Lösungen

Thema: **Kennlinien – Seite 1**

Funktionen

1. **a)** $t_1 = 16\ h \Rightarrow \mathbf{U_1 = 11{,}5\ V}$

b) $U_2 = 12\ V \Rightarrow \mathbf{t_2 = 12\ h}$

2. **a)** $P_1 = 50\ W \Rightarrow \eta_1 \approx 0{,}5$

b) $\eta_m = 0{,}75 \Rightarrow \mathbf{P_m = 150\ W}$

c) $\eta_2 = 0{,}7 \Rightarrow \mathbf{P_{21} = 100\ W}$, $\mathbf{P_{22} = 200\ W}$

3. **a)** $I_0 = 0 \Rightarrow \mathbf{U_0 = 4{,}5\ V}$

$I_1 = 0{,}5\ A \Rightarrow \mathbf{U_1 = 3{,}25\ V}$

b) $U_2 = 3{,}7\ V \Rightarrow \mathbf{I_2 = 0{,}4\ A}$

$U_3 = 2{,}5\ V \Rightarrow \mathbf{I_3 = 1{,}0\ A}$

c) $R = \dfrac{\Delta U}{\Delta I} = \dfrac{4{,}5\ V - 2{,}5\ V}{0\ A - 1{,}0\ A}$

$\mathbf{R = \left| -2{,}0\ \dfrac{V}{A} \right| = 2{,}0\ \dfrac{V}{A}}$

4. **a)** $t_1 = 10\ s \Rightarrow \mathbf{U_{C1} = 30\ V}$

$t_2 = 20\ s \Rightarrow \mathbf{U_{C2} = 43\ V}$

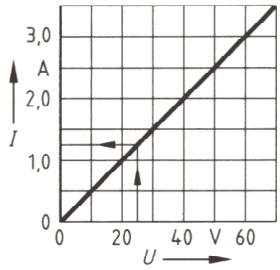
b) $U_{C3} = 0{,}63 \cdot 60\ V = 37{,}8\ V$

$U_{C3} = 37{,}8\ V \Rightarrow \mathbf{t_3 = 15\ s}$

5. **a)** **b)**

U in A	0	10	20	30	40	50	60
I in A	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

c) **d)**



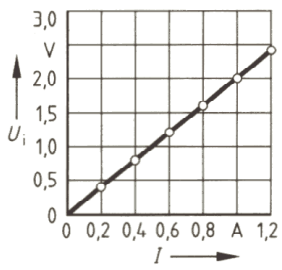
e) $U_1 = 25\ V \Rightarrow \mathbf{I_1 = 1{,}25\ A}$; $\mathbf{I_1 = \dfrac{25\ V}{20\ \Omega} = 1{,}25\ A}$

f) $\mathbf{G = \dfrac{3{,}0\ A}{60\ V} = 0{,}05\ \dfrac{A}{V}}$

6. a)

I in A	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
U_i in V	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4

b) **c)**



d) $\mathbf{R_i = \dfrac{\Delta U_i}{\Delta I} = \dfrac{2{,}0\ V}{1{,}0\ A} = 2{,}0\ \dfrac{V}{A} = 2{,}0\ \Omega}$

Lösungen

Thema: **Kennlinien – Seite 2**

Lineare Widerstände

1. **a)** Maßstab: 1 cm ≙ 1 V
1 cm ≙ 5 mA

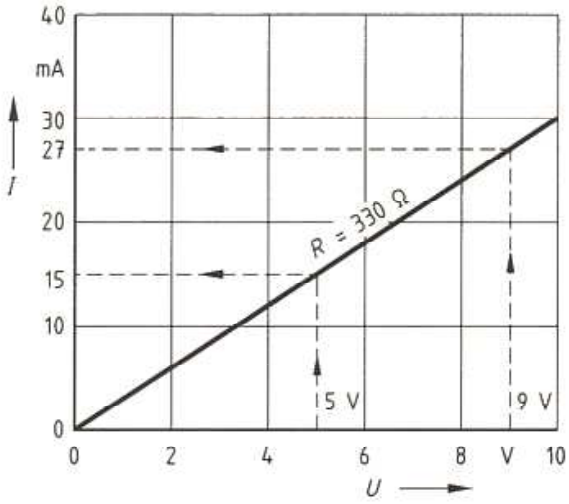
b) 5 V ⇒ 15 mA ⇒ **R = 333 Ω**
9 V ⇒ 27 mA ⇒ **R = 333 Ω**

2. **a)** Maßstab: 1 cm ≙ 10 V
1 cm ≙ 2 mA

b) Leistungshyperbel/Wertetabelle $P_{tot} = 2$ W

U in V	100	80	60	50	40	25	20
I in mA	20	25	33	40	50	80	100

c) R_1 ⇒ $U_{max} = 30$ V
$I_{max} = 65$ mA
R_2 ⇒ $U_{max} = 45$ V
$I_{max} = 45$ mA
R_3 ⇒ $U_{max} = 67$ V
$I_{max} = 30$ mA

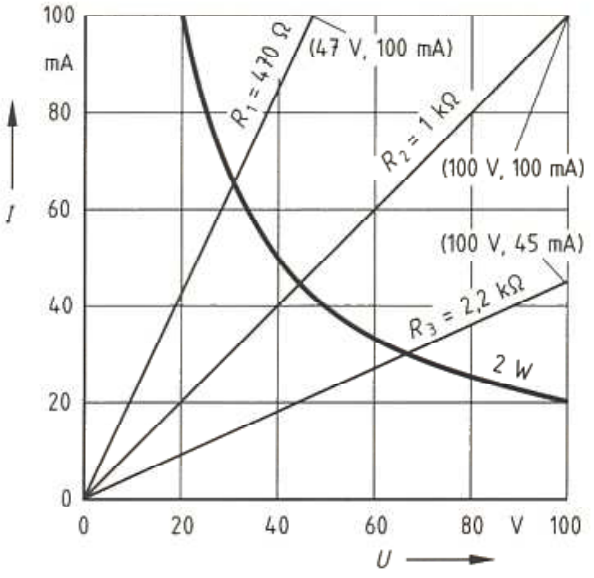


zu 1.a)

3. **a)** R_1; U = 10 V, I = 100 mA ⇒ **$R_1 = 100\ \Omega$**
R_2; U = 20 V, I = 90 mA ⇒ **$R_2 = 222\ \Omega$**
R_3; U = 40 V, I = 82 mA ⇒ **$R_3 = 488\ \Omega$**
R_4; U = 60 V, I = 60 mA ⇒ **$R_4 = 1{,}0$ kΩ**
R_5; U = 100 V, I = 45 mA ⇒ **$R_5 = 2{,}22$ kΩ**
R_6; U = 100 V, I = 21 mA ⇒ **$R_6 = 4{,}76$ kΩ**

b) Widerstände nach E12
$R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 220\ \Omega$, $R_3 = 470\ \Omega$,
$R_4 = 1$ kΩ, $R_5 = 2{,}2$ kΩ, $R_6 = 4{,}7$ kΩ

c) **$U_{max} = 64$ V, $I_{max} = 31$ mA;**
$P_{tot} = U_{max} \cdot I_{max} = 64\ V \cdot 31\ mA$ ⇒ **$P_{tot} = 2$ W**



zu 2.a)

4. **a)** U = 12 V, I = 25 mA; $R = \frac{U}{I} = \frac{12\ V}{25\ mA} = \mathbf{480\ \Omega}$

b) $R_{min} = \frac{12\ V}{32\ mA} = 375\ \Omega$; $R_{max} = \frac{12\ V}{21\ mA} = 571\ \Omega$;

$\Delta R' = R_{min} - R \approx -100\ \Omega$; $\Delta R = R_{max} - R \approx 100\ \Omega$

$\Delta R\,\% = \pm \frac{100\ \Omega \cdot 100\%}{480\ \Omega}$; **$\Delta R\,\% = \pm 21\,\% \approx \pm 20\%$**

c) 20% Toleranz ⇒ E6; Gewählt: **$R = 470\ \Omega$ ⇒ 3 Farbringe gelb, violett, braun**

d) $P_V = \frac{U^2}{R} = \frac{20^2\ V^2}{480\ \Omega} = \mathbf{833\ mW}$

Lösungen

Thema: **Kennlinien – Seite 3**

5. **a)** Farbringe braun, schwarz, rot

$\Rightarrow$ $R = 1000\,\Omega \pm 20\%$

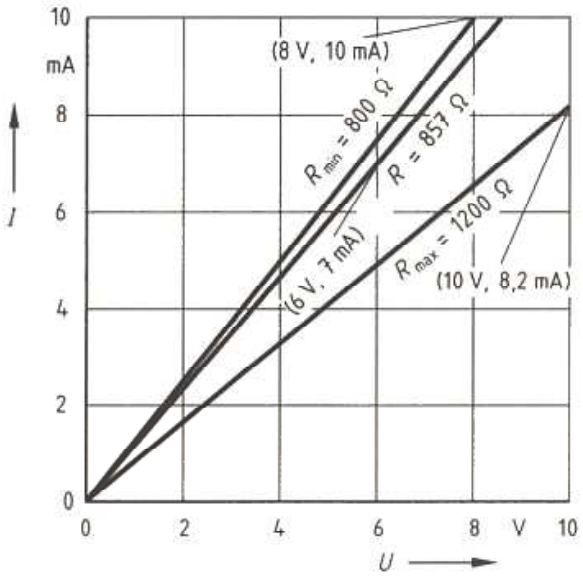
$20\% \triangleq 200\,\Omega$;

$R_{min} = 1000\,\Omega - 200\,\Omega = 800\,\Omega$;

$R_{max} = 1000\,\Omega + 200\,\Omega = 1200\,\Omega$

b) $U \mapsto I$-Diagramm
Widerstandsgeraden für R_{min}, R_{max} und $R = 6\,V/7\,mA$

c) Der gemessene Widerstand liegt im Toleranzbereich.



zu 5.b)

Logarithmische Darstellung

1.o. Aus Kennlinie:

a) C 990: $U_1 \Rightarrow I_1 \approx 120\,mA$
$U_2 \Rightarrow I_2 \approx 45\,mA$

b) C 960: $U_1 \Rightarrow I_1 \approx 13\,mA$
$U_2 \Rightarrow I_2 \approx 14\,mA$

2.o. Aus Kennlinie:

a) C 960: $I \approx 320\,mA$; $U \approx 2\,V$; $\Rightarrow$ $R \approx 6\,\Omega$

b) C 990: $I \approx 65\,mA$; $U \approx 4\,V$; $\Rightarrow$ $R \approx 61\,\Omega$

Nichtlineare Widerstände

1.u.

Temperatur	−20 °C	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	100 °C	120 °C
Widerstand	1 MΩ	350 kΩ	120 kΩ	50 kΩ	20 kΩ	10 kΩ	5 kΩ	2,5 kΩ

2 u.

Widerstand	100 Ω	600 Ω	2 kΩ	10 kΩ
Temperatur	130 °C	60 °C	28 °C	−8 °C

3. **a)** Aus Kennlinie **Bild 1**: $\Rightarrow$ $R = 1{,}1\,M\Omega$ **b)** $I = \frac{U}{R} = \frac{65\,V}{1{,}1\,M\Omega} = 60\,\mu A$

c) $U_1 = 80\,V$; $\Rightarrow$ $R_1 \approx 200\,k\Omega$ $\Rightarrow$ $I_1 = \frac{U_1}{R_1} \approx \frac{80\,V}{200\,k\Omega} = 400\,\mu A$

$U_2 = 100\,V$; $\Rightarrow$ $R_2 \approx 10\,k\Omega$ $\Rightarrow$ $I_2 = \frac{U_2}{R_2} \approx \frac{100\,V}{10\,k\Omega} = 10\,mA$

$U_3 = 150\,V$; $\Rightarrow$ $R_3 \approx 3\,\Omega$ $\Rightarrow$ $I_3 = \frac{U_3}{R_3} \approx \frac{150\,V}{3\,\Omega} = 50\,A$

Lösungen

Thema: **Kennlinien – Seite 4**

4. a) Maßstab: 1 cm ≙ 5 V; 1 cm ≙ 2 mA

b) $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{14\,V}{10\,\mu A} = \mathbf{1{,}4\,M\Omega}$;

$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{18\,V}{100\,\mu A} = \mathbf{180\,k\Omega}$;

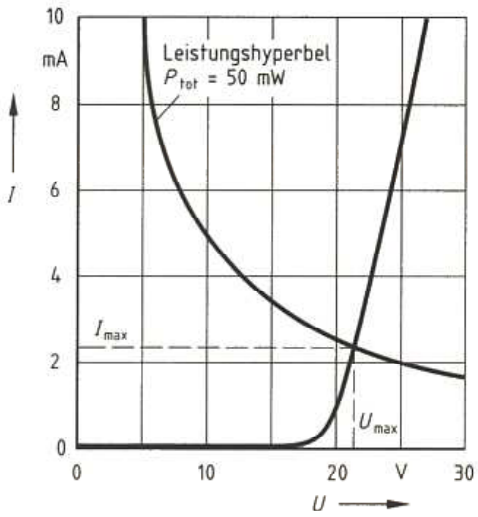
$\mathbf{R_3 = 20\,k\Omega}$; $\mathbf{R_4 = 5{,}6\,k\Omega}$; $\mathbf{R_5 = 4{,}2\,k\Omega}$; $\mathbf{R_6 = 2{,}7\,k\Omega}$

c) **Leistungshyperbel**

Wertetabelle $P_{tot} = 50$ mW

U in V	30	25	20	15	10	5
I in mA	1,7	2	2,5	3,3	5	10

d) $\mathbf{U_{max} = 22\,V}$, $\mathbf{I_{max} = 2{,}3\,mA}$



zu 4.a)

5. a) $\vartheta = 40\,°C$ aus Kennlinie $R_{40} \approx 10\,k\Omega$; $\mathbf{I = \frac{U}{R_{40}} = \frac{6\,V}{10\,k\Omega} = 0{,}6\,mA}$

b) $I_2 = 5 \cdot I_1 = 5 \cdot 0{,}6\,mA = 3\,mA$; $R_\vartheta = \frac{U}{I_2} = \frac{6\,V}{3\,mA} = 2\,k\Omega$

aus Kennlinie bei $R_\vartheta = 2\,k\Omega \Rightarrow \mathbf{\vartheta \approx 83\,°C}$

6. a) bei 25 °C: $I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{10{,}2\,V}{2{,}2\,k\Omega} = 4{,}6\,mA$; $R_2 = \frac{U - U_1}{I} = \frac{12\,V - 10{,}2\,V}{4{,}6\,mA} = 388\,\Omega \Rightarrow R_2 = 390\,\Omega$

$\vartheta = 50\,°C \Rightarrow R_{50} \approx 1\,k\Omega$

bei 50 °C: $\mathbf{I = \frac{U}{R_{50} + R_2} = \frac{12\,V}{1\,k\Omega + 390\,\Omega} = 8{,}6\,mA}$; $\mathbf{U_1 = I \cdot R_{50} = 8{,}6\,mA \cdot 1000\,\Omega = 8{,}6\,V}$

b) $\vartheta = 80\,°C \Rightarrow R_{80} \approx 330\,\Omega$; $I = \frac{U}{R_{80} + R_2} = \frac{12\,V}{330\,\Omega + 390\,\Omega} = 16{,}7\,mA$

$P_V = I^2 \cdot R_{80} = (16{,}7\,mA)^2 \cdot 330\,\Omega = 92\,mW$; $\mathbf{P_V < P_{tot} = 200\,mW \Rightarrow keine\ Überlastung}$

7. a) 60 °C: $R_{60} = 200\,\Omega$; 80 °C: $R_{80} = 1300\,\Omega$; $\mathbf{\Delta R = R_{80} - R_{60} = 1300\,\Omega - 200\,\Omega = 1100\,\Omega}$

b) 60 °C: $R_{60} = 200\,\Omega$; 100 °C: $R_{100} = 150000\,k\Omega$

$\mathbf{\Delta R = R_{100} - R_{60} = 150000\,k\Omega - 200\,\Omega \approx 130000\,k\Omega}$

8. a) Aus Kennlinie: $\mathbf{R_{50} \approx 120\,\Omega}$; $\mathbf{R_{100} \approx 150\,k\Omega}$

b) $\mathbf{I_1 = \frac{U}{R_{50}} = \frac{1{,}2\,V}{120\,\Omega} = 10\,mA}$; $\mathbf{I_2 = \frac{U}{R_{100}} = \frac{1{,}2\,V}{150\,k\Omega} = 8\,\mu A}$

c) $R_{60} \approx 200\,\Omega$; $R_{80} \approx 1{,}3\,k\Omega$; $\mathbf{n = \frac{R_{80}}{R_{60}} = \frac{1{,}3\,k\Omega}{200\,\Omega} = 6{,}5}$

9. a) $\vartheta = 80\,°C$ aus Kennlinie $R_{80} \approx 200\,\Omega$

$R_E = \frac{R_{80} \cdot R_2}{R_{80} + R_2} = \frac{200\,\Omega \cdot 2200\,\Omega}{200\,\Omega + 2200\,\Omega} = 183\,\Omega$; $\mathbf{I = \frac{U_b}{R_E} = \frac{6\,V}{183\,\Omega} = 33\,mA}$

b) $\vartheta = 100\,°C$; $R_{100} \approx 2\,k\Omega \Rightarrow R_E = 1\,k\Omega$; $\mathbf{I = \frac{U_b}{R_E} = \frac{6\,V}{1\,k\Omega} = 6\,mA}$