



ANHANG

Grundformeln, Tabellen, Schaltzeichen und Kurvenblätter

| | | | |
|--------------------|---|-------------------|---|
| Ohmsches Gesetz | $U = I \cdot R$ | Induktivitäten in | |
| Leistung | $N = U \cdot I$ | Reihenschaltung | $L_g = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$ |
| Arbeit | $A = N \cdot t$ | Induktivitäten in | $\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$ |
| Elektrizitätsmenge | $Q = I \cdot t$ | Parallelschaltung | |
| Widerstand von | $R = \frac{\rho \cdot l}{F}$ | Kapazitäten in | $\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ |
| Drähten | $= \frac{l}{\kappa \cdot F}$ | Reihenschaltung | |
| Drahtquerschnitt | $F = r^2 \cdot \pi$ | Kapazitäten in | $C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$ |
| Widerstands- | | Parallelschaltung | |
| zunahme bei Er- | $R_t = R(1 + \alpha \cdot \Delta t)$ | Resonanz bei | $R_L = R_C$ |
| wärmung | | Resonanzfrequenz | $f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$ |
| Widerstände in | | Relativer | |
| Reihenschaltung | $R_g = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ | Spannungspegel | $PU = \ln \frac{U_x}{U_0} [Np]^*)$ |
| Widerstände in | $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ | | $PU = 20 \cdot \log \frac{U_x}{U_0} [dB]^*)$ |
| Parallelschaltung | | Relativer | |
| bei 2 Widerständen | $R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ | Strompegel | $PI = \ln \frac{I_x}{I_0} [Np]$ |
| Induktiver | | | $PI = 20 \cdot \log \frac{I_x}{I_0} [dB]$ |
| Widerstand | $R_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$ | Relativer | |
| Kapazitiver | $R_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$ | Leistungspegel | $PL = \ln \frac{N_x}{N_0} [Np]$ |
| Widerstand | | | $PL = 20 \cdot \log \frac{N_x}{N_0} [dB]$ |
| Scheinwiderstand | $R_S = \sqrt{R_{BI}^2 + R^2}$ | | |

*) Nach DIN 1344, S. 4 wird nach CCITT im Bereich der Postverwaltungen vorzugsweise Neper = N und Dezibel = db abgekürzt.

| | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| $\text{A } \alpha$ | $\text{B } \beta$ | $\text{Γ } \gamma$ | $\text{Δ } \delta$ | $\text{E } \varepsilon$ | $\text{Z } \zeta$ | $\text{H } \eta$ | $\text{Θ } \theta$ |
| alpha | beta | gamma | delta | epsilon | zeta | eta | theta |
| $\text{I } \iota$ | $\text{K } \kappa$ | $\text{Λ } \lambda$ | $\text{M } \mu$ | $\text{N } \nu$ | $\text{Ξ } \xi$ | $\text{O } \omicron$ | $\text{Π } \pi$ |
| jota | kappa | lambda | my | ny | xi | omikron | pi |
| $\text{P } \rho$ | $\text{Σ } \sigma$ | $\text{T } \tau$ | $\text{Υ } \upsilon$ | $\text{Φ } \varphi$ | $\text{Χ } \chi$ | $\text{Ψ } \psi$ | $\text{Ω } \omega$ |
| rho | sigma | tau | ypsilon | phi | chi | psi | omega |

TABELLE 1
Das griechische Alphabet

Elementarteilchen

- Elektron:** Kleinstes Elementarteilchen mit negativer Ladung
Ladung: $e = -4,803 \cdot 10^{-19}$ el.-stat. Ladungseinheiten
 $= -1,602 \cdot 10^{-19}$ As
Masse: $m = 9,109 \cdot 10^{-28}$ g
- Positron:** Kleinstes Elementarteilchen mit positiver Ladung
Ladung: $e = +4,803 \cdot 10^{-19}$ el.-stat. Ladungseinheiten
 $= +1,602 \cdot 10^{-19}$ As
Masse: $m = 9,109 \cdot 10^{-28}$ g
- Proton:** Positiv geladener Kernbaustein
Ladung: $e = +4,803 \cdot 10^{-19}$ el.-stat. Ladungseinheiten
 $= 1,602 \cdot 10^{-19}$ As
Masse: $m = 1,672 \cdot 10^{-24}$ g
- Neutron:** Ungeladener Kernbaustein
Masse: $m = 1,675 \cdot 10^{-24}$ g
- Meson:** Instabiles Elementarteilchen, neben anderen:
 μ -Meson etwa 209 Elektronenmassen, positive oder negative Ladung, neutral ebenfalls 209 Elektronenmassen;
 π -Meson etwa 276 Elektronenmassen, positive oder negative Ladung, neutral 265 Elektronenmassen
- Neutrino:** Teilchen ohne Ruhmasse und Ladung

Grundbausteine der Materie

- Atom:** Kleinstes, chemisch einheitliches Teilchen eines Elements, besteht aus Kern und Elektronenhülle
- Molekül:** Kleinstes, chemisch einheitliches Teilchen einer Verbindung, aufgebaut aus Atomen, Zusammenhalt durch chemische Bindung

Zusammenhang zwischen Ruhmasse und bewegter Masse

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

v Körpergeschwindigkeit, c Lichtgeschwindigkeit, m_0 Ruhmasse

TABELLE 2
Aufbau der Materie

$$\lambda = \frac{c}{f}; \quad f = \frac{c}{\lambda}; \quad c = \lambda \cdot f$$

$$c = \text{Lichtgeschwindigkeit} = 300\,000\,000 \text{ m/s}$$

TABELLE 3
Zusammenhang zwischen Frequenz und Wellenlänge

| Wellenlänge λ | Frequenz f [Hz] | Wellen- bzw. Strahlungsart | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------------|----------------|--|----------------------------|--|
| 10^4 km | $3 \cdot 10$ | Elektrische Wellen | Niederfrequenz | Technischer Wechselstrom | | |
| 10^3 km | $3 \cdot 10^2$ | | | Niederfrequente elektrische Schwingungen | | |
| 10^2 km | $3 \cdot 10^3$ | | Hochfrequenz | Lang-, Mittel- und Kurzwellen | | |
| 10 km | $3 \cdot 10^4$ | | | Ultrakurzwellen (Very high Frequency) | | |
| 1 km | $3 \cdot 10^5$ | | | Dezimeterwellen (Ultra high Frequency) | | |
| 10^2 m | $3 \cdot 10^6$ | | | Hertzische Wellen | (Super high Frequency) | |
| 10 m | $3 \cdot 10^7$ | | | | (Extremely high Frequency) | |
| 1 m | $3 \cdot 10^8$ | | | | | |
| 10 cm | $3 \cdot 10^9$ | | | | | |
| 1 cm | $3 \cdot 10^{10}$ | | | | | |
| 1 mm | $3 \cdot 10^{11}$ | | | | | |
| 10^2 μm | $3 \cdot 10^{12}$ | Lichtwellen | Infrarot | Wärmestrahlen | | |
| 10 μm | $3 \cdot 10^{13}$ | | | Sichtbares Licht | | |
| 1 μm | $3 \cdot 10^{14}$ | | Ultraviolett | | | |
| 10^3 \AA | $3 \cdot 10^{15}$ | Röntgenstrahlen | | | | |
| 10^2 \AA | $3 \cdot 10^{16}$ | | | | | |
| 10 \AA | $3 \cdot 10^{17}$ | | | | | |
| 1 \AA | $3 \cdot 10^{18}$ | Gammastrahlen | | | | |
| 10^{-1} \AA | $3 \cdot 10^{19}$ | | Radioaktivität | | | |
| 10^{-2} \AA | $3 \cdot 10^{20}$ | | | | | |
| 1 X | $3 \cdot 10^{21}$ | Kosmische Strahlen | | | | |
| 10^{-1} X | $3 \cdot 10^{22}$ | | | | | |
| 10^{-2} X | $3 \cdot 10^{23}$ | | | | | |
| 10^{-3} X | $3 \cdot 10^{24}$ | | | | | |

TABELLE 4
Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen

| Unterteilung der Frequenzen | Frequenzabschnitt | Metr. Unterteilung |
|---|-------------------|--------------------|
| VLF (Sehr niedrige Frequenzen) | unter 30 kHz | Myriameterwellen |
| LF (Niedrige Frequenzen) | 30–300 kHz | Kilometerwellen |
| MF (Mittlere Frequenzen) | 300–3000 kHz | Hektometerwellen |
| HF (Hohe Frequenzen) | 3000–30000 kHz | Dekameterwellen |
| VHF (Sehr hohe Frequenzen) | 30000 kHz–300 MHz | Meterwellen |
| UHF (Ultrahohe Frequenzen) | 300–3000 MHz | Dezimeterwellen |
| SHF (Superhohe Frequenzen) | 3000–30000 MHz | Zentimeterwellen |
| EHF (Extrem hohe Frequenzen) | 30000–300000 MHz | Millimeterwellen |
| Die Frequenzen werden bis 30000 kHz einschließlich in Kilohertz (kHz), darüber in Megahertz (MHz) ausgedrückt | | |

TABELLE 5
Benennung der Frequenzen

| | |
|--|---|
| Schalldruck: $p = v \cdot z$ [μb] | Schallgeschwindigkeit: $v = \frac{p}{z}$ [cm/s] |
| Akustischer Widerstand: $z_{\text{ak}} = \frac{p}{v \cdot F} \left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^4 \cdot \text{s}} \right]$ | Schalleistung: $N_{\text{ak}} = I \cdot F$ [10^{-7} W] |
| p = Schalldruck [μb] | z_{ak} = akustischer Widerstand $\left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^4 \cdot \text{s}} \right]$ |
| v = Schallgeschwindigkeit [cm/s] | N_{ak} = akustische Leistung [W] |
| t = akustischer Wellenwiderstand $\left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} \right]$ | F = durchströmte Fläche [cm^2] |
| I = Schallstärke [10^{-7} W/ cm^2] | |

TABELLE 6
Formeln der Akustik

| | | | | |
|--|-------|----------------------|--------------------|--------------------|
| T | Tera | $\hat{=} 10^{12}$ | = 1000 000 000 000 | = eine Billion* |
| G | Giga | $\hat{=} 10^9$ | = 1000 000 000 | = eine Milliarde** |
| M | Mega | $\hat{=} 10^6$ | = 1000 000 | = eine Million |
| k | Kilo | $\hat{=} 10^3$ | = 1000 | |
| h | Hekto | $\hat{=} 10^2$ | = 100 | |
| D | Deka | $\hat{=} 10^1$ | = 10 | |
| d | Dezi | $\hat{=} 10^{-1}$ | = 0,1 | |
| c | Zenti | $\hat{=} 10^{-2}$ | = 0,01 | |
| m | Milli | $\hat{=} 10^{-3}$ | = 0,001 | |
| μ | Mikro | $\hat{=} 10^{-6}$ | = 0,000001 | |
| n | Nano | $\hat{=} 10^{-9}$ | = 0,000000001 | |
| p | Piko | $\hat{=} 10^{-12}$ | = 0,000000000001 | |
| z. B. | 1 kV | $\hat{=} 1$ Kilovolt | = 1000 V | |
| * Amerikanisch und französisch: trillion. | | | | |
| ** Amerikanisch: billion. Französisch: milliard oder billion | | | | |

TABELLE 7
Vielfache und Teile von Einheiten

| Formelzeichen | Größe | Einheit im prakt. elektrom. Maßsystem Grundeinheiten: Ampere, Volt, Meter, Sekunde | Absolutes elektromagnet. Maßsystem cgs _{em} -System 1 cgs _{em} -Einheit ist gleich: | Elektrostatistisches Maßsystem cgs _{est} -System 1 cgs _{est} -Einheit ist gleich: |
|---------------|--|--|--|--|
| Q | Elektrizitätsmenge $Q = I \cdot t$ | Coulomb (C) = Amperesekunde (As) | 10 C | $\frac{1}{3} \cdot 10^9$ C |
| I | Stromstärke | Ampere (A) | 10 A | $\frac{1}{3} \cdot 10^9$ A |
| U | Spannung | Volt (V) | 10^8 V | ≈ 300 V |
| R | Widerstand $R = U/I$ | Ohm (Ω) | $10^9 \Omega$ | $9 \cdot 10^{11} \Omega$ |
| G | Leitwert $G = I/U$ | Siemens (S) | 10^9 S | $\frac{1}{9} \cdot 10^{11}$ S |
| A | Arbeit $A = U \cdot I \cdot t$ | Joule (J) = Watt- sekunde (Ws) | 1 erg = 10^{-7} J | 10^{-7} J |
| N* | Leistung $N = U \cdot I$ | Watt (W) | 1 erg/s = 10^{-7} W | 10^{-7} W |
| C | Kapazität $C = Q/U$ | Farad (F) 1 μ F (Mikrofarad) = 10^{-6} F | 10^9 F | $\frac{1}{9} \cdot 10^{11}$ F |
| E | Elektr. Feldstärke $E = U/l$ | Volt/Meter (V/m) | 10^6 V/m | $3 \cdot 10^6$ V/m |
| D | Elektr. Verschiebung $D = \epsilon \cdot E$ | Coulomb/Quadratmeter (C/m ²) | $\frac{10^5}{4\pi}$ C/m ² | $\frac{10^{-5}}{3 \cdot 4\pi}$ C/m ² |
| ϵ | Dielekt.-Konstante $\epsilon = \epsilon_{rel} \cdot \epsilon_0 = D/E$ ϵ_0 = Dielekt.- Konstante des Vakuums ϵ_{rel} = desgl. des Stoffes | im praktischen elektromagnet. Maßsystem: $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{9 \cdot 4\pi} \cdot \text{As/Vm}$ | im absoluten elektromagnet. Maßsystem: $\epsilon_0 = \frac{10^{-20}}{9} \cdot \text{s}^2/\text{cm}^2$ | im elektro- statischen Maßsystem: $\epsilon_0 = 1$ |

* Neuerdings wird statt N für die Leistung auch P als Formelzeichen gesetzt.

TABELLE 8
Elektrische Größen in den verschiedenen Maßsystemen

| Formelzeichen | Größe | Einheit im prakt. elektrom. Maßsystem Grundeinheiten: Ampere, Volt, Meter, Sekunde | Absolutes elektromagnet. Maßsystem cgs _{em} -System 1 cgs _{em} -Einheit ist gleich: | Elektrostatistisches Maßsystem cgs _{est} -System 1 cgs _{est} -Einheit ist gleich: |
|--------------------|--|--|---|---|
| H | Magnet. Feldstärke $H = \frac{l}{l} \cdot w$ w = Windungszahl | Ampere/Meter (A/m) | 1 Oersted = $\frac{10^3}{4\pi}$ A/m | $\frac{10^{-7}}{3 \cdot 4\pi}$ A/m |
| B | Kraftflußdichte oder magnetische Induktion $B = \frac{\Phi}{F} = \mu \cdot \frac{l \cdot w}{l} = \mu H$ | Voltsekunde/Quadratmeter (Vs/m ²) | 1 Gauß = 10^{-4} Vs/m ² = 10^{-8} Vs/cm ² | $3 \cdot 10^6$ Vs/m ² |
| Φ | Magnetischer Induktionsfluß $\Phi = B \cdot F$ $= \mu \cdot \frac{l \cdot w}{l} \cdot F$ | Weber (Wb) = Voltsekunde (Vs) | 1 Maxwell = 10^{-8} Vs | 300 Vs |
| L | Selbstinduktion $L = \frac{w \cdot \Phi}{I}$ | Henry (H) = Voltsekunde/Ampere (Vs/A) | 10^{-9} H | $9 \cdot 10^{-11}$ H |
| V _m (Θ) | Magnetische Spannung (Amperewindungen) $V_m = H \cdot l = l \cdot w$ (Θ = ΣV _m) | Ampere (A) | 1 Gilbert = $\frac{10}{4\pi}$ A | $\frac{10^{-9}}{3 \cdot 4\pi}$ A |
| R _m | Magnetischer Widerstand $R_m = \frac{l \cdot w}{\Phi} = \frac{w^2}{L}$ | $\frac{1}{\text{Henry}} \left(\frac{1}{H} \right)$ | $10^9 \frac{1}{H}$ | $\frac{1}{9} \cdot 10^{11} \frac{1}{H}$ |
| μ | Permeabilität oder Induktionskonstante $\mu = \mu_{rel} \cdot \mu_0 = \frac{B}{H}$ μ_0 = Permeabilität des Vakuums μ_{rel} = desgl. des Stoffes | im praktischen elektromagnet. Maßsystem: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am | im absoluten elektromagnet. Maßsystem: $\mu_0 = 1$ | im elektrostatistischen Maßsystem: $\mu_0 = \frac{10^{-20}}{9} \text{ s}^2/\text{cm}^2$ |

TABELLE 9
Magnetische Größen in den verschiedenen Maßsystemen

| Durchmesser [mm] | Querschnitt [mm ²] | Gewicht [kp/km] | Widerstand [Ω/km] | Länge f. 1 kp [m/kp] | Länge f. 1 Ω [m/Ω] |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| 0,4 | 0,125 | 1,11 | 156 | 800 | 7,13 |
| 0,5 | 0,196 | 1,74 | 89,5 | 574 | 11,2 |
| 0,6 | 0,283 | 2,52 | 61,9 | 397 | 16,2 |
| 0,8 | 0,503 | 4,47 | 34,8 | 224 | 28,7 |
| 0,9 | 0,636 | 5,66 | 27,4 | 176 | 36,5 |
| 1,0 | 0,785 | 6,99 | 22,3 | 143 | 44,8 |
| 1,2 | 1,131 | 10,07 | 15,5 | 100 | 64,5 |
| 1,3 | 1,348 | 12,00 | 13,0 | 83 | 76,9 |
| 1,38 | 1,5 | 13,3 | 11,7 | 75 | 85,5 |
| 1,4 | 1,539 | 13,70 | 11,4 | 73 | 87,7 |
| 1,5 | 1,767 | 15,73 | 9,94 | 64 | 101 |
| 1,785 | 2,5 | 21,3 | 7,02 | 45 | 143 |
| 1,8 | 2,54 | 22,6 | 6,91 | 44,2 | 145 |
| 2,0 | 3,14 | 27,96 | 5,58 | 35,9 | 179 |
| 2,26 | 4,0 | 36,4 | 4,38 | 27,3 | 228 |
| 2,5 | 4,91 | 43,7 | 3,58 | 29,6 | 280 |
| 2,77 | 6,0 | 53,7 | 2,92 | 18,7 | 342 |
| 3,0 | 7,07 | 62,9 | 2,48 | 15,9 | 403 |
| 3,57 | 10,0 | 69,7 | 1,76 | 11,2 | 570 |
| 4,0 | 12,57 | 111,8 | 1,39 | 8,95 | 720 |
| 4,52 | 16,0 | 142,5 | 1,095 | 7,05 | 912 |
| 5,0 | 19,63 | 174,8 | 0,893 | 5,72 | 1120 |

Leitfähigkeit $\kappa = 57 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$; Dichte von Kupfer: $8,9 \text{ p}/\text{cm}^3$

TABELLE 10

Gewicht und Gleichstromwiderstand von Kupferdrähten bei 20° C

| Durchmesser [mm] | Querschnitt [mm ²] | bei | bei | bei | bei |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | 50 Hz [Ω/km] | 10 ³ Hz [Ω/km] | 10 ⁶ Hz [Ω/km] | 10 ⁷ Hz [Ω/km] |
| 0,5 | 0,196 | 89,5 | 93 | 178 | 530 |
| 0,6 | 0,283 | 61,5 | 67 | 156 | 420 |
| 0,8 | 0,5 | 34,6 | 42,2 | 110 | 310 |
| 0,98 | 0,75 | 22,9 | 33 | 90 | 272 |
| 1,13 | 1 | 17,4 | 28 | 78,6 | 210 |
| 1,38 | 1,5 | 11,6 | 22,6 | 63 | 173 |
| 1,78 | 2,5 | 6,95 | 17 | 49 | 138 |
| 2,26 | 4 | 4,35 | 12,6 | 36,7 | 104 |
| 2,76 | 6 | 2,9 | 10 | 29,7 | 83 |
| 3,56 | 10 | 1,74 | 7,2 | 23 | 68 |
| 4,52 | 16 | 1,1 | 6,6 | 20 | 56 |

TABELLE 11

Scheinwiderstand von gestreckten Kupferdrähten in Abhängigkeit von der Frequenz (Hauteffekt)

| Relativer Pegel [Np] | Spannungsverhältnis | Leistungsverhältnis | Relativer Pegel [dB] |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| 0,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| 0,25 | 1,28 | 1,65 | 2,17 |
| 0,50 | 1,65 | 2,72 | 4,34 |
| 1,00 | 2,72 | 7,39 | 8,69 |
| 1,50 | 4,48 | 20,09 | 13,03 |
| 2,00 | 7,39 | 54,60 | 17,37 |
| 2,50 | 12,18 | 148,40 | 21,72 |
| 3,00 | 20,09 | 403,40 | 26,06 |
| 3,50 | 33,12 | 1097 | 30,40 |
| 4,00 | 54,60 | 2981 | 34,74 |
| 5,00 | 148,4 | 22086 | 43,43 |
| 6,00 | 403,4 | $1,6276 \cdot 10^5$ | 52,11 |
| 7,00 | 1097 | $1,203 \cdot 10^6$ | 60,80 |
| 8,00 | 2981 | $8,886 \cdot 10^6$ | 69,49 |
| 9,00 | 8103 | $6,566 \cdot 10^7$ | 78,17 |
| 10,00 | 22086 | $4,852 \cdot 10^8$ | 86,86 |
| 15,00 | $5,269 \cdot 10^6$ | $1,069 \cdot 10^{13}$ | 130,29 |
| 20,00 | $485,2 \cdot 10^6$ | $2,354 \cdot 10^{17}$ | 173,72 |

TABELLE 12
Umrechnung des relativen Pegels
in Spannungs- und Leistungsver-
hältnis

1 Neper = 8,686 Dezibel 1 Dezibel = 0,1151 Neper

| Absoluter Pegel [Np] | Spannung [V] | Absoluter Pegel [dB] |
|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| - 6,5 | 0,00117 | - 56,4 |
| - 6,0 | 0,00192 | - 52,1 |
| - 5,5 | 0,00317 | - 47,7 |
| - 5,0 | 0,00522 | - 43,4 |
| - 4,5 | 0,0086 | - 39,1 |
| - 4,0 | 0,0142 | - 34,7 |
| - 3,5 | 0,0234 | - 30,4 |
| - 3,0 | 0,0386 | - 26,05 |
| - 2,5 | 0,0636 | - 21,7 |
| - 2,0 | 0,1049 | - 17,35 |
| - 1,5 | 0,1729 | - 13,02 |
| - 1,0 | 0,2851 | - 8,686 |
| - 0,5 | 0,4700 | - 4,34 |
| 0,0 | 0,7750 | 0 |
| + 0,5 | 1,28 | + 4,34 |
| + 1,0 | 2,11 | + 8,686 |
| + 1,5 | 3,47 | + 13,02 |
| + 2,0 | 5,73 | + 17,35 |
| + 2,5 | 9,44 | + 21,7 |

TABELLE 13
Umrechnung des absoluten Pegels
(Neper und Dezibel) in Spannung

| Absoluter Pegel [Np] | Leistung [W] | Absoluter Pegel [dB] |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| -4,0 | $0,34 \cdot 10^{-6}$ | -34,7 |
| -3,0 | $2,48 \cdot 10^{-6}$ | -26,05 |
| -2,0 | $18,3 \cdot 10^{-6}$ | -17,35 |
| -1,0 | $135 \cdot 10^{-6}$ | -8,686 |
| ± 0 | $1,0 \cdot 10^{-3}$ | ± 0 |
| +1,0 | $7,39 \cdot 10^{-3}$ | +8,686 |
| +2,0 | $54,6 \cdot 10^{-3}$ | +17,35 |
| +3,0 | $404 \cdot 10^{-3}$ | +26,05 |
| +4,0 | 2,98 | +34,7 |
| +5,0 | 22,00 | +43,4 |

TABELLE 14
Umrechnung des absoluten Pegels (Neper und Dezibel) in Leistung

| Nennstrom I_n [A] | Prüfstrom I_p bei 20°C [A] | Auslösestrom I_A [A] | Auslösezeit bei 20°C [s] | Spulenwiderstand bei 20°C [Ω] | Kennfarbe | | Höchstzulässiger Überstrom [A] |
|---------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|--|-----------|------|--------------------------------|
| | | | | | Farbe | RAL | |
| 0,1 | 0,15 | 0,20 | 50 bis 150 | $27 \pm 1,5$ | hellrot | 3012 | 0,6 |
| 0,16 | 0,20 | 0,30 | 27 bis 80 | $15 \pm 1,5$ | schwarz | 9005 | 0,85 |
| 0,25 | 0,34 | 0,50 | 32 bis 100 | $5 \pm 0,5$ | braun | 8003 | 1,5 |
| 0,4 | 0,49 | 0,75 | 24 bis 58 | $2,55 \pm 0,15$ | gelb | 1012 | 2,0 |
| 0,5 | 0,65 | 1,00 | 26 bis 53 | $1,45 + 0,07$ $- 0,05$ | weiß | 9002 | 2,65 |
| 0,7 | 0,87 | 1,20 | 43 bis 155 | $0,78 + 0,07$ $- 0,08$ | hellblau | 5007 | 3,6 |
| 0,8 | 1,09 | 1,50 | 40 bis 155 | $0,5 \pm 0,05$ | rot | 3000 | 4,5 |
| 1,0 | 1,36 | 2,00 | 30 bis 90 | $0,32 \pm 0,03$ | grau | 7002 | 5,6 |
| 1,6 | 2,16 | 3,00 | 40 bis 240 | $0,12 \pm 0,02$ | grün | 6010 | 9,2 |

Nennstrom: Dauerbelastung der Sicherung.

Prüfstrom: Die Sicherung muß diesen Wert mindestens eine Stunde halten.

Auslösestrom: Der Auslösestrom kann je nach dem Nennwert der Sicherung 20–500 Sekunden lang über die Sicherung fließen, bevor diese auslöst. Kurzzeitige Vorgänge, z. B. Wählereinstellung, Wählerrückstellung usw. können den Nennstromwert überschreiten und bis an den Wert des Auslösestroms herangehen.

TABELLE 15
Größen und Kennwerte der Umkehrauslöser nach DIN 41 566

| Kennzahl: KW-Nr. | Werkstoff | % | Verwendungshinweis |
|---------------------|-------------------------|---------|---|
| 10 | Platin | 100 | erhöhte Schaltsicherheit – starke Materialwanderung |
| 11 | Platin/Iridium | 90/10 | |
| 12 | Platin/Nickel | 75/25 | |
| 13 | Platin/Nickel | 92/8 | anstelle von KW 40, wenn Kontakte bes. chem. Ein- flüssen ausgesetzt sind |
| 14 | Platin/Wolfram | 95/5 | |
| 20 | Gold | 100 | in nicht gefritteten Sprech- stromkreisen |
| 21 | Gold/Nickel | 95/5 | |
| 30 | Palladium | 100 | bei stärkerer Belastung nicht schaltsicher, Spitzenbildung |
| 31 | Palladium/Silber/Kupfer | 30/65/5 | |
| 32 | Palladium/Kupfer | 85/15 | hohe Schaltsicherheit; bei 60 V, $i \leq 0,5$ A und bei 24 V |
| 40 | Wolfram plattiert | 100 | bei 60 V, $i \geq 0,5$ A nicht bei 24 V verwenden |
| 50 | Silber | 100 | Normalkontakt auch in gefritteten Sprechstrom- kreisen |

TABELLE 16 Kontaktwerkstoffe (KW)

| Baustufe | Amtsleitung Mindest/ Endausb. | Nebenstellen Mindest/ Endausb. | Innenverbdgs.- satz Mindest/ Endausb. | Betriebs- spannung [V] | Zuläss.Wid.d. TIn-Ltg nach FeO [Ω] |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|------------------------------|---|
| 1/1 | 1 | 2* | 1** | 24 | 2 × 200 |
| 1/2 | 1 | 3* | 1** | 24 | 2 × 200 |
| 1/3 | 1 | 4* | 1 | 24 | 2 × 200 |
| 1/5 | 1 | 6* | 1 | 24 | 2 × 200 |
| 1/9/2 | 1 | 10* | 2 | 24 | 2 × 200 |
| II A | 2 | 10 | 2 | 24 | 2 × 200 |
| II B/C | 2/3 | 15/25 | 2/3 | 24 | 2 × 200 |
| II D | 3/5 | 25 | 3/4 | 24 | 2 × 200 |
| II E | 3/5 | 30/50 | 4/6 | 24 | 2 × 200 |
| II F | 3/7/8 | 30/60/50 | 4/6 | 60 | 2 × 500 |
| II G | 5/10 | 50/100 | 5/12 | 60 | 2 × 500 |
| III S | 5/unbegrenzt | 50/unbegrenzt | 5/unbegrenzt | 60 | 2 × 500 |
| III W | 5/unbegrenzt | 50/unbegrenzt | 5/unbegrenzt | 60 | 2 × 500 |

* Nebenstellenzahl einschließlich Abfragestelle
** Innenverbindungsmöglichkeiten





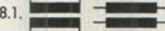






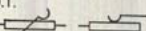


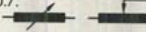




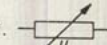
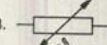
TABELLE 17 Übersicht über die TN-Universal-Zentralen (W-Nebenstellenanlagen)






















Schaltzeichen

Auszug aus DIN 40700 bis 40717

| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|--------------------|---------------|---|---|
| 40710 | | | |
| 1. | | Gleichstrom, allgemein | |
| 2. | | Wechselstrom, allgemein | |
| 4. | | Gleichstrom oder Wechselstrom (Allstrom) | |
| 6. | | Tonfrequenz - Wechselstrom | |
| 40711 | | | weitere Darstellungsarten DIN 40711 |
| 1. | 1.1. | Leitung, allgemein | |
| | | Besonders hervorzuhebende Leitung | |
| 3. | | Bewegbare Leitung | Freihandlinie |
| 7. | | Verdrillte Leitung, z. B. 2adrig | |
| 11. | | Leitung mit Kennzeichnung der Leiterzahl, z. B. 3 Leiter | |
| 14. | | Kreuzung von Leitungen ohne Verbindung | |
| 15. | 15.1. | Leitende Verbindung von Leitungen | |
| 16.1. | | Verbindungsstelle allgemein, insbesondere betriebsmäßig nicht lösbare Verbindung | z. B. Lötverbindung |
| 16.2. | | Lösbare Verbindung | z. B. Klemme |
| 40712 | | | |
| 26.1. | | Trennlinie | z. B. zwischen zwei Schaltfeldern |
| 26. | | Umrahmung für Geräte | z. B. für Gehäuse oder Anlagenteile Schaltfelder |
| 40700 Bl. 6 7. | | Mehrpoliger, konzentrischer Stecker, Klinkenstecker (Stöpsel) | |
| 11. | | Dreipolige Klinke | |
| 40713 | | | |
| 6. | 6.3. | Kupplungsschaltstück | |
| | 6.4. | 6.3. Steckerhülse, fest 6.4. desgl. beweglich | |
| | 6.1. | 6.1. Steckerstift, fest 6.2. desgl. beweglich | |
| | 6.2. | | |
| 60.1. | | Steckvorrichtung | |
| 60. | | Stecker, beweglich | |
| 60.2. | | zweipolig, beide Teile beweglich | |
| 40700 Bl. 6 14. | | Trennstelle mit Verbindungsstecker | allgemein |

| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|-------|---------------|---|---|
| 40712 | 11.1. | Galvanische Stromquelle (Element, Akkumulator, Batterie) | Spannungs- und Polaritätsangabe, falls erforderlich |
| 11. | 11.2. | Batterie mit n Zellen | |
| 13.1. | | Batterie mit Anzapfung feste Anzapfung | |
| 13. | 13.2. | stufig verstellbare Anzapfung | |
| 14. | | Batterie mit n_1 Zellen und n_2 elektro- lytischen Gegenzellen | |
| 5.1. | | Kondensator allgemein | |
| 5. | 5.4. | Elektrolytkondensator, gepolt | |
| 5.5. | | desgleichen, ungepolt | |
| 2. | 2.3. | rein kapazitiver Widerstand | |
| 40713 | 47.1. | Sicherung (Schmelzsicherung Rücklötsicherung) | Beschriftung im Strom laufplan z. B. |
| 47.2. | | mit Darstellung der Klemme für den netzzeitigen Anschluß | |
| 47. | 47.3. | Grobsicherung | |
| 47.4. | | Feinsicherung | Zeichnerisches Seitenver- hältnis 1 : 3 |
| 40712 | 20.1. | Erdung allgemein | Zeichnerisches Seiten- verhältnis 1 : 6 bis 1 : 3 |
| 20. | 20.2. | mit Angabe des Erdungszweckes, z. B. Betriebserde | |
| 21. | | Anschlußstelle für Schutzleitung nach VDE 0100 | |
| 22. | 22.1. | Masse, Körper allgemein mit Darstellung des Potentials, z. B. III | |
| 1.1. | | Ohmscher Widerstand allgemein | |
| 1. | 1.2. | mit Anzapfungen | |
| 1.3. | | rein Ohmscher Widerstand | |
| 3.1. | | Induktiver Widerstand allgemein | |
| 3. | 3.2. | mit Anzapfungen | |


















| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|---|--|---|--|
| 40712 | 3.3.  90° | rein induktiver Widerstand | |
| | 6.2.  | Drosselspule Luftdrossel | |
| | 6.3.  | Drosselspule mit Eisenkern | |
| | 6.4.  | desgleichen mit Luftspalt | |
| | 8.1.  | Transformator, Über- trager, Wandler allgemein | |
| | 8.2.  | ohne Kern | |
| | 8.3.  | mit Eisenkern | |
| | 8.4.  | desgleichen mit Luftspalt | |
| | 8.5.  | mit Massekern | |
| | 8.7.  | mit Schirmung | |
| | 7.3.  | Dauermagnet allgemein | |
| | 10.1.  | Beispiele für Verstell- barkeit: Ohmscher Widerstand, stufig verstellbar | Zeichnerisches Seiten- verhältnis 1 : 6 bis 1 : 3 |
| | 10.2.  | Ohmscher Spannungsteiler, stetig verstellbar | |
| 10.6.  | Kapazität, stetig verstellbar | | |
| 10.7.  | Induktivität, stetig verstellbar | | |
| 9. | 9.1.  | Kennzeichen für Einstellbarkeit | |
| | 9.2.  | stufige Verstellbarkeit | |
| | 9.3.  | stetige Verstellbarkeit | |
| | 9.4.  | selbsttätige Verstellbarkeit, stufig | |
| 40700 Bl. 8 | 5.1.  | Widerstand, dessen Wert von einer physikalischen Größe abhängig ist spannungsabhängig (Varistor) | |
| 5. | 5.3.  | temperaturabhängig (Heißeleiter, Kaltleiter) | |

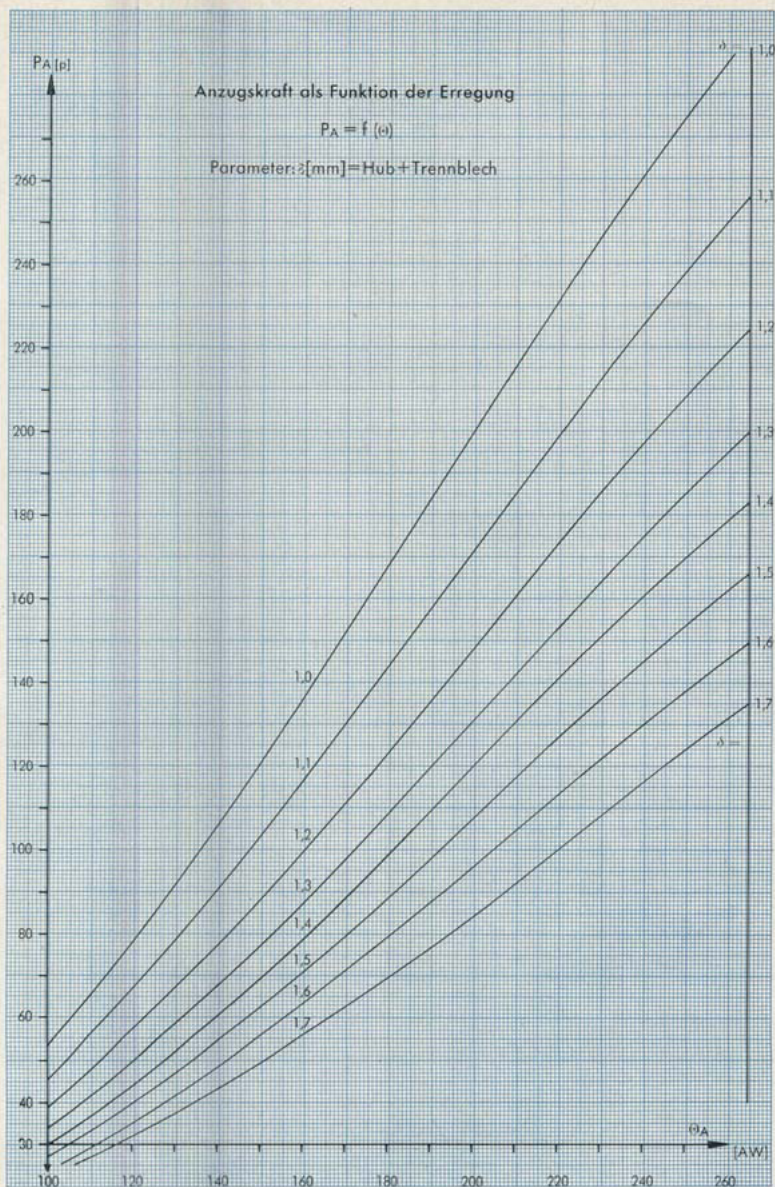
| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|----------------|---|---|--|
| 40700 Bl. 8 | 5.4.  | desgl. mit Darstellung des Heizers bei Fremdheizung | |
| 5. | 5.5.  | desgl. mit Kennzeichnung des negativen Temperaturkoeffizienten (Heißleiter) | |
| 40713 | 38.4.  | Relais allgemein | Zeichnerisches Seitenverhältnis 1:2 |
| 38. | 38.5.  | desgl. mit Angabe des Ohmschen Widerstandes, z. B. 500 Ω | |
| | 38.6.  | desgl. mit Angabe der Stromart und Frequenz, z. B. 100 Hz | |
| | 41.1.  | mit magnetischer Abfallverzögerung | |
| | 41.2.  | mit magnetischer Anzugsverzögerung | |
| 41. | 41.3.  | mit magnetischer Anzugs- u. Abfallverzögerung | |
| | 41.4.  | mit elektrothermischer Verzögerung | |
| | 40.1.  | gepolt, für 3 Schaltstellungen, mit Grundstellung in der Mitte, mit selbsttätigem Rückgang | |
| | 40.2.  | gepolt, für zwei Schaltstellungen, ohne selbsttätigen Rückgang (auch anzuwenden für Remanenzrelais) | |
| 40. | 40.3.  | gepolt, für 2 Schaltstellungen, nur in einer Stromrichtung wirkend, mit selbsttätigem Rückgang | |
| | 40.5.  | mit je einem Teilsystem für jede Wirkrichtung, für zwei Schaltstellungen, ohne selbsttätigen Rückgang | |
| |  | Kraftmagnet | z. B. Magnetspulen für Wähler |
| 40708 | 7. 7.2.  | Zählwerk, elektromechanisch betätigt, z. B. Gesprächszähler | |
| 40713 | 9.  | Schaltglieder Ausschaltglied, Öffner | Früher: Ruhekontakt Arbeitskontakt |
| 10. |  | Einschaltglied, Schließer | |
| 11. 11.1. |  | Umschaltglied, Wechsler mit Unterbrechung | |
| 11.2. |  | ohne Unterbrechung | |
| |  | Zwillingsöffner | |
| |  | Zwillingschließer | |

| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|----------------|---------------|---|--|
| 40713 | | Kennzeichen einer von der Grundstellung abweichenden Schaltstellung. Das Schaltglied befindet sich bei betriebsbereitem Zustand der Anlage in der gestrichelten Stellung, z. B. Überwachungsrelais. Auch gültig zur Darstellung eines bestimmten Betriebszustandes der Anlage, der dann anzugeben ist. bei einem Zwillingschließer | |
| 40700 Bl. 6 | 1. | Stellschalter, allgemein (Kippschalter, Druck-Zugschalter usw.) Betätigung z. B. beim Druck-Zugschalter durch Drücken durch Ziehen 1.1. Schließer 1.3. Schließer 1.2. Öffner 1.4. Öffner | Taste mit Rastung |
| 2. | | Tastschalter, allgemein (Kippschalter, Druckschalter usw.) 2.1. Schließer 2.2. Öffner | Taste ohne Rastung |
| 3. | 3.1. | Druck-Zugschalter (mit Rastung) | Darstellung nach 3, 4 u. 5 in Bauschaltplänen und für zusätzliche Übersichten auf Stromlaufplänen |
| 3.2. | | Grundstellung: Antriebsglied gezogen Grundstellung: Antriebsglied gedrückt | |
| 4. | | Druckschalter (ohne Rastung) | Nicht beschaltete Federn können durch Strichelung gekennzeichnet werden |
| 5.1. | | Schalter mit Handbetätigung Zweistellenschalter mit Grundstellung und einer Arbeitsstellung mit Rastung | Das Handbetätigungszeichen mit dem Rückzugspfeil ist dem entsprechenden Federsatz zuzuordnen Beispiel für die Bezeichnung von Federsätzen AS = Abfrage-Schalter RS = Ruf-Schalter |
| 5.2. | | desgleichen mit Grundstellung und einer Arbeitsstellung ohne Rastung | |
| 5.3. | | Dreistellenschalter mit Grundstellung und je einer Arbeitsstellung mit u. ohne Rastung | |
| 40713 | 27. | Darstellung für selbsttätig. Rückgang (in Pfeilrichtung) nach Aufhören der Betätigungskraft | |
| 22. | 22.1. | Handantrieb | |
| 40700 Bl. 1 | 1.1. | Wähler, allgemein insbesondere Wähler mit einem Einstell- | |

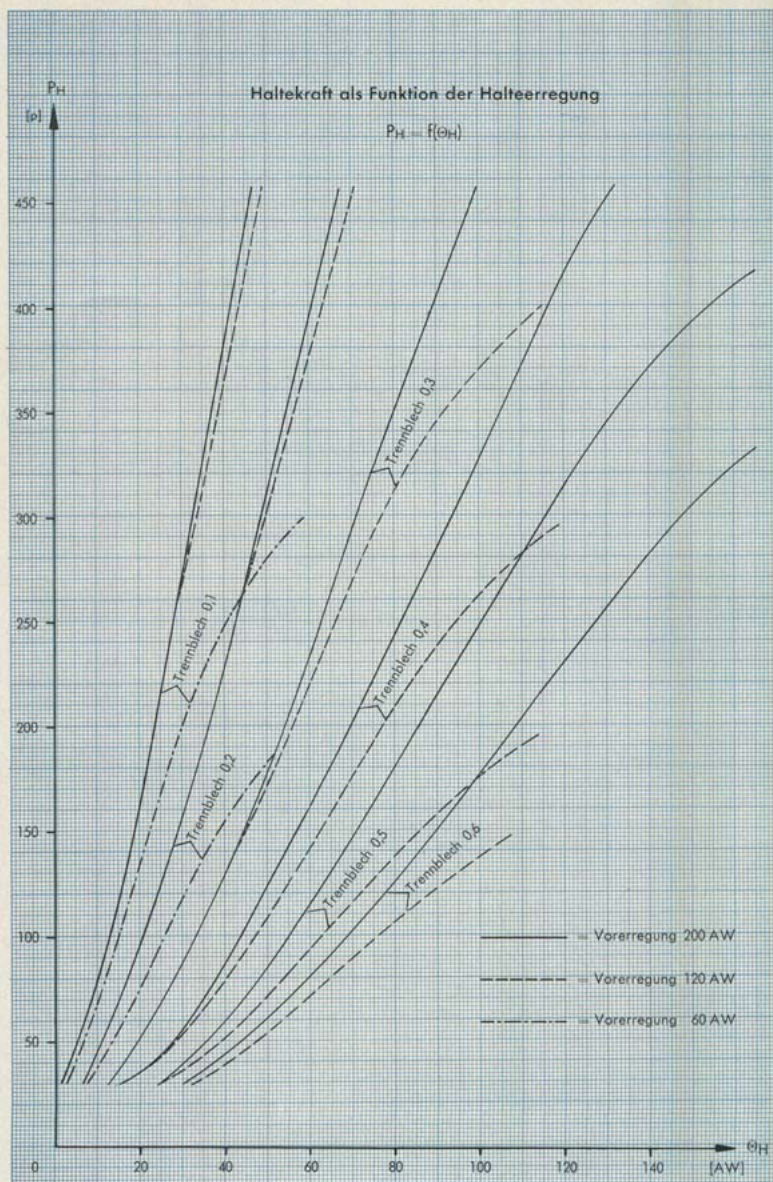
| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|-----------------|--|---|-----------------------------------|
| 40700 Bl. 1 | 1.2. | vorgang, z. B. Drehwähler desgl. mit Darstellung der Nullstellung | |
| | 1.3. | desgl. mit Darstellung des Abschaltsschrittes | |
| | 1.4. | Drehwähler mit Angabe der Schrittzahl, z. B. 25 Schritte | |
| | 2. 2.1. | Wähler mit zwei unterschiedlichen Einstell- vorgängen, z. B. Hebdrehwähler | |
| | 3.1. | Schaltbahn, allgemein | |
| | 3.2. | desgl. mit Darstellung der Einzelschritte, insbesondere beim Anschluß nicht gleich- artiger Leitungen | |
| | 4.1. | Schaltbahn mit Richtungs- aufteilung | |
| | 4. 4.2. | Verschiedene Darstellungen für Wähler mit einem Einstellvorgang | |
| | 4.4. | Darstellung für Wähler mit zwei unterschied- lichen Einstellvorgängen | |
| | 8. | Relaiswähler, allgemein | |
| | 9. | Wähler mit zwei unterschiedlichen Einstell- vorgängen. Darstellung bei Vielfach- schaltung einiger Leitungen über mehrere Wähler | |
| | 10. | Wähler, dessen Einstellung durch eine Markierung gesteuert wird | |
| | 12. | Nummernschalter | |
| | 13. | Zahlengeber, allgemein | |
| 14. 14.1. | Periodischer Unterbrecher allgemein | | |
| 14.2. | desgl. mit Relais z. B. Relaisunterbrecher | | |
| 40700 Bl. 10 | 41.1. | Fernsprecher allgemein | |
| | 41.2. | Fernsprecher für W-Betrieb | |
| | 41.3. | Fernsprecher für ZB-Betrieb | |
| | 41.4. | Fernsprecher für OB-Betrieb | |
| 40717 67. | 67.2. | halbamtsberechtigt | Darstellung falls erforderlich |

| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|--------------------|---------------|---|--|
| 40717 | | | |
| 67. | 67.3. | amtsberechtigt | |
| | 67.4. | fernberechtigt | |
| 40700 Bl. 10 | | Fernmeldezentralen OB-Vermittlung | |
| | | ZB-Vermittlung | |
| | | Wählerzentrale | |
| 40708 | | | |
| 2.1. | | Leuchtmelder | |
| 2. | | allgemein, insbesondere mit Glühlampe | |
| 2.4. | | desgleichen mit Glimmlampe | |
| 3. | 3.1. | Melder mit selbsttätigem Rückgang z. B. Zeigermelder, Schauzeichen, Winker | |
| | 14.2. | Wecker | |
| | 14.3. | mit Angabe der Stromart Einschlagwecker, Gong | |
| 14. | 14.4. | Wecker für Sicherheitsschaltung | |
| | 14.7. | Wecker ohne selbsttätige Löschung, Fortschellwecker | |
| 15. | 15.1. | Schnarre | |
| | 15.2. | Summer | |
| 16. | 16.2. | Hupe oder Horn mit Angabe der Stromart | |
| 40700 Bl. 5 22. | | Uhr | |
| | | allgemein, insbesondere Nebenuhr | |
| 40700 Bl. 9 | | | |
| 1. | | Mikrophon, allgemein | |
| 2. | | Fernhörer, allgemein | |
| 3. | 3.1. | Lautsprecher, allgemein | |
| 40700 Bl. 2 | | Photozelle, allgemein | |
| 40712 18. | 18.1. | Gleichrichter, elektrisches Ventil, allgemein | Die im Leitungszug liegende Spitze des Dreiecks gibt die Stromdurchlaßrichtung an. |
| | 18.2. | Trockengleichrichter Halbleiterdiode, Halbleitergleichrichter | |
| 40700 Bl. 2 | | | |
| 24.1. | | Diode, Einweggleichrichter mit direkt geheizter Kathode | |
| 24. | 24.2. | Glimmgleichrichter | |

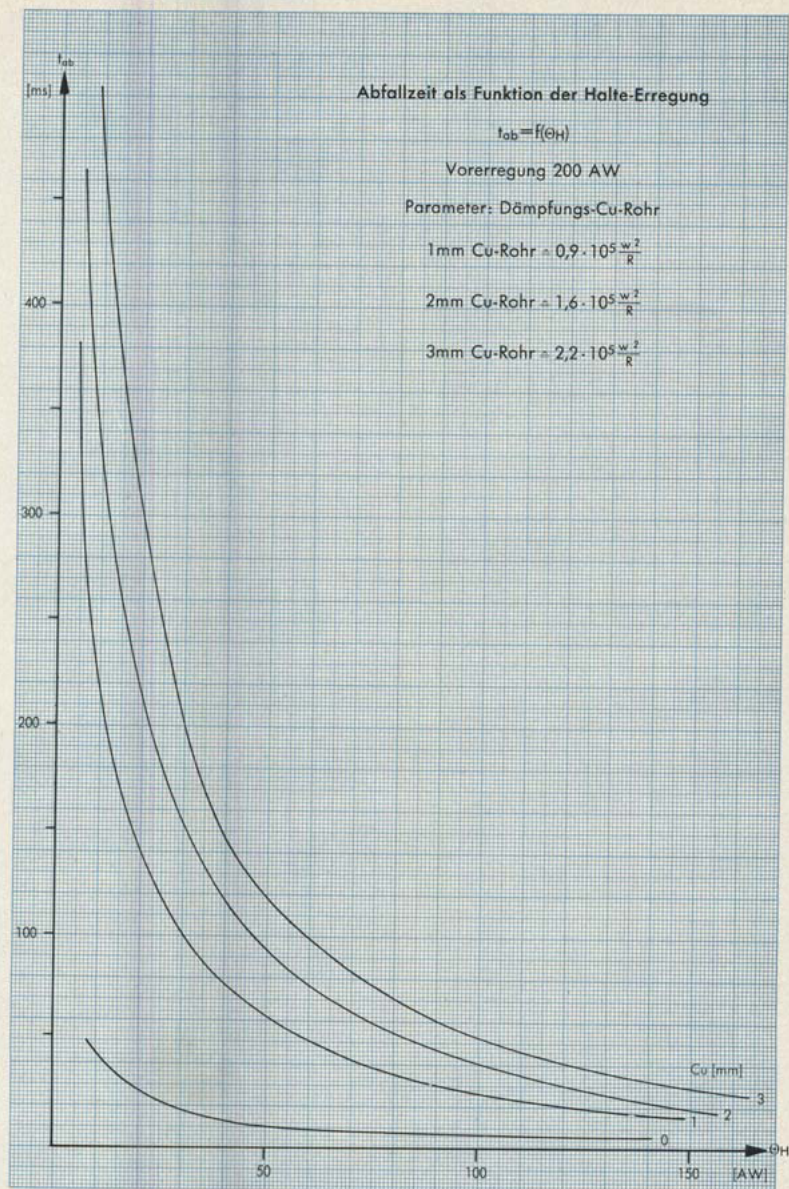
| DIN | Schaltzeichen | Benennung | Bemerkung |
|------------------------|--|--|---|
| 40717 33. | 33.2.  33.3.  | Gleichrichtergerät, z. B. Wechselstrom-Netzanschlußgerät Wechselrichtergerät, z. B. Polwechsler, Zehacker | Im Bedarfsfalle können mehrere Spannungs- und Stromarten angegeben werden |
| 40700 Bl. 2 48. |  | Triode, indirekt geheizt | |
| 26. |  | Triode mit direkt geheizter Kathode | |
| |  | Induktor | |
| 40700 100. |  | Meßgeräte Spannungsmesser | Weitere Meßgeräte können durch Einschreiben der Maßeinheit, z. B. Ω = Widerstand $^{\circ}\text{C}$ = Temperatur, in Ausnahmefällen durch Einschreiben der Meßgröße, z. B. λ = Wellenlänge f = Frequenz dargestellt werden. |
| 101. |  | Strommesser | |
| 102. |  | Leistungsmesser | |
| 103. |  | Strom- und Spannungsmesser | |
| 40700 Bl. 8 4.1. |  | Transistor Flächentransistor pnp - Typ Spitzentransistor n - Typ | E = Emittor  C = Kollektor B = Basis Das Vorzeichen der Gleichspannung des Kollektors gegen die Basis kann angegeben werden. Kollektor und Emittor können im Schaltzeichen ihre Plätze vertauschen. |
| 4. | 4.2.  | Flächentransistor npn - Typ Spitzentransistor p - Typ | |
| 6. |  | photoelektrisches Bauelement allgemein | |
| 7. | 7.1.  | Photowiderstand stromrichtungsunabhängig | homogener Körper, nicht stromrichtungsabhängig |
| | 7.2.  | stromrichtungsabhängig (Photodiode) | Durchlaßrichtung für positiven Strom in Richtung der Dreieckspitze |
| 8. |  | Photoelement | |
| 9. |  | Phototransistor z. B. pnp - Typ | |



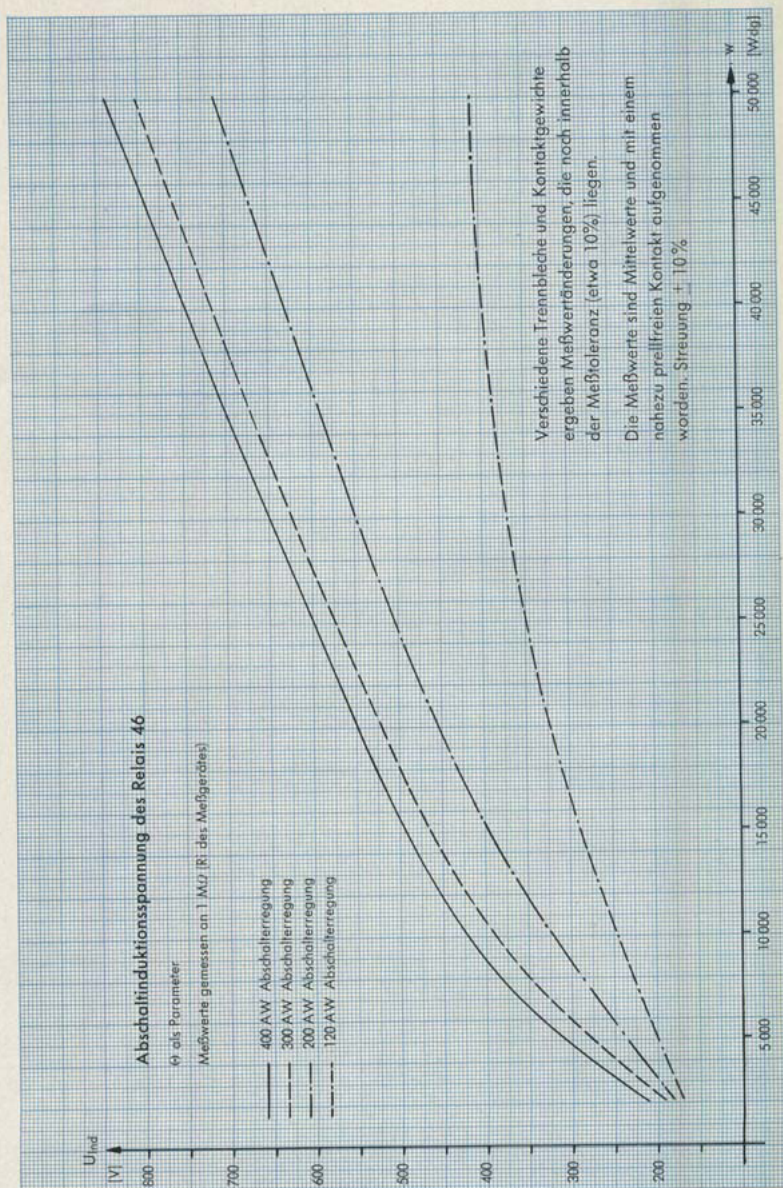
KURVENBLATT 1



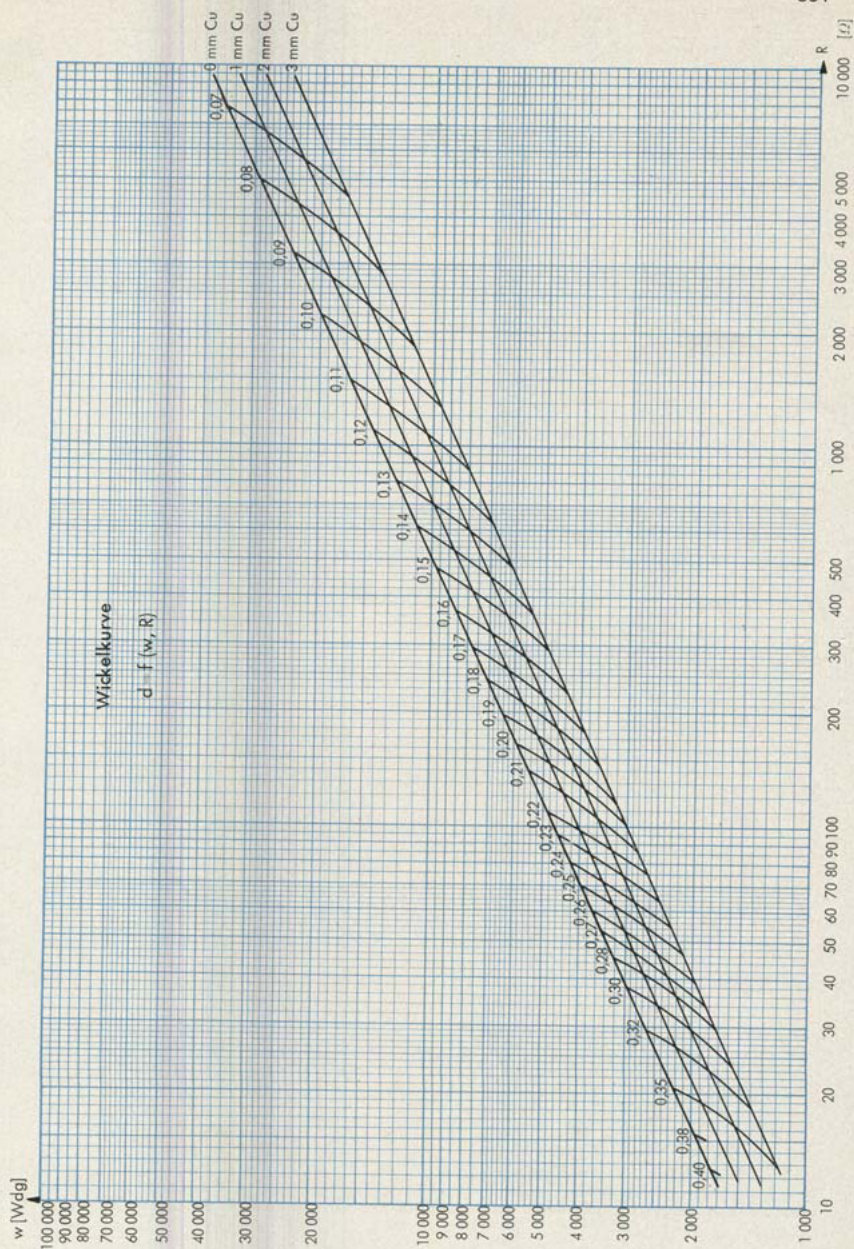
KURVENBLATT 2

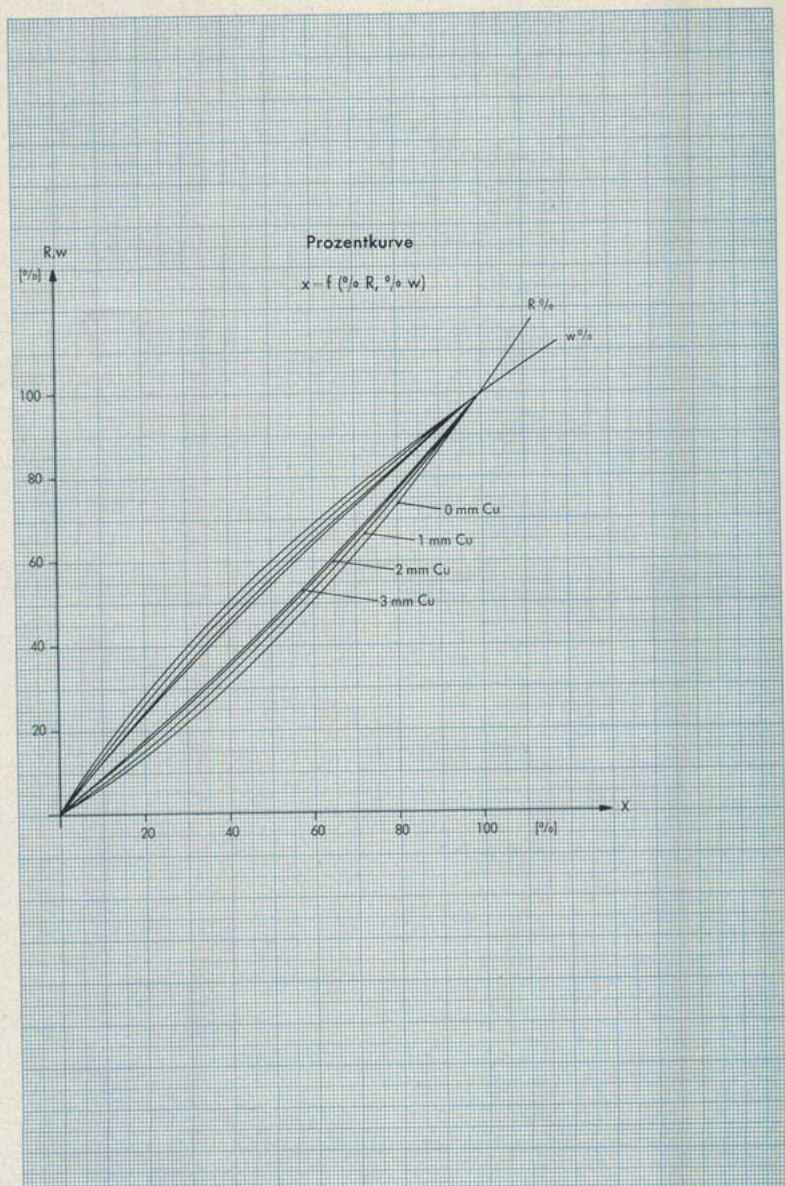


KURVENBLATT 3



KURVENBLATT 4





KURVENBLATT 6