

## 1.4.1 Winkeleinheiten<sup>1)</sup>

Radian (Bogenmaß)	Die Winkeleinheit Radian (rad) ergibt sich für die Größe eines Zentriwinkels in einem beliebigen Kreis aus dem Verhältnis der Kreisbogenlänge zum Kreisradius. Für einen Vollwinkel gilt: 1 Vollwinkel = $2\pi$ rad.
Grad (Altgrad)	Der Grad (°) ist der 360ste Teil eines Vollwinkels: $1^\circ = 1/360$ Vollwinkel = $\pi/180$ rad. Der Grad wird unterteilt in Minute (') und Sekunde ("): $1^\circ = 60' = 3600''$ .
Gon (Neugrad)	Das Gon ist der 400ste Teil eines Vollwinkels: $1 \text{ gon} = 1/400$ Vollwinkel = $\pi/200$ rad. Das Gon wird geteilt durch Vorsätze: $1 \text{ cgon} = 1/100 \text{ gon} = 0,01 \text{ gon}$ ; $1 \text{ mgon} = 1/1000 \text{ gon} = 0,001 \text{ gon}$ .

### Umrechnungstabelle für Winkeleinheiten

	rad	Vollwinkel	gon	mgon	°	'	"
1 rad	1	0,159	63,66	$63,66 \cdot 10^3$	57,296	$3,438 \cdot 10^3$	$206,26 \cdot 10^3$
1 Vollwinkel	6,283	1	400	$400 \cdot 10^3$	360	$21,6 \cdot 10^3$	$1,296 \cdot 10^6$
1 gon	$15,7 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	1	1000	0,9	54	3240
1°	$17,45 \cdot 10^{-3}$	$2,778 \cdot 10^{-3}$	1,111	1111,11	1	60	3600
1'	$290,89 \cdot 10^{-6}$	$46,3 \cdot 10^{-6}$	$18,52 \cdot 10^{-3}$	18,52	$16,67 \cdot 10^{-3}$	1	60
1"	$4,848 \cdot 10^{-6}$	$772 \cdot 10^{-9}$	$308,6 \cdot 10^{-6}$	$308,6 \cdot 10^{-3}$	$277,8 \cdot 10^{-6}$	$16,67 \cdot 10^{-3}$	1

## 1.4.2 Winkelfunktionen

Dreieck ABC heißt rechtwinkliges Dreieck ( $\gamma = 90^\circ$ ). Die längste Seite  $c$  ist die **Hypotenuse**, die Seiten  $a$  und  $b$ , die Schenkel des rechten Winkels, sind die **Katheten**. Für den spitzen Winkel  $\alpha$  ist  $b$  die Ankathete und  $a$  die Gegenkathete; für den spitzen Winkel  $\beta$  ist  $a$  die Ankathete und  $b$  die Gegenkathete. Verschiedene rechtwinklige Dreiecke, welche gleiche Winkel aufweisen, sind **ähnliche Dreiecke**; ihre Seitenverhältnisse heißen Winkelfunktionen (trigonometrische Funktionen).

Winkelfunktion	Anwendung für Winkel $\alpha$	Anwendung für Winkel $\beta$
Sinus = $\frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}$	$\sin \alpha = \frac{a}{c}$	$\sin \beta = \frac{b}{c}$
Cosinus = $\frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}}$	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$	$\cos \beta = \frac{a}{c}$
Tangens = $\frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$	$\tan \alpha = \frac{a}{b}$	$\tan \beta = \frac{b}{a}$
Cotangens = $\frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}}$	$\cot \alpha = \frac{b}{a}$	$\cot \beta = \frac{a}{b}$

<sup>1)</sup> Bezeichnung nach DIN 1315: 1982-08.

# 3.4 Grundgesetze im Stromkreis

## 3.4.2 Gesetze in einfachen und verzweigten Stromkreisen

3

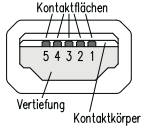
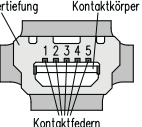
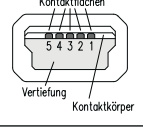
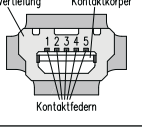


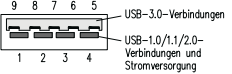
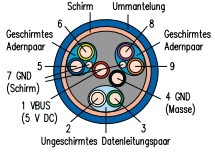
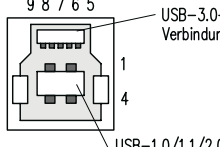
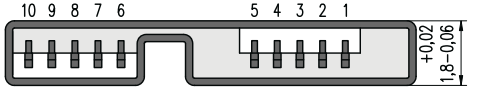
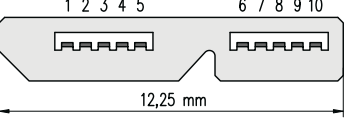
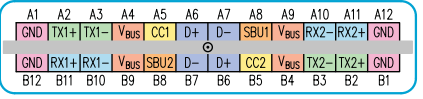
12-17f. ↑

Gesetz	Bildliche Darstellung	Berechnung	Erklärung
Ohmsches Gesetz		$I = \frac{U}{R}$ $R = \frac{U}{I}$ $U = R \cdot I$	<p><math>I</math> Strom in A  <math>U</math> Spannung in V  <math>R</math> Widerstand in <math>\Omega</math></p> $1 \Omega = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}$
Reihenschaltung von Widerständen		$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ $I = \frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3}$	<p><math>U</math> Gesamtspannung in V  <math>U_1, U_2</math> Teilspannungen in V  <math>R</math> Gesamtwiderstand in <math>\Omega</math>  <math>R_1, R_2</math> Teilwiderstände in <math>\Omega</math></p>
Spannungsfall auf Leitung ↑		$U_v = R_{Ltg} \cdot I$ $U_v = \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot S} \cdot I$ $R_{Ltg} = \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot S}$ $u_v = \frac{U_v \cdot 100}{U}$	<p><math>U_v</math> Spannungsfall in V  <math>R_{Ltg}</math> Leitungswiderstand in <math>\Omega</math>  <math>I</math> Strom in A  <math>l</math> Einfache Leiterlänge in m  <math>\gamma</math> Leitfähigkeit des Leitungswerkstoffes in <math>\text{Sm/mm}^2</math>  <math>S</math> Leitungsquerschnitt in <math>\text{mm}^2</math>  <math>u_v</math> Spannungsfall in %  <math>U</math> Bemessungsspannung in V</p>
Parallelschaltung von Widerständen		$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ $G = G_1 + G_2 + G_3 + \dots$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ $U = R \cdot I = R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2 = \dots$	<p><math>I</math> Gesamtstrom in A  <math>I_1, I_2</math> Teilströme in A  <math>R</math> Gesamtwiderstand in <math>\Omega</math>  <math>G</math> Gesamtleitwert in S  <math>G_1, G_2</math> Einzelleitwerte in S  <math>R_1, R_2</math> Einzelwiderstände in <math>\Omega</math></p>
		<p><b>1. Sonderfall:</b> Zwei Widerstände parallel</p> $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}$	<p><b>Beispiel:</b> <math>R_1 = 147 \Omega</math>; <math>R_2 = 65 \Omega</math>:</p> $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{147 \Omega \cdot 65 \Omega}{(147 \Omega + 65 \Omega)} = \underline{\underline{45,07 \Omega}}$
		<p><b>2. Sonderfall:</b> <math>n</math> gleiche Widerstände <math>R_n</math> parallel</p> $R = \frac{R_n}{n}$	<p><b>Beispiel:</b> 3 gleiche Widerstände mit <math>R = 147 \Omega</math></p> $n = 3 \Rightarrow R = \frac{R_n}{n} = \frac{147 \Omega}{3} = \underline{\underline{49 \Omega}}$
1. Kirchhoffscher Satz (Knotenpunktregel)		<p>In jedem Stromverzweigungspunkt (Knotenpunkt) ist die Summe (<math>\Sigma</math>) aller zufließenden Ströme gleich der Summe aller abfließenden Ströme:</p> $\Sigma I_{zu} = \Sigma I_{ab}$	<p><b>Beispiel:</b>  <math>I_1 = 3 \text{ A}</math>; <math>I_2 = 6 \text{ A}</math>;  <math>I_3 = 2 \text{ A}</math>; <math>I_4 = 1,5 \text{ A}</math>;  <math>I_5 = ? \text{ A}</math></p> <p><b>Lösung:</b>  Die zufließenden Ströme sind <math>I_1</math> und <math>I_5</math>.  Die abfließenden Ströme sind <math>I_2, I_3</math> und <math>I_4</math>.</p> $I_1 + I_5 = I_2 + I_3 + I_4$ $I_5 = I_2 + I_3 + I_4 - I_1$ $I_5 = 6 \text{ A} + 2 \text{ A} + 1,5 \text{ A} - 3 \text{ A}$ $I_5 = 9,5 \text{ A} - 3 \text{ A}$ $\underline{\underline{I_5 = 6,5 \text{ A}}}$

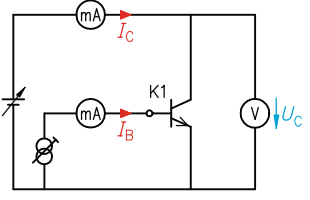
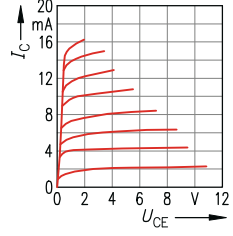
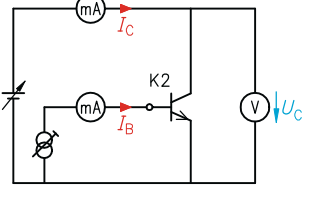
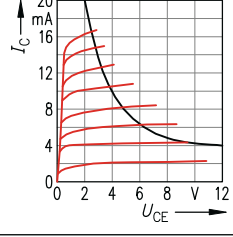
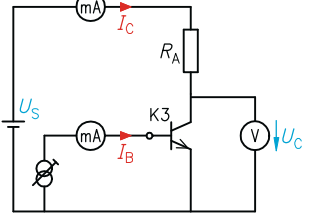
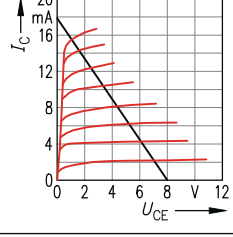
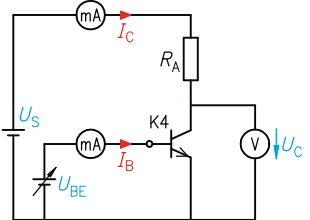
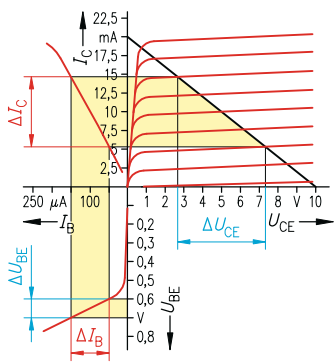
4.2.5 Festverdrahtete Logik					
Benennung Verknüpfungsgleichung	Schaltzeichen	Wertetabelle			Ersatzschaltung
		A	B	y	
<b>UND (Konjunktion)</b> $y = A \wedge B$		0 0 1 1	0 1 0 1	0 0 0 1	
<b>ODER (Disjunktion)</b> $y = A \vee B$		0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 1 1	
<b>NICHT (Negation)</b> $y = \bar{A}$		0 1 - -	- - - -	1 0 - -	
<b>NAND</b> $y = \overline{A \wedge B}$		0 0 1 1	0 1 0 1	1 1 1 0	
<b>NOR</b> $y = \overline{A \vee B}$		0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 0	
<b>Ex(klusiv)-ODER (Antivalenz)</b> $y = (\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B})$		0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 1 0	
<b>Äquivalenz, Äquijunktion</b> $y = (A \wedge B) \wedge (\bar{A} \wedge \bar{B})$		0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 1	
<b>Sperrgatter (Inhibition)</b> $y = \bar{A} \vee B$		0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 0 0	
<b>Implikation, Subjunktion</b> $y = \bar{A} \vee B$		0 0 1 1	0 1 0 1	1 1 0 1	
<b>Ersetzen von Verknüpfungsgliedern durch andere</b>					
Man erhält gleichwertige Verknüpfungsglieder, wenn 1. alle & durch $\geq 1$ ersetzt werden und 2. alle $\geq 1$ durch & ersetzt werden und 3. alle Anschlüsse gegenüber dem Ausgangszustand invertiert werden (beim NICHT-Glied besteht eine Ausnahme).		    			

## 5.2.4 Schnittstellen (Fortsetzung)

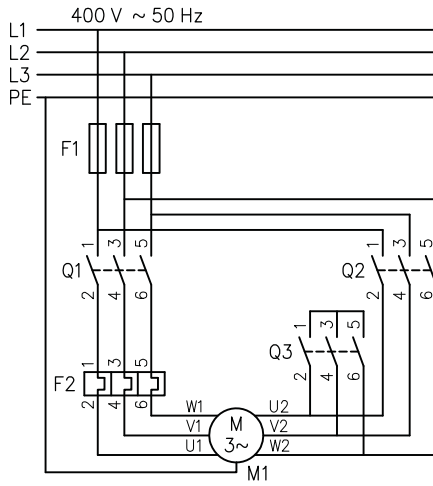
### USB-Stecker/Buchsen (Fortsetzung)

	Stecker	Buchse	Belegung																																								
1.1/2.0 Mini Typ A			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Name</th> <th>Farbe</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>VBUS</td> <td>rot</td> <td>+5 V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>D-</td> <td>weiß</td> <td>Data-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>D+</td> <td>grün</td> <td>Data+</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>ID</td> <td>--</td> <td>Host: GND Slave: offen</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>GND</td> <td>schwarz oder blau</td> <td>Signal Masse</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Name	Farbe	Beschreibung	1	VBUS	rot	+5 V	2	D-	weiß	Data-	3	D+	grün	Data+	4	ID	--	Host: GND Slave: offen	5	GND	schwarz oder blau	Signal Masse																
Pin	Name	Farbe	Beschreibung																																								
1	VBUS	rot	+5 V																																								
2	D-	weiß	Data-																																								
3	D+	grün	Data+																																								
4	ID	--	Host: GND Slave: offen																																								
5	GND	schwarz oder blau	Signal Masse																																								
1.1/2.0 Mini Typ B																																											
1.1/2.0 Micro Typ A	  einheitlicher Anschlussstecker für Mobiltelefone nach 62684: 2011-05-00																																										
1.1/2.0 Micro Typ B																																											
3.0 Standard Type A	 USB-3.0-Verbindungen USB-1.0/1.1/2.0-Verbindungen und Stromversorgung	USB-3.0-Verbindungen USB-1.0/1.1/2.0-Verbindungen und Stromversorgung																																									
3.0 Standard Type B	 USB-3.0-Verbindung USB-1.0/1.1/2.0-Verbindungen und Stromversorgung	USB-3.0-Verbindungen USB-1.0/1.1/2.0-Verbindungen und Stromversorgung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Name</th> <th>Farbe</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>VBUS</td> <td>rot</td> <td>+5 V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>USB2 D-</td> <td>weiß</td> <td>Data+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>USB2 D+</td> <td>grün</td> <td>Data-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>GND</td> <td>schwarz</td> <td>Masse</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>USB3 RX-</td> <td>blau</td> <td>Gerät zu Host</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>USB3 RX+</td> <td>gelb</td> <td>Gerät zu Host</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>GND_DRAIN</td> <td>-</td> <td>Masse</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>USB3 TX-</td> <td>violett</td> <td>Host zu Gerät</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>USB3 TX+</td> <td>orange</td> <td>Host zu Gerät</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Name	Farbe	Beschreibung	1	VBUS	rot	+5 V	2	USB2 D-	weiß	Data+	3	USB2 D+	grün	Data-	4	GND	schwarz	Masse	5	USB3 RX-	blau	Gerät zu Host	6	USB3 RX+	gelb	Gerät zu Host	7	GND_DRAIN	-	Masse	8	USB3 TX-	violett	Host zu Gerät	9	USB3 TX+	orange	Host zu Gerät
Pin	Name	Farbe	Beschreibung																																								
1	VBUS	rot	+5 V																																								
2	USB2 D-	weiß	Data+																																								
3	USB2 D+	grün	Data-																																								
4	GND	schwarz	Masse																																								
5	USB3 RX-	blau	Gerät zu Host																																								
6	USB3 RX+	gelb	Gerät zu Host																																								
7	GND_DRAIN	-	Masse																																								
8	USB3 TX-	violett	Host zu Gerät																																								
9	USB3 TX+	orange	Host zu Gerät																																								
3.0 Micro Typ A																																											
3.0 Micro Typ B																																											
3.0 Typ C USB Typ C																																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>Name</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1, A12, B1, B12</td> <td>GND</td> <td>Ground</td> </tr> <tr> <td>A2, A3, B2, B3</td> <td>TX1+, TX1-</td> <td>High Speed Data Path 1 (Transmit USB or Transmit DP Alt-Mode)</td> </tr> <tr> <td>A4, A9, B4, B9</td> <td>Vbus</td> <td>Bus Power</td> </tr> <tr> <td>A5, B5</td> <td>CC1, CC2</td> <td>Configuration Detection</td> </tr> <tr> <td>A6, A7, B6, B7</td> <td>D+, D-</td> <td>USB 2.0 Bus Interface</td> </tr> <tr> <td>A8, B8</td> <td>SBU1, SBU2</td> <td>Secondary Bus System (Alternate Connection; Headphone Analog Signal)</td> </tr> <tr> <td>A10, A11, B10, B11</td> <td>RX2+, RX2-</td> <td>High Speed Data Path 2 (Receive USB or Transmit DP Alt-Mode)</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Name	Beschreibung	A1, A12, B1, B12	GND	Ground	A2, A3, B2, B3	TX1+, TX1-	High Speed Data Path 1 (Transmit USB or Transmit DP Alt-Mode)	A4, A9, B4, B9	Vbus	Bus Power	A5, B5	CC1, CC2	Configuration Detection	A6, A7, B6, B7	D+, D-	USB 2.0 Bus Interface	A8, B8	SBU1, SBU2	Secondary Bus System (Alternate Connection; Headphone Analog Signal)	A10, A11, B10, B11	RX2+, RX2-	High Speed Data Path 2 (Receive USB or Transmit DP Alt-Mode)																		
Pin	Name	Beschreibung																																									
A1, A12, B1, B12	GND	Ground																																									
A2, A3, B2, B3	TX1+, TX1-	High Speed Data Path 1 (Transmit USB or Transmit DP Alt-Mode)																																									
A4, A9, B4, B9	Vbus	Bus Power																																									
A5, B5	CC1, CC2	Configuration Detection																																									
A6, A7, B6, B7	D+, D-	USB 2.0 Bus Interface																																									
A8, B8	SBU1, SBU2	Secondary Bus System (Alternate Connection; Headphone Analog Signal)																																									
A10, A11, B10, B11	RX2+, RX2-	High Speed Data Path 2 (Receive USB or Transmit DP Alt-Mode)																																									

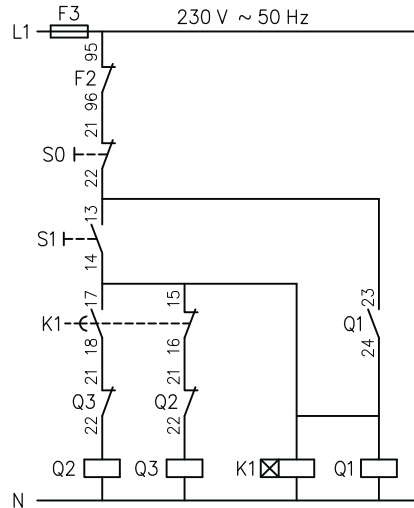
# 7.2 Grundlagen

Kennlinien (Fortsetzung)		
Messschaltung	Kennlinien	Anmerkungen
<p>7-13 ↑ <b>Beispiel:</b> Transistor ↑ (Ausgangskennlinienfeld)</p> 		<p>Der Zusammenhang zwischen Kollektorspannung <math>U_C</math> und Kollektorstrom <math>I_C</math> ändert sich, wenn der Basisstrom <math>I_B</math> geändert wird. Für unterschiedliche Basisströme werden die Kennlinien in ein Kennlinienfeld eingezeichnet. (Der Basisstrom ist <b>Parameter</b>.)</p>
<p>7-14 ↑ <b>Beispiel:</b> Verlustleistungshyperbel ↑ für <math>P_V = 40 \text{ mW}</math></p> 		<p>Alle Punkte, bei denen das Produkt aus Strom und Spannung eine Leistung von 40 mW ergibt, liegen auf der eingezeichneten Kurve.</p>
<p>7-17 ↑ <b>Beispiel:</b> Arbeitswiderstand ↑ <math>R_A = 150</math> bei <math>U_S = 8 \text{ V}</math></p> 		<p>Mit <math>R_A</math> stellen sich in der Messschaltung die durch die eingezeichnete Linie gekennzeichneten Werte ein.</p>
<p>Mehrere Kennlinienfelder können so kombiniert werden, dass die Funktion des Bauelementes in der Schaltung überschaubar wird.</p>		
<p>7-17 ↑ <b>Beispiel:</b> Transistorverstärker in Emitterschaltung</p> 		<p>Es sind drei verschiedene Kennlinienfelder so aneinandergesetzt, dass jeweils zwei gleiche Messwerte eine Achse bilden. Mit den eingefügten Einträgen wird deutlich, wie sich eine Änderung der Spannung <math>\Delta U_{BE}</math> auf die einzelnen Messpunkte auswirkt.</p>

### Anlassen mit automatischer Stern-Dreieck-Schaltung

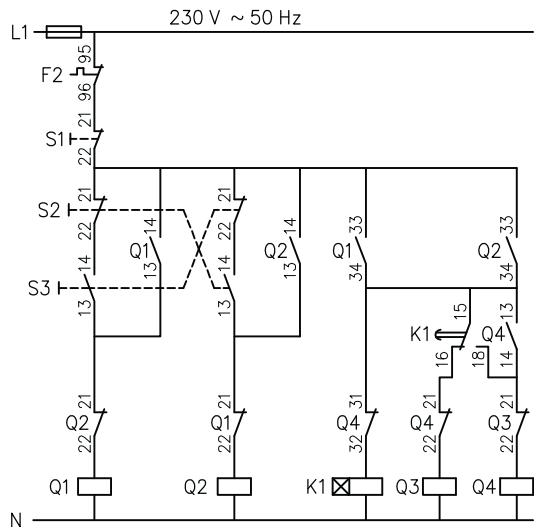
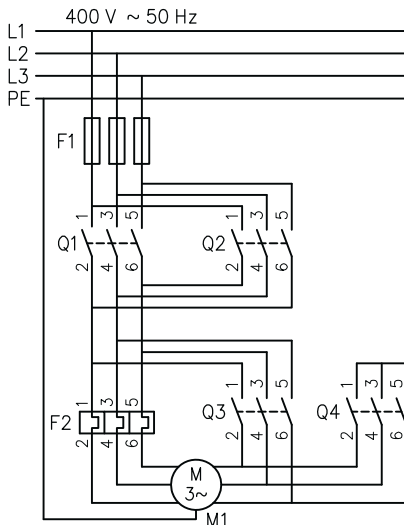


Q1 Netzschütz; Q2 Dreieckschütz; Q3 Sternschütz

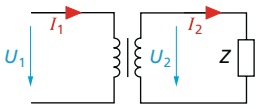
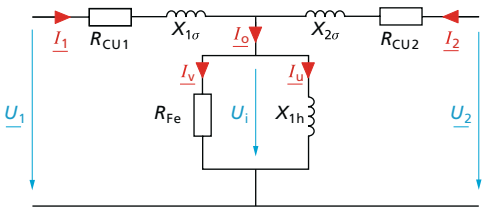
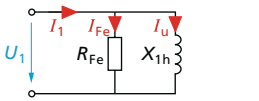
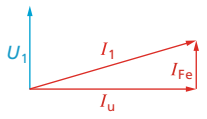
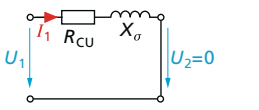
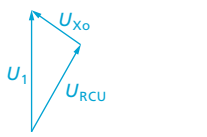
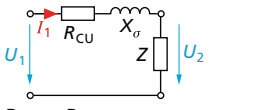
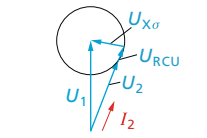
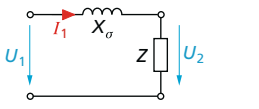
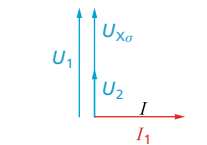


Taster S1 gibt Spannung an Sternschütz Q2 und Netzschütz Q1. Q1 legt den Motor M1 in Sternschaltung an Netzspannung. Q1 und Q3 halten sich selbst über Schließer Q1/23–24 und Taster S0 an Spannung. Gleichzeitig erhält Zeitrelais K1 Spannung. Entsprechend der eingestellten Umschaltzeit öffnet K1/15–16 Stromkreis Q3 und schließt über K1/17–18 Stromkreis Q2. Sternschütz Q3 fällt ab. Dreieckschütz Q2 zieht an und bringt M1 an volle Netzspannung. Öffner Q2 unterbricht den Stromkreis Q3 und verriegelt damit gegen erneutes Einschalten während des Betriebszustandes.

### Automatischer Stern-Dreieck-Schalter für zwei Drehrichtungen



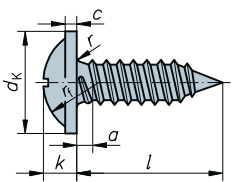
Q1 Netzschütz für Linkslauf; Q2 Netzschütz für Rechtslauf; Q3 Dreieckschütz; Q4 Sternschütz

Einphasentransformatoren		
<p>Idealer Trans-formator</p>	$\dot{u} = \frac{U_1}{U_2} \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$  <p>für Widerstandstransformation:  <math>Z' = Z \cdot \dot{u}^2 \quad R' = R \cdot \dot{u}^2 \quad X' = X \cdot \dot{u}^2</math></p>	<p>Kupfer- und Eisenverluste werden nicht berücksichtigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>U_1</math> Primärspannung</li> <li><math>U_2</math> Sekundärspannung</li> <li><math>N_1</math> Primäre Windungszahl</li> <li><math>N_2</math> Sekundäre Windungszahl</li> <li><math>I_1</math> Primärstrom</li> <li><math>I_2</math> Sekundärstrom</li> <li><math>\dot{u}</math> Übersetzungsverhältnis</li> </ul>
<p>Realer Trans-formator</p>	 <p style="text-align: center;"> <math>U_2 = U_1 \cdot \dot{u} \quad Z' = Z \cdot \dot{u}^2 \quad \underline{U}_1 = \underline{U}_1 - R_1 \cdot \underline{I}_1 - jX_{1\sigma} \cdot \underline{I}_1</math>  <math>R_{Cu2} = R_{Cu1} \cdot \dot{u}^2 \quad \underline{U}_2 = \underline{U}_1 - R_2 \cdot \underline{I}_2 - jX_{2\sigma} \cdot \underline{I}_2</math>  <math>I_2 = I_1 \cdot 1/\dot{u} \quad X_{2\sigma} = X_{1\sigma} \cdot \dot{u}^2</math> </p> <p>Das Ersatzschaltbild stellt einen 1:1-Transformator dar. Die tatsächliche Ausgangsspannung <math>U'_2</math> bzw. der tatsächliche Ausgangsstrom <math>I'_2</math> ergibt sich unter Berücksichtigung des Übersetzungsverhältnisses <math>\dot{u}</math>.</p> <p style="text-align: center;"> <math>U'_2 = \underline{U}_2 \cdot \dot{u} \quad I'_2 = \underline{I}_2 \cdot \dot{u} \quad R_2 = R'_2/\dot{u}_2</math> </p>	<p>Es werden auch die in der Praxis vorkommenden Kupfer- und Eisenverluste berücksichtigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>R_{Cu1}</math> Primärer Cu-Widerstand</li> <li><math>R_{Cu2}</math> Sekundärer Cu-Widerstand</li> <li><math>X_{1\sigma}</math> Streufluss der prim. Seite</li> <li><math>X_{2\sigma}</math> Streufluss der sek. Seite</li> <li><math>X_{1h}</math> Hauptfluss (Kopplungsfluss)</li> <li><math>R_{Fe}</math> Eisenverluste</li> </ul> <p style="text-align: right;">↑ 1-4</p>
<p>Vereinfachtes Ersatz-schaltbild für Leerlauf</p>	 <p style="text-align: center;"><math>R_{Cu} \ll R_{Fe}; X_{\sigma} \ll X_{1h}</math></p> 	<p><math>R_{Fe} \approx U_1^2/P_0</math>  <math>P_0 = \text{Leerlaufleistung}</math>  <math>I_1^2 = I_{Fe}^2 + I_U^2</math></p>
<p>Vereinfachtes Ersatz-schaltbild für Kurzschluss</p>	 <p><math>R_{Fe}</math> und <math>X_{1h}</math> vernachlässigbar, da <math>I_0 \ll I_2</math>  <math>R_{Cu} = R_{Cu1} + R_{Cu2}</math></p> 	<p><math>R_{Cu} = P_K/I_1^2</math>  <math>P_K = \text{Kurzschlussleistung}</math>  <math>Z_K = U_1/I_1</math>  <math>X_{\sigma}^2 = Z_K^2 - R_K^2</math></p>
<p>Belastungsfall</p>	 <p><math>R_{Cu1} \approx R_{Cu2}</math></p> 	<p><math>U_2</math> hängt von <math>I_2</math> und vom Lastwinkel <math>\varphi</math> ab (dies gilt bei Leistungstransformatoren).</p>
<p>Ersatz-schaltbild bei hohen Frequenzen</p>	 	<p><math>R_{Cu}, R_{Fe} &lt; X_{\sigma}</math>  <math>X_{1h}</math> vernachlässigbar, da <math>I_0 \ll I_2</math></p>

# 13.5 Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln

Referenzkennzeichen		DIN EN 81346-1: 2010-05
<p>Referenzkennzeichen dienen der unverwechselbaren Identifizierung von Objekten (z. B. elektrische Betriebsmittel) mit dem Ziel, Objektinformationen in unterschiedlichen Dokumentenarten in Beziehung zu setzen und diese nach bestimmten Strukturen zu ordnen und/oder zu untergliedern. Sie werden gebildet als Einzelebenen-Referenzkennzeichen und Mehrebenen-Referenzkennzeichen als Verkettung (Aneinanderreihung) von Einzelebenen-Referenzkennzeichen unter Beachtung genormter Gliederungsprinzipien (Strukturbaum).</p>		
Strukturen der Referenzkennzeichen		
Funktionsbezogen	Produktbezogen	Ortsbezogen
<p>Erläutert den Zweck von Objekten als Teilfunktion im System (z. B. in einem Antriebssystem). Vorzeichen: =</p>	<p>Basiert auf Art und Weise, wie ein System aus Teilobjekten zusammengesetzt ist. Vorzeichen: -</p>	<p>Basiert auf einer Lagebeschreibung von Objekten. Vorzeichen: +</p>
Format der Referenzkennzeichen		
<p>Vorzeichen und wahlweise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein Buchstabencode</li> <li>- ein Buchstabencode und eine Zahl</li> <li>- eine Zahl</li> </ul>		
Beispiele für Einzelebenen-Referenzkennzeichen		
Funktionsbezogen	Produktbezogen	Ortsbezogen
<p>= B 1 = E B = 1 2 3</p>	<p>- E 1 - RELAY - 5 6 1</p>	<p>+ G 1 + R U + 1 0 1</p>
Beziehungen zwischen Mehrebenen- und Einzelebenen-Referenzkennzeichen		
<p style="text-align: center;">Einzelebenen-Referenzkennzeichen</p> <p>Mehrebenen-Referenzkennzeichen: = B 1 = C 2 = E 3 = F 4 = G 5 = K 6</p>		
Klassifizierung von Objekten		DIN EN IEC 81346-2: 2020-10
Prinzip der Klassifizierung		
<p>Jedes Objekt (z. B. elektrisches Betriebsmittel) wird als Teil eines Prozesses mit einem Eingang und einem Ausgang angesehen und durch Zweck oder Aufgabe charakterisiert. Den Objekten sind Kennbuchstaben, unterteilt in Klassen, zugeordnet (s. Tabelle Seite 13-12).</p>		
<p><b>Eingang</b> (z. B. elektr. Energie)</p>	<p><b>Objekt</b> (z. B. Heizung)</p>	<p><b>Ausgang</b> (Wärmeenergie)</p>
Wichtige Grundregeln		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung des Objektes nach seiner Hauptaufgabe (Eingangsklasse) <b>Beispiel:</b> Elektr. Heizkörper mit „E“ (Wärmeenergie), nicht mit „R“ (Widerstand)</li> <li>• Kennzeichnung des Objektes nach seinem Hauptzweck <b>Beispiel:</b> Leistungstransistor als Schaltelement mit „Q“ (Schalten eines Energieflusses), nicht mit „K“ (Verarbeitung von Signalen)</li> </ul>		
Unterklassen		
<p>Zur detaillierteren Objektbeschreibung wird ein dreistufiges Klassifizierungsschema mit bis zu drei Stufen eingesetzt.</p>		
<p><b>Beispiel:</b> <u>Eingangsklasse</u> (Objekt zum Aussenden)</p>	<p>E B A</p>	<p>Unter-Unterklasse (Elektroheizobjekt Wärmebereitstellung durch Flüssigkeit) Unterklasse (Elektroheizobjekt) (s. Tab. Seite 13-11)</p>



14.1 Übersicht		Seite													
Ordnungszahl (= Protonenzahl) <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>29</td><td>Cu</td></tr> </table>	29	Cu	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>63,546</td></tr> </table>	63,546	<b>14.2 Chemische Elemente und ihre Verbindungen</b>	14-2									
29	Cu														
63,546															
Relative Atommasse	14.2.1 Das Periodensystem der Elemente 14.2.2 Reine Metalle 14.2.3 Legierungen 14.2.4 Kontaktwerkstoffe	14-2 14-3 14-3 14-4													
Wertigkeit	2; 1; f														
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>M</td><td>400</td><td>-</td><td>50</td><td>A</td></tr> <tr><td>S</td><td>235</td><td>-</td><td>JR</td><td>T</td></tr> </table>	M	400	-	50	A	S	235	-	JR	T	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>29</td><td>Cu</td></tr> </table>	29	Cu	<b>14.3 Stahl und Eisen: Werkstoffnormung</b>	14-5
M	400	-	50	A											
S	235	-	JR	T											
29	Cu														
	14.3.1 Begriffsbestimmung: Einteilung der Stähle 14.3.2 Kurznamen für Stähle	14-5 14-5													
$MO \cdot x Fe_2O_3$		<b>14.4 Magnetische Werkstoffe</b>	14-6												
		14.4.1 Elektrolech und Elektrobend 14.4.2 Dauermagnetwerkstoffe	14-6 14-7												
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>C</td><td>R</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>A</td></tr> </table>	C	R	0	0	2	A	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>29</td><td>Cu</td></tr> </table>	29	Cu	<b>14.5 Nichteisenmetalle: Kupfer und Legierungen</b>	14-8				
C	R	0	0	2	A										
29	Cu														
	14.5.1 Kennzeichnungssysteme für Kupfer und Legierungen 14.5.2 Kupfer 14.5.3 Kupfer für Bleche und Bänder der Elektrotechnik 14.5.4 Kupferlegierungen 14.5.5 Aluminium für die Elektrotechnik 14.5.6 Widerstandslegierungen 14.5.7 Thermobimetalle 14.5.8 Heizleiterlegierungen für Rund- und Flachdrähte 14.5.9 Hart- und Weichlote sowie Flussmittel	14-8 14-9 14-9 14-10 14-10 14-11 14-11 14-12 14-12													
<b>Kleinster Außendurchmesser:</b> <b>Grad 1:</b> Nenn- $\varnothing$ + Mindestzunahme im Grad 1		<b>14.6 Drähte und Schienen</b>	14-14												
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>PVC</td><td></td><td></td><td>P</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	PVC			P				<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>29</td><td>Cu</td></tr> </table>	29	Cu	<b>14.7 Kunststoffe</b>	14-18			
PVC			P												
29	Cu														
1 2 3	14.7.1 Kennzeichnung der Polymere 14.7.2 Thermo- und Duroplaste	14-18 14-19													
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>C200</td><td>C 210</td><td rowspan="3">Niederspannungssteatite &gt; 80 MPa Standartsteatite &gt; 120 MPa Steatite &gt; 140 MPa</td></tr> <tr><td></td><td>C 220</td></tr> <tr><td></td><td>C 221</td></tr> </table>	C200	C 210	Niederspannungssteatite > 80 MPa Standartsteatite > 120 MPa Steatite > 140 MPa		C 220		C 221	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>29</td><td>Cu</td></tr> </table>	29	Cu	<b>14.8 Isolierstoffe</b>	14-22			
C200	C 210	Niederspannungssteatite > 80 MPa Standartsteatite > 120 MPa Steatite > 140 MPa													
	C 220														
	C 221														
29	Cu														
	14.8.1 Eigenschaften elektrischer Isolierstoffe 14.8.2 Keramische und Glasisolierstoffe 14.8.3 Kennwerte für keramische und Glasisolierstoffe	14-22 14-23 14-24													
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>29</td><td>Cu</td></tr> </table>	29	Cu	<b>14.9 Maschinennormteile</b>	14-25										
29		Cu													
		14.9.1 Schrauben 14.9.2 Muttern	14-25 14-28												

## 16.2 Unternehmensformen

Unten finden Sie einen Auszug der deutschen Unternehmensformen. Es handelt sich bei den hier angeführten um die üblichsten.

Rechtsform	Gesellschaft bürgerlichen Rechts (BGB-Gesellschaft)	Offene Handelsgesellschaft	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	Aktiengesellschaft
Abkürzung	GbR	OHG	GmbH	AG
Register	kein Eintrag	Handelsregister	Handelsregister	Handelsregister
Kapital-einlage	Nicht vorgeschrieben	Nicht vorgeschrieben	25000 EUR Stammkapital (bei UG 1 EUR)	50000 EUR
Geschäfts-führung	Jede gesellschaft-tende Person	Jede gesellschaft-tende Person	Geschäftsführer/-in; bestellt durch Gesellschaft	Vorstand; bestellt durch Aufsichtsrat
Haftung	Die Gesellschaf-ten gesamtschuld-nerisch und persönlich	Die Gesellschaf-ten gesamtschuld-nerisch und persönlich	Gesellschafts- vermögen	Gesellschafts- vermögen
Gewinnbe-teiligung	4 % der Einlage; Rest gleichmäßig nach Köpfen	4 % der Einlage; Rest gleichmäßig nach Köpfen	Anteilmäßig bzw. nach Vertrag	Anteilmäßig (Dividende)
Auflösungs-grund	Tod; Liquidation; Kündigung	Tod; Liquidation; Kündigung	Beschluss	Beschluss

Die Tabelle liefert die Antwort auf die Fragestellung, welche Eigenschaften verschiedene Unternehmensformen aufweisen.

**Beispiel:** Welches Stammkapital benötige ich für die Gründung einer GmbH und welche Haftung besteht?

16

### Handlungsschritte

Rechtsform GmbH in Spalten herausuchen und unter Kapitaleinlage und Haftung die entsprechenden Einträge nachlesen.

Um eine GmbH zu gründen, werden mindestens 25000 EUR Stammkapital benötigt. Auf das Firmenkonto ist davon mindestens 50 %, also 12500 EUR, einzuzahlen. Eine Ausnahme bildet hier die sogenannte Unternehmersgesellschaft (UG). Um diese zu gründen, wird ein Mindestkapital von nur einem Euro benötigt.

Die GmbH haftet nach § 13 Abs. 2 GmbHG mit ihrem Gesellschaftsvermögen. Sie hat also sämtliche Verbindlichkeiten unbeschränkt aus ihrem Gesellschaftsvermögen zu erbringen.

## 17.2 Prüfungsablauf in handwerklichen Elektroberufen<sup>1) 2)</sup>

Prüfungsbereich	Inhalt	Zeit	Gewichtung	Bemerkungen
<b>Teil 1 der Gesellenprüfung</b>		<b>max 10 h</b>	<b>40 %</b>	
Arbeitsauftrag	<b>Praktischer Teil:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Arbeitsaufgabe (Planung, Durchführung, Kontrolle, Dokumentation)</li> <li>• Situative Gesprächsphasen</li> </ul> <b>Schriftlicher Teil:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben, die sich auf die komplexe Arbeitsaufgabe beziehen, ggf. gebunden und ungebunden</li> </ul>	 max 10 min  max 2 h	 40 %  	Geprüft werden Ausbildungsinhalte der ersten 18 Ausbildungsmonate.  <b>Teil 1</b> soll vor dem Ende des zweiten Ausbildungsjahres stattfinden.
<b>Teil 2 der Gesellenprüfung</b>			<b>60 %</b>	
Kundenauftrag	<b>Arbeitsaufgabe, die einem Kundenauftrag entspricht:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information, Planung, Durchführung, Dokumentation</li> <li>• Fachgespräch</li> </ul>	16 h  max 20 min	 17,5 %  7,5 %	
Systementwurf	<b>Schriftliche Aufgaben,</b> ggf. gebunden und ungebunden	max 120 min	12,5 %	
Funktions- und Systemanalyse	<b>Schriftliche Aufgaben,</b> ggf. gebunden und ungebunden	max 120 min	12,5 %	
Wirtschafts- und Sozialkunde	<b>Schriftliche Aufgaben,</b> ggf. gebunden und ungebunden	max 60 min	10 %	
<b>Bestehensregelung</b> Die Gesellenprüfung ist bestanden, wenn <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Gesamtergebnis von <b>Teil 1</b> und <b>Teil 2</b> und</li> <li>• im Ergebnis von <b>Teil 2</b> und</li> <li>• im Prüfungsbereich <b>Kundenauftrag</b> und</li> <li>• in mindestens zwei der drei Prüfungsbereichen <b>Systementwurf</b>, <b>Funktions- und Systemanalyse</b> und <b>Wirtschafts- und Sozialkunde</b> mindestens ausreichende Leistungen erbracht wurden <b>und</b></li> <li>• in keinem der Prüfungsbereiche von <b>Teil 2</b> ungenügende Leistungen erbracht wurden</li> </ul>				Mdl. Ergänzungsprüfung in den drei schriftlichen Bereichen von <b>Teil 2 auf Antrag des Prüflings</b> möglich, <ul style="list-style-type: none"> <li>• sofern für das Bestehen bedeutsam <b>und</b></li> <li>• sofern im betreffenden schriftlichen Teil keine ausreichenden Leistungen erzielt wurden</li> </ul>

1) In der Verordnung aufgeführte Ausbildungsberufe  
 1.) Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik  
 2.) Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik  
 3.) Elektroniker/-in für Informations- und Telekommunikationstechnik

2) Quelle: Verordnung über die Berufsausbildung zum/zur Elektroniker/-in vom 25. Juli 2008