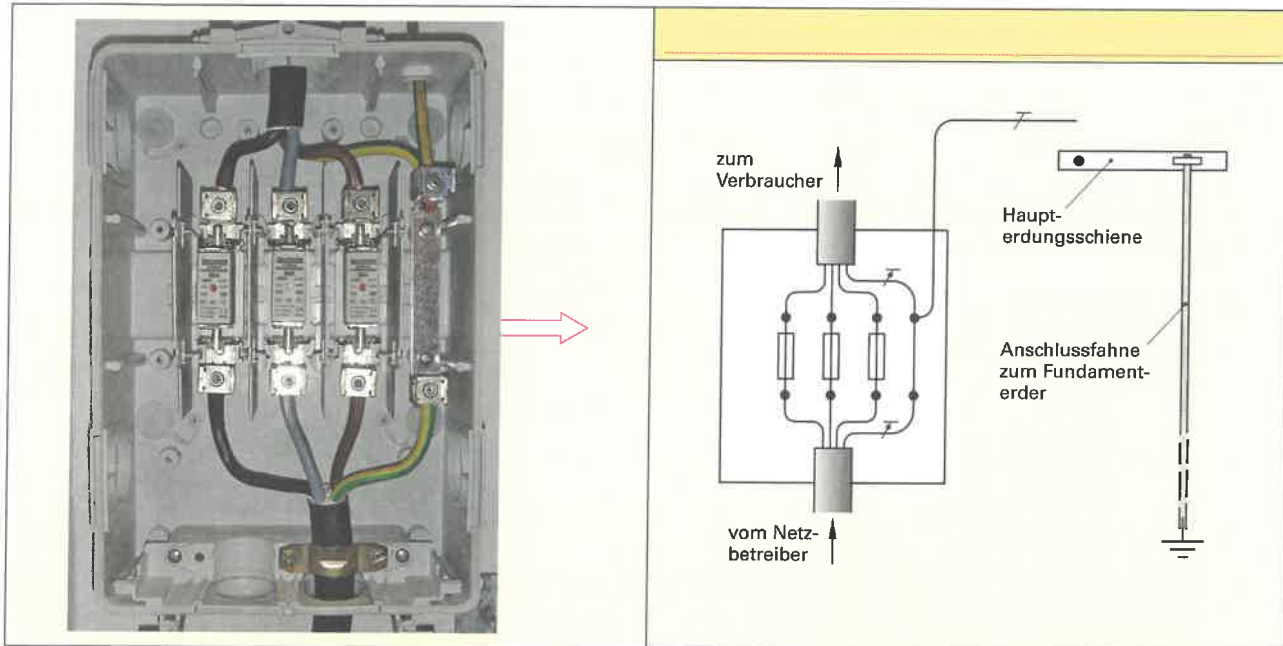
- Er muss in seinem Verlauf häufig geerdet werden.

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____



Der Hausanschluss verbindet über die Hausanschlussleitung das Verteilungsnetz mit der Kundenanlage. Das Netzsystem einer Verbraucheranlage kann man im Hausanschlusskasten erkennen.

3. Welches Netzsystem kann man an den drei gezeichneten Hausanschlusskästen erkennen? Tragen Sie dazu das zutreffende Netzsystem ein.



4. Nach DIN VDE 0100, Teil 444 dürfen TN-C-Systeme in neu errichteten Gebäuden nicht verwendet werden. Es wird empfohlen, in bestehenden Gebäuden mit einem TN-C-System, dieses in ein TN-S-System umzubauen, wenn diese Gebäude eine größere Anzahl informationstechnischer Betriebsmittel, z. B. Computer, enthalten. Begründen Sie die Vorschrift und die Empfehlung.



Der Schutzpotenzialausgleich ist eine zusätzliche Schutzmaßnahme. Die Wirkung des Schutzpotenzialausgleichs ist wichtig, damit bei Eintritt eines Körperschlusses und Versagen des Fehlerschutzes die Berührungsspannung ungefährlich klein wird.

1. Was versteht man unter Schutzpotenzialausgleich?

2. Geben Sie an, wie hoch die Berührungsspannung U_B in der Anlage ohne Schutzpotenzialausgleich (**Bild 1**) ist. Tragen Sie die Höhe der Spannung in **Bild 1** ein.

Berührungsspannung U_B _____

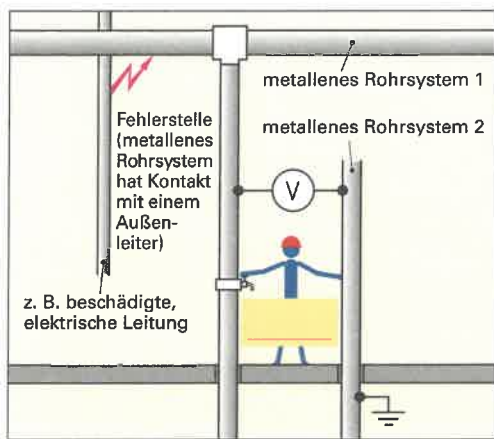


Bild 1: Anlage ohne Schutzpotenzialausgleich

3. Geben Sie an, wie hoch die Berührungsspannung U_B in der Anlage mit Schutzpotenzialausgleich (**Bild 2**) ist. Tragen Sie die Höhe der Spannung in **Bild 2** ein.

Berührungsspannung U_B _____

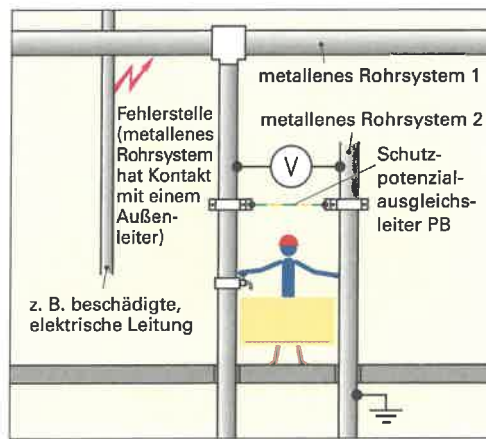


Bild 2: Anlage mit Schutzpotenzialausgleich

3. Welche zwei Ausführungsarten des Schutzpotenzialausgleichs kann man unterscheiden?

- _____
- _____



Ein zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich ist nur in Gebäuden vorgeschrieben, in denen ein Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene noch nicht installiert wurde, z. B. in Altbauten.

4. a) Zeichnen Sie im **Bild 3** und im **Bild 4** bei Leiterbruch des PEN-Leiters den Stromverlauf rot ein, der bei Betätigung des Schalters Q2 zum Fließen kommt. b) Erklären Sie die Auswirkung auf die Berührungsspannung am Verbraucher 2 und den Strom durch den Menschen.

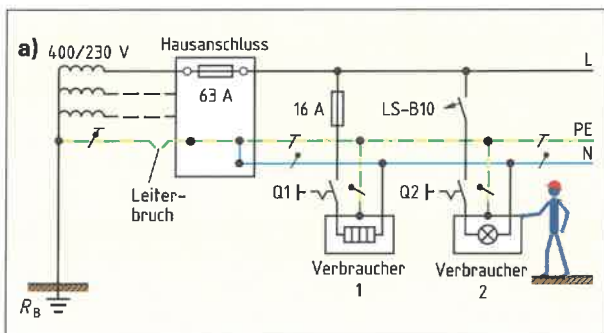


Bild 3: Elektrische Altanlage ohne Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene

- b) _____
- _____
- _____

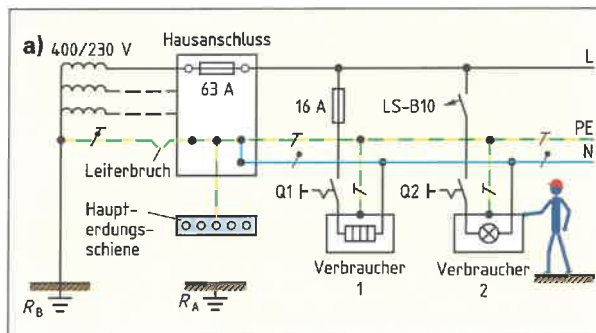


Bild 4: Elektrische Neuanlage mit Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene

- b) _____
- _____
- _____



Der Schutzleiter (PE) und der Schutzpotenzialausgleichsleiter (PB) müssen in einer elektrischen Anlage normgerecht und sorgfältig installiert werden, damit der Schutz von Personen und Nutztieren gewährleistet wird.

7. a) Benennen Sie im Bild die gekennzeichneten elektrischen Bauteile mit Fachbegriffen. b) Zeichnen Sie die fehlenden Schutz- und Schutzpotenzialausgleichsleiter ein. c) Benennen Sie diese Leiter mit ihren Kurzbezeichnungen (PE und PB).

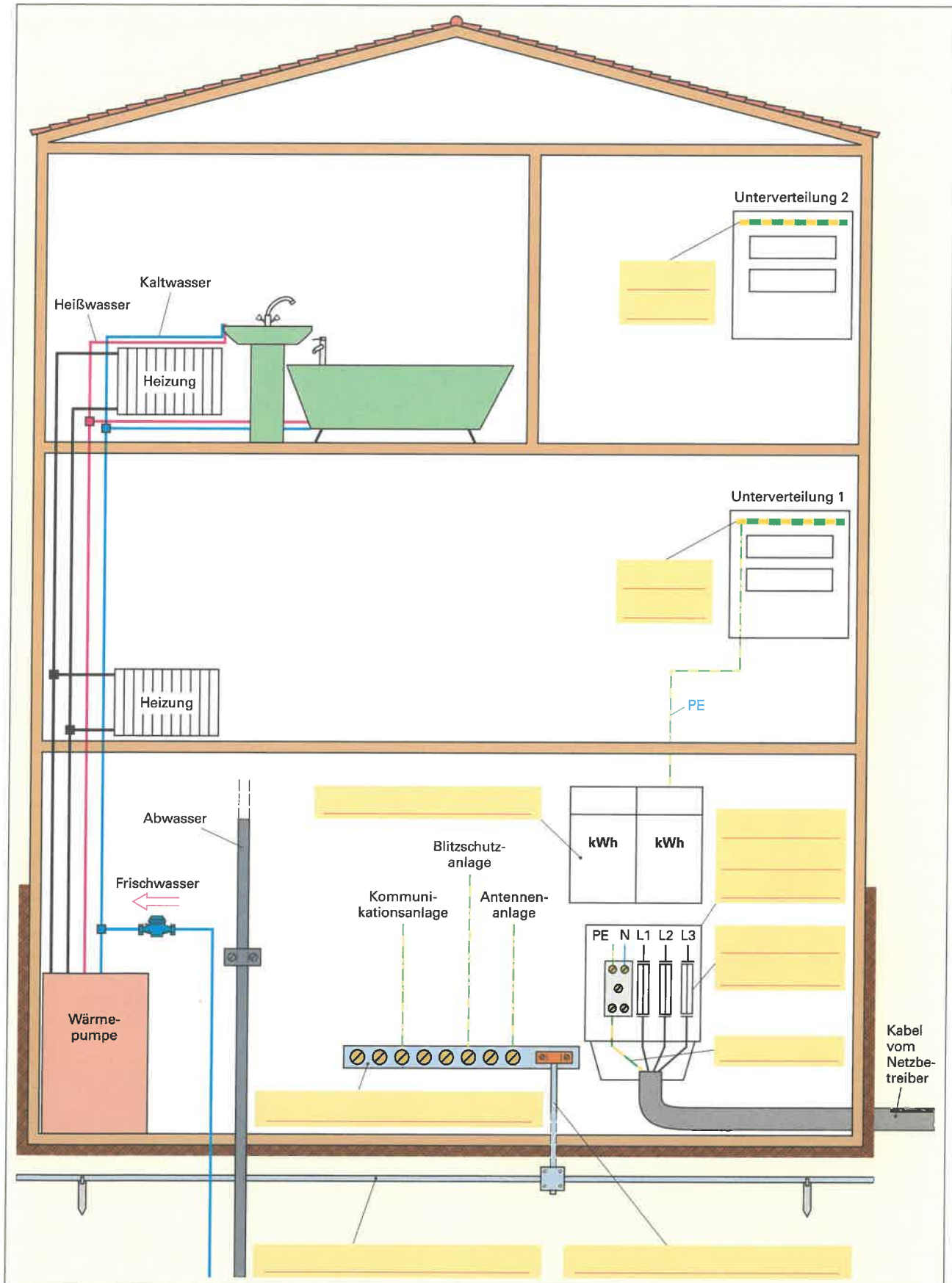


Bild: Schutzleiter (PE) und Schutzpotenzialausgleichsleiter (PB) in einem Wohnhaus mit einem TN-C-S-System



Die Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“ gehört zu den am häufigsten verwendeten Schutzmaßnahmen, die eine Elektrofachkraft planen, installieren und prüfen muss.

1. Wie wird das Bestehenbleiben einer gefährlichen Berührungsspannung bei einem Körperschluss verhindert?
2. Nennen Sie drei Schutzeinrichtungen im TN-S-System.

- _____
- _____
- _____

3. a) Benennen Sie im **Bild 1** die Bauteile 1 bis 8 fachgerecht.
b) Ergänzen Sie nach DIN VDE 0100 Teil 410 im **Bild 1** die maximalen Abschaltzeiten.

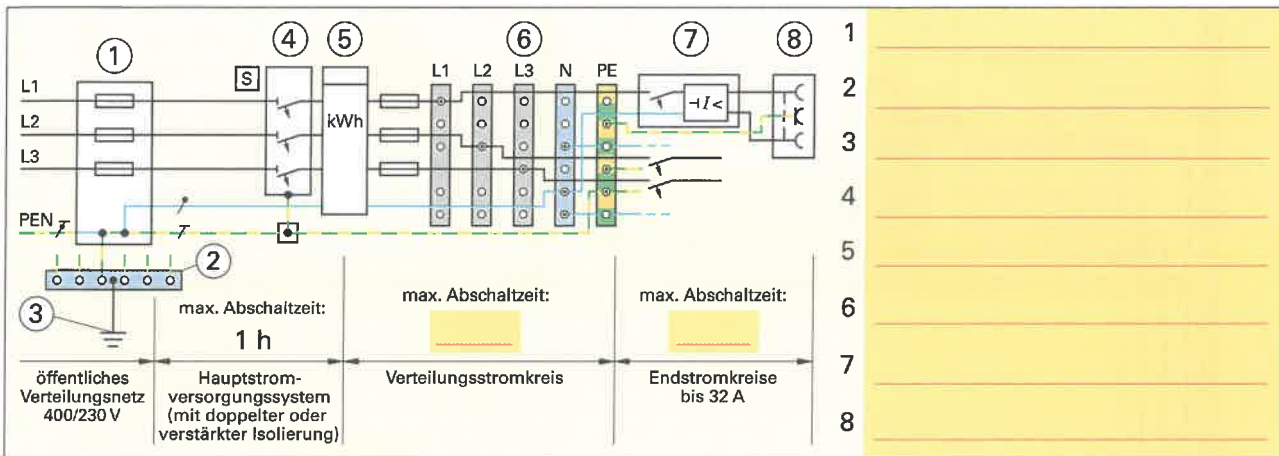


Bild 1: Maximale Abschaltzeiten für Stromkreise im TN-C-S-System

4. Ermitteln Sie aus den Auslösekennlinien (**Bild 2**) für einen LS-Schalter 16 A, Charakteristik B, den Faktor n für eine sichere Auslösezeit von 0,4 s.
- a) Tragen Sie den Auslöseschnittpunkt mit einem roten Kreis in den Kennlinienverlauf ein.
- b) Berechnen Sie den Abschaltstrom.
5. Ergänzen Sie die **Tabelle**.

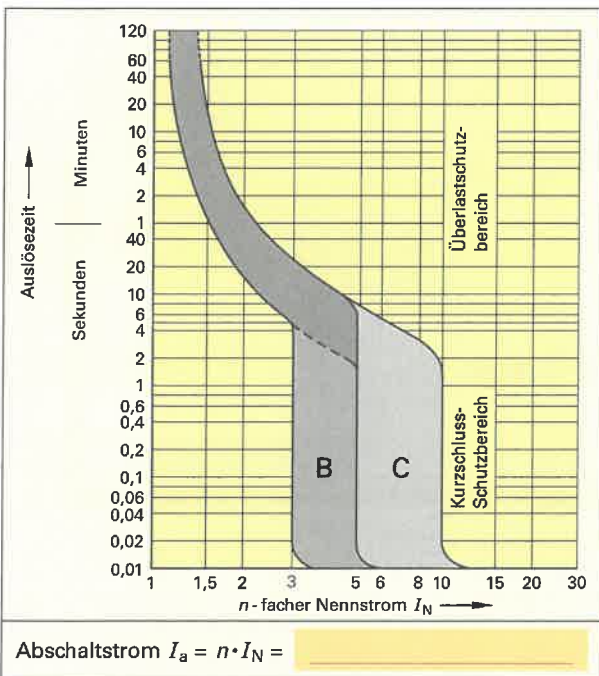


Bild 2: Auslösekennlinien LS-Schalter Typ B und C

Tabelle: Abschaltbedingungen für Überstrom-Schutzeinrichtungen im TN-System nach DIN VDE 0100-410

Formel	
Z_s	Scheinwiderstand der Fehlerstromschleife
I_a	
U_0	

6. Für einen 230-V-Lichtstromkreis beträgt die errechnete Schleifenimpedanz der Leitung $1,7 \Omega$. Der Stromkreis soll mit einem LS-Schalter 16 A Typ B geschützt werden. Überprüfen Sie durch Rechnung, ob die Abschaltbedingung erfüllt wird und bewerten Sie das Rechenergebnis in einem Antwortsatz.

Geg.: _____

Ges.: _____

Lösung: _____

Antwortsatz: _____



Eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ist eine Zusatz-Schutzeinrichtung. Sie ist für elektrische Anlagen mit besonders unfallgefährdeten Bereichen, sowie für allgemeine Steckdosenstromkreise vorgeschrieben, um, z. B. bei einem Körperschluss, die Stromversorgung sicher abzuschalten. Gleichzeitig wirkt die FI-Schutz-einrichtung als Brandschutz.

1. Nennen Sie für den Personenschutz in elektrischen Anlagen vorgeschriebene Bereiche, die zusätzlich mithilfe von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen geschützt werden müssen.

2. In welchen TN-Systemen sind FI-Schutzeinrichtungen (RCDs) zugelassen? Tragen Sie die Wörter „zulässig“ und „nicht zulässig“ in die **Tabelle 1** ein.

Tabelle 1: RCD im TN-System	
TN-C-System	TN-S-System

3. Ergänzen Sie die **Tabelle 2**.

Tabelle 2: Abschaltbedingung für RCD im TN-System	
Formel	
Z_s	
$I_{\Delta N}$	Bemessungs-Differenzstrom
U_0	

4. a) Berechnen Sie den maximal zulässigen Schleifenwiderstand für einen Steckdosenkreis-Stromkreis, bis zu dem die Abschaltbedingung im TN-S-System durch einen RCD mit $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$ erfüllt wird.
b) Beurteilen Sie aus praktischer Sicht das Rechenergebnis im Antwortsatz.

a) Geg.:	Ges.:	Lösung:
b) Antwortsatz:		

5. Zeichnen Sie in den **Bildern 1 und 2** den Verlauf des Fehlerstromkreises rot ein. Tragen Sie unter jedem Bild ein, ob die RCD abschaltet oder nicht abschaltet.

Hinweis: Überstrom-Schutzeinrichtungen und Fundamenterder sind nicht eingezeichnet.

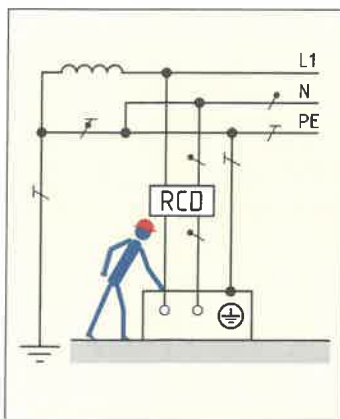


Bild 1: RCD und direktes Berühren

RCD schaltet

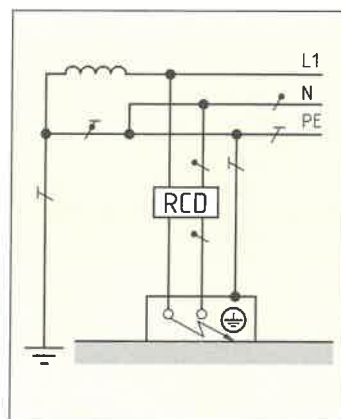


Bild 2: RCD und Körperschluss

RCD schaltet

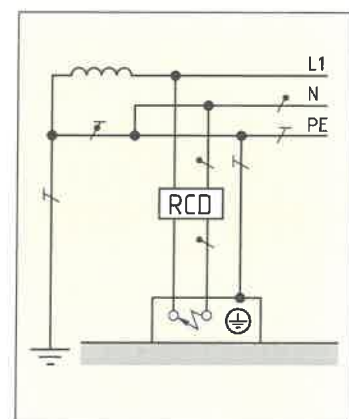


Bild 3: RCD und Kurzschluss

RCD schaltet

6. Welche Schlussfolgerung ist aus der richtigen Entscheidung von **Bild 3** zu ziehen?



Für TT-Systeme ist der Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung wirtschaftlich meist nur mittels Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen möglich.

1. Tragen Sie im **Bild 1** den Fehlerstromverlauf rot ein.

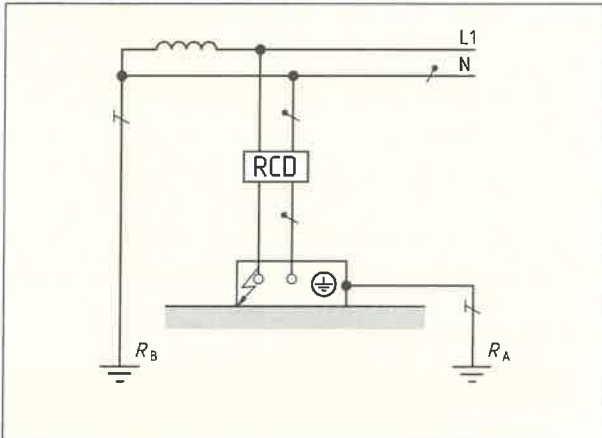


Bild 1: Prinzip des Schutzes im TT-System

2. Wie wirkt sich im TT-System ein Körperschluss aus?

Körperschluss wird zum _____

3. Ergänzen Sie die **Tabelle**.

Tabelle: Abschaltbedingung für RCD im TT-System	
Formel	
R_A	
$I_{\Delta N}$	

4. Berechnen Sie im TT-System den maximalen Summenwert des Erderwiderstandes R_A mithilfe der Abschaltbedingung für FI-Schutzeinrichtungen, wenn zum automatischen Abschalten im Fehlerfall eine FI-Schutzeinrichtung mit $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$ eingesetzt wird.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

5. Begründen Sie, warum es im TT-System vorteilhaft ist, zusätzlich zur Überstrom-Schutzeinrichtung eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung zu verwenden.

6. Ergänzen Sie im **Bild 2** für ein TT-System die fehlenden Verbindungsleitungen zu den Verbrauchern, die Schutzeinrichtungen gegen Überlastung und Kurzschluss, sowie die notwendigen Schmelzsicherungen im Hausanschlusskasten.

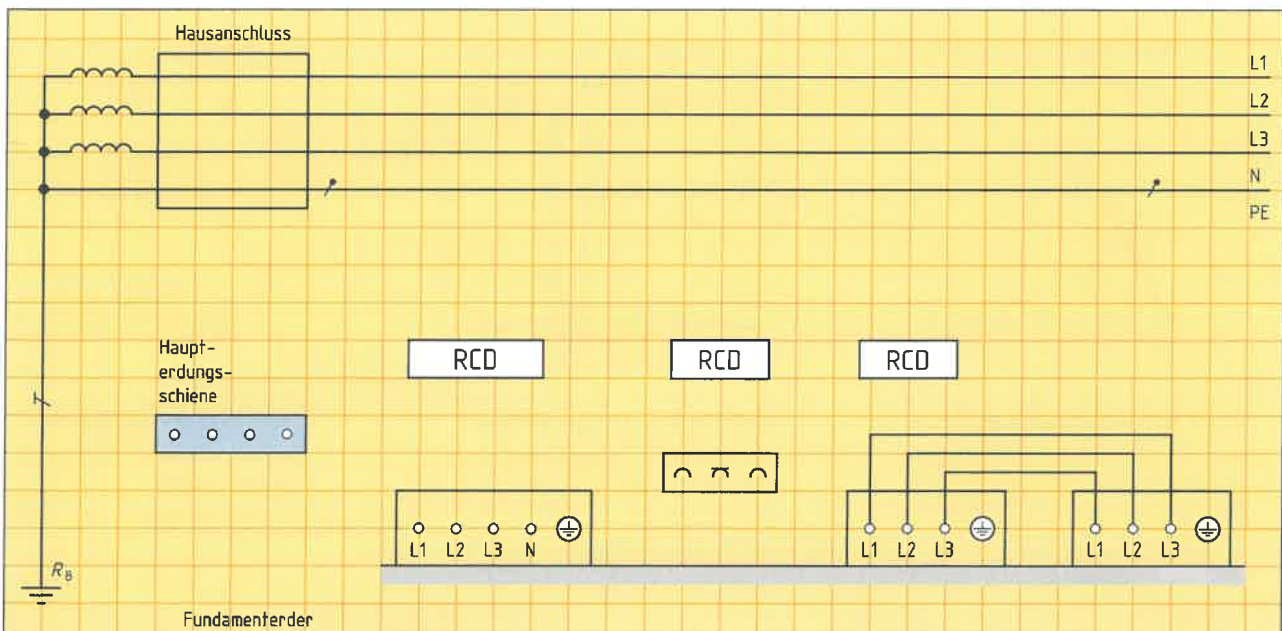


Bild 2: TT-System mit Schutzeinrichtungen



Das IT-System wird zur elektrischen Stromversorgung angewendet, wenn eine erhöhte Ausfallsicherheit der Stromversorgung notwendig ist, z. B. in Operationsräumen. Bei einem ersten Isolationsfehler wird die Stromversorgung aufrecht erhalten, der Fehler aber erkannt und gemeldet. Beim Auftreten eines zweiten Fehlers wird die Stromversorgung automatisch abgeschaltet.

1. Wodurch wird im IT-System ein Isolationsfehler erkannt und gemeldet, obwohl die Stromversorgung nicht abgeschaltet wird?
2. Warum muss im IT-System beim Auftreten nur eines Körperschlusses die Stromversorgung nicht automatisch abgeschaltet werden? Welche Bedingung muss dazu eingehalten werden?

3. Ergänzen Sie in der **Tabelle** die Erdungsbedingung im IT-System.

Tabelle: Erdungsbedingung im IT-System	
Formel	
R_A	Summe der Widerstände des Erders und des PE-Leiters der Körper
I_d	

4. Berechnen Sie den maximalen zulässigen Erderwiderstand R_A , wenn beim 1. Fehler ein Strom von 20 mA fließt. Geben Sie im Antwortsatz an, ob R_A hoch- oder niedrigohmig ist.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	
Antwortsatz	

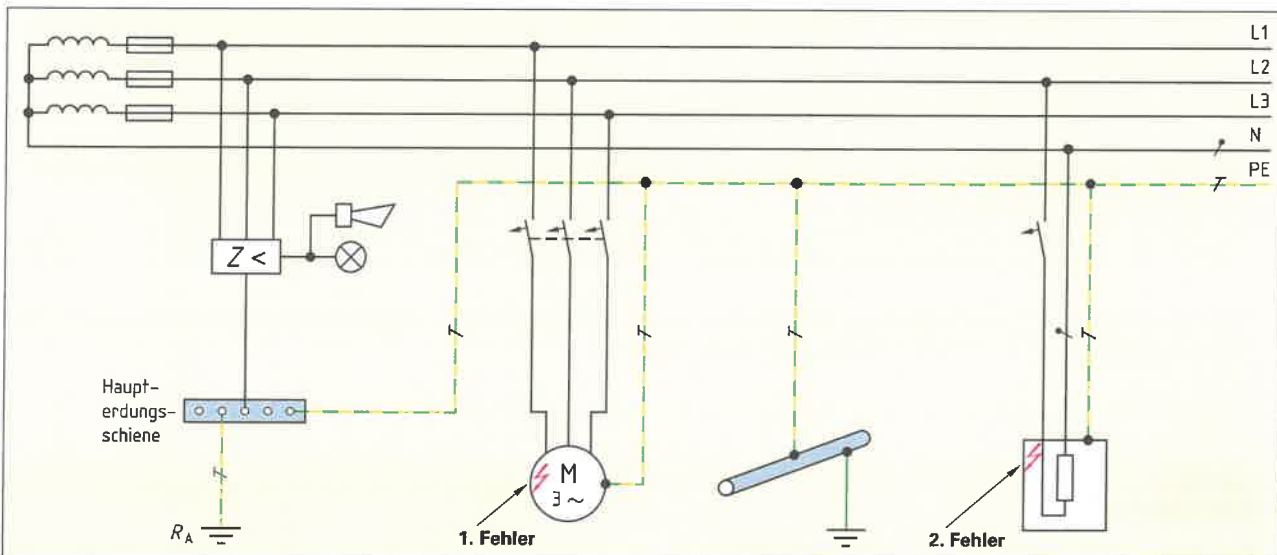


Bild: IT-System mit Überwachungs- und Schutzeinrichtungen

5. Warum ist es beim Auftreten nur eines Fehlers (**Bild**, 1. Fehler) ungefährlich mit den Verbrauchern weiter zu arbeiten, obwohl eine gefährliche Spannung anliegt?
6. Zeichnen Sie im **Bild** den Verlauf des Fehlerstromes beim Auftreten des 1. Fehlers und des 2. Fehlers ein.
7. Was geschieht, wenn in einem IT-System ein Doppelfehler auftritt?

8. Geben Sie die maximal zulässige Abschaltzeit t_a an, wenn die Nennwechselspannung $U_0 = 230$ V beträgt und ein Doppelfehler eintritt.

$t_a \leq$ _____



Bei der Planung von Beleuchtungsanlagen, z. B. einer Beleuchtung für ein Büro oder eine Werkstatt, müssen die Anzahl der Leuchten sowie deren Dimensionierung und Anordnung bestimmt werden. Dazu werden Kenntnisse über Eigenschaften zur Farbwiedergabe, z. B. dem Lichtspektrum (Bild 1), dem Farbwiedergabeindex und lichttechnische Größen, z. B. Lichtstrom, Lichtstärke und Beleuchtungsstärke, benötigt. Weiterhin müssen Kriterien, z. B. Blendung, Tageslichteinflüsse und Lichtrichtung, berücksichtigt werden.

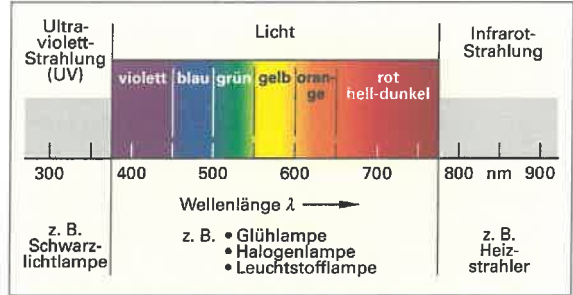


Bild 1: Lichtspektrum

1. Wodurch wird die Farbe des Lichtes (Bild 1) bestimmt?

2. Welche Bestandteile enthält das weiße Licht?

3. a) Wie wird die genaue Farbtönung des Lichtes bei einer Lampe angegeben?

b) Geben Sie diesen Wert (Bild 2) bei einer Glühlampe an.

a) _____ b) _____

4. Bei einem beleuchteten Objekt sollen möglichst alle Farben originalgetreu sichtbar werden.

- a) Welche Voraussetzung muss die Lichtquelle dazu erfüllen,
- b) welchen Farbwiedergabeindex R_a (Bild 2) oder
- c) welche Farbwiedergabestufe F_w sollte diese Lichtquelle dazu haben?

a) _____ b) _____ c) _____

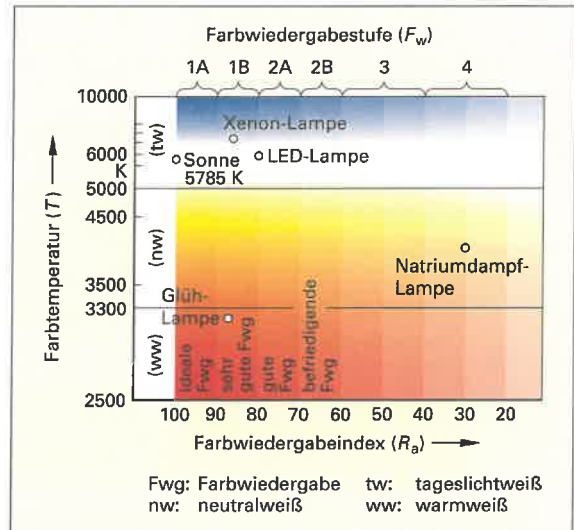


Bild 2: Farbwiedergabe

5. Bei einer Leuchtstofflampe wird die Lichtfarbe warmweiß (ww) angegeben. Welcher Farbtönung und welchem Farbtemperaturbereich entspricht das?

6. Bei der Beleuchtung eines Verkehrsschildes mit einer Natriumdampf-Lampe erscheinen die roten Bestandteile des Verkehrsschildes schwarz. Welche Ursache hat dieser Effekt?

7. Wodurch unterscheiden sich Lichtstrom und Lichtstärke bei einer Lichtquelle?

8. Anbieter von Leuchten geben in ihren Prospekten Lichtstärkeverteilungskurven (Tabelle) an. Was kann daraus ermittelt werden?

Tabelle: Lichtstärkeverteilungskurven			
Grundform der Leuchte und Lichtverteilung	Lichtabstrahlung in % nach		Lichtstärkeverteilungskurve für $\Phi_v = 1000 \text{ lm}$
	unten	oben	
 direkte Lichtverteilung	100 bis 90	0 bis 10	
 gleichförmige Lichtverteilung	60 bis 40	40 bis 60	



9. Zur Planung von Beleuchtungsanlagen werden lichttechnische Größen sowie deren Formelzeichen und Einheiten benötigt. Ergänzen Sie dazu die **Tabelle**.

Tabelle: Lichttechnische Größen und Einheiten

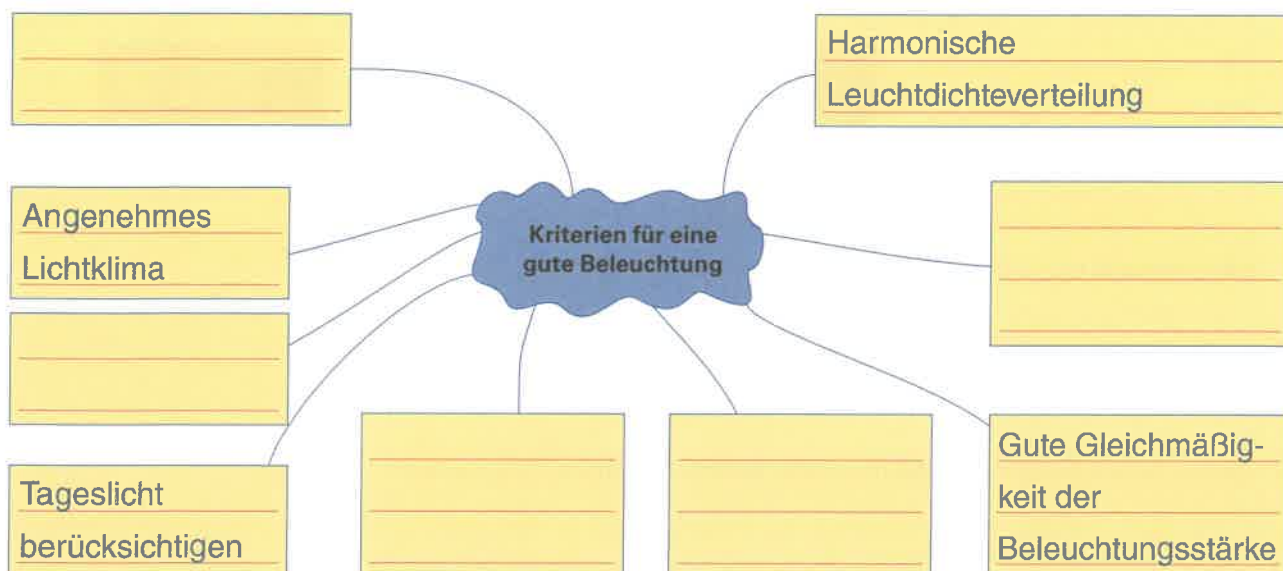
Benennung Größe	Formelzeichen	Einheit	Einheitenzeichen	Bedeutung	Formel
Lichtstrom	Φ_v	Lumen	lm	abgestrahlte Lichtleistung	$\Phi_v = E_v \cdot A$ (A beleuchtete Fläche)
Lichtstärke					
Leuchtdichte					
Beleuchtungsstärke					
Lichtausbeute					

10. Trifft Licht auf ein Objekt, können in Abhängigkeit des Objektes vier lichttechnische Effekte auftreten. Beschreiben Sie kurz deren Bedeutung.

- Reflexion: Licht wird zurückgeworfen
- Streuung: _____
- Transmission: _____
- Absorption: _____

11. Wodurch entsteht bei einer Beleuchtungsanlage Blendung?

12. Ergänzen Sie die fehlenden Kriterien für eine gute Beleuchtung.





Zur Erzeugung von Licht werden verschiedene Lampenarten (Bild 1) verwendet. Je nach Anforderungen, z.B. Farbwiedergabe, Lebensdauer oder Lichtausbeute, muss man die richtige Lampe auswählen. Die unterschiedlichen Eigenschaften einer Lampe sind oft nur an bestimmten festgelegten Kennzeichnungen auf der Lampe zu erkennen. Eine Lampe wird meist in einer Leuchte betrieben. Dazu werden verschiedene Steck- oder Schraubsockel für eine Lampe verwendet, die man kennen muss, damit die Lampe in den Sockel passt.

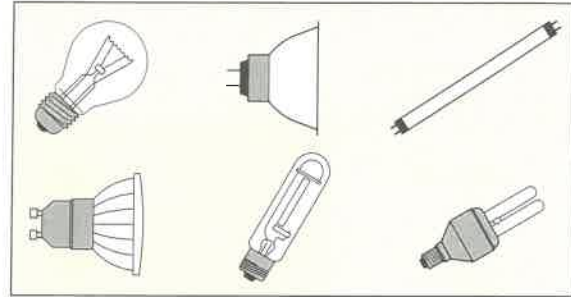


Bild 1: Lampenarten

1. Ergänzen Sie in der Tabelle die fehlenden Merkmale der Glühfadenlampen.

Tabelle: Glühfaden-Lampenarten

Prinzip	Bezeichnung		a) Lebensdauer in h, b) Lichtausbeute in lm/W	Besondere Merkmale	Anwendungsbereich
Glühfaden	Glühlampe		a) _____ b) _____	Nur noch für Sonderanwendungen zulässig	z.B. Backofen, Kühlschrank
	_____		a) _____ b) _____	Auch für Kleinspannungsbetrieb, Betrieb mit Transformator	Strahler, Akzentbeleuchtung

2. Erklären Sie die Vorteile von Hochvolt- zu Niedervolt-Halogenlampen.

3. Benennen Sie in Bild 2

- a) die Hochvolt-Halogenlampen und
- b) die Niedervolt-Halogenlampen mit den richtigen Sockelbezeichnungen.

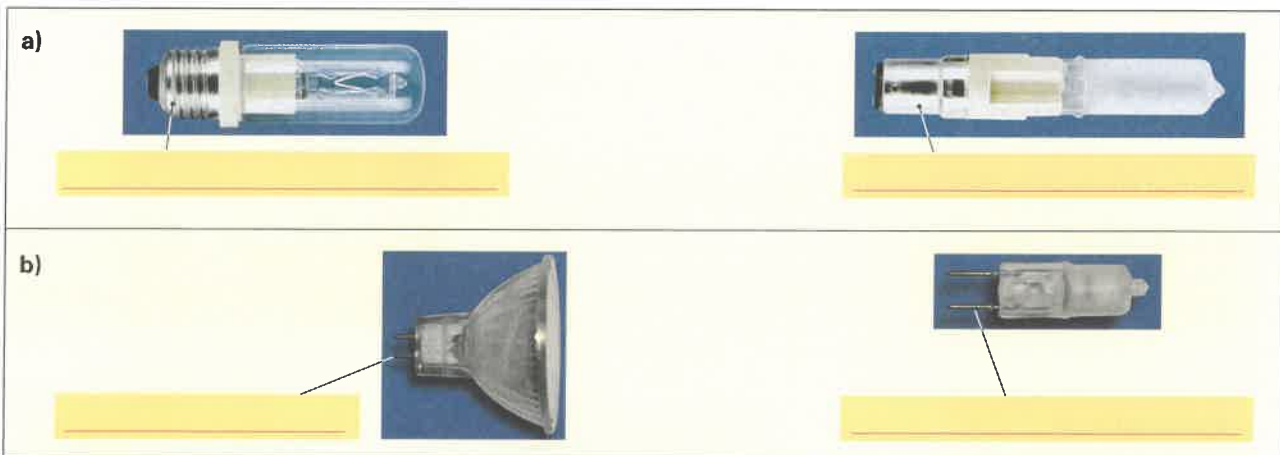


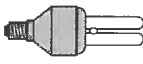


Bild 2: Sockel für Hochvolt- und Niedervolt-Halogenlampen

4. Welche Angabe steckt in den Zahlenangaben bei den Stiftsockel-Bezeichnungen?

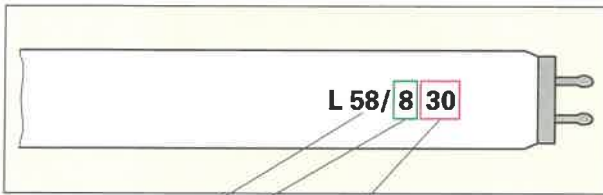
5. Welche Gefahr bezüglich des Montageortes besteht bei Halogen-Glühlampen?



6. Ergänzen Sie in der **Tabelle 1** die fehlenden Merkmale der folgenden Gasentladungslampen.

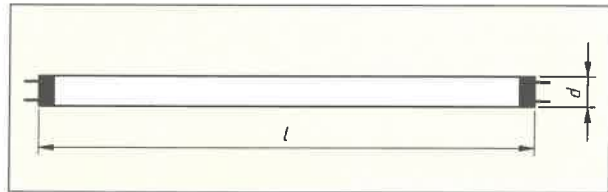
Tabelle 1: Gasentladungs-Lampenarten					
Prinzip	Bezeichnung		a) Lebensdauer in h, b) Lichtausbeute in lm/W	Besondere Merkmale	Anwendungsbereich
Gas-entladung			a) _____ b) _____	mit E-Gewinde, enthält Quecksilber	Wohnbereich
			a) _____ b) _____	einseitig gesockelt, Betrieb mit Vorschaltgerät, enthält Quecksilber	Wohnbereich, Außenbereich, Sicherheitsbeleuchtung
			a) _____ b) _____	häufigst genutzte Lampe, enthält Quecksilber	Schulen, Büro, Verkauf, Industrie

7. Benennen Sie die Bezeichnung einer stabförmigen Leuchtstofflampe T8.




Leistung
58 W




8. Ordnen Sie bei einer Leuchtstofflampe den unterschiedlichen Längen die richtige Leistung zu.



Leistung P in W	Länge l in mm
_____	590 mm
_____	1200 mm
_____	1500 mm

	Lichtfarben		Farbwiedergabe	
	ww	30	7	2A
	nw	40	8	1B
	tw	60	9	1A

9. Ergänzen Sie die **Tabelle 2** der folgenden LED-Lampen.

Tabelle 2: LED-Lampenarten					
Prinzip	Bezeichnung		a) Lebensdauer in h, b) Lichtausbeute in lm/W	Besondere Merkmale	Anwendungsbereich
LED			a) _____ b) _____		Wohnbereich
					Weg- und Konturenbeleuchtung
					Ersatz für Leuchtstofflampen

10. Welche Vorteile haben LED-Lampen gegenüber Leuchtstofflampen?



Bei der Fehlersuche an einem defekten Elektrogerät, z.B. einem Kühl- oder einem Mikrowellengerät (**Bild 1**), benötigt man genaue Kenntnisse von dessen Aufbau und Funktionsweise. Damit kann man Fehler systematisch eingrenzen. Das ist die Voraussetzung für eine fachgerechte und kostengünstige Reparatur.

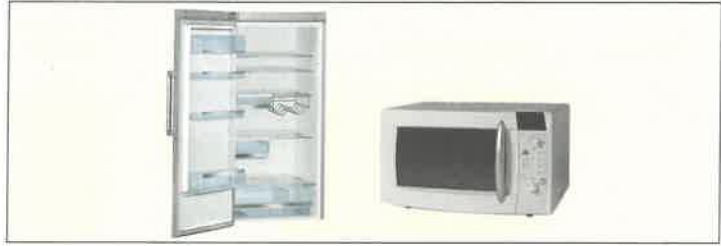


Bild 1: Kühl- und Mikrowellengerät

Kühlgerät

1. Nennen Sie die fehlenden Bezeichnungen für die Bestandteile eines Verdichter-Kühlgerätes (**Bild 2**).

- ① Verdampfer
- ② _____
- ③ _____
- ④ _____
- ⑤ _____
- ⑥ _____

2. Welche Funktion haben die gekennzeichneten elektrischen Betriebsmittel (**Bild 3**) beim Verdichter-Kühlgerät?

- ① Temperaturregler
- ② _____
- ③ _____
- ④ _____
- ⑤ _____

3. Beschreiben Sie
a) Bezeichnung und die Aufgabe von B1 (**Bild 3**) und
b) das Verhalten von B1 bei zu niedriger und zu hoher Temperatur.

- a) _____
- b) _____

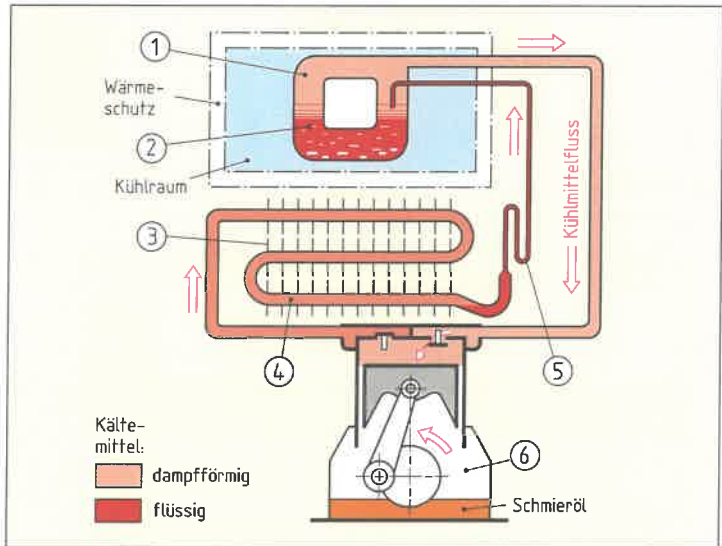


Bild 2: Bestandteile Verdichter-Kühlgerät

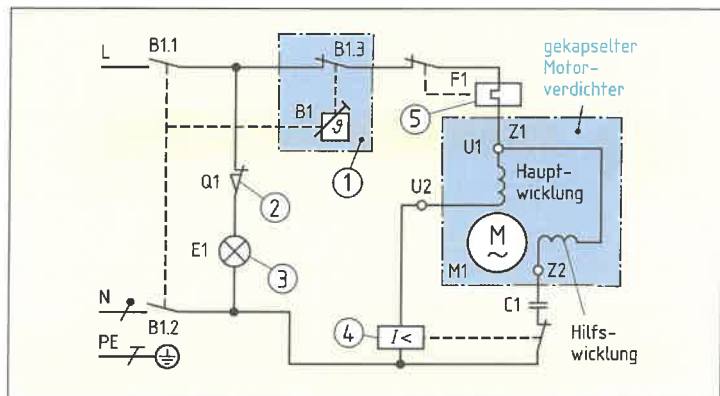


Bild 3: Stromlaufplan Verdichter-Kühlgerät

4. Erklären Sie die Auswirkung, wenn das Anlaufrelais nicht schaltet.

5. Welche Folge hat das Verschmutzen der Kühlrippen des Verflüssigers auf der Rückseite des Kühlschranks?



Mikrowellenherd

6. Beschreiben Sie die Art der Wärmeerzeugung bei einem Mikrowellenherd.

7. Ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen für die Bestandteile des Mikrowellenherdes (Bild 1).

① Garraum

②

③

④

⑤

⑥

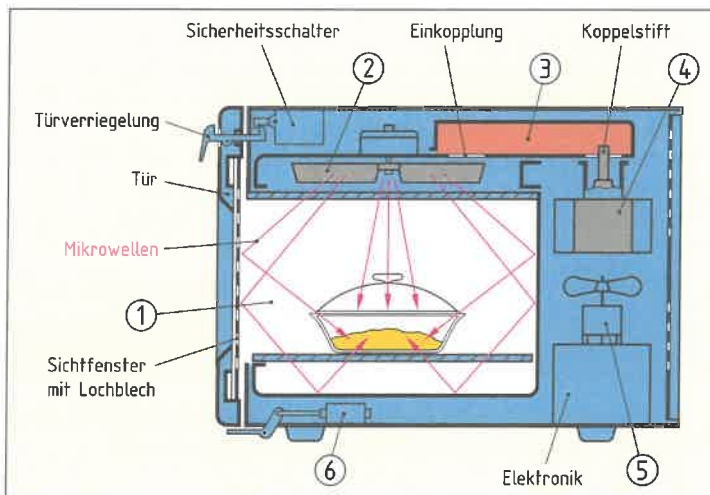


Bild 1: Bestandteile Mikrowellenherd

8. a) Welche Schalter (Bild 2) dienen zur sicheren Abschaltung des Mikrowellenherdes beim Öffnen der Tür und b) warum werden dazu mehrere Schalter verwendet?

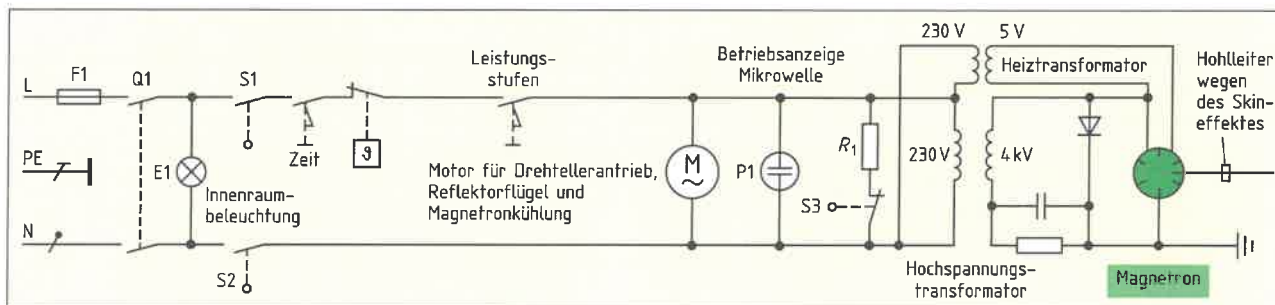


Bild 2: Stromlaufplan Mikrowellenherd

a)

b)

9. Nach dem Einschalten des Mikrowellenherdes leuchtet die Innenraumbeleuchtung und der Drehteller rotiert. Es entsteht jedoch keine Wärme. Welche elektrischen Betriebsmittel (Bild 2) kommen für diesen Fehler infrage?

10. a) Welche Frequenz wird bei einem Mikrowellenherd zur Wärmeerzeugung verwendet?

b) Nennen Sie zwei Übertragungsstandards, welche die gleiche Frequenz zur Signalübertragung verwenden.

a)

b)

11. Welche Prüfung muss nach Abschluss der Reparatur am Mikrowellenherd durchgeführt werden?



Ein Elektrogerät, z. B. ein Heizgerät, muss nach einer Reparatur oder einer Änderung auf seine elektrische Sicherheit geprüft werden, bevor es dem Kunden ausgehändigt wird. Die Vorschrift der Berufsgenossenschaft BGV A3 verlangt, dass diese Prüfung im gewerblichen Bereich, z. B. in einem Handwerksbetrieb, in bestimmten Zeitabständen wiederholt werden muss. Die Prüf Fristen sind von der Berufsgenossenschaft bestimmt und vom Gewerbe abhängig. Durch die Wiederholungsprüfung sollen vorbeugend eventuelle Sicherheitsmängel erkannt werden. Die Prüfung ist nach DIN VDE 0701-0702 festgelegt. Für die Durchführung der Messungen wird ein spezielles Messgerät (Bild 1) benötigt.



Bild 1: Messgeräte (Beispiele) zur Prüfung nach DIN VDE 0701-0702

1. Nennen Sie die drei grundlegenden Schritte bei der Prüfung von Elektrogeräten nach DIN VDE 0701-0702.



2. Nach der Reparatur eines Elektrogerätes wird zuerst die Sichtprüfung durchgeführt. Geben Sie wichtige Teile an, die bei der Sichtprüfung berücksichtigt werden müssen.

- Gehäuse _____
- _____
- _____
- _____

3. a) Ergänzen Sie im Bild 2 den Anschluss der Messleitungen bei der Messung des Schutzleiterwiderstandes.

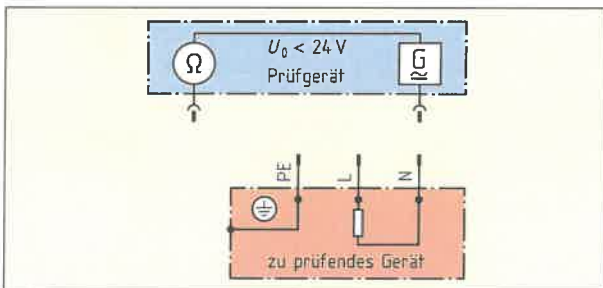


Bild 2: Messung des Schutzleiterwiderstandes

b) Berechnen Sie den maximalen zulässigen Wert für den Schutzleiterwiderstand, wenn die Anschlussleitung für max. 10 A eine Länge von 12 m hat.

Anschlussleitung: $R_{PEmax\ 5\ m} =$
Verlängerung Anschlussleitung: $R_{PEmax\ 7,5\ m} =$
$R_{PEmax\ 12\ m} \approx R_{PEmax\ 5\ m} + R_{PEmax\ 7\ m}$
$R_{PEmax\ 12\ m} \approx$

c) Warum muss die Anschlussleitung bei der Messung bewegt werden?

4. a) Ergänzen Sie im Bild 3 den Anschluss der Messleitungen bei der Messung des Isolationswiderstandes.

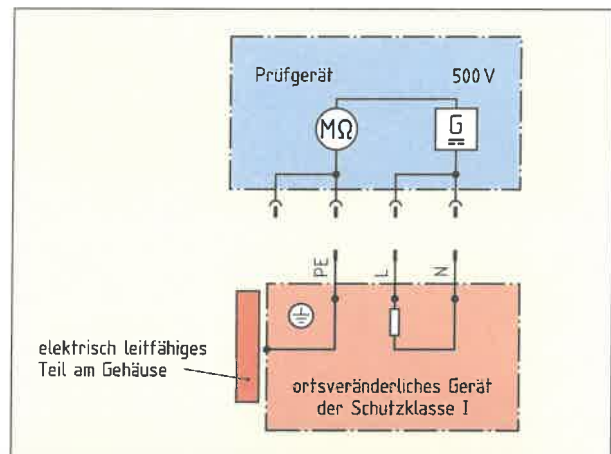


Bild 3: Messung des Isolationswiderstandes

b) Warum führt bei einem Gerät mit einem elektronischen Netzteil die Messung des Isolationswiderstandes zu einem falschen Ergebnis?

c) Ergänzen Sie die fehlenden Werte für die minimalen Isolationswiderstände bei den verschiedenen Schutzklassen (SK).

SK I ohne Heizelemente: _____

SK II: _____



5. Bei der Messung des Isolationswiderstandes mit 500-V-Gleichspannung wird der Wechselstromwiderstand der Isolation nicht berücksichtigt. Zum Beispiel bewirkt der Wechselstromwiderstand eines Entstörkondensators in einem Gerät der Schutzklasse I, dass ein Wechselstrom zum Gehäuse über den Schutzleiter zur Erde fließt. Dieser Wechselstrom über den Schutzleiter (Ableitstrom) muss als Ersatz oder zusätzlich zum Isolationswiderstand gemessen werden.
- Benennen Sie die grundlegenden Methoden und
 - beschreiben Sie die Messung des Ableitstromes (Bild 1) und
 - ergänzen Sie den maximalen Wert, der dabei nicht überschritten werden darf.

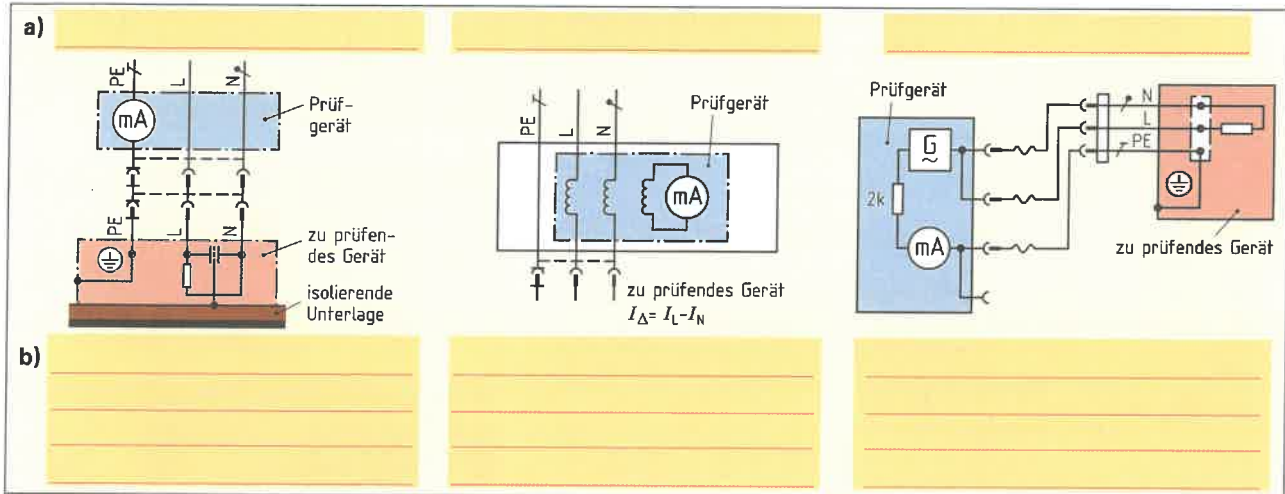


Bild 1: Methoden zur Messung des Schutzleiterstromes (Ableitstrom)

- c) Grenzwert des maximalen Schutzleiterstromes bei Geräten bis 3,5 kW:

6. Der Berührungsstrom muss an leitfähigen Teilen gemessen werden, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind.

- a) Nennen Sie den maximalen Wert für den Berührungsstrom nach DIN VDE 0701-0702.

- b) Ergänzen Sie die Messschaltung (Bild 2)

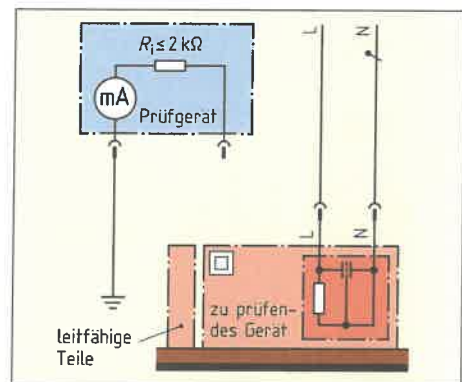


Bild 2: Messung des Berührungsstromes

7. Ergänzen Sie den Prüfungsablauf (Bild 3) für die Prüfung eines Elektrogerätes nach Schutzklasse I und II.

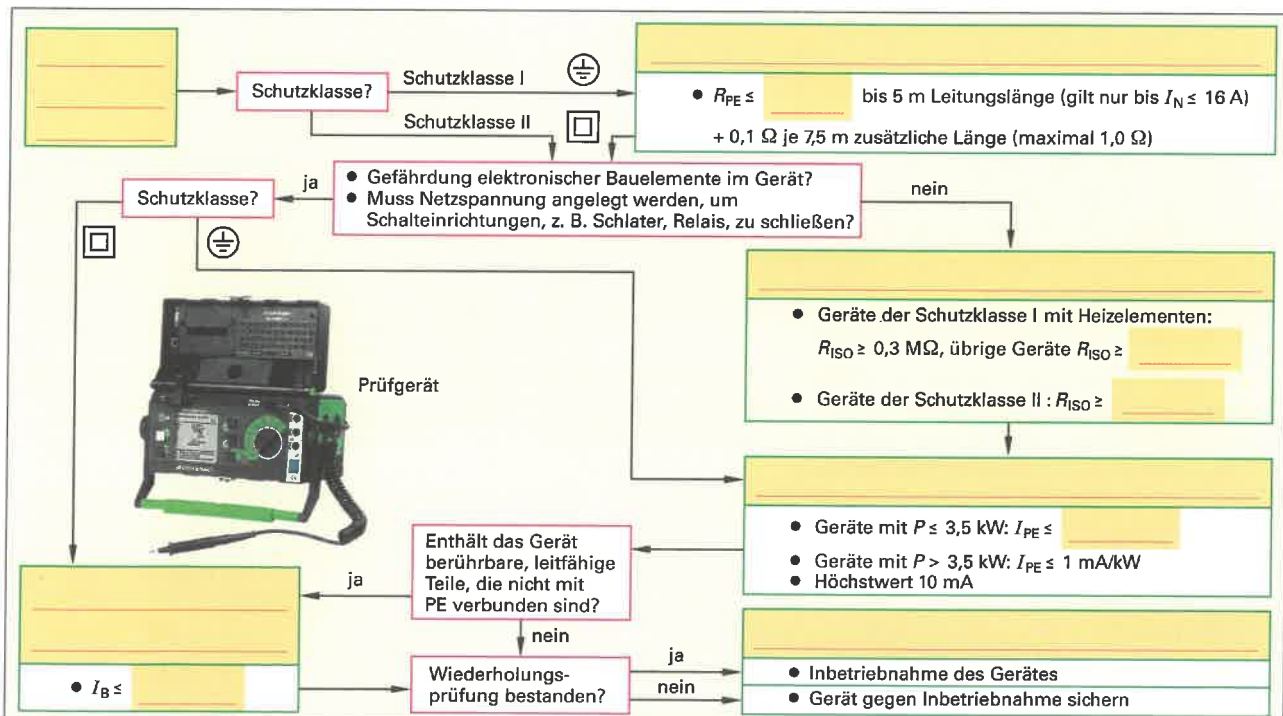


Bild 3: Prüfungsablauf nach VDE 0701-0702



Bei der Planung von Übertragungsstrecken, z.B. in Antennenanlagen, sind Berechnungen zu Dämpfung, Verstärkung und Pegelwerten durchzuführen. Die Übertragungsstrecke besteht aus einzelnen Übertragungsgliedern (Bild 1), z.B. Verstärker, welche die Leistung oder Spannung eines Signals vergrößern bzw. verstärken oder Leitungen und Anschlussdosen, die eine Verkleinerung bzw. Dämpfung des Signals bewirken. Die Angabe von Dämpfung und Verstärkung erfolgen meist in dB (Dezibel).



Bild 1: Übertragungsglied (Prinzip)

1. Ermitteln Sie für die Übertragungsstrecke in Bild 2 ($U_1 = 8 \text{ mV}$, $U_2 = 2 \text{ mV}$)
- den Spannungs- und Leistungsdämpfungsfaktor sowie
 - das Spannungs- und Leistungs-Dämpfungsmaß.

a)

$$D_U = \frac{U_1}{U_2} = \frac{8 \text{ mV}}{2 \text{ mV}} = 4$$

$P_1 =$

$P_2 =$

$D_P =$

b)

$A_U =$

$A_P =$

Übersicht: Berechnung von Dämpfung und Verstärkung

$V_u = \frac{U_2}{U_1}$	$V_p = \frac{P_2}{P_1}$	$A_u = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2}$	$A_p = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_2}$
$D_u = \frac{U_1}{U_2}$	$D_p = \frac{P_1}{P_2}$	$G_u = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1}$	$G_p = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1}$
V_u Spannungsverstärkungsfaktor	V_p Leistungsverstärkungsfaktor	A_u Spannungsdämpfungsmaß in dB	A_p Leistungsdämpfungsmaß in dB
U_1 Eingangsspannung	P_1 aufgenommene Leistung in W	U_2 Ausgangsspannung in V	P_2 abgegebene Leistung in W
U_2 Ausgangsspannung	G_u Spannungsverstärkungsmaß in dB	D_u Spannungsdämpfungsfaktor	G_p Leistungsverstärkungsmaß in dB
D_u Spannungsdämpfungsfaktor	D_p Leistungsdämpfungsfaktor	A_u Spannungsdämpfungsmaß in dB	A_p Leistungsdämpfungsmaß in dB

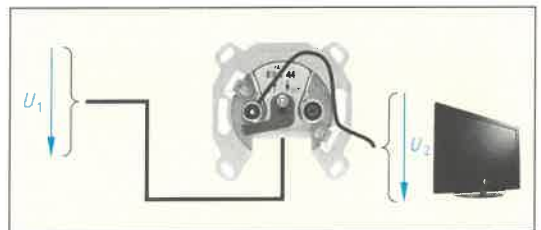


Bild 2: Antennen-Anschlussdose

2. Ermitteln Sie für den Antennenverstärker in Bild 3 das Spannungsverstärkungsmaß ($U_1 = 1 \text{ mV}$, $U_2 = 20 \text{ mV}$).

$A_U =$



Bild 3: Antennenverstärker

3. Ermitteln Sie aus den Angaben in Bild 4 das Spannungsdämpfungsmaß (Bild 4a) und das Spannungsverstärkungsmaß (Bild 4b) für die jeweiligen Übertragungsstrecken.

$D_U =$

$A_U =$

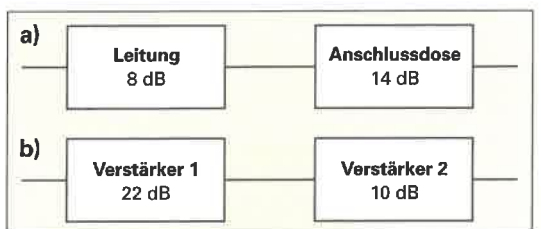


Bild 4: Übertragungsstrecken aus mehreren Übertragungsgliedern

4. Ermitteln Sie aus den Angaben in Bild 4a und dem Beispiel in Bild 5 den Spannungsdämpfungsfaktor für die Leitung, die Anschlussdose und den sich aus den beiden Übertragungsgliedern ergebenden Spannungsdämpfungsfaktor.

$D_{U \text{ Ltg}} =$

$D_{U \text{ Dose}} =$

$D_{U \text{ ges}} =$

Geg.: $A_u = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2}$

Ges.: $\frac{U_1}{U_2}$

Lösung:

1. Schritt: $\frac{A_u}{20} = \lg \frac{U_1}{U_2}$

↓

2. Schritt: $\frac{U_1}{U_2} = 10^{\frac{A_u}{20}}$

Bild 5: Umrechnung von dB-Angaben in Faktoren



Bei Antennenanlagen rechnet man mit Pegelangaben, z.B. Spannungspegelangaben mit der Einheit dB μ V. Dadurch lassen sich Berechnungen, in Verbindung mit Angaben für Dämpfungs- und Verstärkungsmaße einfacher durchführen.

1. Berechnen Sie den Pegel am Eingang und am Ausgang des Verstärkers (Bild 1).

$L_{U1} =$

$L_{U2} =$

2. Welches Spannungsverstärkungsmaß G_U hat der Verstärker (Bild 1)?

3. Welcher Spannung U an 75 Ohm entspricht der Pegel 60 dB μ V?

4. Berechnen Sie den Pegel L_{Ausgang} am Ausgang der Anschlussdose einer Antennenanlage (Bild 2).

5. Welche Dämpfung A_{Ltg} hat die gesamte Leitung vom Hausanschlussverstärker zur Anschlussdose B (Bild 3).

6. Wie groß ist die Gesamtdämpfung A_{Ges} vom Hausanschlussverstärker zur Anschlussdose B (Bild 3).

7. Wie groß muss der Ausgangspegel L_{Ausg} am Ausgang des Hausanschlussverstärkers (Bild 3) sein, damit der Pegel an der Anschlussdose B dem Mindestpegel von 60 dB μ V entspricht?

8. Welche Verstärkung (Spannungsverstärkungsmaß) G_U muss der Verstärker (Bild 3) haben, damit der Pegel an der Anschlussdose B dem Mindestpegel von 60 dB μ V entspricht?

Übersicht: Pegelberechnung

$$L_u = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_0}$$

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}$$

- L_u Spannungspegel in dB μ V
 U Spannung in μ V
 U_0 Bezugsspannung 1 μ V an 75 Ω
 L_p Leistungspegel in dBmW
 P Leistung in mW
 P_0 Bezugsleistung 1 mW

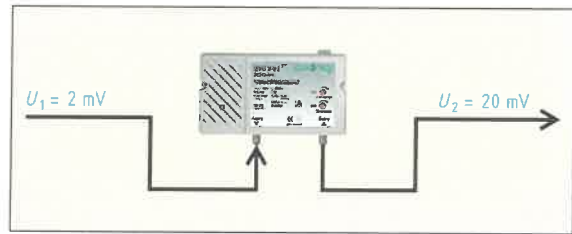


Bild 1: Antennenverstärker

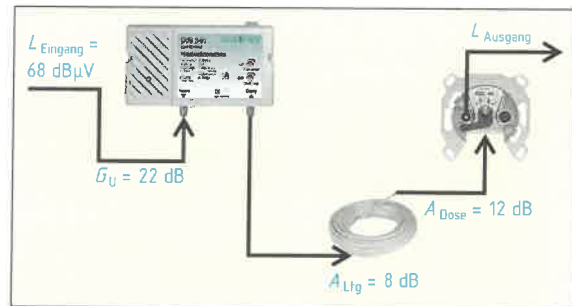


Bild 2: Übertragungsstrecke Antennenanlage

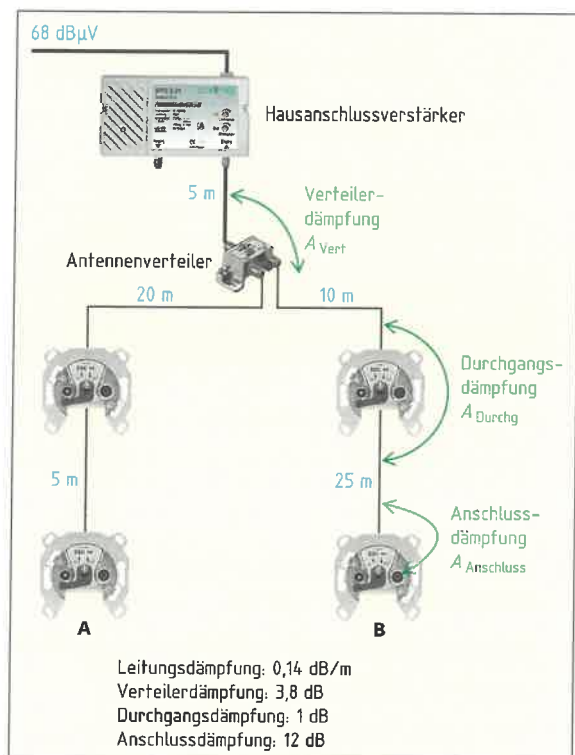
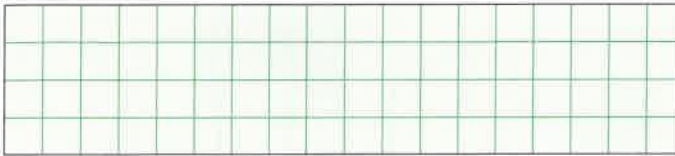


Bild 3: Antennenanlage mit Verstärker



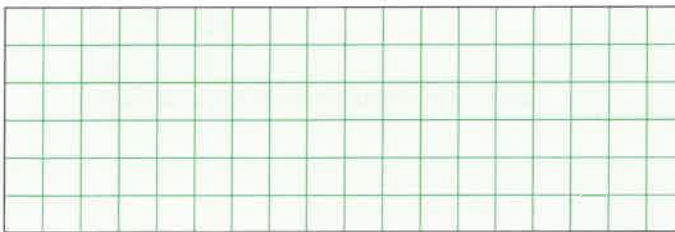
Antennenanlagen (Bild) werden zum Empfang von Hörfunk- und Fernsehprogrammen benötigt. Fernsehprogramme können nur noch digital von terrestrischen Sendern (DVB-T) oder Satelliten (DVB-S) empfangen werden. Rundfunkprogramme kann man analog, z. B. UKW-Rundfunk, und in manchen Bereichen auch digital (DAB) empfangen. Bei der Planung und Montage einer Antennenanlage muss neben einer sicheren mechanischen Befestigung der Antenne auch der Mindest- und Maximal-Pegel sowie die Signalqualität an der Antennenanschlussdose beachtet werden.

1. Berechnen Sie die Mindest-Einspannlänge l_E des Antennenmastes (Bild) aus der freien Länge l_f .



2. Wie groß ist der nach DIN EN 50083 angegebene maximale Wert für das Gesamtbiegemoment an der oberen Einspannstelle?

3. Weisen Sie durch eine Berechnung nach, dass das Gesamtbiegemoment an der oberen Einspannstelle (Bild) den nach DIN EN 50083 angegebenen Maximalwert nicht überschreitet. Das Eigenbiegemoment M_{Rohr} des Antennenstandrohres beträgt 160 Nm.



4. Welche Erdungsleitungen sind nach DIN EN 50083 erlaubt?

- _____
- Aluminiumleitung $\geq 25 \text{ mm}^2$, z. B. NAYY
- _____

5. Welche Teile der Antennenanlage sind in den Schutzpotenzialausgleich mit einzubeziehen und welcher Leitungsquerschnitt ist für Schutzpotenzialausgleichsleitung gefordert?

6. Ergänzen Sie den fehlenden Text zu Sicherheitsvorkehrungen, die beim Bau einer Antennenanlage auf dem Dach berücksichtigt werden müssen.

Zwischen Antenne und Erde darf keine gefährliche _____ entstehen. Beim Arbeiten in der Nähe von Starkstromleitungen sind _____ zu treffen. Vor Betreten des Gebäudedaches hat sich der Antennenerrichter vorschriftsmäßig _____. Bei Gefahr, dass Teile auf den Gehweg fallen, ist der Gehweg durch _____ und _____ abzusichern.

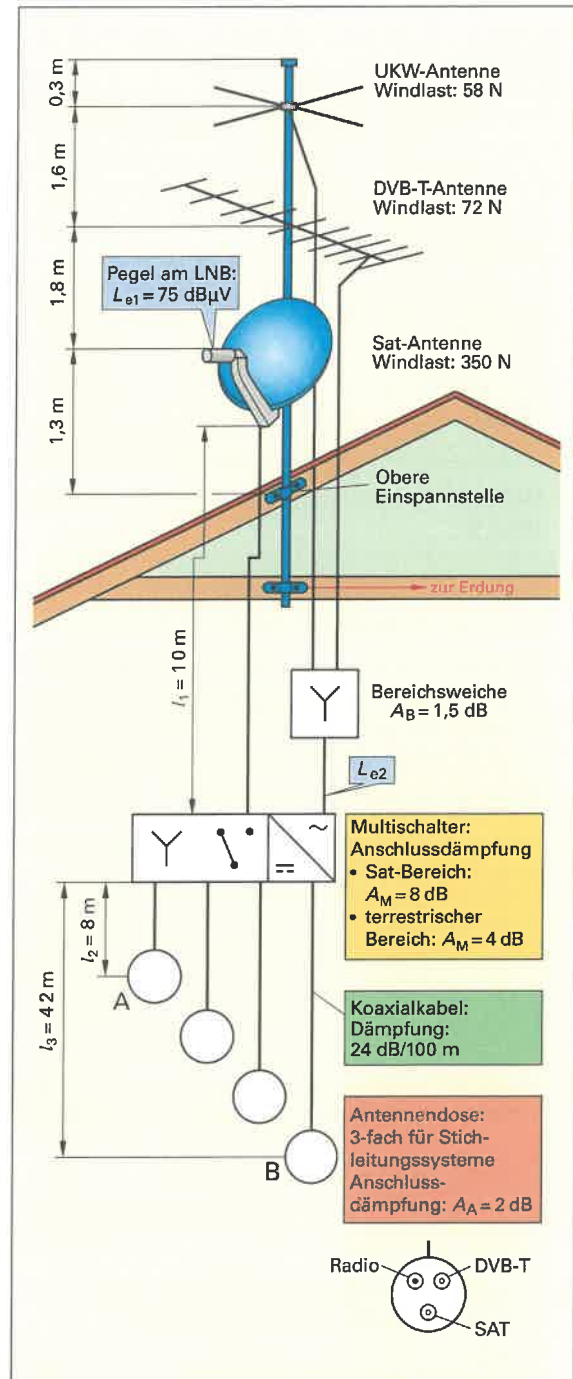


Bild: DVB-T/DVB-S/UKW-Antennenanlage



7. Berechnen Sie die Dämpfungen der verschiedenen Signale vom Multischalter bis einschließlich der Antennendosen A und B für die Antennenanlage (Bild, Blatt 12.11).

Antennendose A:

$$A_{\text{Sat}} = A_m + A_{L_{\text{tg}}} + A_A = 8 \text{ dB} + 8 \text{ m} \cdot 0,24 \text{ dB/m} + 2 \text{ dB} = 11,92 \text{ dB}$$

$$A_{\text{DVB}} =$$

$$A_{\text{UKW}} =$$

Antennendose B:

$$A_{\text{Sat}} =$$

$$A_{\text{DVB}} =$$

$$A_{\text{UKW}} =$$

8. Ergänzen Sie die fehlenden Angaben zu den Mindest- und Höchstpegeln an Antennensteckdosen.

Bereich	Mindestpegel L_{min} in dB μ V	Höchstpegel L_{max} in dB μ V
UKW	40 bei Mono 50 bei Stereo	
DVB-T		74
SAT-ZF		

9. Berechnen Sie die Pegel L_{eing} der einzelnen Antennensignale, die am Eingang des SAT-Multischalters vorhanden sein müssen, damit an den Anschlussdosen der Mindestpegel erreicht wird.

$$L_{\text{eing Sat}} = L_{\text{min.Sat}} + A_{\text{max.Sat}} =$$

$$L_{\text{eing DVB-T min}} =$$

$$L_{\text{eing DVB-T max}} =$$

$$L_{\text{eing UKW}} =$$

10. Zeichnen Sie die fehlenden Verbindungsleitungen für den Anschluss der Geräte im Bild ein und beschriften Sie die Leitungen mit der richtigen Bezeichnung. Über die Hifi-Anlage sollen neben den UKW-Sendern auch die digitalen Rundfunkprogramme gehört werden können.

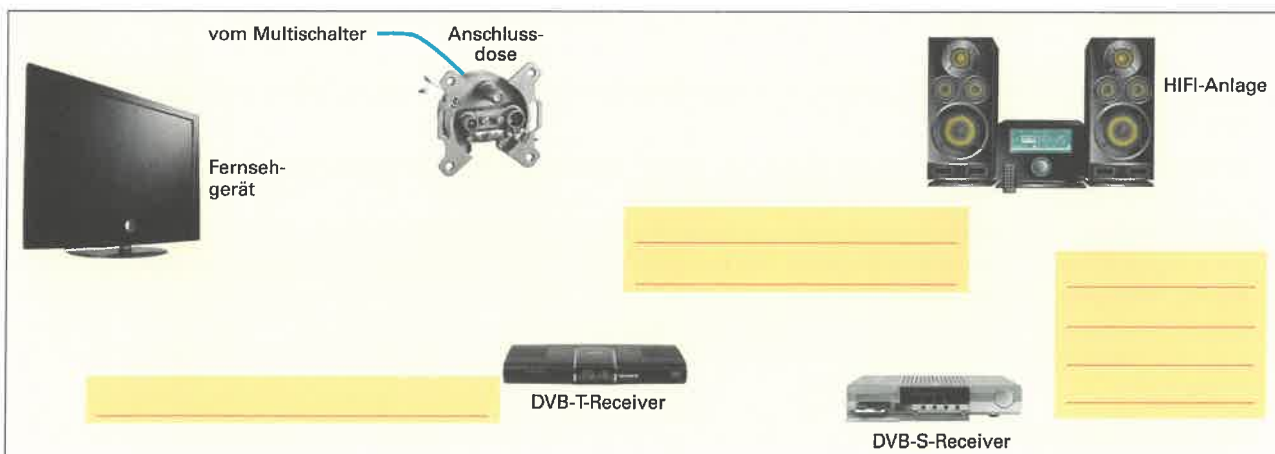


Bild: Anschluss der Endgeräte

11. Welche Prüfungen sind nach der Montage der Antennenanlage notwendig?

- Sichtprüfung auf fachgerechte Montage

- _____
- _____
- _____
- _____



BK-Anlagen (**Bild 1**) übertragen Rundfunk- und Fernsehprogramme über Koaxialkabel bis zu einem Übergabepunkt im Haus. Vom Übergabepunkt aus montiert der Elektroniker die BK-Anlage. Dazu muss er die verschiedenen Möglichkeiten der Signalverteilung sowie die dafür notwendigen Komponenten kennen. Am Teilnehmeranschluss darf ein bestimmter Minimalpegel nicht unterschritten, aber auch ein Maximalwert nicht überschritten werden. Außerdem muss die Signalqualität beachtet werden.

1. Nennen Sie die verschiedenen Fachbegriffe für Netzstrukturen, die bei einer BK-Anlage (**Bild**) verwendet werden können.

2. Ergänzen Sie die Leitungen im **Bild** zu einer Netzstruktur, die das Trennen einzelner Teilnehmer vom Netz ermöglicht. Nennen Sie die Bezeichnung für das Netz:

3. Benennen Sie die Komponenten A bis D der BK-Anlage im **Bild** mit der richtigen Bezeichnung.

- (A) _____
- (B) _____
- (C) _____
- (D) _____

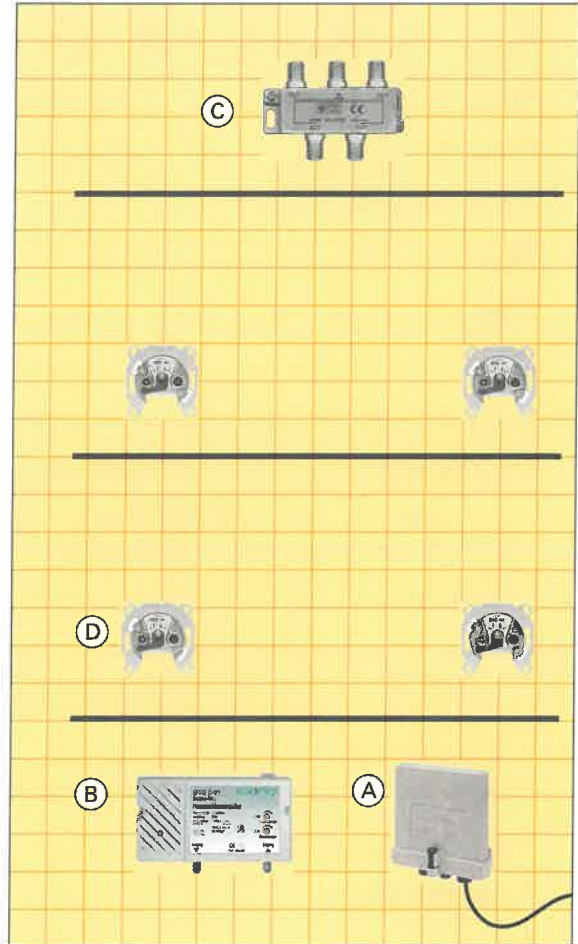


Bild: BK-Anlage

4. In welchem Bereich soll der Mindestpegel für a) analoge Fernsehsignale und b) UKW-Rundfunksignale am ÜP liegen?

a) Fernsehsignale (analog): _____ b) UKW-Rundfunksignale: _____

5. Ergänzen Sie die geforderten Mindest- und Maximalpegel an den Anschlussdosen, wenn mehr als 20 Kanäle belegt sind.

a) Fernsehsignale (analog): _____ b) UKW-Rundfunksignale (stereo): _____

6. Berechnen Sie die minimal notwendige Verstärkung des BK-Hausanschlussverstärkers für die BK-Anlage (**Bild**), wenn die ausgewählten Komponenten folgende Werte haben und am HÜP ein Pegel von 69 dBµV bei den analogen Fernsehsignalen gemessen wurde.

Verteilerdämpfung 7 dB, Anschlussdämpfung Antennendose 14 dB, Leitungsdämpfung 14 dB/100 m, Leitungslänge vom BK-Hausanschlussverstärker zum Verteiler 15 m, Leitungslänge vom Verteiler zur weitest entfernten Dose im 1. Stock 8 m

$A_{Ltg} = l \cdot A_{Ltg}/m =$ _____

$A_{Ges} =$ _____

$L_{Ausg} =$ _____

$G_{Verst} =$ _____

7. Warum muss die Berechnung in **Aufgabe 6** für den UKW-Rundfunkbereich nochmal durchgeführt werden?



i Die Anwendung von Multimedia in privaten Haushalten ist weit verbreitet. Darum werden Wohnhäuser zunehmend mit anwendungsneutraler Kommunikationsverkabelung (Bild 1), auch Multimedia-Verkabelung genannt, ausgestattet. Dadurch kann unabhängig von der Anwendung, z.B. Internetzugang oder Telefon, die Kommunikation über ein einziges Verkabelungssystem durchgeführt werden. Dabei wird z.B. eine Wohnung mit Anschlüssen für Antenne, Telefon und Computernetzwerk ausgestattet. Für die Verkabelung wird eine sternförmige Verteilung verwendet mit dem Multimedia-Verteilerschrank (Bild 3) als zentralem Punkt.

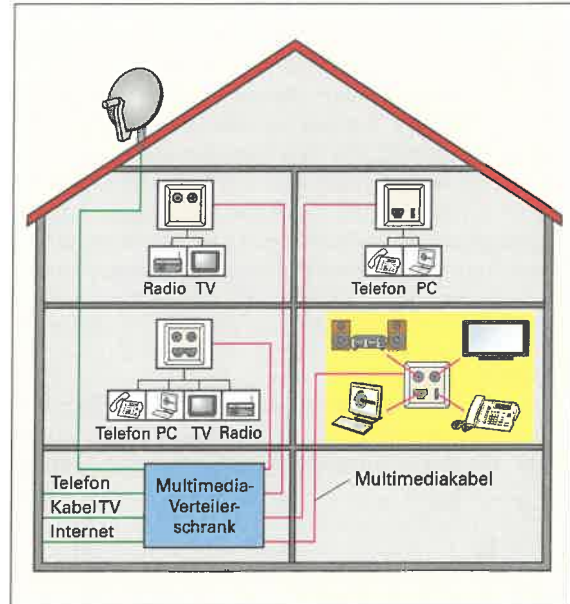


Bild 1: Anwendungsneutrale Kommunikationsverkabelung

1. Nennen Sie die drei Anwendungsgruppen bei der anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung.

- _____
- _____
- _____

2. Welchen Vorteil hat die Multimedia-Verkabelung?

- _____

3. In welcher Norm ist die anwendungsneutrale Kommunikationsverkabelung festgelegt? _____

4. Für die Multimedia-Verkabelung werden mindestens zwei grundlegende Arten von Leitungen benötigt. Manche Hersteller bieten Spezialleitungen an, die beide Arten von Leitungen beinhalten. Benennen Sie die Bestandteile des Multimediakabels (Bild 2) und geben Sie jeweils Beispiele für die Kommunikations-Anwendungen.

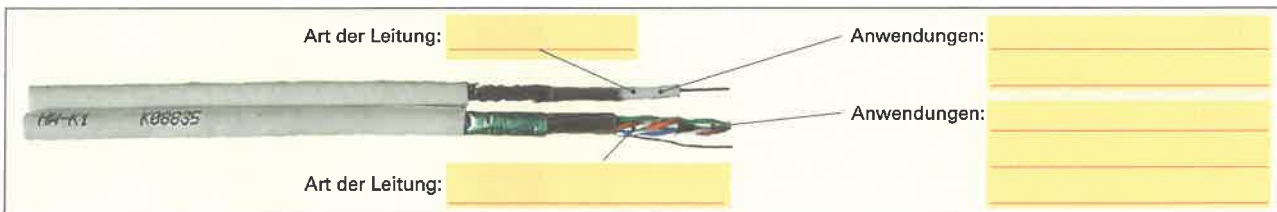


Bild 2: Multimediakabel

5. Ein Multimedia-Verteilerschrank soll für verschiedene Räume insgesamt 3 BK-Anschlüsse, 12 Netzwerkanschlüsse und 3 ISDN-Telefonanschlüsse bereitstellen. Ergänzen Sie die fehlenden Verbindungen im Multimedia-Verteilerschrank (Bild 3).

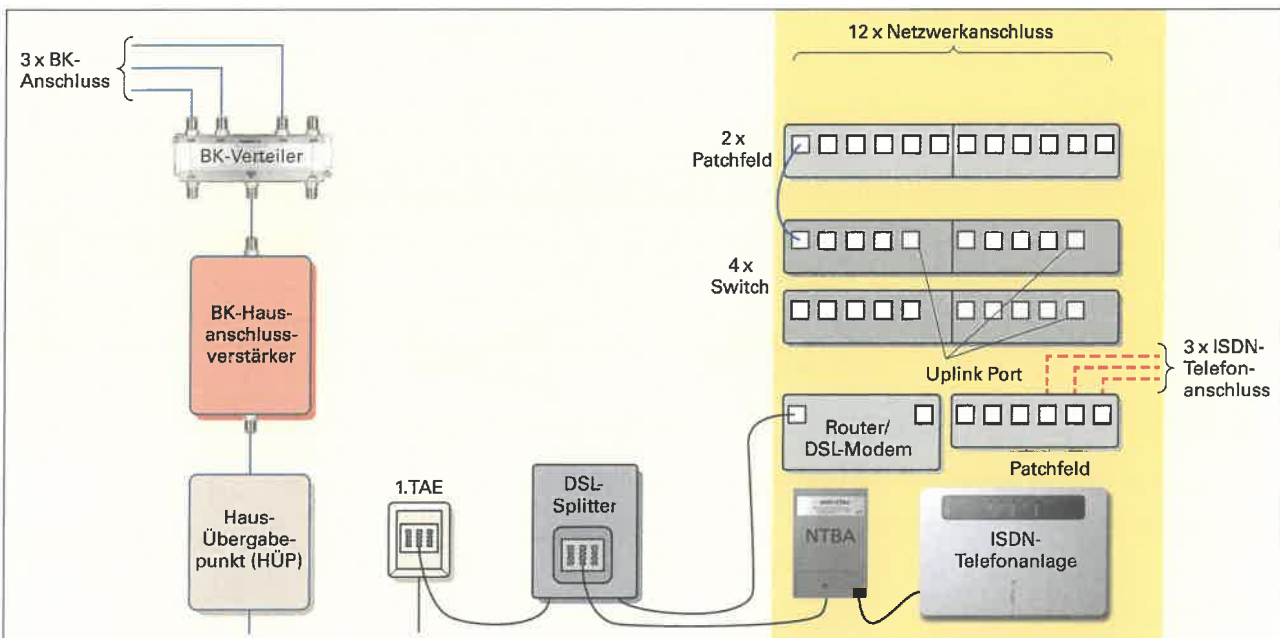


Bild 3: Multimedia-Verteilerschrank



Die Telekommunikation (TK) dient zur Übertragung von Informationen, z.B. Sprache, Bilder und Daten. Dazu werden ein Übertragungsnetzwerk, das Telekommunikationsnetz und Dienste (Bild 1) benötigt. Bei den Teilnehmern am TK-Netz besteht die Möglichkeit von digitaler Übertragung, z.B. über ISDN und DSL, und analoger Übertragung. Zur Anbindung eines Teilnehmers an das TK-Netz benötigt man genaue Kenntnisse über die Belegung und Bezeichnung von Telekommunikations-Anschlüssen.

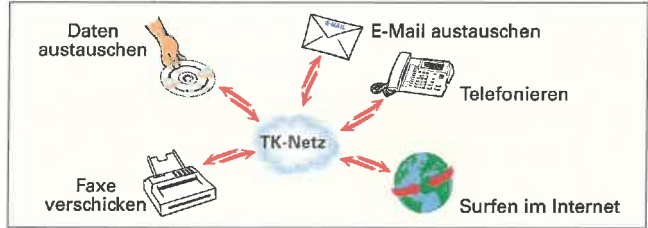


Bild 1: Telekommunikationsnetz und Dienste

- Geben Sie
 - die Anschlussbezeichnungen der TAE-Steckdose (Bild 2) und
 - die Bedeutung von Anschluss 3 und 4 an.
 - 1: La 3: _____ 5: _____
 - 2: _____ 4: _____ 6: _____
 - 3 _____
 - 4 _____

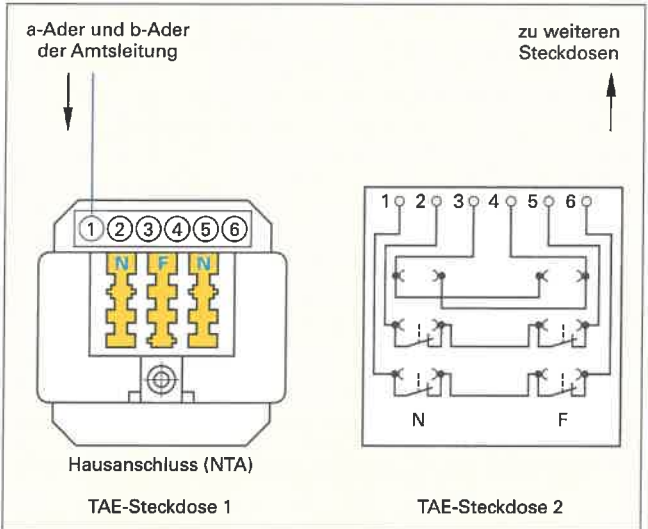


Bild 2: TAE-Steckdose

- Zeichnen Sie in Bild 2 die fehlenden Verbindungen ein, um mehrere TAE-Steckdosen über den Hausanschluss mit dem Anschlussnetz des Telefondienstanbieters zu verbinden.

- Nennen Sie die genaue Bezeichnung für folgende Abkürzungen beim analogen Telefonnetz.

TAE: _____

 NTA: _____

- Ergänzen Sie die fehlenden Anschlussbezeichnungen für TAE-Stecker (Bild 3) und geben Sie die Buchstabenkennzeichnung für die beiden Stecker-Codierungen an.

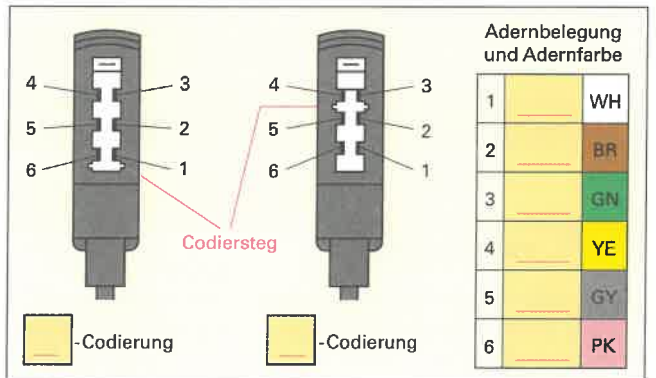


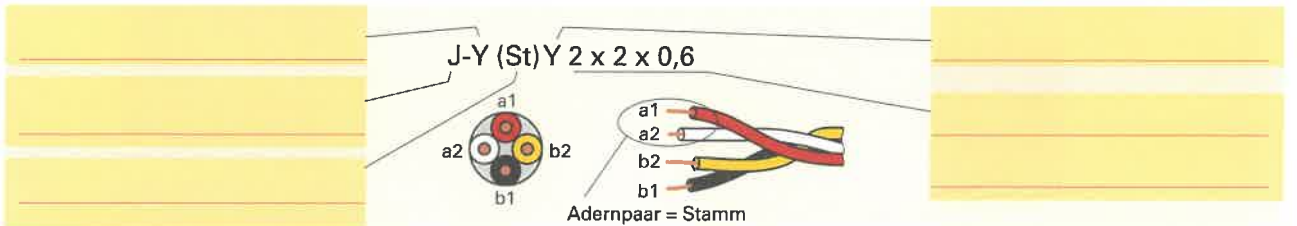
Bild 3: TAE-Stecker

- Geben Sie die Bedeutung für folgende Stecker-Codierungen sowie ein Beispiel für ein damit angeschlossenes Endgerät an.

F-Codierung: _____

N-Codierung: _____

- Geben Sie für folgende Telekommunikationsleitung die Bedeutung der einzelnen Kennzeichnungen an.



- Beschreiben Sie die beiden Wahlverfahren beim analogen Telekommunikationssystem.

Mehrfrequenzwahlverfahren (MFV): _____

 Impulswahlverfahren (IWW): _____



8. Ergänzen Sie die Übersicht mit den Merkmalen von zwei ISDN-Anschlussarten.

Merkmal	Mehrgeräteanschluss	Primär-Multiplexanschluss
B-Kanäle		30 × 64 kbit/s
D-Kanal	16 kbit/s	
Nettobitrate		1984 kbit/s

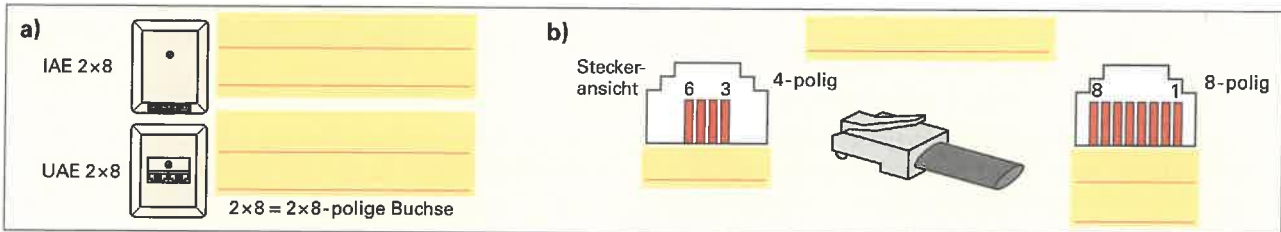


Nettobitrate

Gibt die Übertragungsrate der Nutzdaten an. Zeichen, z.B. für Fehlerkorrektur oder Synchronisation, sind darin nicht enthalten.

9. Nennen Sie

- a) die genauen Bezeichnungen für die zwei Anschlussdosen und
- b) bezeichnen Sie die Steckerarten für einen ISDN-Endgeräte-Anschluss.



10. Bei einem ISDN-Mehrgeräteanschluss (Bild 1) werden mehrere Endgeräte, z. B. ISDN-Telefon und PC, an einem ISDN-S₀-Bus betrieben. Ergänzen Sie

- a) im Übersichtsschaltplan (Bild 1 a) die fehlenden Bezeichnungen 1 bis 4 und
- b) im Stromlaufplan (Bild 1 b) die fehlenden Verbindungen und die Bus-Bezeichnung.

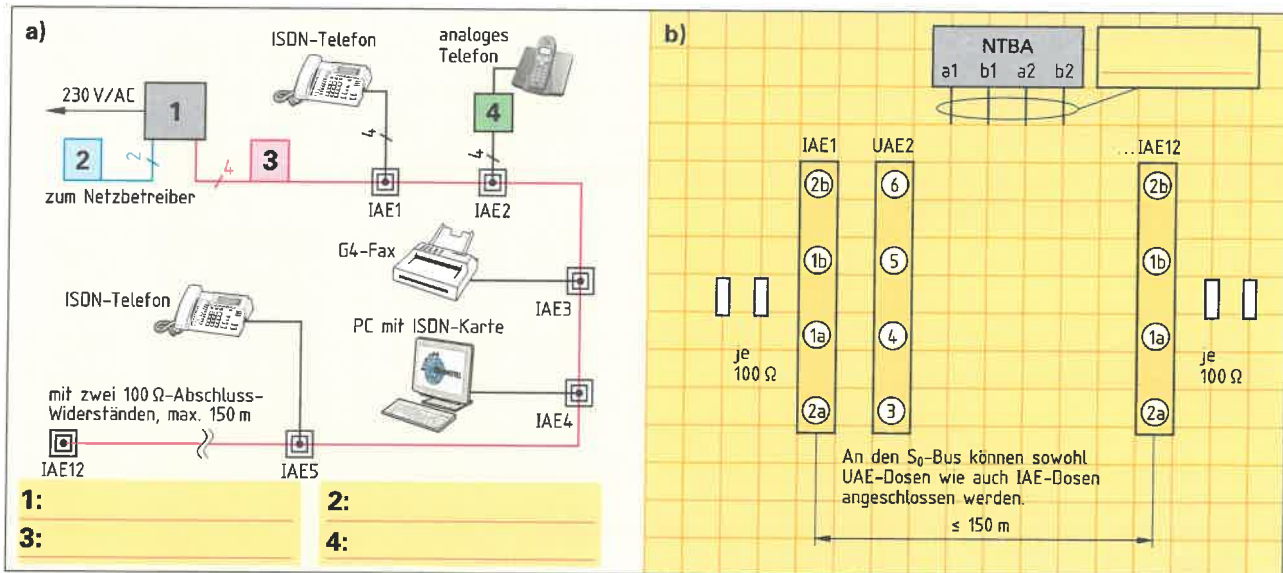


Bild 1: ISDN-Mehrgeräteanschluss

11. Ergänzen Sie die fehlenden Verbindungen für einen ISDN/DSL-Anschluss (Bild 2).

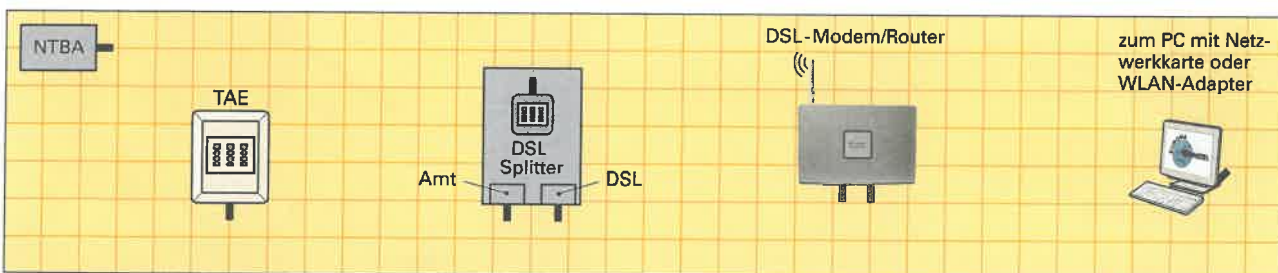


Bild 2: ISDN/DSL-Anschluss

12. Von einem Webserver soll eine Datei mit einer Größe von 1,2 MB heruntergeladen werden. Berechnen Sie die Zeit für den Download

- a) bei einem Analoganschluss mit 56 kbit/s,
- b) bei einem ISDN-Anschluss und
- c) bei einem DSL-Anschluss mit 16 Mbit/s.



1 Byte (B) = 8 Bit

a) $t =$
b) $t =$
c) $t =$



Blitzschutz ist notwendig, um bauliche Anlagen, z.B. Wohngebäude, vor den Folgen von Blitzeinwirkungen zu schützen. Blitze entstehen durch Ladungen in Gewitterzellen (**Bild 1**). Das sind Wolkengebilde mit unterschiedlichen elektrischen Ladungen. Bei ausreichend großen Ladungen entsteht eine Entladung über die Luft in Form eines Blitzes. Durch einen Blitzeinschlag besteht die Gefahr von Brand und mechanischer Zerstörung. Außerdem können durch die magnetischen und elektrischen Auswirkungen eines Blitzschlages auch innerhalb eines Gebäudes, Schäden an elektrischen Anlagen und Geräten entstehen.

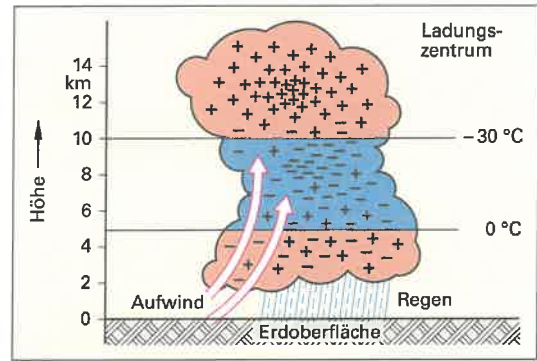


Bild 1: Ladungsverteilung in einer Gewitterzelle

1. Berechnen Sie die mindestens notwendige Spannung, damit eine Blitzentladung über eine Strecke von 100 m über die Luft entstehen kann. **Hinweis:** inhomogenes Feld, Durchschlagsfestigkeit $E_{D, Luft} = 0,5 \text{ kV/mm}$.

Geg.:		Ges.:	
Lösung:	$E_D = \frac{U}{l} \rightarrow$		

2. Für welche Gebäude ist ein Blitzschutzsystem nach der Landesbauordnung vorgeschrieben? Geben Sie Beispiele für solche Gebäude an.

3. Welche Aufgaben hat a) der äußere und b) der innere Blitzschutz? Nennen Sie dafür auch Beispiele.

a) Aufgaben äußerer Blitzschutz

b) Aufgaben innerer Blitzschutz

4. Welche drei grundsätzlichen Teile gehören zum äußeren Blitzschutz?

1.

2.

3.

5. Tragen Sie in **Bild 2** die Ziffern für die Teile einer Blitzschutzanlage ein.

- 1 Ableitung
- 2 Regenfallrohre
- 3 Fangleitung
- 4 Fangstange
- 5 Trennstelle
- 6 Fangspitze
- 7 Erdungsanlage, z. B. Fundamenterder
- 8 Dachrinne

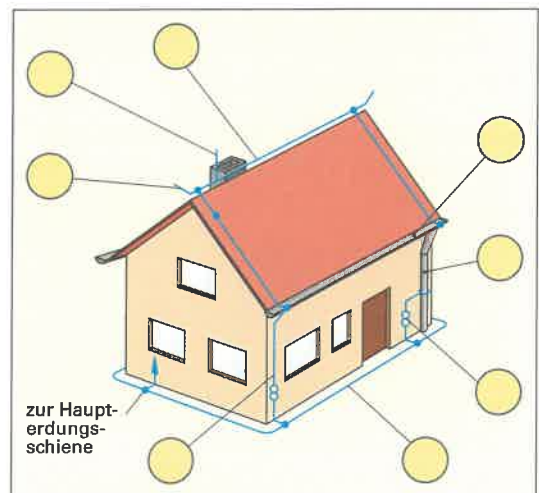


Bild 2: Blitzschutzanlage

6. Durch welche Maßnahmen kann der innere Blitzschutz prinzipiell erreicht werden?



7. Ergänzen Sie die Beschreibungen für drei gängige Verfahren (Bild 1), die zur Planung und Umsetzung von Fangeinrichtungen angewendet werden.

a) Blitzkugelverfahren

Blitzkugel wird virtuell über das Gebäude gerollt. Alle von der Blitzkugel berührten Gebäudeteile sind durch direkten Blitzschlag geschützt. Nicht geschützte Teile sind Bereiche, die durch das Blitzkugelverfahren geschützt werden.

b) Fangstangenverfahren

Fangstange muss so befestigt sein, dass sich alle Teile der zu schützenden baulichen Anlage im Schutzbereich der Fangstange befinden.

c) Maschenverfahren

Alle Gebäudeteile, die vom Blitz bedroht sind, werden durch eine Blitzschutzanlage Fangeinrichtung geschützt.

8. Der Radius der Blitzkugel, der Schutzwinkel der Fangstange und die Größe der Maschen sind von der Schutzklasse des Blitzschutzsystems abhängig. Ergänzen Sie die Tabelle mit Anwendungsbeispielen für die jeweilige Schutzklasse eines Blitzschutzsystems.

Tabelle: Schutzklassen für Blitzschutzsysteme (nach DIN VDE 185-305-3, Beiblatt 2)

Schutzklasse	Anwendungsbeispiele
I	
II	
III	
IV	

9. Wodurch schützt man Verbraucher vor Überspannungen, z.B. durch Blitzeinschläge?

10. Welches elektronische Bauteil als Bestandteil von Überspannungsableitern wird meistens verwendet?

11. Tragen Sie in Bild 2 (Anlage im TN-System) die fehlenden Verbindungen ein und stellen Sie die Verbindungen zur Haupterdungsschiene (Schutzpotenzialausgleichsleiter) her.

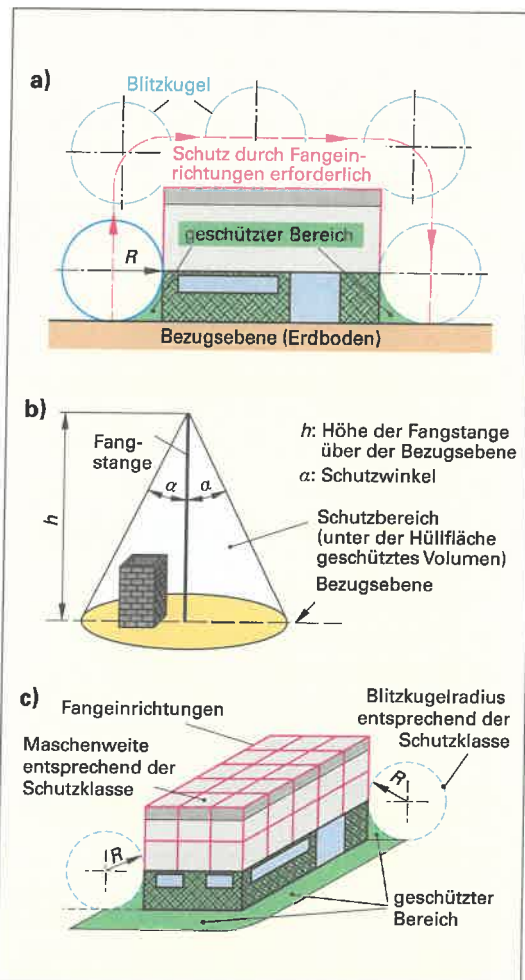


Bild 1: Verfahren zur Planung von Fangeinrichtungen

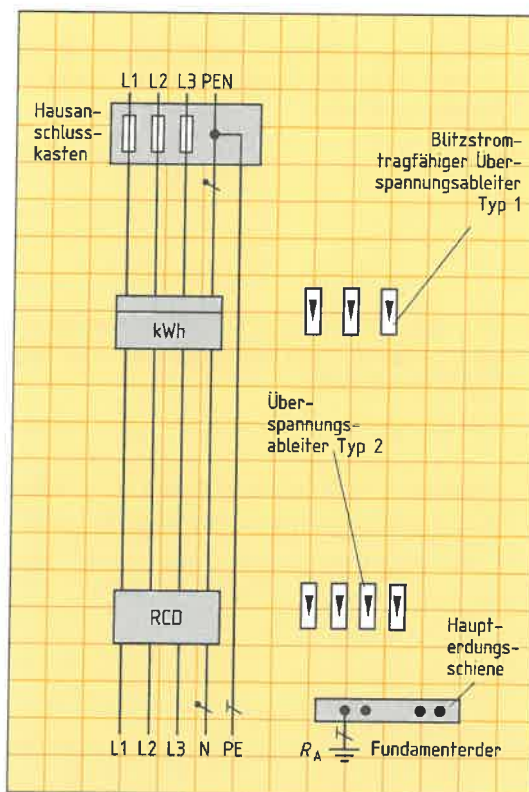


Bild 2: Überspannungsschutz in einer Anlage im TN-System



Transformatoren gehören zu den elektrischen Maschinen. Sie bilden die Gruppe der ruhenden elektrischen Maschinen und werden in Wechselstrom-, Drehstrom- und Sondertransformatoren sowie Messwandler unterteilt.

1. Nennen Sie die Aufgabe, die ein Transformator zu erfüllen hat.

2. Beschreiben Sie den prinzipiellen Aufbau des Einphasentransformators.

3. Tragen Sie im **Bild 1** die Zahlen für die folgenden Bezeichnungen ein:

- 1: Eingangsspannung U_1
- 2: Ausgangsspannung U_2
- 3: Eingangsstrom I_1
- 4: Ausgangsstrom I_2
- 5: Eingangswicklung N_1
- 6: Ausgangswicklung N_2
- 7: Eisenkern
- 8: Magnetischer Wechselfluss Φ

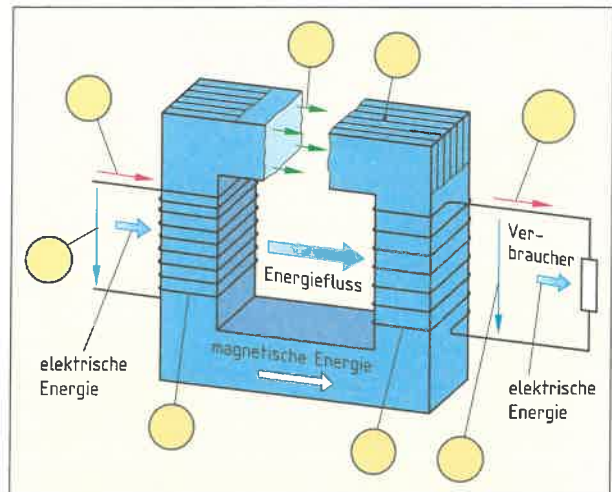


Bild 1: Aufbau des Einphasentransformators



Für Eingang ist auch die Bezeichnung Primär und für Ausgang die Bezeichnung Sekundär üblich.

4. Die Eisenkerne der Transformatoren werden aus voneinander isolierten Blechen geschichtet. Welcher Zweck wird damit erreicht?

5. Der Eisenkern kann in verschiedenen Bauarten gefertigt werden. Wie nennt man die beiden Bauarten (**Bild 2**) von Transformatoren?

a) _____

b) _____

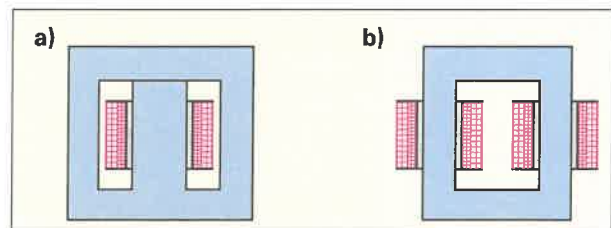


Bild 2: Bauarten eines Wechselstromtransformators

6. Wie verhalten sich die Ein- und Ausgangsgrößen eines Transformators zueinander bei unterschiedlichen Windungszahlen von Ein- und Ausgangswicklung? Ergänzen Sie die folgenden elektrischen Größen durch „unverändert“ oder „wird verändert“.

Spannung: _____ Stromstärke: _____ Frequenz: _____

7. Ergänzen Sie stichpunktartig die Wirkungsweise eines Einphasentransformators.

An die Eingangswicklung N_1 wird die Eingangsspannung U_1 angelegt.

→ In der Eingangswicklung N_1 fließt

8. Begründen Sie, warum Transformatoren nicht mit Gleichstrom funktionieren.



Das Betriebsverhalten des Transformators beschreibt die Abhängigkeit der Eingangs- und Ausgangsgrößen. Es werden die Betriebszustände Leerlauf, Belastung und Kurzschluss unterschieden. Die Betriebszustände Leerlauf und Kurzschluss sind für die Ermittlung der Verluste eines Transformators bedeutsam.

1. Nennen Sie die Bedingungen, bei denen sich der Transformator im Leerlauf befindet.

Eingangswicklung: _____

Ausgangswicklung: _____

2. In der Eingangswicklung fließt der Leerlaufstrom I_0 .

a) Nennen Sie die beiden Stromanteile, aus denen sich der Leerlaufstrom I_0 zusammensetzt.

b) Welche Wirkungen haben diese beiden Stromanteile?

a) _____

b) _____

3. Nennen Sie die Verluste, die im Eisenkern eines Transformators entstehen.

4. Beschreiben Sie mithilfe von Bild 1, wie die Eisenverluste (Kernverluste) P_{VFe} eines Transformators ermittelt werden.

5. Nennen Sie die Bedingungen, bei denen sich der Transformator im Kurzschluss befindet.

Eingangswicklung: _____

Ausgangswicklung: _____

6. Welche Auswirkungen hätte ein solcher Kurzschluss im Transformator?

7. Beschreiben Sie mithilfe von Bild 2 den Vorgang zur Ermittlung der Kurzschlussspannung U_k .

8. Berechnen Sie die relative Kurzschlussspannung u_k eines Klingeltransformators 230 V/8 V, wenn seine Kurzschlussspannung $U_k = 81$ V beträgt.

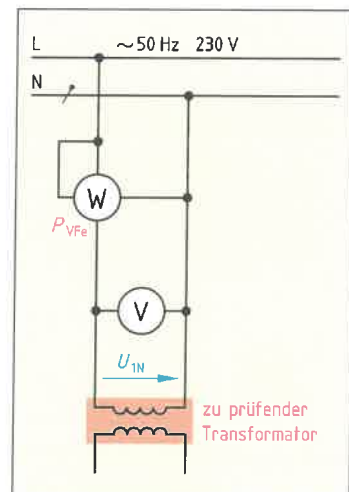


Bild 1: Ermittlung der Eisenverluste

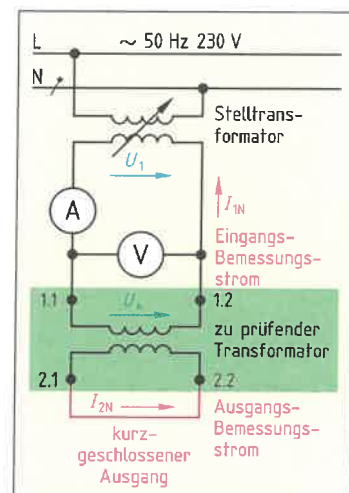


Bild 2: Messen der Kurzschlussspannung U_k

Geg.:		Ges.:	
Lösung:			



9. Beschreiben Sie mithilfe des Bildes, wie die Wicklungsverluste (Kurzschlussverluste) P_{VWl} eines Transformators ermittelt werden.

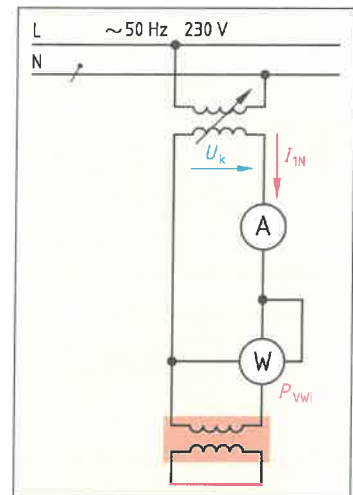


Bild: Messen der Kurzschlussverluste

10. Ein Transformator 400 VA mit einem Wirkfaktor $\cos \varphi = 0,8$ wird mit seiner Bemessungsleistung belastet. Die gemessenen Eisenverluste betragen 17 W, die Wicklungsverluste 23 W. Berechnen Sie

- die abgegebene Wirkleistung und
- den Wirkungsgrad des Transformators.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	
a)	
b)	



Die Wicklungsverluste nehmen quadratisch mit der Belastung zu. Die gemessenen Wicklungsverluste treten nur bei Erreichen des Bemessungsstromes auf. Wird der Transformator z. B. nur mit 80% ($n = 0,8$) seiner Bemessungsleistung belastet, so betragen die Wicklungsverluste nur $0,8^2 = 0,64 \approx 64\%$ der im Kurzschlussversuch gemessenen Wicklungsverluste.

11. Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Transformators aus Aufgabe 10, wenn er nur mit 50% seiner Bemessungsleistung belastet wird.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	
a)	
b) $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{ab} + P_{VFe} + n^2 \cdot P_{VWl}} =$	

12. a) Welchen Wert kann der Einschaltstromstoß eines Transformators beim Einschalten annehmen, auch wenn der Transformator ausgangseitig nicht belastet wird?

b) Welche Auslösecharakteristik sollten deshalb LS-Schalter haben, die in Transformatorstromkreisen eingesetzt werden?

a) _____

b) _____



Um Transformatoren (Bild 1) an ein vorhandenes Netz richtig anzuschließen, sind Kenntnisse über ihre technischen Daten notwendig. Diese Daten erhält man vom Leistungsschild, das auf dem Gehäuse des Transformators angebracht ist.

1. Übernehmen Sie alle für den Betrieb des Einphasentransformators erforderlichen Kenngrößen mithilfe seines Leistungsschildes (Bild 2) in folgende Tabelle.

Kenngröße	Formelzeichen	Wert
Bemessungsleistung	S_N	20 kVA
Bemessungs-Eingangsspannung	U_{1N}	
Bemessungs-Ausgangsspannung	U_{2N}	
Bemessungs-Eingangsstrom	I_{1N}	
Bemessungs-Ausgangsstrom	I_{2N}	
Bemessungsfrequenz	f_N	
Betriebsart	–	
Thermische Klasse	–	
Kurzschlussspannung	U_k	

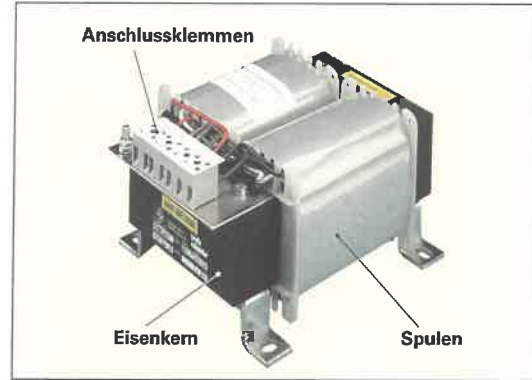


Bild 1: Einphasentransformator

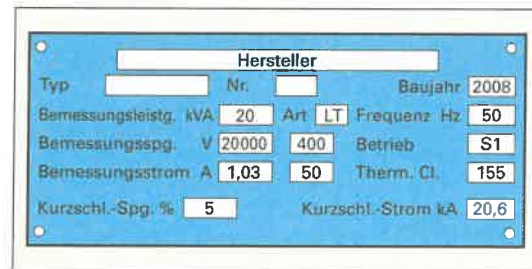


Bild 2: Leistungsschild

2. Welche Eigenschaften dieses Transformators können Sie aus den Angaben a) für Betriebsart und b) Thermische Klasse ermitteln?

a) S1 bedeutet: _____
 b) 155 bedeutet: _____

3. Geben Sie die Formeln für das Übersetzungsverhältnis \hat{u} des Transformators (Bild 2) mithilfe a) der Spannungen und b) der Ströme an und berechnen Sie es jeweils für diesen Transformator.

a)

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

b)

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

Hinweis: Die unterschiedlichen Ergebnisse resultieren daher, dass die Gleichungen für das Übersetzungsverhältnis nur für den idealen Transformator gelten, d. h. ohne Verluste.

4. Berechnen Sie mithilfe des Leistungsschildes (Bild 2) den Dauerkurzschlussstrom des Transformators.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	



5. Ein Einphasentransformator mit einer Bemessungsleistung von 500 VA soll eine Eingangsspannung von 230 V auf eine Ausgangsspannung von 24 V herabtransformieren. Die Eingangswindungszahl beträgt 470. Berechnen Sie **a)** das Übersetzungsverhältnis des Transformators, **b)** seinen Eingangsstrom, **c)** seinen Ausgangsstrom und **d)** die Ausgangswindungszahl. **Hinweis:** Die Verluste des Transformators sind zu vernachlässigen.

Geg.:		Ges.: a)	b)	c)	d)
Lösung:					
a)				c)	
b)				d)	

6. Einphasentransformatoren werden auch als Spartransformatoren (**Bild**) hergestellt. Nennen Sie je einen Vorteil und Nachteil von Spartransformatoren.

Vorteil: _____

Nachteil: _____

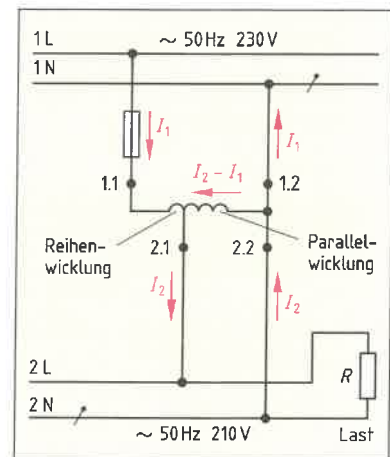


Bild: Spartransformator

7. Nennen Sie je ein Beispiel, wo **a)** Spartransformatoren eingesetzt werden und **b)** keine Spartransformatoren verwendet werden dürfen.

a) _____

b) _____

8. Bei Spartransformatoren unterscheidet man **a)** die Durchgangsleistung S_D und **b)** die Bauleistung S_B . Was versteht man unter diesen beiden Leistungen?

a) _____

b) _____

9. Ein Spartransformator 400/230 V hat eine Durchgangsleistung von 480 VA bei einem Wirkungsgrad von 0,9. Berechnen Sie **a)** die Bauleistung, **b)** den Eingangsstrom und **c)** den Ausgangsstrom.

Geg.:		Ges.: a)	b)	c)
Lösung:				
a)				
b)				c)



Mithilfe eines Transformators kann man die verschiedensten Spannungen erzeugen, die sich mit der Formel zur Spannungsübersetzung auch berechnen lassen. Infolge der Spannungsübersetzung ändern sich dann auch die Ströme in den Wicklungen.

Berechnen Sie aus den angegebenen Werten der Transformatoren Nr. 1 bis Nr. 8 den Wert der jeweils gesuchten Größe. **Hinweis:** Die Verluste des Transformators sind zu vernachlässigen.

Nr.: 1 Lösung:

$N_1 = 1000$ $N_2 = 435$
 $U_1 = 230 \text{ V}$ $U_2 = ?$

Nr.: 2 Lösung:

$N_1 = 880$ $N_2 = 500$
 $U_1 = ?$ $U_2 = 24 \text{ V}$

Nr.: 3 Lösung:

$I_1 = ?$ $I_2 = 1 \text{ A}$
 $U_1 = 230 \text{ V}$ $U_2 = 12 \text{ V}$

Nr.: 4 Lösung:

$I_1 = 10 \text{ A}$ $I_2 = ?$
 $U_1 = 20 \text{ kV}$ $U_2 = 230 \text{ V}$

Nr.: 5 Lösung:

$N_1 = 2300$ $N_2 = 80$
 $I_1 = 1 \text{ A}$ $I_2 = ?$

Nr.: 6 Lösung:

$N_2 = 800$
 $I_1 = 10 \text{ A}$ $I_2 = 500 \text{ mA}$

Nr.: 7 Lösung:

$N_1 = 700$ $N_2 = ?$
 $U_1 = 230 \text{ V}$ $U_2 = 46 \text{ V}$

Nr.: 8 Lösung:

$N_1 = 750$ $N_2 = 100$
 $I_1 = ?$ $I_2 = 5 \text{ A}$



Das Drehfeld ist ein rotierendes magnetisches Feld. Es ist die Grundlage für die Funktion der Drehstrommotoren, die zu den am meisten eingesetzten Motoren gehören. Aus dem Wort Drehfeld leitet sich die Bezeichnung für den Drehstrom ab.

1. a) Was versteht man unter einem Drehfeld?
b) Geben Sie an, wie man das Drehfeld mithilfe einer Magnetnadel im Ständer eines Drehstrommotors nachweisen kann.
- a) _____
b) _____
2. Um wieviel Grad sind bei einem Dreiphasenwechselstromgenerator und -motor die drei Spulen versetzt?

3. Wie kommt ein Drehfeld beim Dreiphasenwechselstrommotor zustande?

4. Tragen Sie im **Bild** mit roter Farbe die Stromrichtungen für die Augenblickswerte 120°, 240° und 360° für die drei um 120° versetzten Spulen ein. Geben Sie die jeweilige Lage des Nordpols durch *N* und des Südpoles durch *S* an.

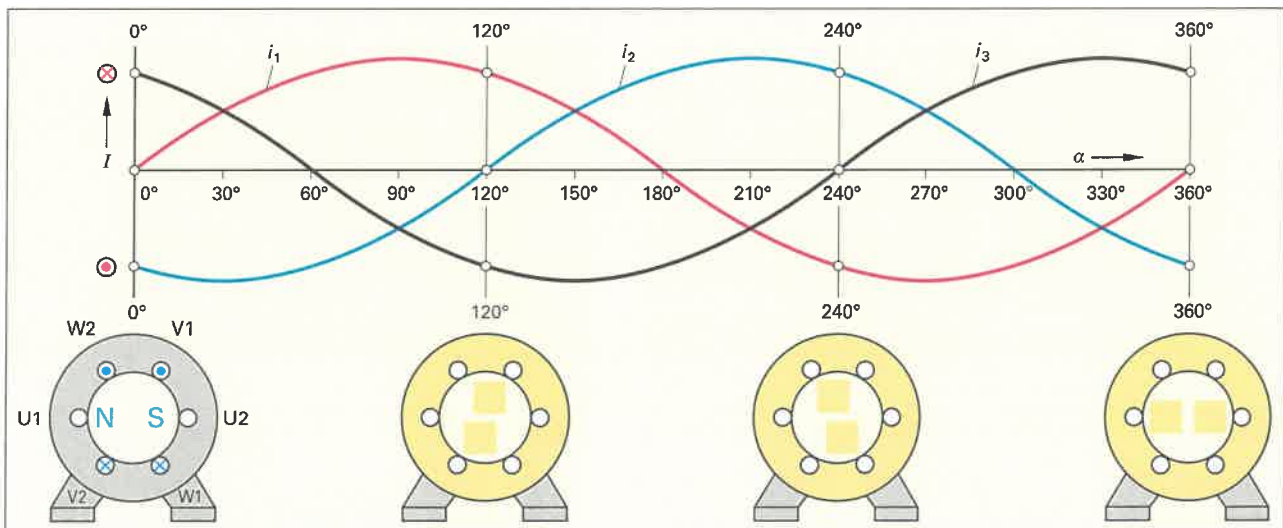


Bild: Entstehung des Drehfeldes beim Drehstrommotor

5. a) Wie kann man die Umlaufrichtung eines Drehfeldes ändern, um damit die Drehrichtung eines Drehstrommotors umzukehren?
b) Wo findet diese Änderung statt?
- a) _____
b) _____
6. Geben Sie die Formel zur Berechnung der Drehfeld-drehzahl an und ergänzen Sie die **Tabelle**.

Tabelle: Drehfelddrehzahl (Umrechnungsfrequenz), Polpaarzahl und Netzfrequenz

Formel	
n_s	
f	
p	

7. Berechnen Sie für eine zweipolige Maschine die Drehfelddrehzahl in Umdrehungen je Minute.

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

8. Erklären Sie am Beispiel einer vierpoligen Maschine den Zusammenhang zwischen Anzahl der Magnetpole und Polpaarzahl.



Drehstrom-Asynchronmotoren (DSAM) sind die wichtigsten Elektromotoren. Als Energiesparmotoren werden sie in den Leistungsklassen von 60 W bis über 100 MW eingesetzt.

1. Benennen Sie im Bild 1 die Teile eines DSAM mit Kurzschlussläufer.

1: Ständerwicklung

- 2: _____
- 3: _____
- 4: _____
- 5: _____
- 6: _____
- 7: _____
- 8: _____
- 9: _____

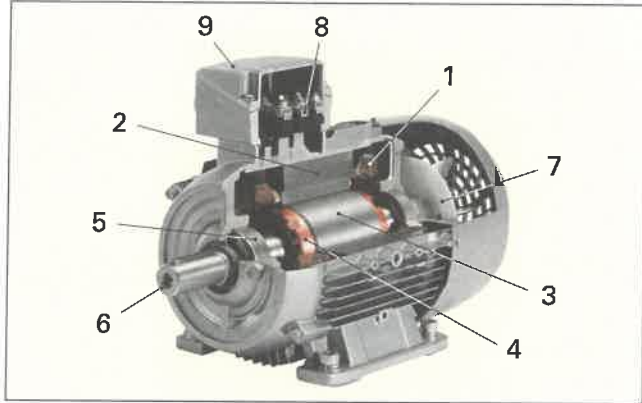


Bild 1: DSAM mit Kurzschlussläufer

2. Weshalb werden Elektromotoren am häufigsten verwendet? Nennen Sie fünf Gründe.

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

3. a) Nennen Sie die Bedingung, bei der im Kurzschlussläufer des DSAM (Induktionsmotor) eine Spannung induziert wird.

b) Nennen Sie den Fachbegriff, mit dem man diese Bedingung beschreiben und berechnen kann.

- a) _____
- b) _____

4. Erklären Sie kurz die Funktionsweise des DSAM mit Kurzschlussläufer. Verwenden Sie die Fachbegriffe in folgender Reihenfolge: Drehfeld, Ständerwicklung, Läuferstäbe, Induktionsspannung, Läuferdrehzahl, Drehfelddrehzahl, Kurzschlussringe, Leiterstäbe, Läuferstrom, Magnetfeld und Drehmoment.

5. Benennen Sie nach Bild 2 a und 2 b die wichtigen Kennwerte 1 bis 8 für des Betriebsverhalten eines Drehstrom-Asynchronmotors.

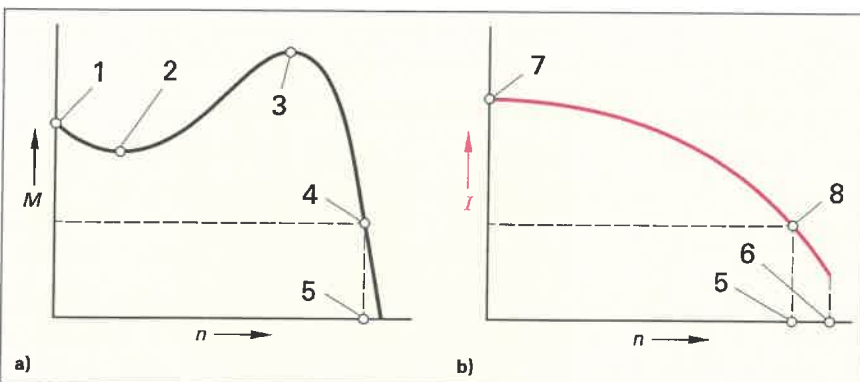


Bild 2: a) Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie und b) Strom-Drehzahl-Kennlinie eines Drehstrom-Asynchronmotors

1: Anlaufmoment M_A

- 2: _____
- 3: _____
- 4: _____
- 5: _____
- 6: _____
- 7: _____
- 8: _____



6. Die Kennlinien in der Tabelle zeigen die Motorbelastung durch vier verschiedene Arbeitsmaschinen. Beschreiben Sie das Verhalten des Motors und beurteilen Sie seine Eignung für die Arbeitsmaschine.

Tabelle: Kurzschlussläufermotor mit verschiedenen Arbeitsmaschinen (Lasten)

Motordrehmoment und Belastungsmoment	Beurteilungen
	<p>Beim Einschalten des Motors ist das Anlaufmoment des Motors kleiner als das Lastmoment (Widerstandsmoment) der Arbeitsmaschine.</p> <p>Motorverhalten und -eignung:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
	<p>Nach Anlauf des Motors ist das Sattelmoment des Motors kleiner als das Lastmoment der Arbeitsmaschine.</p> <p>Motorverhalten und -eignung:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
	<p>Das Lastmoment der Arbeitsmaschine bleibt immer kleiner als das Motormoment.</p> <p>Motorverhalten und -eignung:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
	<p>Das Lastmoment der Arbeitsmaschine wird vor Erreichen der Bemessungsdrehzahl des Motors größer als das Bemessungsmoment des Motors.</p> <p>Motorverhalten und -eignung:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>



Die Drehrichtungsänderung von Drehstrommotoren wird durch Vertauschen zweier Außenleiter des Drehstromnetzes erreicht. Drehstrommotoren kleiner Leistung können auch mithilfe eines Kondensators am Einphasen-Wechselstromnetz betrieben werden.

1. Zeichnen Sie in die Klemmbretter von **Bild 1** die Brücken für die geforderte Schaltung der Ständerwicklungen ein. Ergänzen Sie die Anschlussleitungen zum Drehstromnetz für die geforderte Drehrichtung.

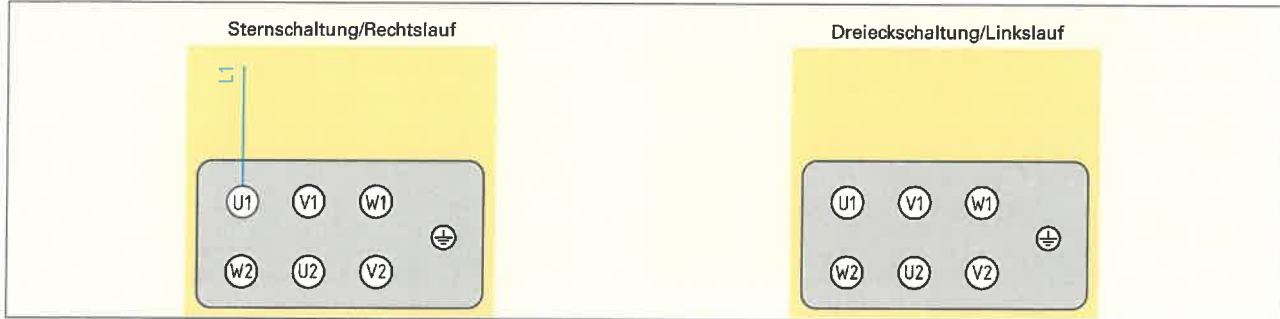


Bild 1: Klemmbretter von Drehstrommotoren mit Kurzschlussläufer

2. Tragen Sie in die **Tabelle** die Schaltungsart der Ständerwicklungen des Motors mit den Symbolen Y oder Δ ein. Darf der Motor nicht an dem Netz betrieben werden, schreiben Sie einen Strich.
3. Ein Drehstrommotor für 230 V Δ soll an Einphasen-Wechselspannung AC 230 V mithilfe eines Betriebskondensators C_B betrieben werden. Ergänzen Sie im **Bild 2** die Brücken und die Anschlüsse.

Tabelle: Ständerschaltungen von Drehstrommotoren für direktes Einschalten

Angabe auf dem Leistungsschild des Motors	Drehstromnetz (Leiterspannung)	
	400 V	690 V
Y 400 V		
230/400 V		
400 V Δ /690 V Y		
230 V Δ /400 V Y		
690 V Y		
400/690 V		

4. Warum ist für den Anschluss von Drehstrommotoren kleiner Leistung an Einphasen-Wechselspannung ein Betriebskondensators C_B erforderlich?

5. Mit welcher Leistung kann ein Drehstrommotor mit Kondensator am Einphasen-Wechselstromnetz dauernd betrieben werden?

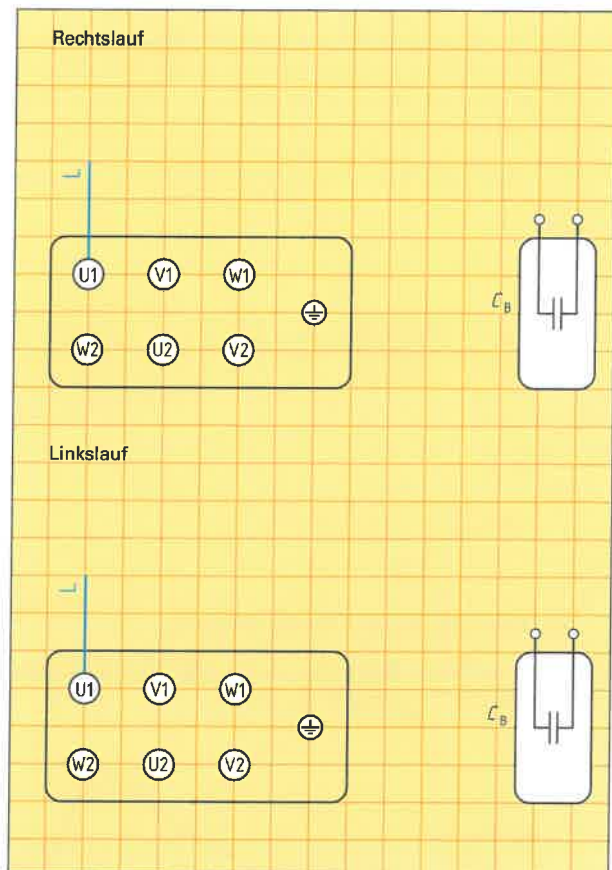


Bild 2: Klemmbrett mit Kondensator für Drehstrom-Asynchronmotoren am Wechselstromnetz



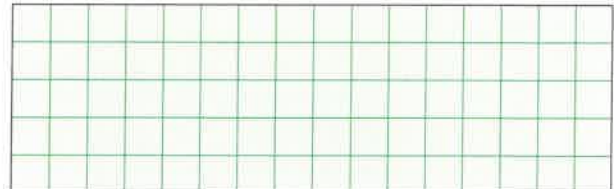
Die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) schreiben für den Betrieb von Motoren am öffentlichen Netz (400/230 V) Grenzwerte für Leistung und Anzugsstrom vor.

1. Ergänzen Sie die geforderten Grenzwerte nach TAB in **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Grenzwerte für direktes Einschalten von Motoren nach TAB		
Einphasen- Wechselstrom- motoren	maximale Scheinleistung	

Drehstrom- motoren	maximaler Anzugsstrom I_A	maximale Scheinleistung
	_____	_____

2. Berechnen und beurteilen Sie, ob ein Drehstrommotor mit einem Bemessungsstrom $I_N = 8,5 \text{ A}$, aber unbekanntem Anlaufstrom I_A , am öffentlichen Netz 400/230 V direkt eingeschaltet werden darf. **Hinweis:** Bei unbekanntem Anlaufstrom nimmt man das 8-fache des Bemessungsstromes für diesen Strom an.



3. Warum ist direktes Einschalten von Motoren mit großer Bemessungsleistung nach TAB nicht zulässig?

4. Benennen Sie im **Bild 1** die Schütze entsprechend ihrer Aufgabe für eine Y-Δ-Schütz-Schaltung. Ergänzen Sie die Leitungsverbindungen.

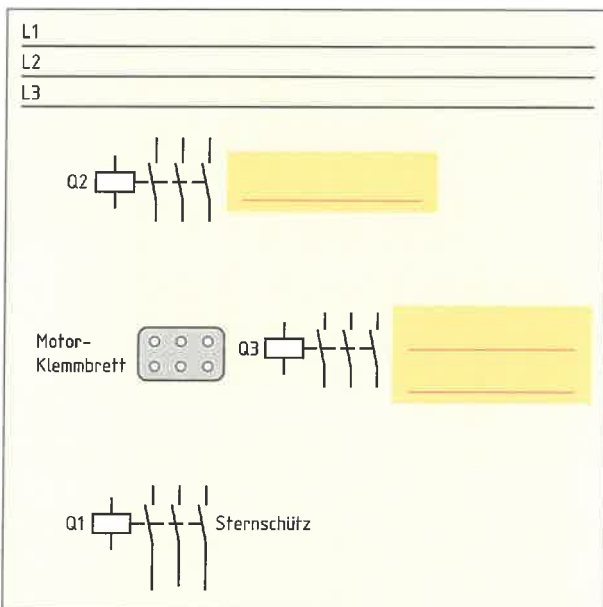


Bild 1: Prinzip einer Y-Δ-Schütz-Schaltung

5. Ergänzen Sie **Tabelle 2** unter Beachtung von **Bild 1**.

Tabelle 2: Ablaufschritte beim Anlassen mit einer Y-Δ-Schütz-Schaltung (400/230 V)		
Schaltfolge ein/aus	Wirkung	
1. Q1 ein	Ständerwicklungen werden in Stern geschaltet	
2.	_____	
3.	_____	
4.	_____	

6. Zeichnen Sie in **Bild 2** den Verlauf der gemeinsamen Kennlinie des Motors beim Stern-Dreieck-Anlauf ein. Kennzeichnen Sie die Umschalt Drehzahl n_u .

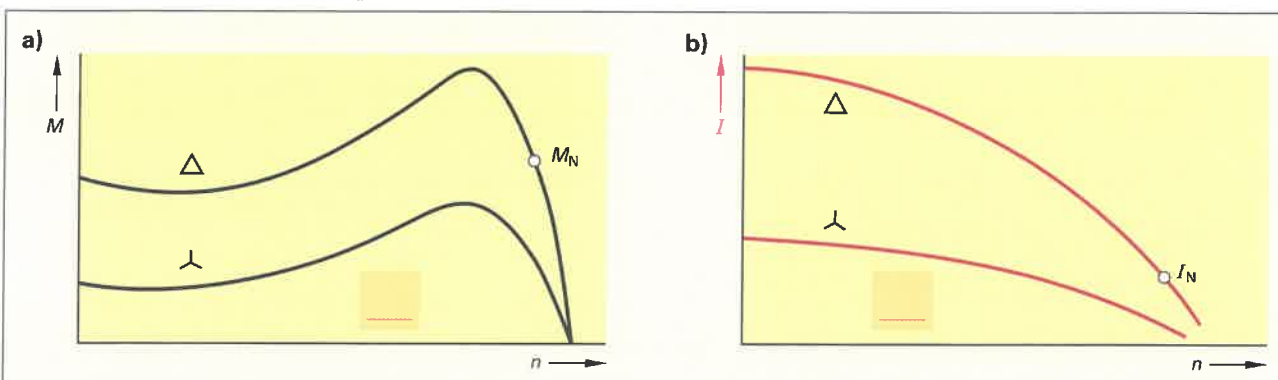
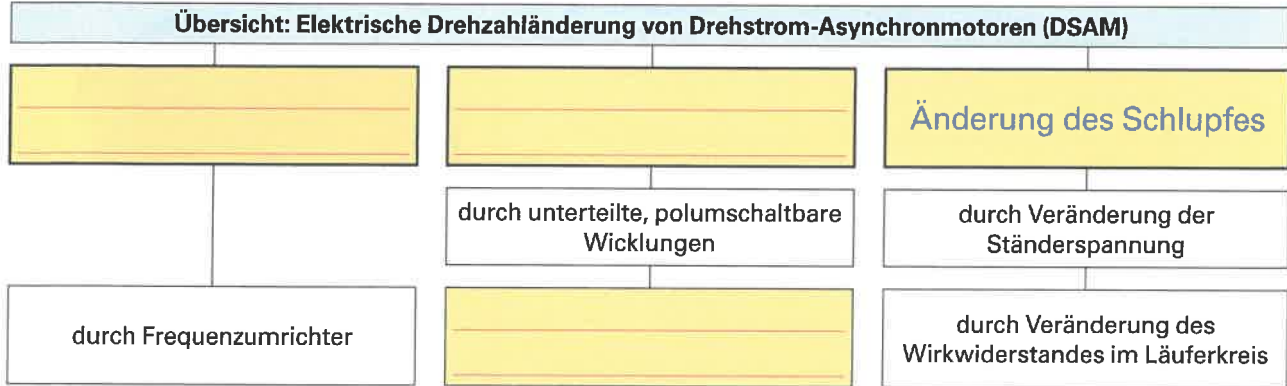


Bild 2: a) Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie, b) Strom-Drehzahl-Kennlinie beim Stern-Dreieck-Anlauf eines Drehstrom-Asynchronmotors mit Kurzschlussläufer



Die Drehzahl (Umdrehungsfrequenz) von Elektromotoren muss bei vielen Anwendungen elektrisch gesteuert werden können. Die elektrische Drehzahländerung von Drehstrom-Asynchronmotoren kann dabei unterschiedlich umgesetzt werden.

1. Ergänzen Sie in der Übersicht die Möglichkeiten zur elektrischen Drehzahländerung von Drehstrom-Asynchronmotoren.



2. Die **Tabelle** zeigt das Prinzip der Dahlander-Schaltung für DSAM mit Kurzschlussläufer. Ergänzen Sie in der Tabelle die Polpaarzahl, die Drehzahl (hoch/niedrig) und die Schaltverbindungen.

Tabelle: Prinzip der Dreieck-Doppelstern-Schaltung (Δ/YY) nach Dahlander

Schaltung der Ständerwicklung	Polpaarzahl	Drehzahl	Anschluss				
<p>Dreieckschaltung: Δ</p>	2		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">L1</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">L2</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">L3</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">PE</td></tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>	L1	L2	L3	PE
L1							
L2							
L3							
PE							
<p>Doppelsternschaltung: YY</p>			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">L1</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">L2</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">L3</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid black;">PE</td></tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>	L1	L2	L3	PE
L1							
L2							
L3							
PE							

3. Vergleichen Sie zwei drehzahlstellbare DSAM mit Kurzschlussläufer gleicher Bemessungsleistung. Motor 1 hat zwei getrennte Ständerwicklungen und Motor 2 hat unterteilte, umschaltbare Ständerwicklungen.

Motor	Ständerwicklung mit	Aufbau des Klemmbrettes	Baugröße bei gleicher Leistung
1	2 getrennten Wicklungen	wie Motor 2	
2	Δ/YY -Schaltung		



Der Kondensatormotor ist ein Einphasenmotor. Das bedeutet, er wird mit Wechselstrom betrieben. Wechselstrommotoren entwickeln jedoch kein Drehfeld und können somit nicht von allein anlaufen. Beim Kondensatormotor wird das Anlaufproblem dadurch gelöst, dass sich im Ständer zwei Wicklungen, die Hauptwicklung U1-U2 und die Hilfswicklung Z1-Z2, befinden. Zur Hilfswicklung wird ein Kondensator in Reihe geschaltet, sodass sie ein phasenverschobenes Magnetfeld zur Hauptwicklung erzeugt.

1. Welcher Unterschied besteht im Betrieb des Kondensatormotors (Bild 1) zwischen Anlaufkondensator und Betriebskondensator?

2. Wie müssen die Motorwicklungen angeschlossen werden, um a) Rechtslauf und b) Linkslauf zu erzielen?

a) _____

b) _____

3. Ergänzen Sie a) die Stromlaufpläne und b) die Anschlüsse am Klemmbrett, um Rechtslauf (Bild 2) und Linkslauf (Bild 3) zu erzielen.

4. Begründen Sie, warum Anlaufkondensatoren nach erfolgtem Anlauf abgeschaltet werden müssen.

5. Nennen Sie Bauteile, um den Anlaufkondensator C_B nach erfolgtem Anlauf abzuschalten.

- _____
- _____
- _____

6. Geben Sie Beispiele für die Anwendung von Kondensatormotoren an.

- _____
- _____
- _____
- _____

7. Wodurch unterscheiden sich der Anlaufkondensator C_A und der Betriebskondensator C_B hinsichtlich der Einsatzzeit, der Kapazität und der Auswirkung auf den Motorbetrieb? Ergänzen Sie die Tabelle.

Tabelle: Merkmale Anlauf- und Betriebskondensator		
	Betriebskondensator C_B	Anlaufkondensator C_A
Einsatzzeit	_____	_____
Kondensatorblindleistung pro kW-Motorleistung bzw. Kapazität	_____	_____
Auswirkung auf den Motorbetrieb	_____	_____

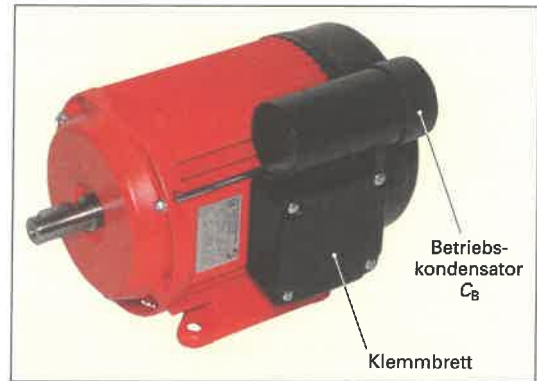


Bild 1: Kondensatormotor

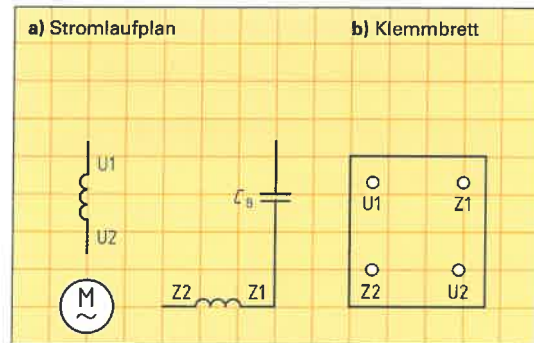


Bild 2: Kondensatormotor im Rechtslauf

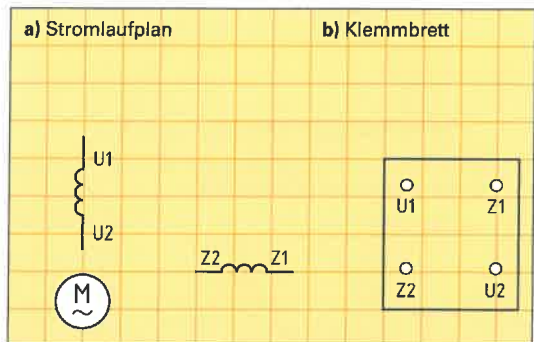


Bild 3: Kondensatormotor im Linkslauf



Gleichstrommotoren werden häufig in Werkzeugmaschinen mit großem Drehzahlsteuerbereich und als Antriebsmotoren in Elektrofahrzeugen verwendet.

1. Gleichstrommaschinen können als Generator oder als Motor betrieben werden. Entscheidend für die Betriebsweise ist die Art der Energieaufnahme und -abgabe. Geben Sie im **Bild 1** jeweils die Art der aufgenommenen und der abgegebenen Energie für a) Generatorbetrieb und b) Motorbetrieb an.

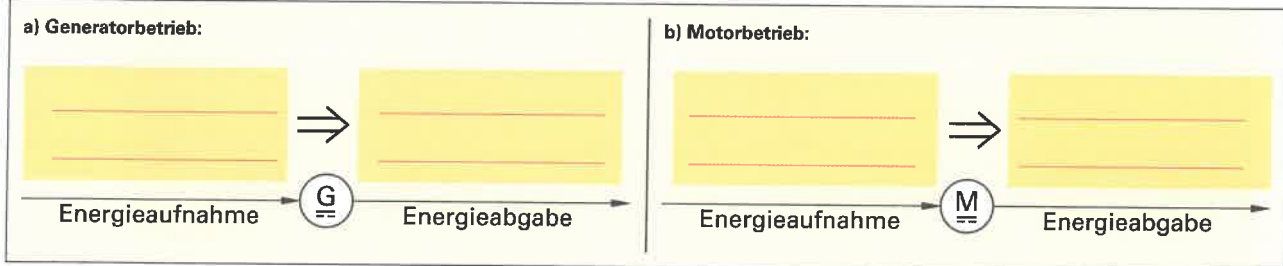


Bild 1: Energieaufnahme und -abgabe bei Generator- und Motorbetrieb

2. Nennen Sie Vorteile von Gleichstrommotoren.

- _____
- _____
- _____

3. Ordnen Sie im **Bild 2** die Ziffern der nachfolgend genannten Hauptbestandteile der Gleichstrommaschine zu.

- 1: Ständer (Joch)
- 2: Läufer (Anker)
- 3: Erregerwicklung
- 4: Ankerwicklung
- 5: Kommutator (Stromwender)
- 6: Kohlebürste
- 7: Welle

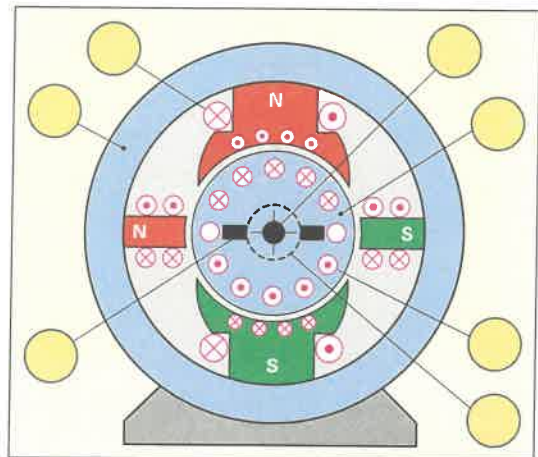


Bild 2: Hauptbestandteile der Gleichstrommaschine

4. Zählen Sie alle Arten von Gleichstrommotoren hinsichtlich ihrer Erregungsart auf?

- _____
- _____
- _____
- _____

5. Die Wicklungen eines Gleichstrommotors werden mit jeweils einem Buchstaben und der Ziffer 1 für den Wicklungsanfang und der Ziffer 2 für das Wicklungsende bezeichnet. Geben Sie für jede Bezeichnung in der **Tabelle** die entsprechende Wicklung an.

Tabelle: Wicklungsbezeichnungen bei Gleichstrommotoren	
A1-A2	_____
B1-B2	_____
C1-C2	_____
D1-D2	_____
E1-E2	_____
F1-F2	_____

6. Nennen Sie die Stromrichtungen in Anker- und Erregerwicklung für Rechts- und Linkslauf eines Gleichstrommotors

Rechtslauf eines Gleichstrommotors:	_____
Linkslauf eines Gleichstrommotors:	_____



Spaltpolmotoren sind Wechselstrommotoren mit Kurzschlussläufer. Der Aufbau ist einfach (**Bild 1**). Damit sie selbstständig anlaufen können, ist ein Drehfeld erforderlich. Deshalb besitzen sie im Ständer neben den Hauptpolen Spaltpole, um die sich jeweils eine Kurzschlusswicklung befindet (**Bild 2**). In dieser Kurzschlusswicklung tritt im Vergleich zum Magnetfeld der Hauptwicklung eine Phasenverschiebung auf. Beide Magnetfelder bilden dadurch zusammen ein Drehfeld, sodass der Motor anlaufen kann.

1. Benennen Sie die im **Bild 1** und **2** mit den Ziffern 1 bis 6 gekennzeichneten Bestandteile eines Spaltpolmotors.

1: _____ 4: _____
 2: _____ 5: _____
 3: _____ 6: _____

2. Welche Schutzart hat der Spaltpolmotor im **Bild 1**?

3. Nennen Sie Vorteile von Spaltpolmotoren.

• _____ • _____
 • _____ • _____
 • _____ • _____

4. Wodurch wird die Drehrichtung eines Spaltpolmotors festgelegt?

5. Bestimmen Sie die Drehrichtung des Motors im **Bild 2**.

6. Kann man die Drehrichtung eines Spaltpolmotors umkehren? Begründen Sie Ihre Antwort.

7. Wie viele Polpaare und welche Wirkleistungen haben
 a) schnelllaufende und b) langsamlaufende Spaltpolmotoren?

a) _____
 b) _____

8. Geben Sie Anwendungsbeispiele von Spaltpolmotoren a) für schnelllaufende, b) für langsamlaufende Motoren an.

a) schnelllaufende Spaltpolmotoren:

• _____
 • _____
 • _____
 • _____

b) langsamlaufende Spaltpolmotoren:

• _____
 • _____
 • _____
 • _____

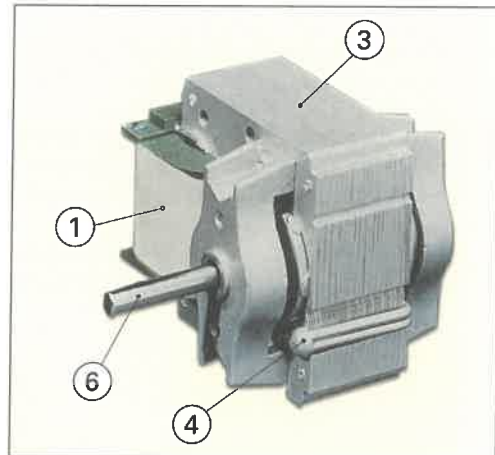


Bild 1: Spaltpolmotor

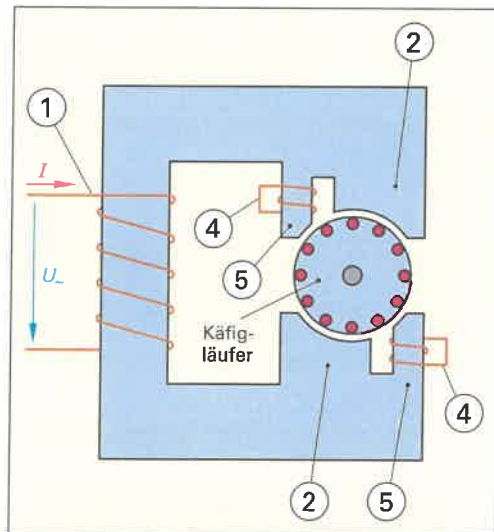


Bild 2: 2-poliger Spaltpolmotor (Beispiel)



Rotierende elektrische Maschinen werden in allen Bereichen von Industrie, Handwerk und Haushalt eingesetzt. Unabhängig von ihrer Bauart arbeiten alle rotierenden elektrischen Maschinen nach dem gleichen Prinzip.

1. In welche beiden Gruppen werden rotierende elektrische Maschinen hinsichtlich ihrer Arbeitsweise eingeteilt?

2. Eine rotierende elektrische Maschine (**Bild 1**) kann als Motor oder Generator verwendet werden. Motoren und Generatoren haben deshalb den gleichen Aufbau. Die Arbeitsweise Motor- oder Generatorbetrieb wird nur durch die Richtung der Energieumwandlung festgelegt. Ergänzen Sie das folgende Blockschaltbild eines Motors mit den Angaben „mechanische Energie“ bzw. „elektrische Energie“.

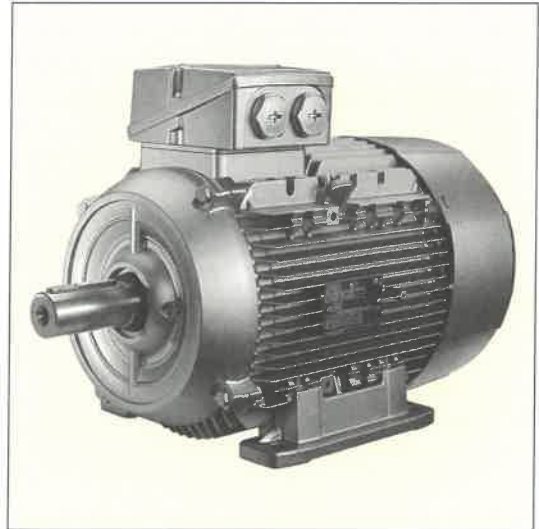
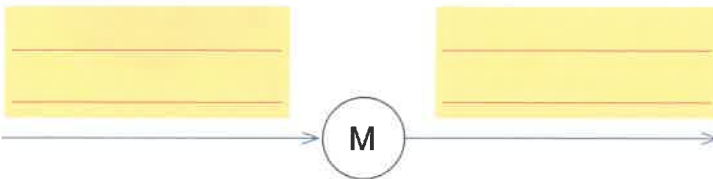


Bild 1: Elektrische Maschine (Beispiel)

3. Welche Wirkung des elektrischen Stromes wird bei den rotierenden elektrischen Maschinen ausgenutzt?

4. Unter welchen Bedingungen wird durch den Magnetismus eine Kraftwirkung hervorgerufen?

5. Wo befinden sich die beiden Magnetfelder in einer rotierenden elektrischen Maschine?

Ein Magnetfeld befindet sich _____

Das zweite Magnetfeld befindet sich _____

6. Bestimmen Sie mithilfe der Motorregel (**Bild 2**) die Bewegungsrichtungen des Läufers im Motorbetrieb und ergänzen Sie den Drehsinn in der Tabelle.

Tabelle: Drehrichtung von Motoren		

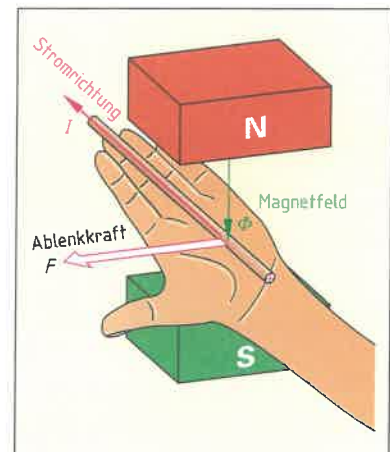


Bild 2: Motorregel (linke Hand)

7. Welche Arten von elektrischen Motoren unterscheidet man?

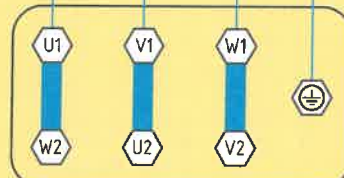
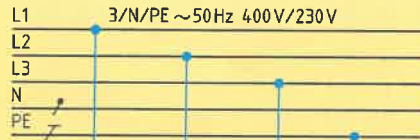


Mithilfe des Motor-Leistungsschildes und des Klemmbrettes eines Elektromotors kann man den Motortyp bestimmen und z. B. Spannungsangaben entnehmen, um den Motor an das vorhandene Verteilungsnetz anzuschließen.

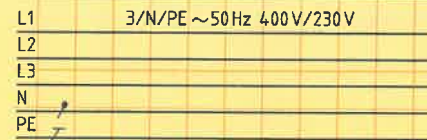
Bestimmen Sie mithilfe des Motor-Leistungsschildes den Motortyp und schließen Sie den Motor an das vorgegebene Verteilnetz an. Beachten Sie die Drehrichtung (Schutzeinrichtungen sind zu vernachlässigen).

Hersteller	
3 ~ Motor	Nr.
Δ 400 V	10,7 A
5,5 kW S1	$\cos \varphi = 0,88$
1450/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 55
DIN VDE 0530 EN 60034	

Drehstrom Asynchronmotor
mit Kurzschlussläufer

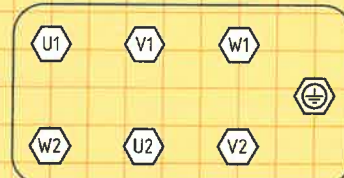
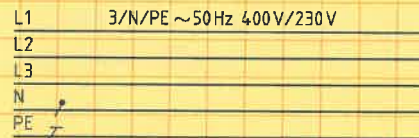


Motor-Netzanschluss für Rechtslauf

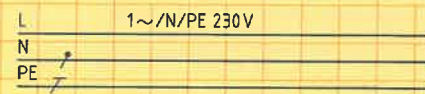


Motor-Netzanschluss für Linkslauf (Beispiel)

Hersteller	
3 ~ Motor	Nr.
230/400 V	1,9 A
0,75 kW S1	$\cos \varphi = 0,8$
1440/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 55
DIN VDE 0530 EN 60034	

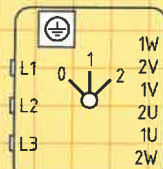
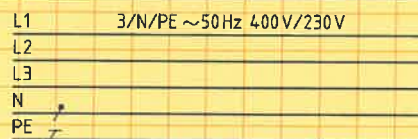


Motor-Netzanschluss für Rechtslauf



Motor-Netzanschluss für Linkslauf (Beispiel)

Hersteller	
3 ~ Motor	
Δ /YY 400 V	4,3/5,6 A
2/2,8 kW S1	$\cos \varphi = 0,8$
1460/2850/min	50 Hz
Th. Cl. 155 (F)	IP 64
DIN VDE 0530 EN 60034	

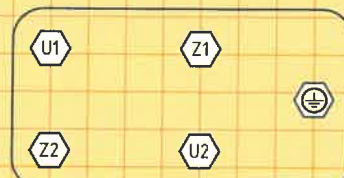
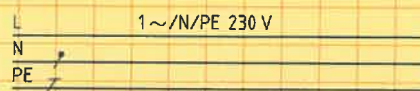


Nockenschalter,
Polumschalter

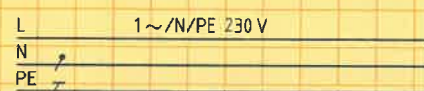
Motor-Netzanschluss für Rechtslauf



Hersteller	
1 ~ Motor	KM 2140-2
230 V	8,1 A
1,25 kW S1	$\cos \varphi = 0,95$
1380/min	50 Hz
C_B 40 μ F/400 V	IP 55
Th. Cl. 130 (B)	
DIN VDE 0530 EN 60034	



Motor-Netzanschluss für Rechtslauf



Motor-Netzanschluss für Linkslauf



Die Kombination von Computer, Peripherie und Software bezeichnet man als Computersystem. Je nach Anwendung, z. B. ein Computer-Arbeitsplatz für Büroverwaltung (Bild 1) oder computergestützte Konstruktion (CAD), werden unterschiedliche Anforderungen an ein Computersystem gestellt. Dabei sind eine Vielzahl von Peripheriegeräten, z. B. Monitore und Drucker, zu unterscheiden. Zum Anschluss von Peripherie muss der Computer mit den benötigten Anschlüssen, z. B. USB, Firewire, ausgestattet sein. Für spezielle Anwendungen muss ein Computer erweitert oder umgerüstet werden, z. B. durch die Montage einer neuen Grafikkarte oder die Vergrößerung des Arbeitsspeichers.



Bild 1: Computer-Arbeitsplatz für Büroverwaltung

1. Bezeichnen Sie in Bild 2 die noch nicht benannten Bestandteile eines Computersystems.

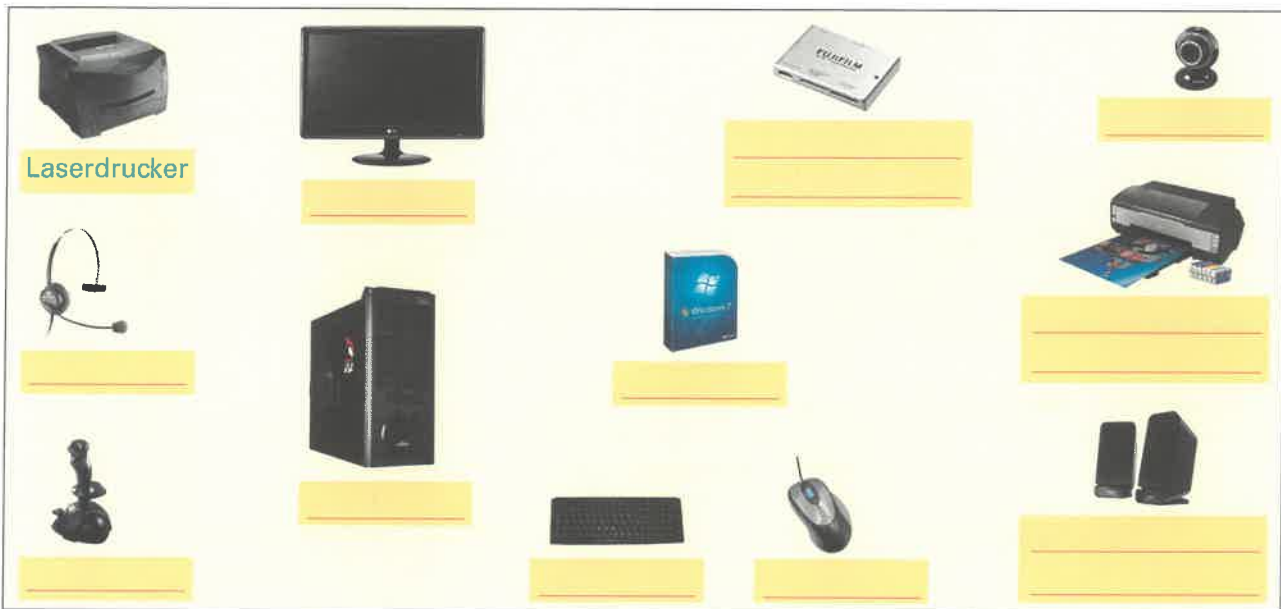


Bild 2: Bestandteile eines Computersystems

2. Ergänzen Sie in Bild 3 die Komponenten eines PCs.

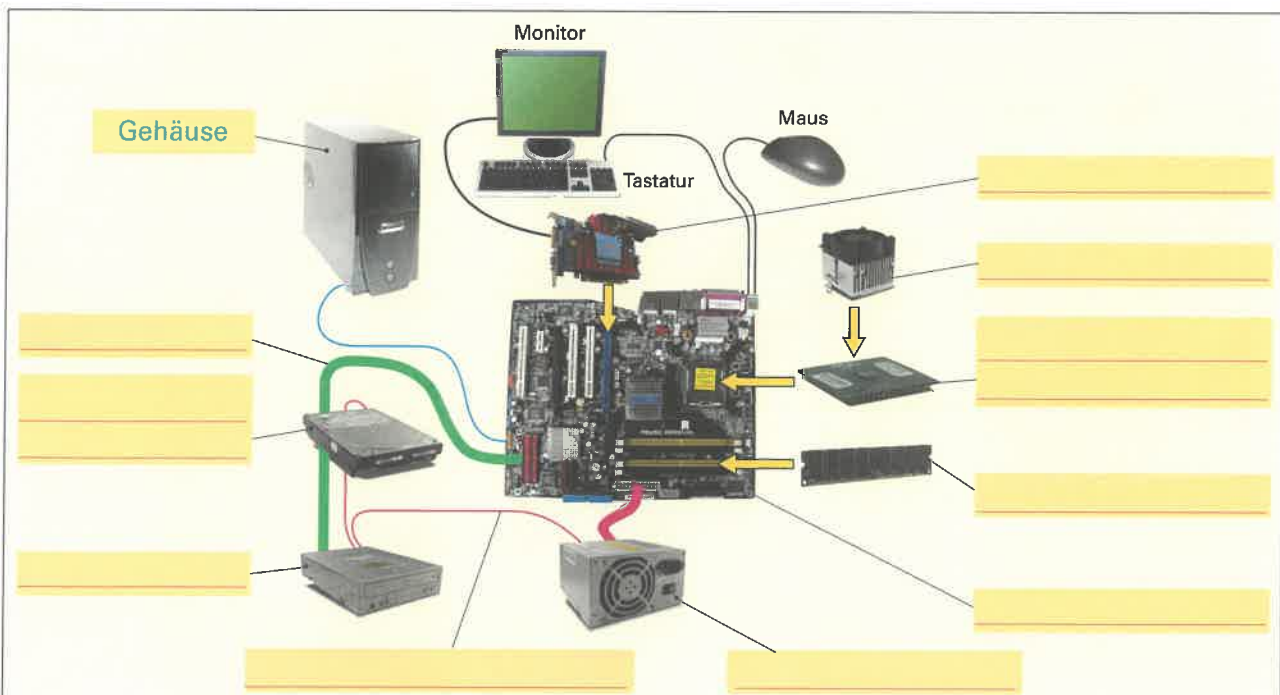


Bild 3: Komponenten eines PCs



3. Bezeichnen Sie in **Bild 1** die Schnittstellen-Anschlüsse und geben Sie jeweils ein Beispiel für eine Anschlussmöglichkeit an.

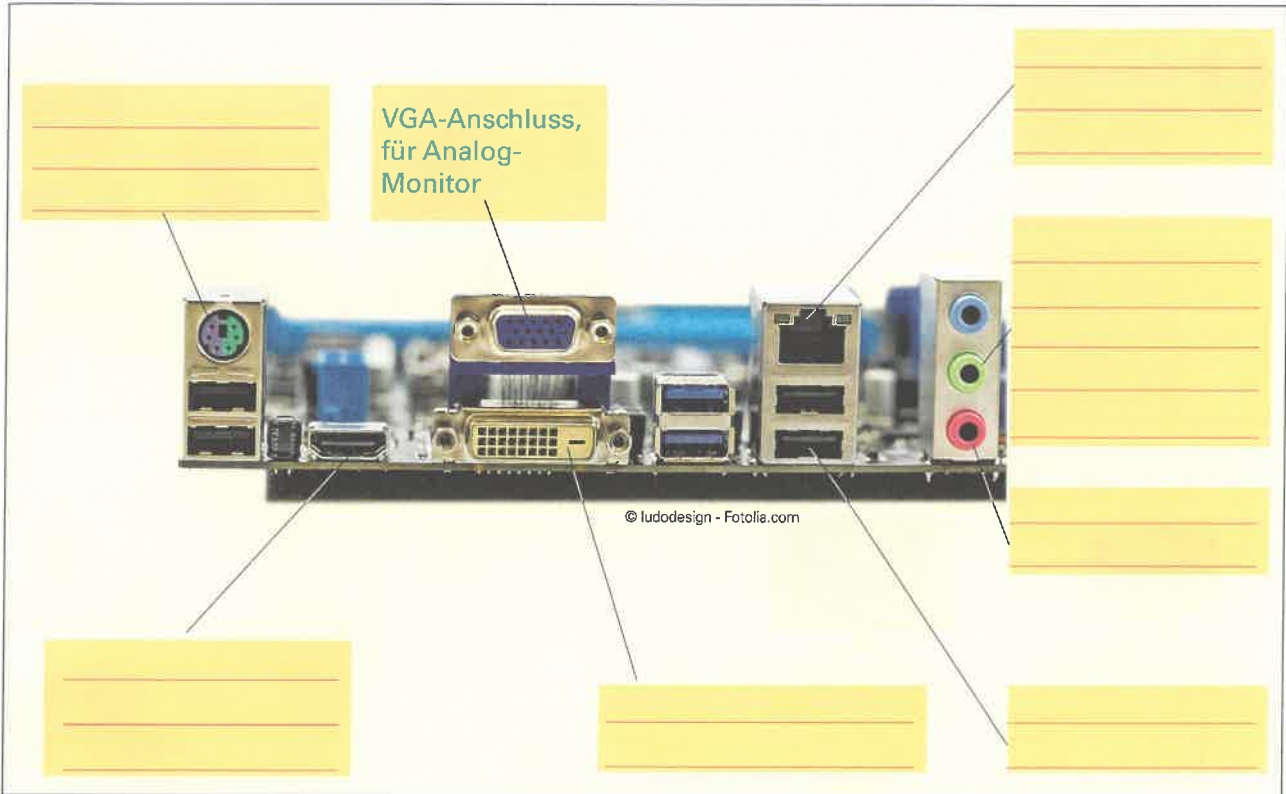


Bild 1: Schnittstellen-Anschlüsse

4. Ergänzen Sie in **Bild 2** die Übersicht zur Einteilung von Software.

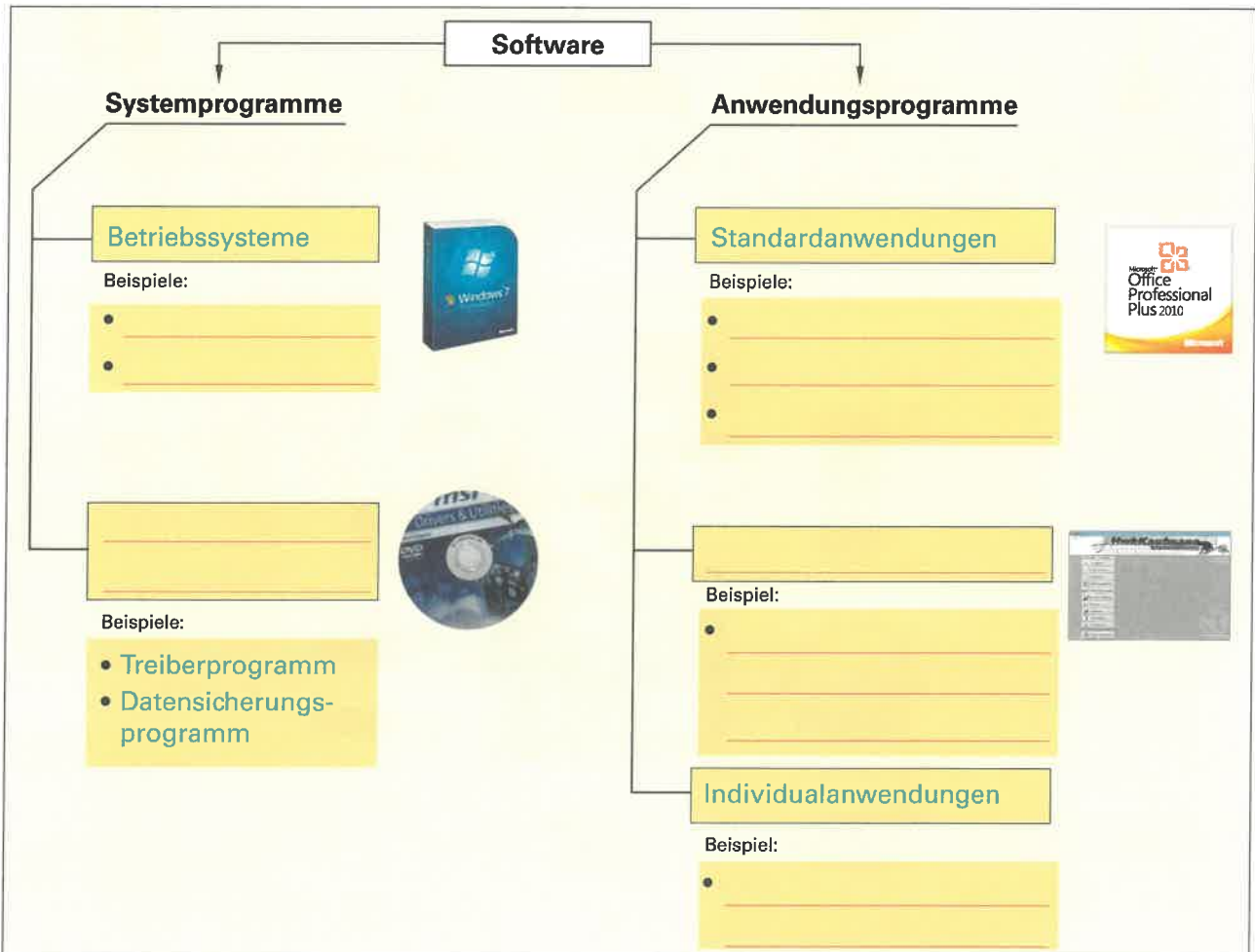
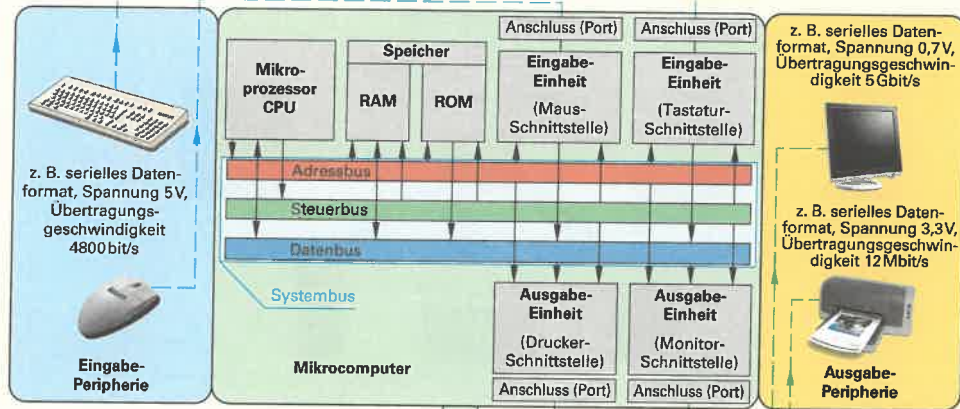


Bild 2: Einteilung der Software



Das PC-Mainboard (**Bild**) ist der zentrale Bestandteil eines PCs. Es enthält die wichtigsten Einheiten für einen Computer. Bei der Montage eines PCs muss das Mainboard mit Komponenten, z. B. der CPU, bestückt und mit anderen Komponenten, z. B. Netzteil oder Festplatte, verbunden werden.

1. Bezeichnen Sie im **Bild** die Komponenten eines Mainboards.



Anschlüsse für
Peripheriegeräte



Bild: Mainboard



2. Benennen Sie im Bild die am Chipsatz für ein Mainboard angeschlossenen Komponenten.

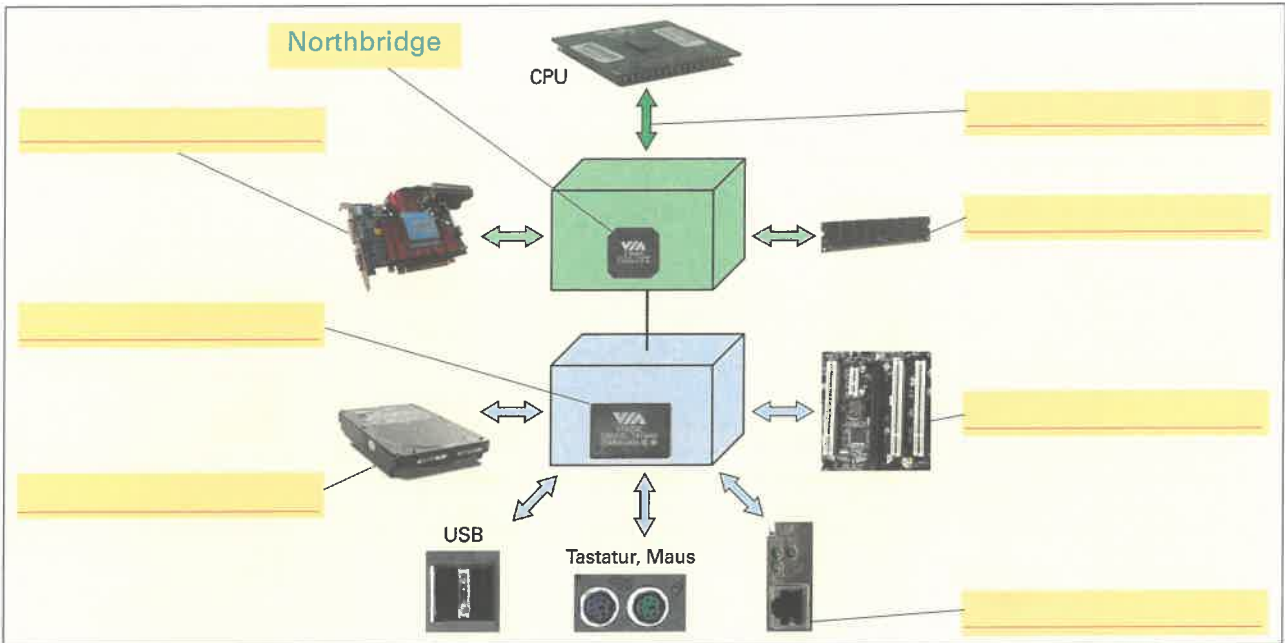


Bild: Chipsatz für Mainboard

3. Bei einem Mikroprozessor sind in einem Prospekt folgende Werte angegeben:
Intel Pentium Prozessor D820 775 Dual Core, 2,8 GHz, FSB 800 MHz, Cache 2 x 1024 KB, LGA 775

Ordnen Sie die Wertangaben aus dem Prospekt den folgenden Merkmalen des Mikroprozessors Intel Pentium D820 775 zu.

Architektur: Dual Core

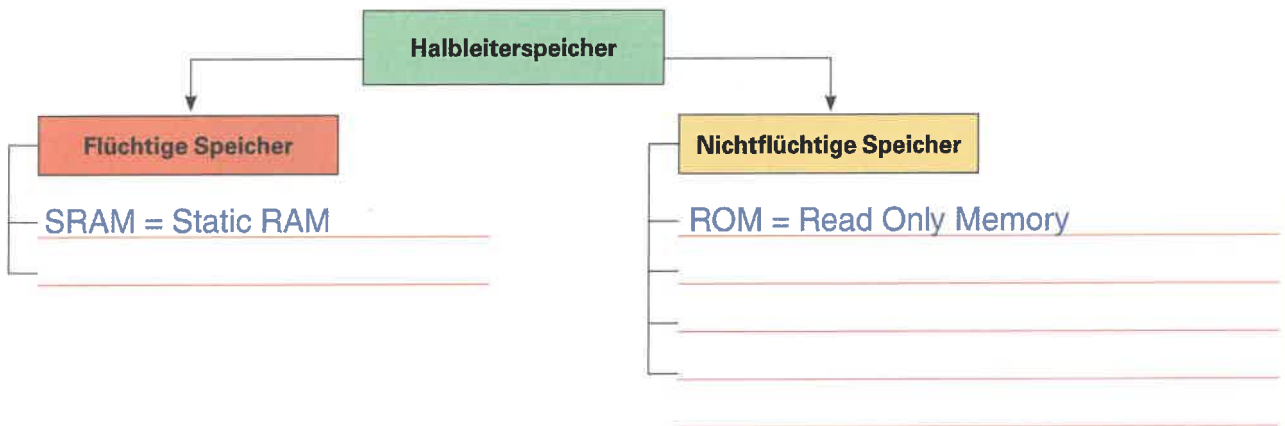
FSB-Bandbreite: _____

CPU-Takt: _____

Cache-Speichergröße: _____

Socket: _____

4. Vervollständigen Sie die Übersicht der Halbleiterspeicher.



5. Bei einem Arbeitsspeicher sind in einem Prospekt folgende Werte angegeben.
Kingston DDR3-SDRAM, 2 GB, 2700 MB/s

Ordnen Sie die Wertangaben aus dem Prospekt den folgenden Merkmalen des Arbeitsspeichers zu.

Speicherkapazität: 2 GB

Speichertechnologie: _____

Bandbreite: _____

Hersteller: _____

6. Bei einem DDR3-Arbeitsspeicher werden pro Taktzyklus 8 mal 64 Bit transportiert. Welcher maximalen Datenübertragungsrate (Bandbreite) in GB/s entspricht das bei einer Taktfrequenz von 166 MHz?

Bandbreite =	
---------------------	--



Peripheriegeräte für einen Computer sind Geräte, die den Computer umgeben und für den Betrieb des Computers notwendig sind. Zu den Peripheriegeräten gehören Geräte zur Eingabe, z.B. Tastatur, Maus und Scanner, Geräte zur Ausgabe, z.B. Drucker und Monitore, und Geräte zur Speicherung von großen Datenmengen, z. B. externe Festplatten. Computer und Peripheriegeräte ergeben miteinander ein Computersystem. Ein Computersystem, z.B. ein CAD-Arbeitsplatz (**Bild**), muss so geplant sein, dass es die Anforderungen der jeweiligen Anwendung erfüllt. Dazu sind Kenntnisse zu verschiedenen Peripheriegeräten erforderlich.



Bild: CAD-Arbeitsplatz

1. Neben Maus und Tastatur gibt es für einen PC weitere Möglichkeiten für Eingabegeräte. Ergänzen Sie in **Tabelle 1** Eingabegeräte und Anwendungsbeispiele.

Tabelle 1: Eingabegeräte und Anwendungsbeispiele	
Eingabegerät	Anwendungsbeispiele
Touchpad	Eingabe von Texten und Grafiken mit einem elektronischen Stift.
Scanner	
Web-Cam	Umwandeln von Schallwellen in elektrische Signale, z. B. zur Spracheingabe.

2. Ordnen Sie den angegebenen Eingabegeräten die folgenden Beispiele für Wertangaben richtig zu:
optisch, 48 Bit, 1000 dpi, 640 x 480 Pixel, 15 Bilder/s, 1200 x 1200 dpi

Maus	Webcam	Scanner
Abtastart: <u>optisch</u>	Frame rate: _____	Farbtiefe: _____
Auflösung: <u>1000 dpi</u>	Auflösung: _____	Auflösung: _____

3. Wie groß ist der kleinste erkennbare Bildpunkt bei einer Auflösung von 1200 x 1200 dpi?

i dpi = dot per inch = Punkte pro Zoll
1 Zoll = 25,4 mm

Kleinste erkennbare Punktgröße: _____

4. Ordnen Sie in **Tabelle 2** den Merkmalen für LCD-Monitore die folgenden Beispiele für Wertangaben richtig zu:
300 cd/m², 16:10, hor. 160°, 2000:1, 1920 x 1200, 2 ms, DVI-I

Tabelle 2: Merkmale für LCD-Monitore (Beispiele)		
Merkmal	Bedeutung	Beispiel
Leuchtstärke	Bildhelligkeit	300 cd/m ²
Reaktionszeit	Zeit des Bildschirmes, um auf Änderungen zu reagieren	
Kontrastverhältnis	Verhältnis von größter zu kleinster darstellbaren Bildhelligkeit	
Betrachtungswinkel	Bereich in dem der Monitor betrachtet werden kann	
Anschlussstandard	Anschluss an die Grafikkarte des PCs	
Format (B:H)	Verhältnis von Breite zu Höhe	
Auflösung	Anzahl der darstellbaren Bildpunkte (Pixel)	



5. Nennen Sie periphere Geräte zur Datenspeicherung.

6. Ordnen Sie in der **Tabelle** folgende Beispiele für Wertangaben den Merkmalen für Festplatten-Laufwerke richtig zu:
 8 MB, 500 GB, 3,5 Zoll, 8 ms, 3 Gbit/s, SATA, 7200 rpm

Tabelle: Merkmale für Festplatten-Laufwerke (Beispiele)		
Merkmals	Bedeutung	Beispiel
Speicherkapazität	Maximale Datenmenge, die gespeichert werden kann	500 GB
Mittlere Zugriffszeit	Durchschnittliche Verzögerung beim Zugriff auf Daten	
Schnittstelle	Standard für die Schnittstelle zum Mainboard	
Cache-Größe	Zwischenspeichergröße für Festplatte	
Drehzahl	Anzahl der Umdrehungen der Festplattenzylinder	
Bandbreite	Datenübertragungsgeschwindigkeit Festplatte/Mainboard	
Baugröße	Größe für den Einbau des Festplattenlaufwerkes in den PC	

7. Bezeichnen Sie Schnittstellenstandards der im **Bild 1** dargestellten Anschlüsse für Festplatten-Laufwerke.

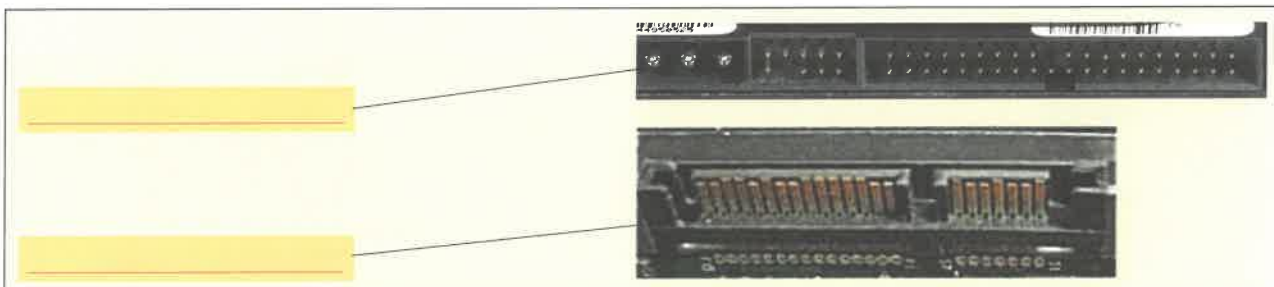


Bild 1: Anschlüsse für Festplatten-Laufwerke

8. Nennen Sie die Speicherkapazitäten zu folgenden Datenträgern.

CD-ROM: ~ 700–800 MB
 CD-R, CD-RW: _____
 DVD-ROM: _____
 DVD-/+R: _____
 DVD-/+R DL: _____
 BD-R DL: _____

9. Bezeichnen Sie in **Bild 2** die Standards für Speicherkarten.

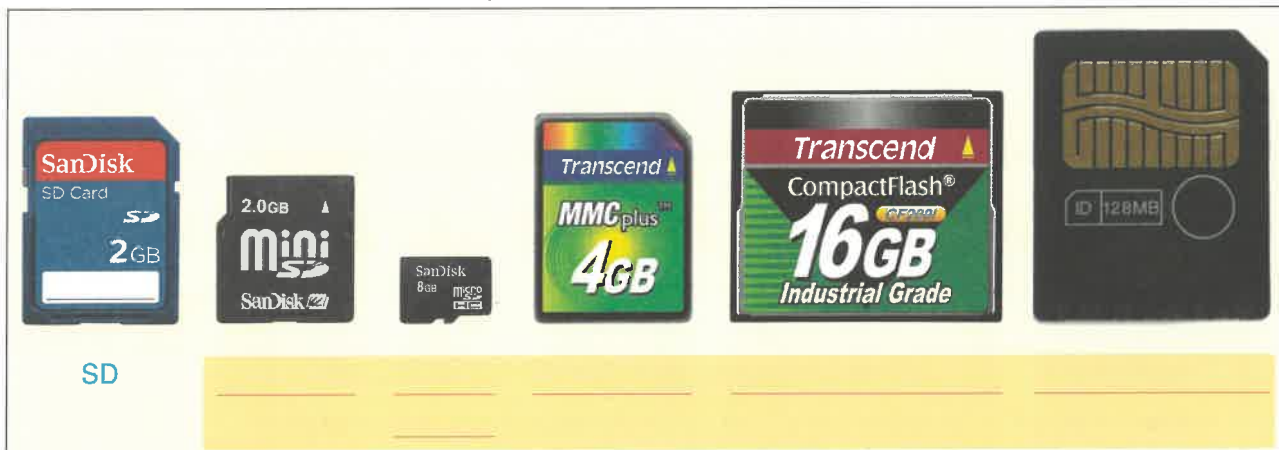


Bild 2: Speicherkarten, Standards

10. Nennen Sie vier wichtige technische Merkmale einer Speicherkarte und geben Sie jeweils ein Beispiel für einen Wert an.

1. Speicherkapazität, z. B. 8 GB
 2. _____
 3. _____
 4. _____



Netzwerke ermöglichen den Informationsaustausch zwischen Computern sowie die Nutzung von Diensten, die im Netzwerk angeboten werden. Für die Planung eines Netzwerkes, z. B. eines lokalen Netzwerkes (**Bild 1**), sind Kenntnisse zu den benötigten Komponenten sowie deren elektrischen Eigenschaften notwendig. Weiterhin muss ein Netzwerk geplant werden, z. B. Festlegung der Struktur. Dazu müssen Normen, z. B. die EN 50173, beachtet werden. Für die Umsetzung müssen z. B. Verbindungen fachgerecht hergestellt werden. Am Schluss muss durch ein Prüfprotokoll die einwandfreie Funktion des Netzwerkes nachgewiesen werden.

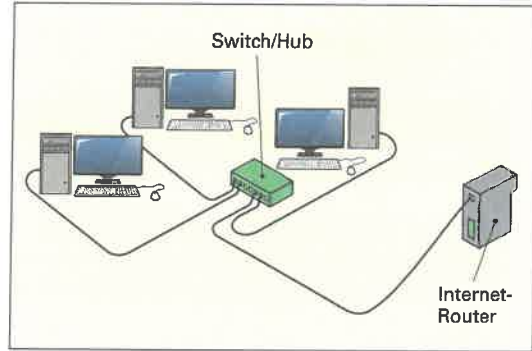


Bild 1: Lokales Netzwerk (LAN)

1. Ergänzen und bezeichnen Sie die grundlegenden Topologien in **Bild 2** für ein lokales Netzwerk (LAN).

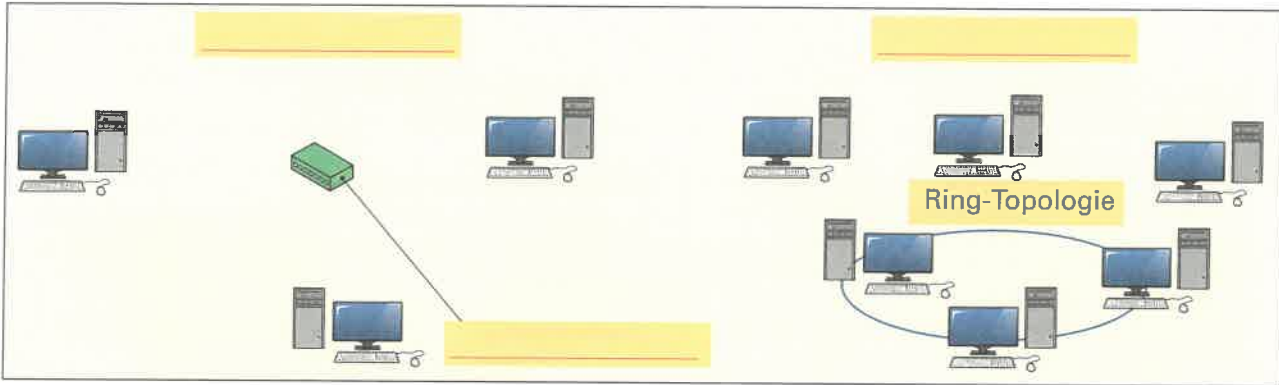


Bild 2: Topologien im lokalen Netzwerk (LAN)

2. Zeichnen Sie in **Bild 3** die fehlenden Verbindungen ein und beschriften Sie die Bestandteile für das LAN.

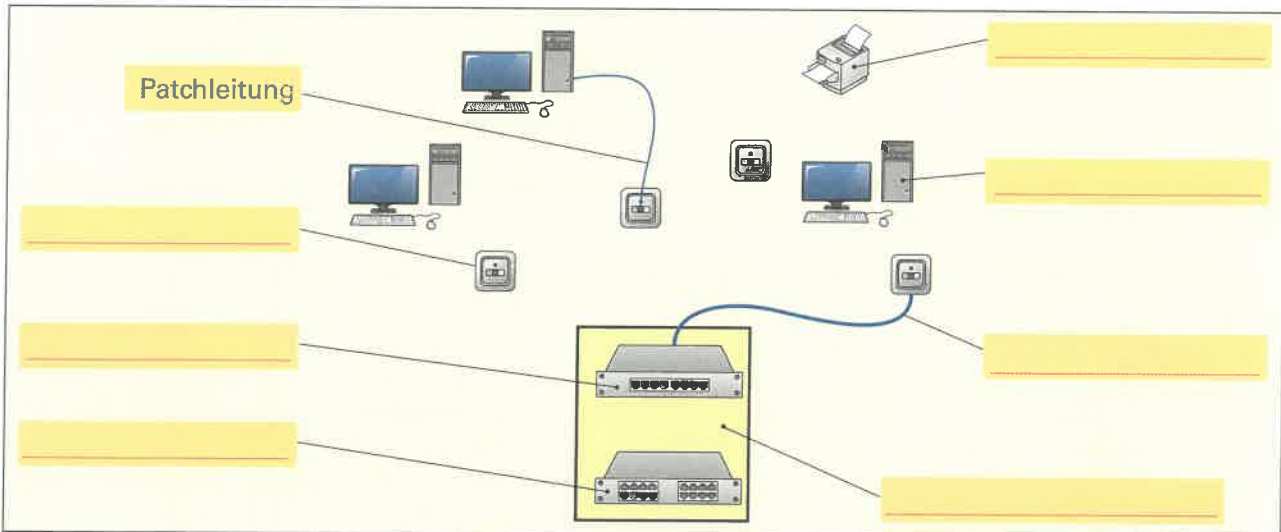


Bild 3: Bestandteile eines lokalen Netzwerkes (LAN)

3. Die Datenleitungen werden mit einem LSA-Werkzeug (**Bild 4**) auf das Patchfeld und die Anschlussdose aufgelegt.

a) Ordnen Sie den Anschlüssen des Patchfeldes die folgenden Farben zu.

br/w (braun/weiß), br (braun), bl/w (blau/weiß), bl (blau), gr/w (grün/weiß), gr (grün), or/w (orange/weiß), or (orange)

b) Nennen Sie die dafür geltende Norm und c) die Ausschreibung für die Abkürzung LSA.

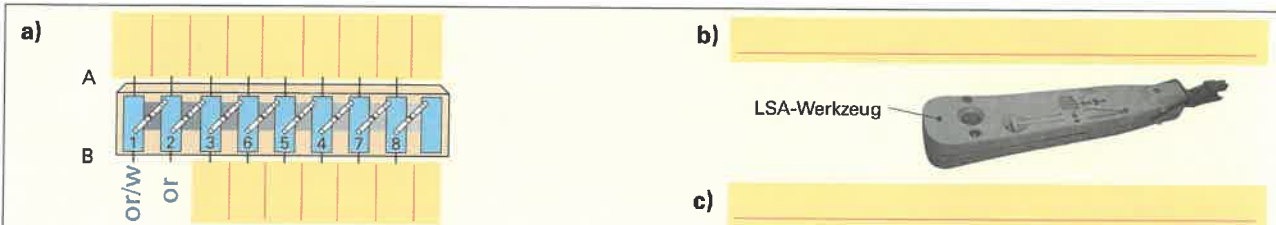


Bild 4: Patchfeld auflegen mit LSA-Werkzeug



4. Bezeichnen Sie in **Bild 1** die Datenleitungen für ein Netzwerk und deren Abkürzung.

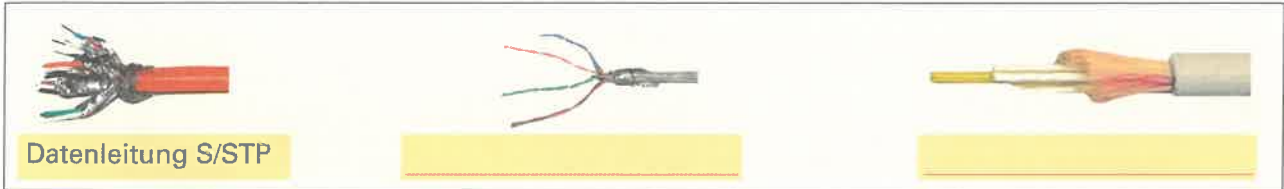


Bild 1: Datenleitungen

5. Erklären Sie die Bedeutung **a)** der Kategorie und **b)** der Link-Klasse bei einem Netzwerk.
c) Welche Kategorie müssen die Komponenten in **Bild 3, Blatt 14.7**, mindestens haben, damit die Strecke für eine Datenübertragungsrate von 100 Mbit/s verwendet werden kann und **d)** welcher Link-Klasse entspricht das?

a) Kategorie: _____

b) Link-Klasse: _____

c) Minimale Kategorie für 100 Mbit/s: _____

d) Minimale Link-Klasse für 100 Mbit/s: _____

6. Für die Kommunikation über ein Netzwerk, das TCP/IP als Protokoll zur Datenübertragung verwendet, sind am PC Protokolleinstellungen notwendig. Ein PC soll die IP-Adresse 192.168.12.10 in einem Klasse-C-Netz erhalten. Die Adresse des LAN-Routers ist 192.168.12.1 und der Name-Server wurde vom Internet-Provider mit der Adresse 194.25.2.129 angegeben. Tragen Sie in die Eingabemaske (**Bild 2**) die notwendigen Werte ein, die dem PC nicht nur Verbindung zum LAN, sondern auch eine Verbindung über das Internet ermöglicht.

Folgende IP-Adresse verwenden:

IP-Adresse:

Subnetzmaske:

Standardgateway:

DNS-Serveradresse automatisch beziehen

Folgende DNS-Serveradressen verwenden:

Bevorzugter DNS-Server:

Alternativer DNS-Server:

Bild 2: Eingabemaske für TCP/IP-Protokolleinstellungen

7. Ergänzen Sie in **Bild 3** die notwendigen Leitungen zur Verbindung eines PCs über das LAN mit dem Internet über einen DSL-Anschluss und die Benennung der beteiligten Komponenten.

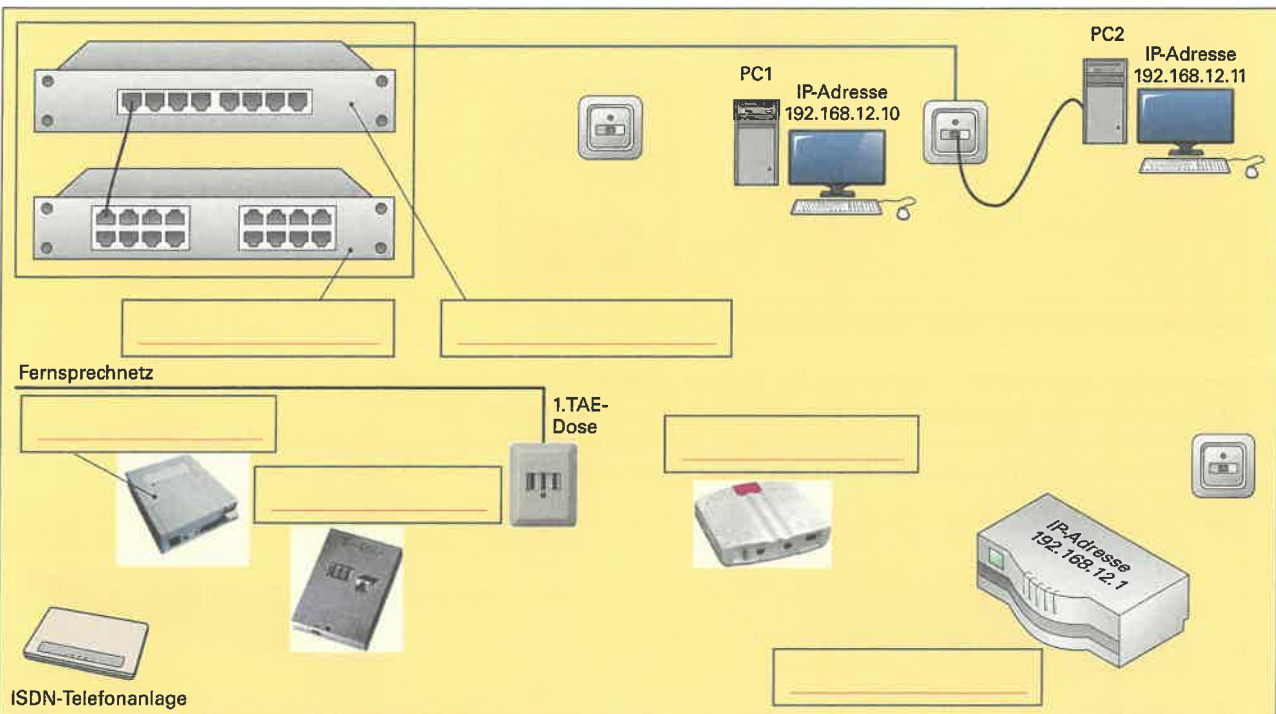
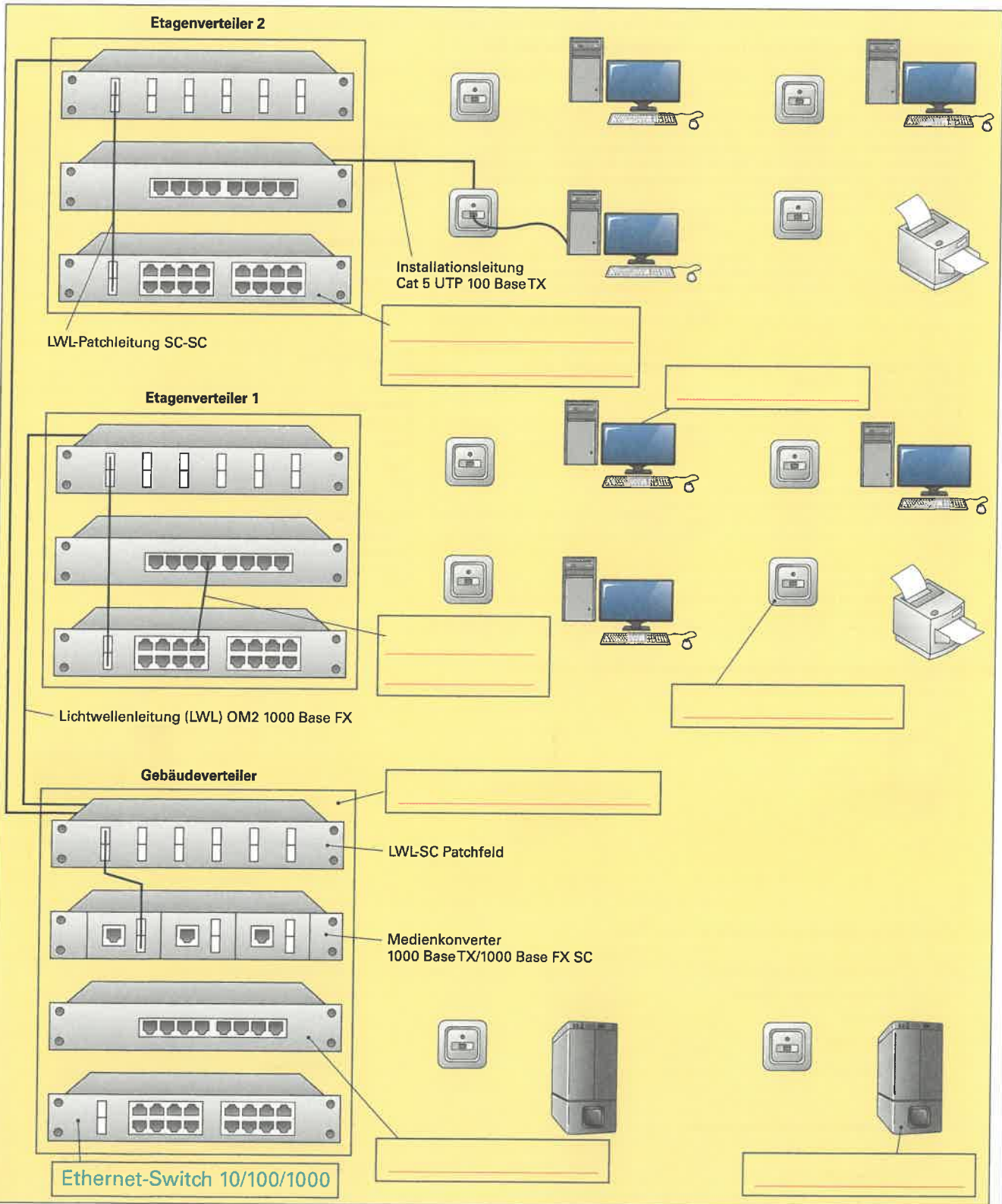


Bild 3: Verbindung eines LAN mit dem Internet



In einem Unternehmen sollen PC-Arbeitsstationen und Netzwerkdrucker in zwei Etagen mit den Servern im Erdgeschoss über ein Netzwerk nach dem Fast Ethernet-Standard verbunden werden. Sie erhalten den Auftrag das Netzwerk zu planen. Die Netzwerk-Verkabelung soll nach DIN EN 50173 erfolgen. Während im Tertiärbereich die maximale Datenübertragungsrate 100 Mbit/s betragen soll, ist der Sekundärbereich mit LWL-Verbindungen für 1 Gbit/s zu realisieren. Die Verbindung der LWL-Uplink-Leitungen an den Etagen-Switch mit 16 Ports nach 100 Base TX soll jeweils mit einem Medienkonverter erfolgen.

- Ergänzen Sie die fehlenden Verbindungen.
- Beschriften Sie die verwendeten Komponenten. Nennen Sie auch die mindestens benötigte Kategorie oder den verwendeten Leitungsstandard, wenn diese Angaben zur Auswahl der Komponenten benötigt werden.





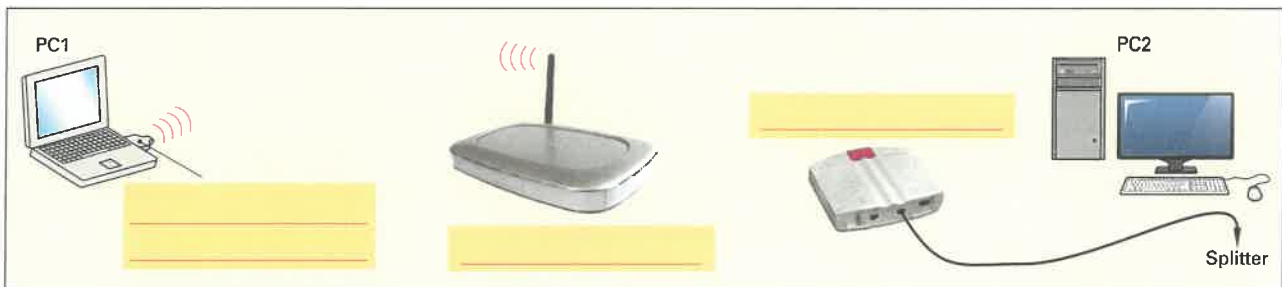
Mehrere PCs in einem Büro sollen über einen WLAN-Router per DSL mit dem Internet verbunden werden. Der dazu benötigte DSL-Anschluss mit DSL-Modem ist bereits vorhanden. Der verwendete WLAN-Router enthält einen Switch. Dadurch können auch Computer mit einer Netzwerkleitung an den WLAN-Router angeschlossen werden. Der Internet-Zugangspvoder gibt seine DNS-Adresse mit 194.25.2.129 an. Die IP-Adressen sollen statisch vergeben, also nicht automatisch bezogen werden.

- Nennen Sie die Arbeitsschritte zur Herstellung der WLAN-Verbindung vom PC zum WLAN-Router.
- Ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen bei den benötigten Komponenten.
- Zeichnen Sie die fehlenden Verbindungen ein.
- Tragen Sie für den PC1 und den PC2 die notwendigen Einstellungen für das TCP/IP-Protokoll in den entsprechenden Eingabemasken ein. Verwenden Sie bei den PCs die aus dem Adressbereich nächstmögliche IP-Adresse.

a) Arbeitsschritte zur Herstellung der Verbindung über WLAN

<p>Verbindung mit WLAN-Router herstellen WLAN-Router über Netzwerkleitung mit PC verbinden. Mit Web-Browser, z. B. Firefox, mit dem Webserver des WLAN-Routers verbinden, z. B. mit Adresse http://192.168.0.1. Dazu die Werkseinstellung für IP-Adresse, Benutzername und Kennwort des WLAN-Routers aus der Bedienungsanleitung entnehmen. Die IP-Adresse des PCs muss im gleichen Netzwerkadressbereich wie der WLAN-Router liegen.</p> <p>Die IP-Adresse des WLAN-Routers für den Netzwerkadressbereich des eigenen LAN einstellen, wenn diese nicht zufällig der Werkseinstellung entspricht.</p> <p>SSID eingeben → Name für das WLAN-Netzwerk, z. B. mein_wlan Region wählen → Europa Kanal einstellen → z. B. 13 Standard wählen → z. B. IEEE 802.11 g und b</p> <p>Verschlüsselungsstandard, z. B. WPA. Sicherheitsschlüssel eingeben und notieren.</p> <p>Software für WLAN-Adapter installieren. SSID des WLANs sowie Sicherheitsschlüssel wie bei WLAN-Router einstellen und Übertragungsqualität prüfen, Protokolleinstellungen durchführen.</p>	<p>Anzeigen des Web-Browsers nach Verbindung mit dem WLAN-Router</p> <p>Benutzername: <input type="text" value="admin"/></p> <p>Kennwort: <input type="password"/></p> <p>LAN-TCP/IP-Konfiguration</p> <p>IP-Adresse: <input type="text" value="192"/> <input type="text" value="168"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/></p> <p>IP-Subnetzmaske: <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="0"/></p> <p>Wireless Settings</p> <p>Wireless-Netzwerk</p> <p>Netzwerkname (SSID): <input type="text" value="mein_wlan"/></p> <p>Region: <input type="text" value="— Region auswählen —"/></p> <p>Kanal: <input type="text" value="13"/></p> <p>Modus: <input type="text" value="g and b"/></p> <p>Sicherheitsoptionen</p> <p><input type="radio"/> Deaktivieren</p> <p><input type="radio"/> WEP (Wired Equivalent Privacy)</p> <p><input checked="" type="radio"/> WPA-PSK (W-Fi Protected Access Pre-Shared Key)</p>
--	---

b) Bezeichnungen und c) Verbindungen der Komponenten



c) TCP/IP-Protokolleinstellungen an den PCs

<p>PC1</p> <p><input type="radio"/> IP-Adresse automatisch beziehen</p> <p><input checked="" type="radio"/> Folgende IP-Adresse verwenden:</p> <p>IP-Adresse: <input type="text" value="192"/> <input type="text" value="168"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="10"/></p> <p>Subnetzmaske: <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="0"/></p> <p>Standardgateway: <input type="text" value="192"/> <input type="text" value="168"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/></p> <p><input type="radio"/> DNS-Serveradresse automatisch beziehen</p> <p><input checked="" type="radio"/> Folgende DNS-Serveradressen verwenden:</p> <p>Bevorzugter DNS-Server: <input type="text" value="194"/> <input type="text" value="25"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="129"/></p> <p>Alternativer DNS-Server: <input type="text" value="194"/> <input type="text" value="25"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="129"/></p>	<p>PC2</p> <p><input type="radio"/> IP-Adresse automatisch beziehen</p> <p><input checked="" type="radio"/> Folgende IP-Adresse verwenden:</p> <p>IP-Adresse: <input type="text" value="192"/> <input type="text" value="168"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="10"/></p> <p>Subnetzmaske: <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="0"/></p> <p>Standardgateway: <input type="text" value="192"/> <input type="text" value="168"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/></p> <p><input type="radio"/> DNS-Serveradresse automatisch beziehen</p> <p><input checked="" type="radio"/> Folgende DNS-Serveradressen verwenden:</p> <p>Bevorzugter DNS-Server: <input type="text" value="194"/> <input type="text" value="25"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="129"/></p> <p>Alternativer DNS-Server: <input type="text" value="194"/> <input type="text" value="25"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="129"/></p>
--	--



Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) ersetzen zunehmend verdrahtete Steuerungen, auch Verbindungsprogrammierte Steuerungen (VPS) genannt. Der zentrale Bestandteil einer SPS ist das Automatisierungs-System (AS). Das Automatisierungssystem (**Bild 1**) besteht aus Zentraleinheit (CPU), den Ein- und Ausgabebaugruppen und der Stromversorgung. Die Zentraleinheit benötigt ein Programm, welches auf einem Programmiergerät (PG) erstellt wird. Dazu werden verschiedene Programmiersprachen zur Auswahl gestellt.

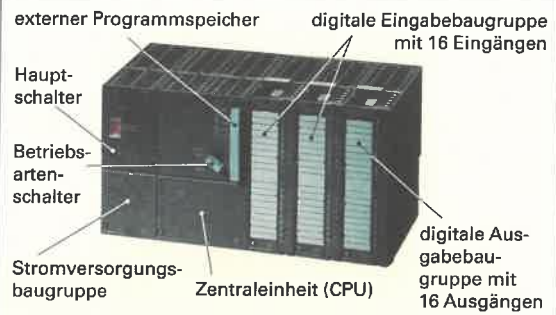


Bild 1: Automatisierungssystem

1. Ergänzen Sie die Übersicht zur Programmierung einer Speicherprogrammierbaren Steuerung (**Bild 2**).

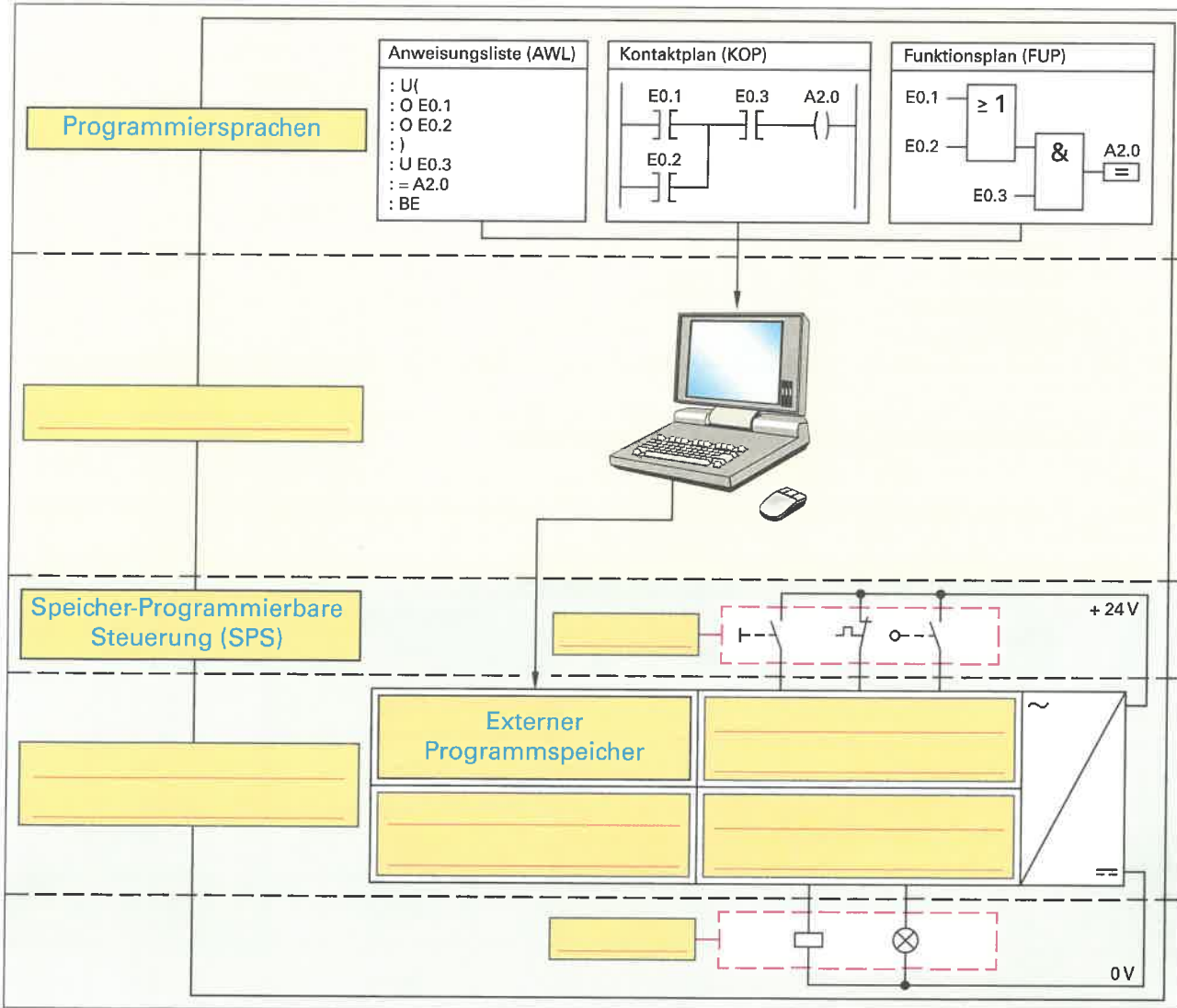


Bild 2: Programmierung einer SPS

2. Nennen Sie Anwendungsbeispiele für Speicherprogrammierbare Steuerungen.

3. Welchen besonderen Vorteil hat eine SPS gegenüber einer Verbindungsprogrammierten Steuerung (VPS)?



4. Eine Steuerungsanweisung, z. B. U A4.0, für ein Automatisierungsgerät besteht aus zwei Teilen. Ergänzen Sie die Übersicht der Steuerungsanweisungen (**Bild**) für die Programmiersprache AWL am Beispiel der Programmiersoftware STEP 7.

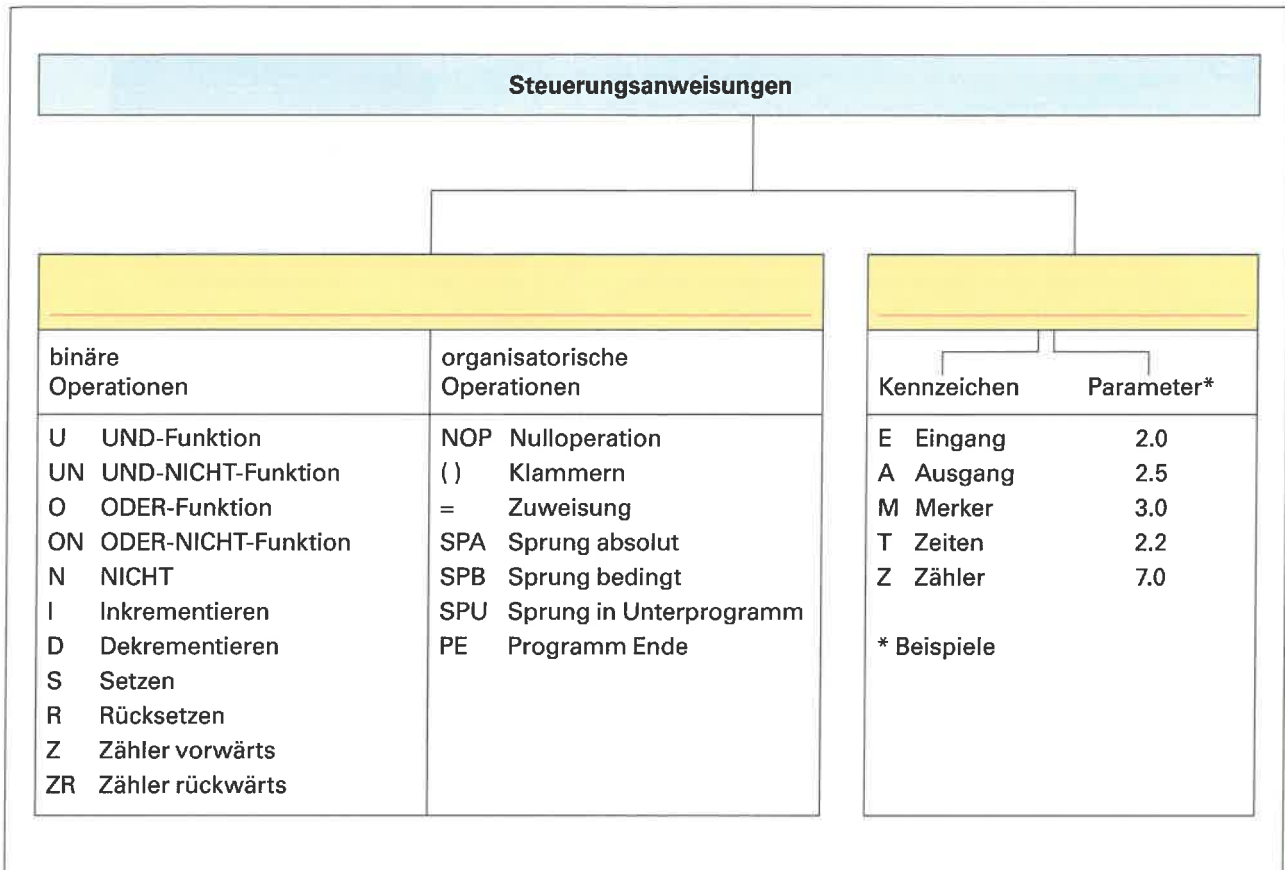


Bild: Steuerungsanweisungen der Programmiersprache AWL (Beispiele)

5. Ergänzen Sie die Gegenüberstellung der verschiedenen Programmiersprachen (**Tabelle**) bei der Programmiersoftware STEP 7.

Tabelle: Programmiersprachen AWL, KOP und FUP (Beispiele)			
Operation	Darstellung		
	AWL	KOP	FUP
UND	U		
	O		
NICHT			
Zuweisung	=		
	S		
Rücksetzen	R		
Einschaltverzögert			
	SI		
Vorwärtszählen	ZV		
Rückwärtszählen			



Kleinststeuergeräte (**Bild 1**) gehören zur Gruppe der speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Sie eignen sich für kleinere Steuerungsaufgaben, z. B. die Beleuchtungssteuerung für ein Wohnhaus. Die Programmierung ist einfach und kann entweder direkt am Kleinststeuergerät oder mit einem PC durchgeführt werden. Es gibt verschiedene Hersteller mit jeweils eigenen Typen von Kleinststeuergeräten, z. B. Easy, LOGO oder Pharao, für die jeweils eine eigene Programmiersoftware benötigt wird.

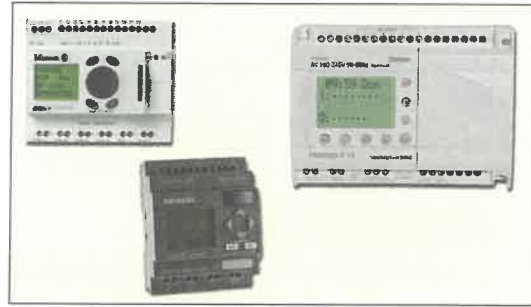


Bild 1: Kleinststeuergeräte

1. Nennen Sie jeweils zwei Beispiele für den Einsatz eines Kleinststeuergerätes a) in einem Wohnhaus und b) in einem Kleinbetrieb.

a) _____

b) _____

2. In einem Kleinststeuergerät sind viele Funktionen enthalten. Damit können universelle Steuerungen programmiert werden. Ergänzen Sie die **Tabelle** für mögliche Funktionen einer Kleinststeuerung.

Tabelle: Funktionen in Kleinststeuergeräten (Beispiele)

Logische Grundfunktionen:	UND
Sonderfunktionen:	Ansprech- und Rückfallverzögerung
Analogsignale-Verarbeitung:	

3. Beschriften Sie die Anschlüsse und Bedienelemente des Kleinststeuergerätes (**Bild 2**).

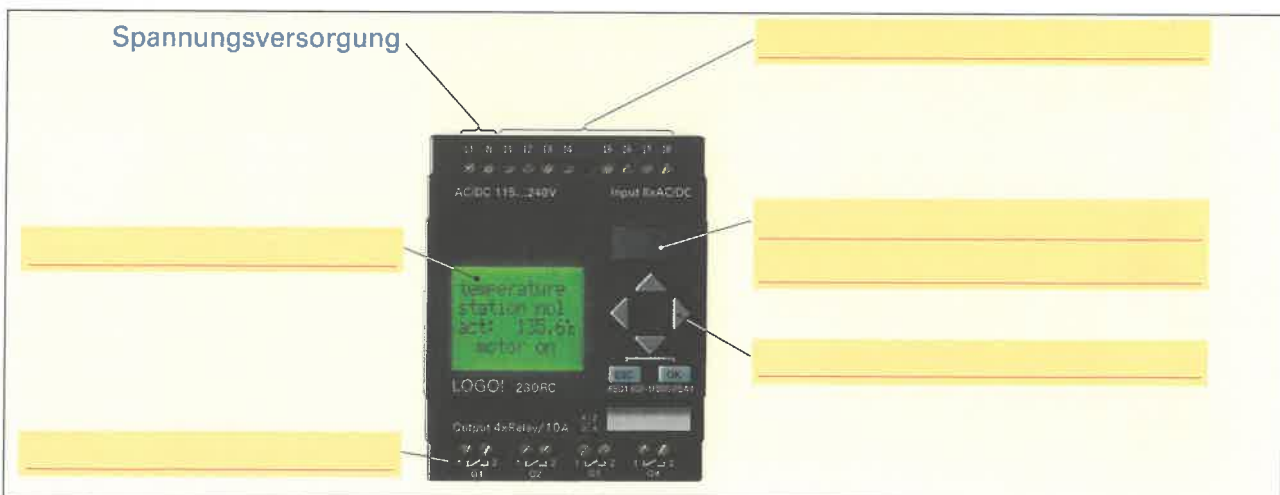


Bild 2: Anschlüsse und Bedienelemente eines Kleinststeuergerätes

4. Nennen Sie wichtige Merkmale für ein Kleinststeuergerät und geben Sie jeweils eine Wertangabe als Beispiel (**Bild 2**) dazu an.

Betriebsspannung, z. B. 230 V



5. Mit einer Kleinsteuerung soll eine Beleuchtung gesteuert werden.

Analyse der Aufgabenstellung

a) Die Beleuchtung eines Flurs soll von drei Tastern jeweils ein- und ausgeschaltet werden. Welche elektrische Installationsschaltung wird für die Beleuchtungssteuerung benötigt?



Planen der Steuerung

b) Ergänzen Sie die Zuordnungsliste (Tabelle).

Tabelle: Zuordnungsliste		
Operand	Symbol	Kommentar
I1	S1	Taster Licht

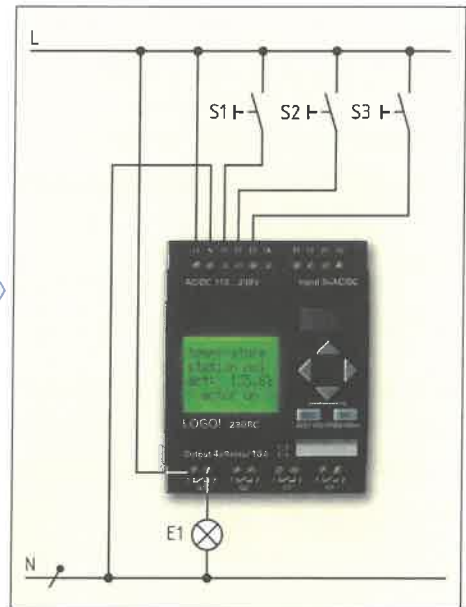


Bild 1: Anschlussplan



Programmieren des Steuerungsprogramms

c) Ergänzen Sie den Funktionsplan (Bild 2).

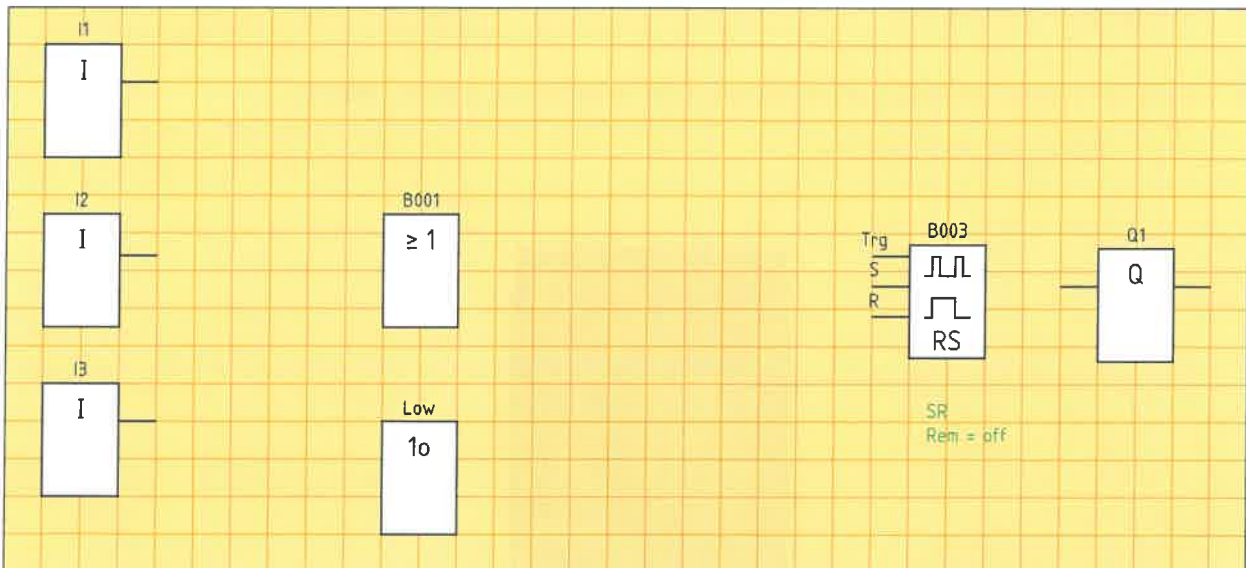


Bild 2: Funktionsplan



Test der Steuerung

d) Nennen Sie zwei Möglichkeiten zum Test der Steuerung.

- _____
- _____
- _____
- _____



Eine Motorsteuerung, für die bereits ein Stromlaufplan vorhanden ist (Bild 1), soll als SPS umgesetzt werden. Dabei wird ein Motor durch jeweils einen Taster ein- und ausgeschaltet. Der jeweilige Schaltzustand wird mit zwei Kontrollleuchten angezeigt. Ein Überlastrelais F2 schützt den Motor vor Überhitzung. Bei der Planung der SPS soll berücksichtigt werden, dass der Überlastschutz hardwaremäßig verdrahtet und nicht durch das Programm gesteuert wird. Die Programmierung soll mit der Programmiersoftware STEP 7 erfolgen. Das Programm für die SPS kann in unterschiedlichen Programmiersprachen, z. B. AWL, FUP oder KOP, erstellt werden.

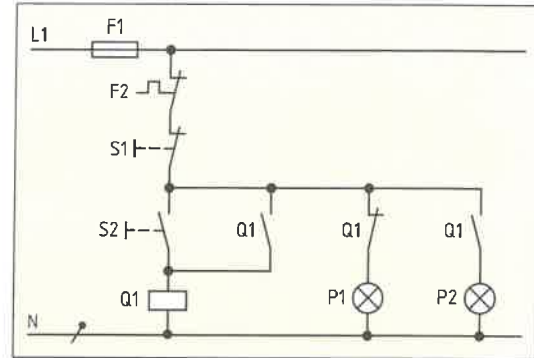


Bild 1: Stromlaufplan für eine Motorsteuerung

1. Ergänzen Sie die Zuordnungsliste (Tabelle 1) und den Anschlussplan (Bild 2) für die SPS.

Tabelle 1: Zuordnungsliste für Motorsteuerung

Operand	Symbol	Kommentar
E0.1	S1	Taster „Motor Aus“

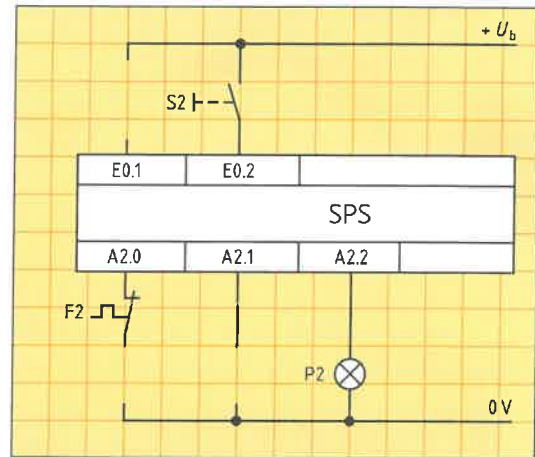


Bild 2: Anschlussplan für Motorsteuerung

2. Erstellen Sie das Programm für die Motorsteuerung als Anweisungsliste (AWL) in drei verschiedenen Varianten (Tabelle 2). Verwenden Sie AWL a) mithilfe von Klammern, b) mit einem Merker und c) mit einem RS-Speicher.

Tabelle 2: Anweisungsliste (AWL) für Motorsteuerung

a) AWL mit Klammern		b) AWL mit Merker		c) AWL mit RS-Speicher	
Adresse	Anweisung	Adresse	Anweisung	Adresse	Anweisung
000	U E0.1	000	U E0.1	000	U E0.2
001		001		001	
002		002		002	
003		003		003	
004		004		004	
005		005		005	
006		006		006	
007		007		007	
008		008		008	
009		009		-	-
010		010		-	-



3. Die Programme in AWL zur Motorsteuerung aus **Aufgabe 2 Blatt 15.5** sollen als Funktionsplan (FUP) erstellt werden. Ergänzen Sie dazu die **Tabelle**.

Tabelle: Funktionspläne (FUP) für Motorsteuerung	
FUP aus AWL mit Klammern	
<p>Netzwerk 1: Motorschütz</p> <p>E0.1</p> <p>A2.0</p>	<p>Netzwerk 2: Kontrollleuchte „Aus“</p> <p>A2.0</p>
<p>E0.2</p> <p>A2.0</p>	<p>Netzwerk 3: Kontrollleuchte „Ein“</p> <p>A2.0</p>
FUP aus AWL mit Merker	
<p>Netzwerk 1: Motorschütz</p> <p>E0.1</p> <p>M0.0</p>	<p>Netzwerk 2: Kontrollleuchte „Aus“</p> <p>A2.0</p>
<p>E0.2</p> <p>A2.0</p> <p>M0.0</p>	<p>Netzwerk 3: Kontrollleuchte „Ein“</p> <p>A2.0</p>
FUP aus AWL mit RS-Speicher	
<p>Netzwerk 1: Motorschütz</p> <p>E0.1</p> <p>A2.0</p>	<p>Netzwerk 2: Kontrollleuchte „Aus“</p> <p>A2.0</p>
<p>E0.2</p>	<p>Netzwerk 3: Kontrollleuchte „Ein“</p> <p>A2.0</p>

4. Erstellen Sie aus dem Funktionsplan von **Aufgabe 3** (FUP aus AWL mit Klammern) einen Kontaktplan (**Bild**) für die Motorsteuerung.

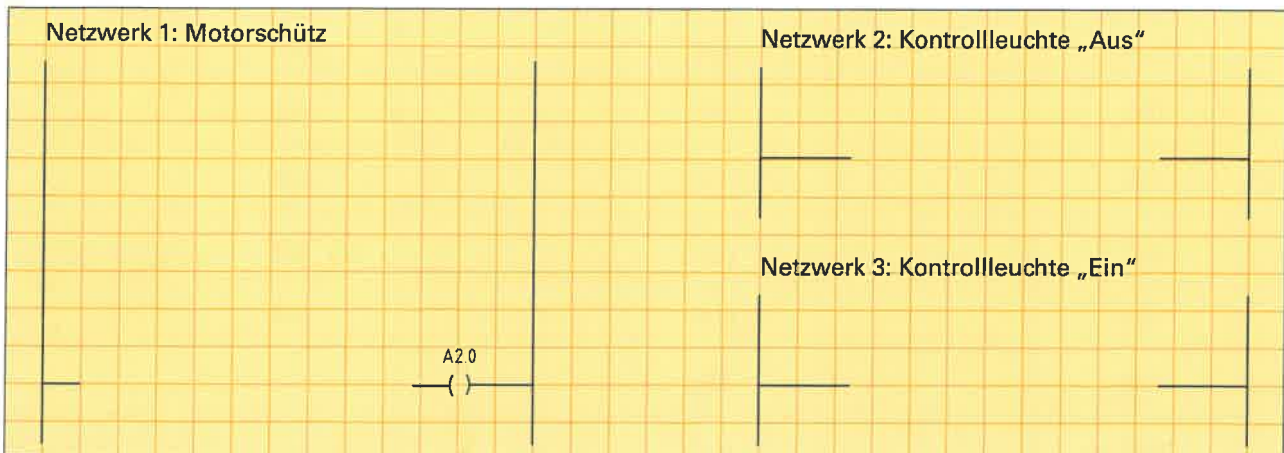


Bild: Kontaktplan für Motorsteuerung



Steuerung zur Füllung eines Wasserbehälters

Die Steuerung zur Füllung eines Wasserbehälters (Bild) soll mit einem Kleinststeuergerät umgesetzt werden. Dem Wasserbehälter wird mit einem Ventil manuell Wasser entnommen. Wenn der untere Füllstand erreicht ist, soll über eine Pumpe, die über den Schütz Q1 geschaltet wird, der Wasserbehälter bis zum oberen Füllstand gefüllt werden. Das Ein- und Ausschalten der Steuerung erfolgt mit den Tastern EIN und AUS. Beim Einschalten der Steuerung soll der Wassertank stets gefüllt werden. Der Betriebszustand EIN/AUS soll mit einer Kontrollleuchte P1 angezeigt werden. Planen Sie die Steuerung für ein Kleinststeuergerät, z.B. LOGO!

- a) Erstellen Sie die Zuordnungstabelle.
- b) Zeichnen Sie den Anschlussplan für die Steuerung.
- c) Schreiben Sie das Programm, z.B. in FUP, und testen Sie das Programm mit dem Simulator.

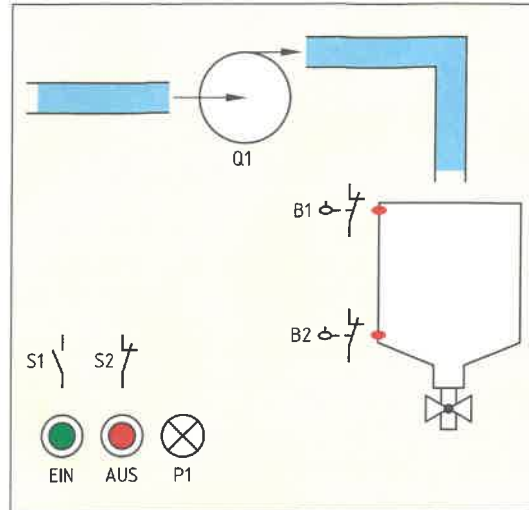
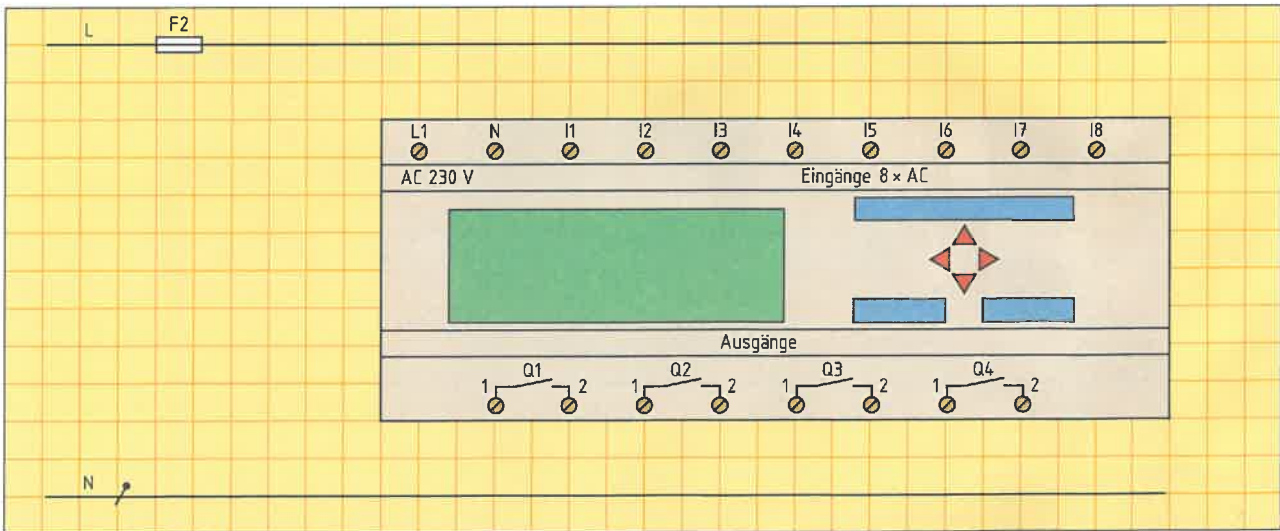


Bild: Technologieschema Füllsteuerung

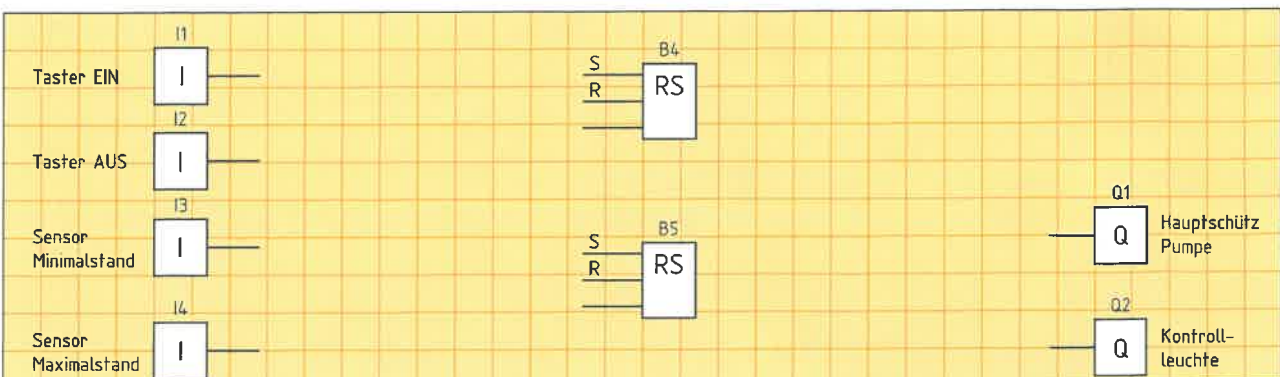
a) Zuordnungstabelle

Operand	Symbol	Kommentar	Operand	Symbol	Kommentar
I1	S1	Taster EIN			

b) Anschlussplan



c) Funktionsplan





Steuerung für eine Außenbeleuchtung

Für die Steuerung einer Außenbeleuchtung (Bild) mit mehreren Leuchten soll ein Kleinsteuergerät verwendet werden. Das Außenlicht soll von einem Bewegungsmelder als auch von einem Taster gesteuert werden. Beim Erkennen einer Bewegung oder bei einem kurzzeitigen Tastendruck soll die Beleuchtung nach der Betätigung noch für 60 s eingeschaltet bleiben. Die Umschaltung auf Dauerlicht und wieder zurück soll jeweils durch Drücken des Tasters für mehr als 5 s erfolgen. Damit der Dauerlichtbetrieb erkannt wird soll er durch eine Kontrollleuchte angezeigt werden.

- a) Erstellen Sie die Zuordnungstabelle.
- b) Zeichnen Sie den Anschlussplan für die Steuerung.
- c) Schreiben Sie das Programm, z.B. in FUP oder KOP und testen Sie das Programm mit dem Simulator.

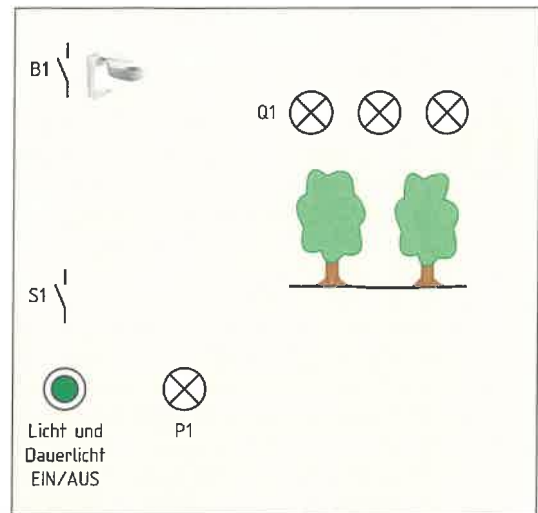
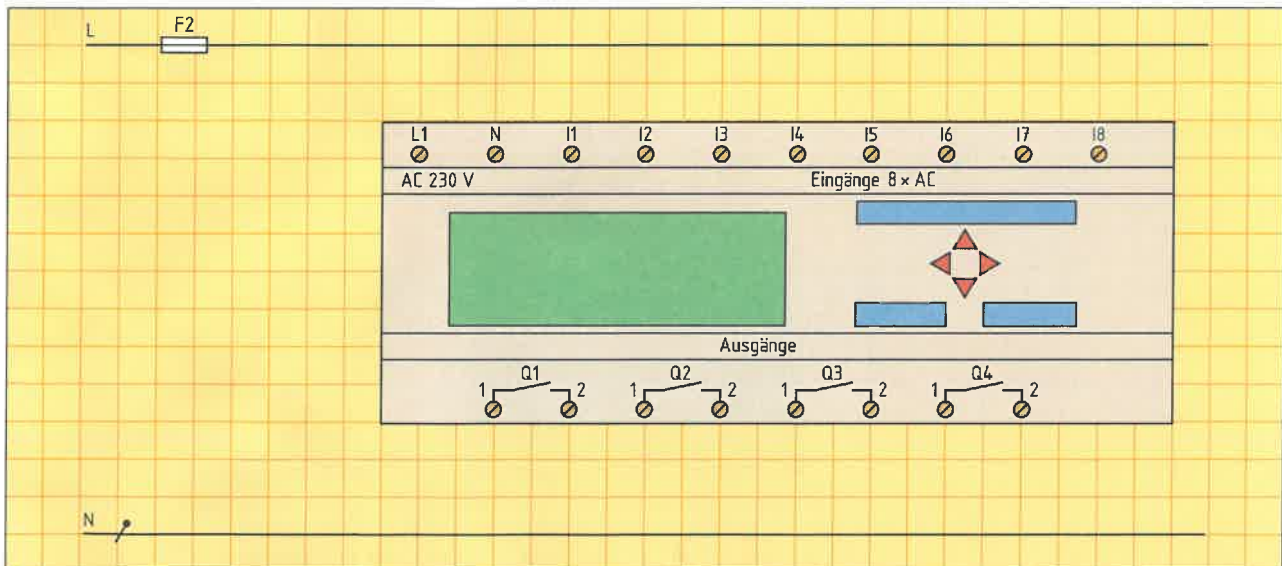


Bild: Technologieschema Beleuchtungssteuerung

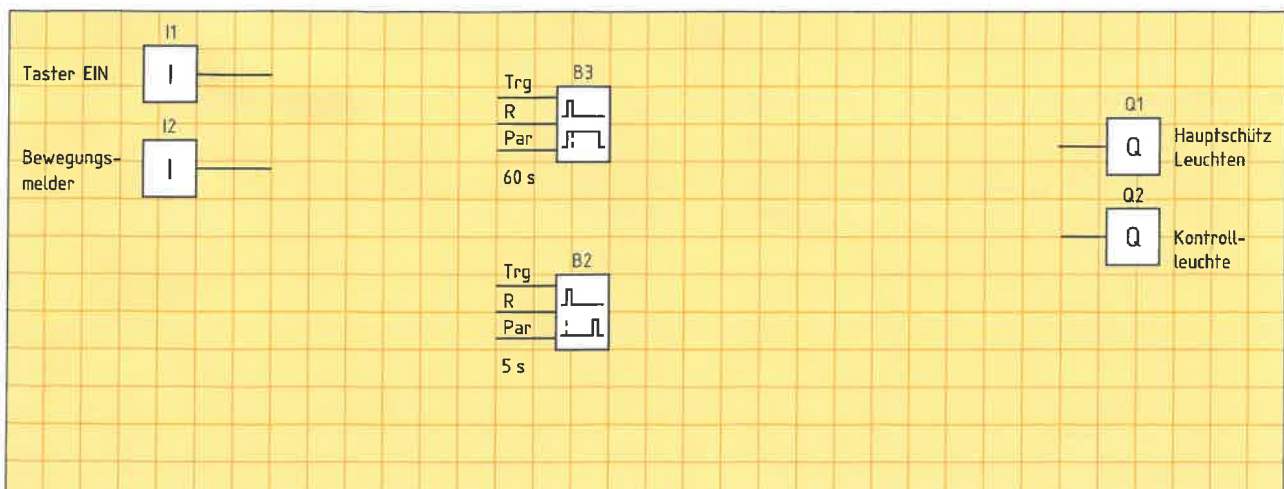
a) Zuordnungstabelle

Operand	Symbol	Kommentar	Operand	Symbol	Kommentar

b) Anschlussplan



c) Funktionsplan





Aufgabe einer Regelung ist es, eine physikalische Größe, z.B. die Ausgangsspannung eines Generators (**Bild 1**), auch bei Störeinflüssen, z.B. unterschiedlicher Antrieb oder veränderte Belastung, möglichst genau auf einem festgelegten Wert zu halten. Dabei muss die Regelung genau auf die Bedingungen einer vorhandenen Regelstrecke, z.B. einen bestimmten Generator oder einer bestimmten Laständerung, angepasst werden. Zur Beschreibung einer Regelung gibt es in der Regelungstechnik festgelegte Fachbegriffe, z.B. Regelstrecke oder Stellglied, sowie wichtige regelungstechnische Größen, z.B. Regelgröße oder Führungsgröße, die ein Elektroniker kennen muss, wenn er Regelungen planen oder einstellen muss.

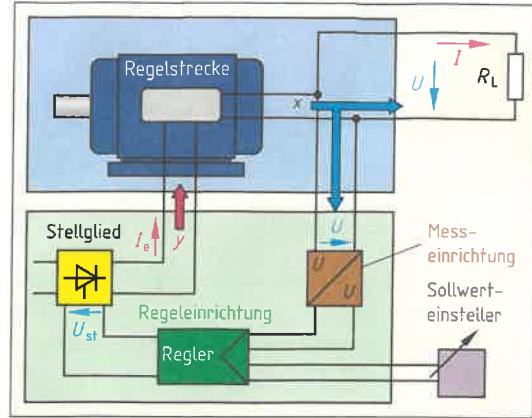


Bild 1: Regelung einer Generatorspannung

1. Wie setzt sich ein Regelkreis zusammen?

2. Ergänzen Sie die fehlenden Größen und Formelzeichen (**Tabelle**) aus der Regelungstechnik.

Tabelle: Formelzeichen der Regelungstechnik (Beispiele)

Formelzeichen	Größe	Formelzeichen	Größe
e	_____	y	_____
_____	Rückführgröße	_____	Reglerausgangsgröße
_____	Führungsgröße	z	_____
x	_____		

3. Beschriften Sie die fehlenden Bezeichnungen der Darstellung eines Regelkreises (**Bild 2**).

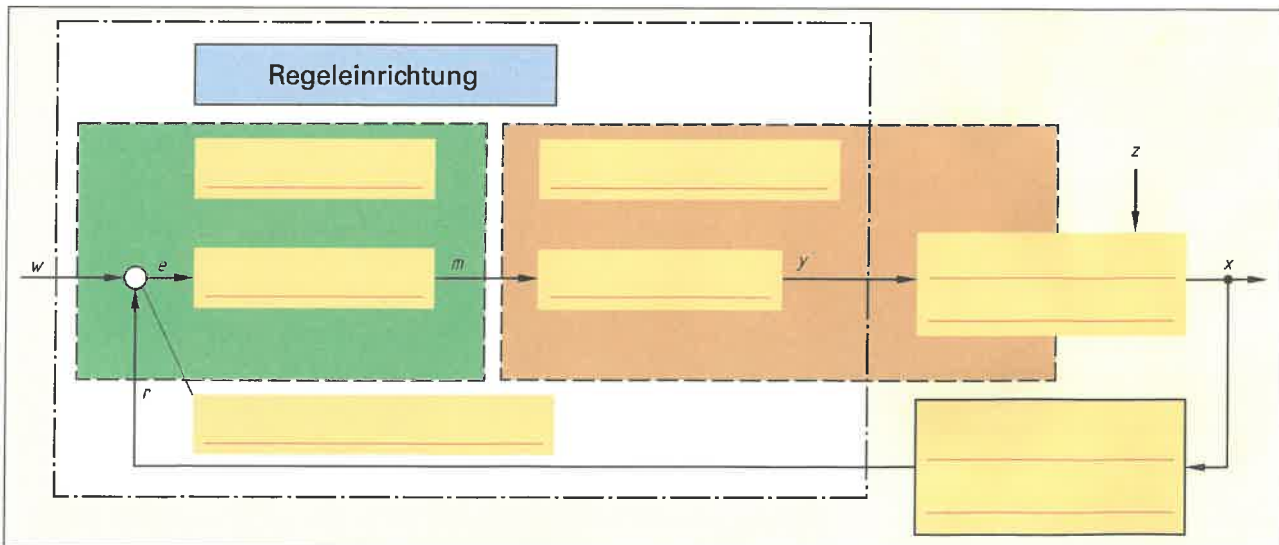


Bild 2: Regelkreis

4. Welche Aufgabe hat eine Regelstrecke?

5. Nennen Sie Beispiele für Regelstrecken.



6. Ein Raum soll gleichmäßig warm gehalten werden. Nennen Sie **a)** die Regelgröße und **b)** mögliche Störgrößen.

- a) _____
 b) _____

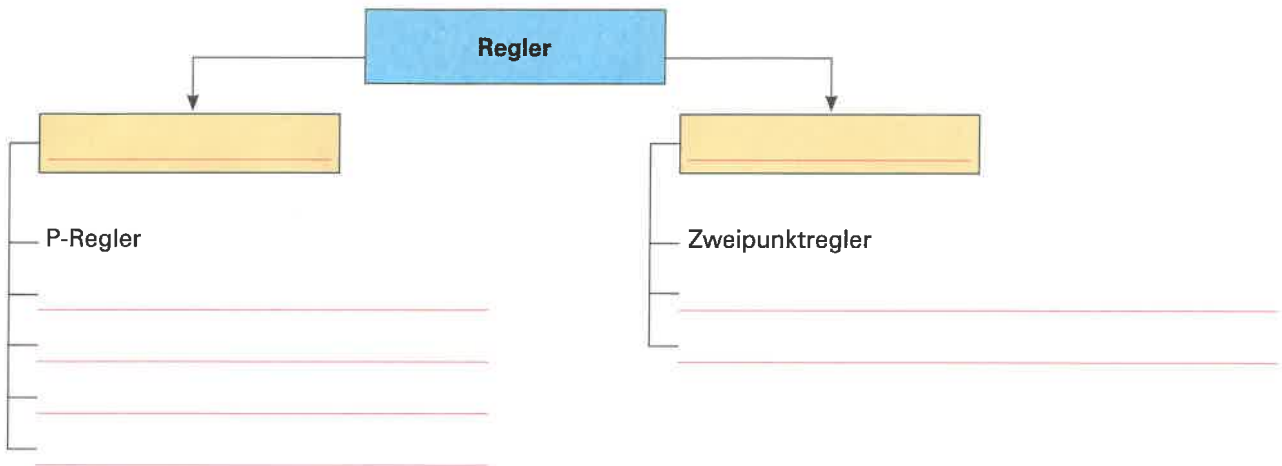
7. Welche Aufgaben hat der Regler?

8. Bei einer Raumtemperaturregelung beträgt die Führungsgröße 22 °C und die Regelgröße 19 °C. Berechnen Sie die Regeldifferenz.

Geg.:	Ges.:	Lösung:

Hinweis: Da die Raumtemperatur niedriger ist als die eingestellte Führungsgröße, muss das Ventil weiter geöffnet werden. Das Ventil bleibt solange geöffnet, bis die Regeldifferenz null wird.

9. Ergänzen Sie die Übersicht der verschiedenen Arten von Regler.

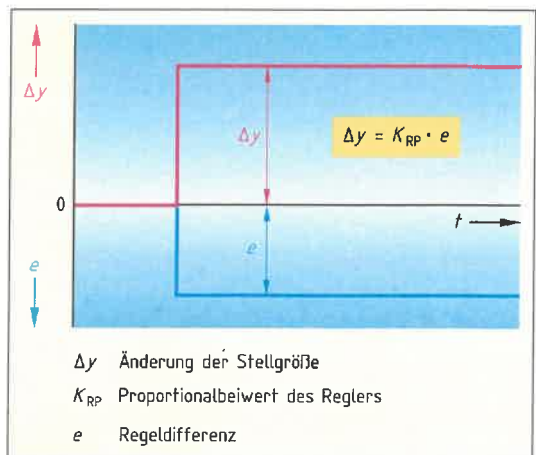


10. Worin besteht der Unterschied zwischen einem **a)** stetigen und **b)** unstetigen Regler?

- a) _____

 b) _____

11. Das Verhalten eines Reglers wird, z.B. grafisch mit der Sprungantwort Δy (**Bild**) dargestellt. Wie wird die Sprungantwort ermittelt?



Δy Änderung der Stellgröße
 K_{RP} Proportionalbeiwert des Reglers
 e Regeldifferenz

Bild: Sprungantwort-Regler