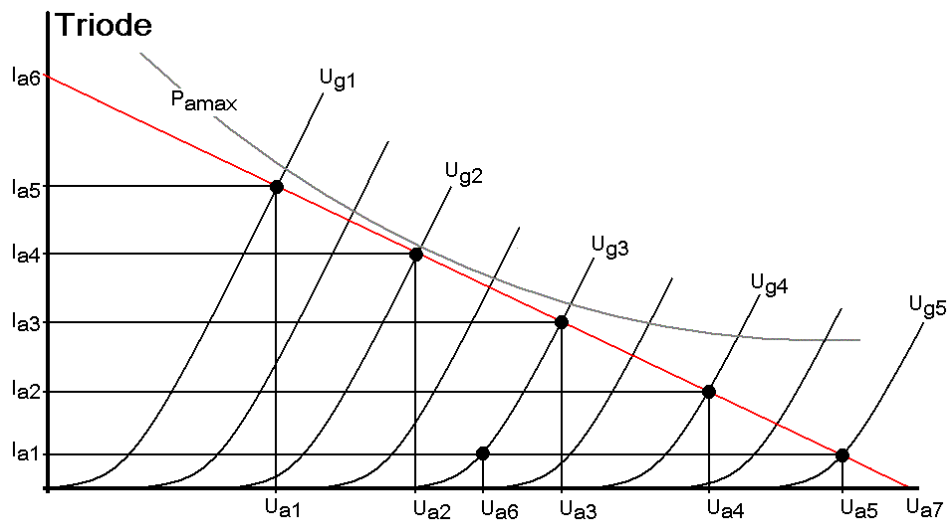
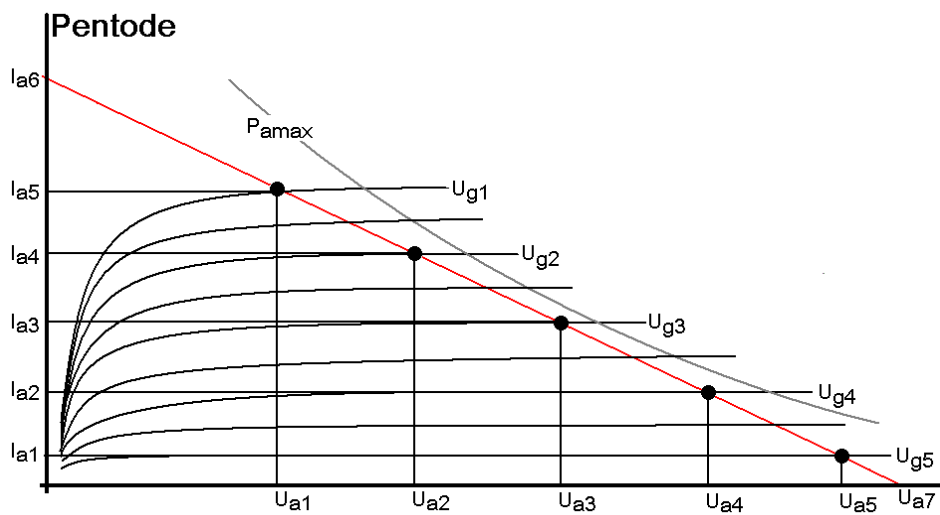
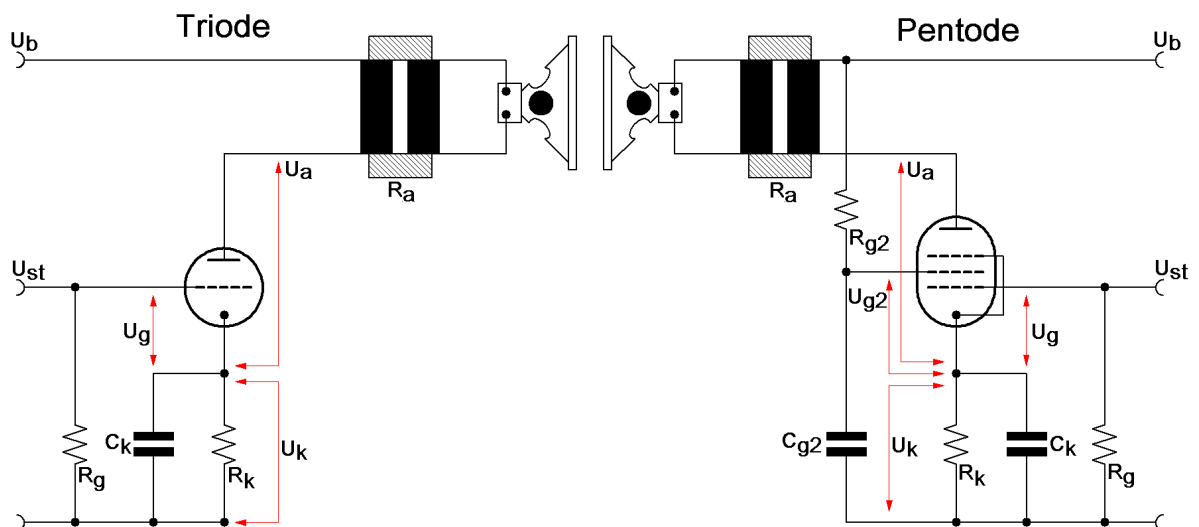


1.1. Eintakt A_1 Leistungsverstärker

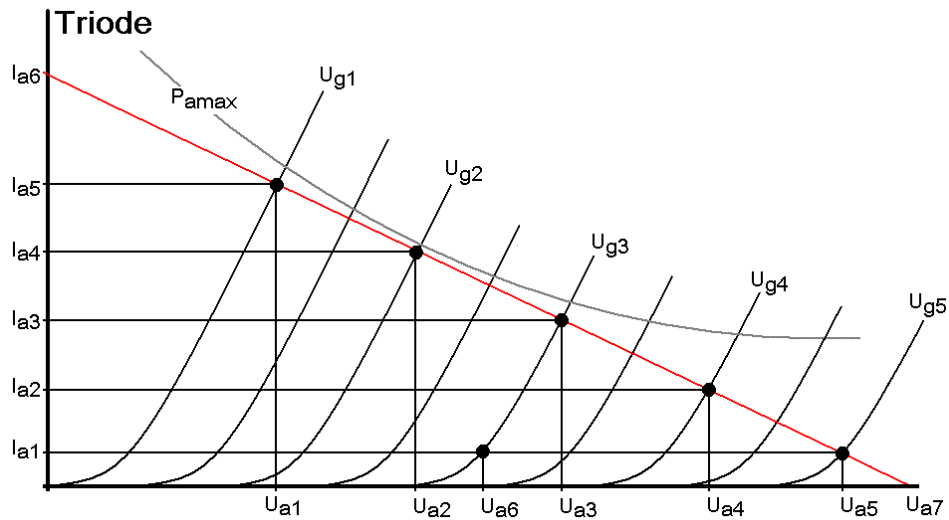
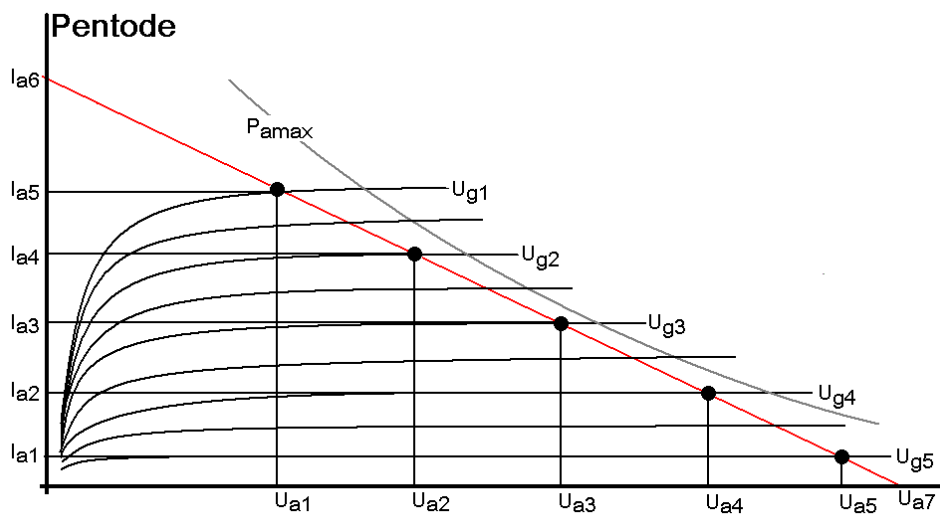
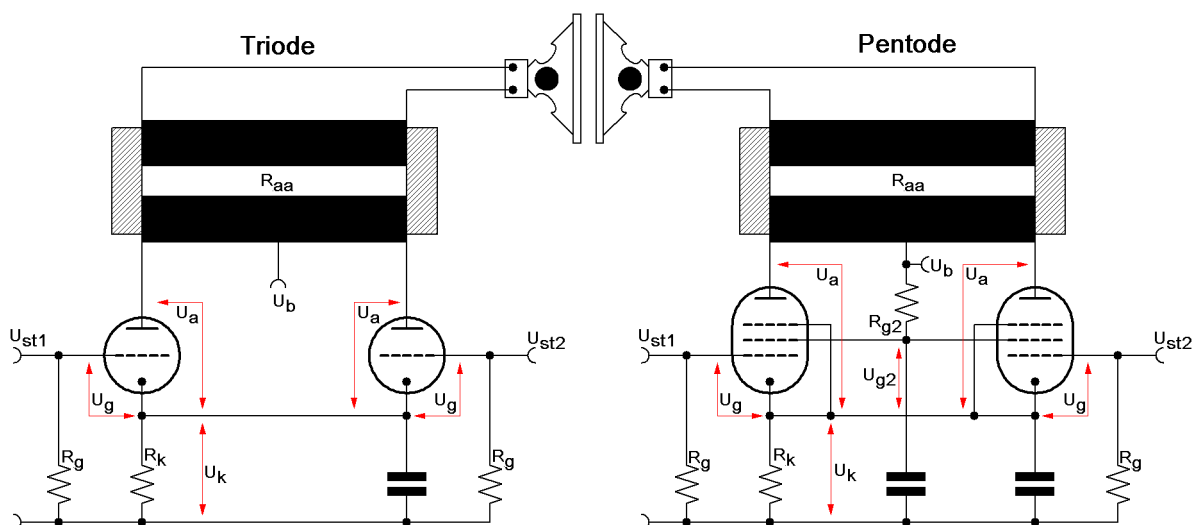
<http://www.roehrenfibel.de/>



	Triode	Pentode
Gittervorspannung	$U_g = \frac{U_{g5} - U_{g1}}{2}$	
Gitterstrom	$I_g = 0$	
Gitterableitwiderstand	R_g Maximalwert siehe Datenblatt	
Eingangskapazität	$C_{ein} = C_{gk} + V \cdot C_{ga}$ Cga: Kapazität zwischen Gitter und Anode, siehe Datenblatt Cgk: Kapazität zwischen Gitter und Kathode, siehe Datenblatt	$C_{ein} = C_{gk} + C_{gg2}$ Cgg2: Kapazität zwischen Gitter und Schirmgitter, siehe Datenblatt Cgk: Kapazität zwischen Gitter und Kathode, siehe Datenblatt
Eingangswiderstand	$R_{ein} = \frac{1}{\frac{1}{R_g} + 2 \times \pi \times f \times C_{ein}}$	
Kathodenspannung	$U_k = -1 \times U_g$	
Kathodenstrom	$I_k = I_a$	$I_k = I_a + I_{g2}$
Kathodenwiderstand	$R_k = \frac{U_k}{I_a}$	
Kathodenkondensator	$C_k = \frac{5,7 \times S}{2 \times \pi \times f_u}$ S: Steilheit, Siehe Datenblatt f _u : gewünschte untere Grenzfrequenz	
Anodenspannung	$U_a = U_{a3}$	
Anodenruhestrom	$I_a = I_{a3}$	
Anodenverlustleistung	$P_a = U_a \times I_a$	
Betriebsspannung	$U_b = U_k + U_a + R_{draht}$ R _{draht} : Drahtwiderstand des Übertragers	
Schirmgitterspannung		U_{g2} siehe Datenblatt
Schirmgitterstrom		I_{g2} siehe Datenblatt
Schirmgitterwiderstand		$R_{g2} = \frac{U_b - U_{g2}}{I_{g2}}$
Schirmgitterverlustleistung		$P_{g2} = U_{g2} \times I_{g2}$
Schirmgitterkondensator		$C_{g2} = \frac{10}{2 \times \pi \times f_u \times R_{g2}}$ f _u : gewünschte untere Grenzfrequenz
Innenwiderstand	$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \frac{U_{a3} - U_{a6}}{I_{a3} - I_{a1}}$	$R_i = \infty$
Arbeitswiderstand	$R_a = \frac{U_{a7}}{I_{a6}}$	
optimal	$R_a \approx 2 \dots 3 \times R_i$	$R_a \approx \frac{U_a}{I_a}$
Maximale Anodenverlustleistung	P_{amax} siehe Datenblatt	
Anodenwechselspannung	$U_w = U_{a5} - U_{a1}$	
Anodenwechselstrom	$I_w = I_{a5} - I_{a1}$	
Steuerspannung	$U_{st} = U_{g5} - U_{g1} $	
Spannungsverstärkung	$V = \frac{U_w}{U_{st}}$	
Ausgangsleistung	$P_{aus} = \frac{(U_{a3} - U_{a1}) \times (I_{a3} - I_{a1})}{2}$	

	Maximum	$P_{\text{aus}} \leq \frac{P_a}{2}$
Klirrfaktor	zweite Harmonische	$k_2 = \left \frac{2 \times I_a - I_{a1} - I_{a5}}{2 \times (I_{a5} - I_{a1})} \right $
	dritte harmonische	$k_3 = \left \frac{2 \times I_{a4} - I_{a2} - I_{a5} + I_{a1}}{3 \times (I_{a5} - I_{a1})} \right $
	gesamt	$K = \sqrt{k_2^2 + k_3^2}$
Konstanz der	mittleren Anodenspannung	$U_a = \frac{U_{a5} + U_{a1}}{2}$
	mittleren Stromaufnahme	$I_a = \frac{I_{a5} + I_{a1}}{2}$
Zusammenhänge		Je größer R_a desto größer V .
		<div>Je größer R_a desto kleiner P_{aus}.</div> <div>Beim optimalen R_a erreicht P_{aus} ein Maximum</div>
		<div>Je größer R_a desto kleiner K.</div> <div>Beim optimalen R_a erreicht K ein Minimum</div>

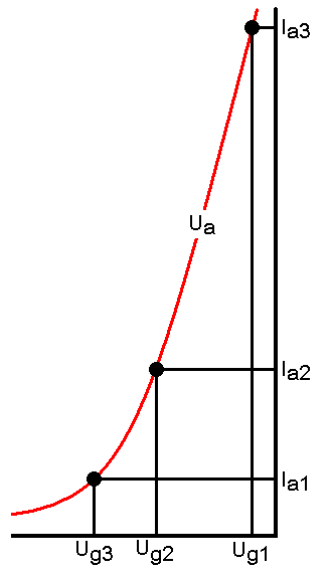
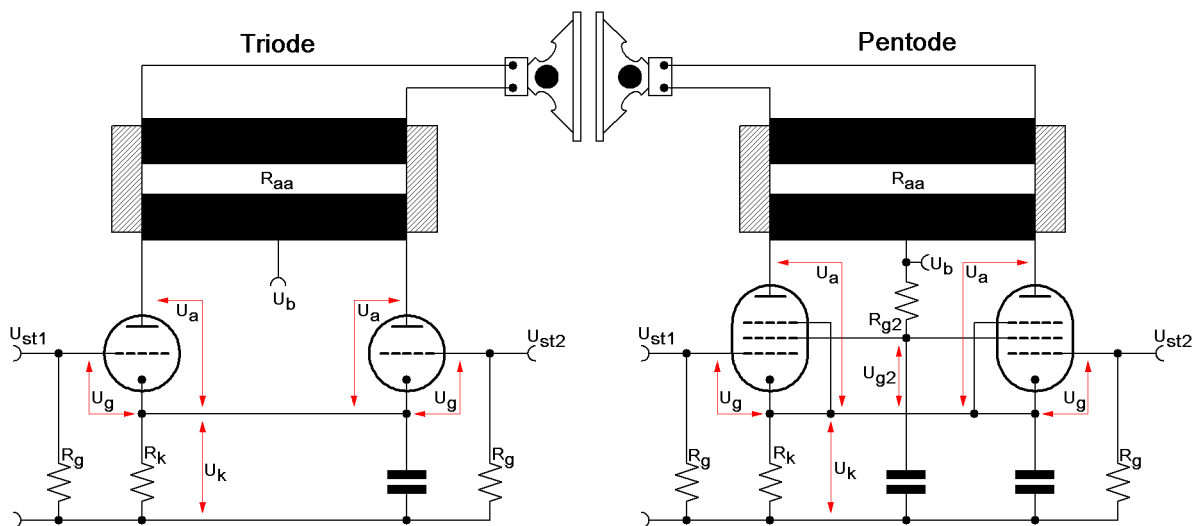
1.2. Gegentakt A₁ Leistungsverstärker mit Kathodenwiderstand



	Triode	Pentode
Gittervorspannung	$U_g = \frac{U_{g5} - U_{g1}}{2}$	
Gitterstrom	$I_g = 0$	
Gitterableitwiderstand	R_g Maximalwert siehe Datenblatt	
Eingangskapazität je Röhre	$C_{\text{ein}} = C_{gk} + V \cdot C_{ga}$ Cga: Kapazität zwischen Gitter und Anode, siehe Datenblatt Cgk: Kapazität zwischen Gitter und Kathode, siehe Datenblatt	$C_{\text{ein}} = C_{gk} + C_{gg2}$ Cgg2: Kapazität zwischen Gitter und Schirmgitter, siehe Datenblatt Cgk: Kapazität zwischen Gitter und Kathode, siehe Datenblatt
Eingangswiderstand je Röhre	$R_{\text{ein}} = \frac{1}{\frac{1}{R_g} + 2 \times \pi \times f \times C_{\text{ein}}}$	
Kathodenspannung	$U_k = -1 \times U_g$	
Kathodenstrom	$I_k = 2 \times I_a$	$I_k = 2 \times (I_a + I_{g2})$
Kathodenwiderstand	$R_k = \frac{U_k}{2 \times I_a}$	
Kathodenkondensator	$C_k = \frac{5,7 \times S}{\pi \times f_u}$ S: Steilheit, Siehe Datenblatt f _u : gewünschte untere Grenzfrequenz	
Anodenspannung	$U_a = U_{a3}$	
Anodenruhestrom	$I_a = I_{a3}$	
Anodenverlustleistung je Röhre	$P_a = U_a \times I_a$	
Betriebsspannung	$U_b = U_k + U_a + \frac{R_{\text{draht}}}{2 \times I_a}$ R _{draht} : Drahtwiderstand des Übertragers von Anode zu Anode	
Schirmgitterspannung		U_{g2} siehe Datenblatt
Schirmgitterstrom je Röhre		I_{g2} siehe Datenblatt
Schirmgitterwiderstand		$R_{g2} = \frac{U_b - U_{g2}}{2 \times I_{g2}}$
Schirmgitterverlustleistung je Schirmgitter		$P_{g2} = U_{g2} \times I_{g2}$
Schirmgitterkondensator		$C_{g2} = \frac{10}{2 \times \pi \times f_u \times R_{g2}}$ f _u : gewünschte untere Grenzfrequenz
Innenwiderstand je Röhre	$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \frac{U_{a3} - U_{a6}}{I_{a3} - I_{a1}}$	$R_i = \infty$
Arbeitswiderstand von Anode zu Anode	$R_{aa} = \frac{2 \times U_{a7}}{I_{a6}}$	
optimal	$R_{aa} \approx 3 \dots 6 \times R_i$	$R_{aa} \approx \frac{2 \times U_a}{I_a}$
Maximale Anodenverlustleistung	$P_{a\text{max}}$ siehe Datenblatt	
Anodenwechselspannung	$U_w = 2 \times (U_{a5} - U_{a1})$	
Anodenwechselstrom	$I_w = I_{a5} - I_{a1}$	
Steuerspannung	$U_{st} = U_{st1} = -U_{st2} = U_{g5} - U_{g1} $	
Spannungsverstärkung	$V = \frac{U_w}{U_{st}}$	
Ausgangsleistung	$P_{\text{aus}} = (U_{a3} - U_{a1}) \times (I_{a3} - I_{a1})$	
Maximum	$P_{\text{aus}} \leq P_a$	

Klirrfaktor	zweite Harmonische	$k_2 = 0$	
	dritte harmonische	$k_3 = \left \frac{2 \times I_{a4} - I_{a2} - I_{a5} + I_{a1}}{3 \times (I_{a5} - I_{a1})} \right $	
	gesamt	$K = k_3$	
Konstanz der	mittleren Anodenspannung	$U_a = \frac{U_{a5} + U_{a1}}{2}$	
	mittleren Stromaufnahme	$I_a = \frac{I_{a5} + I_{a1}}{2}$	
Zusammenhänge		Je größer R_a desto größer V .	
		Je größer R_a desto kleiner P_{aus} .	Beim optimalen R_a erreicht P_{aus} ein Maximum
		Je größer R_a desto kleiner K .	Beim optimalen R_a erreicht K ein Minimum

1.2. Gegentakt AB₁ Leistungsverstärker mit Kathodenwiderstand



	Triode	Pentode
maximale Gittervorspannung	$U_{g\max} = U_{g3}$	
optimal	U_{g3} liegt im halben Krümmungsbogen der Kennlinie	
minimale Gittervorspannung	$U_{g\min} = U_{g1}$	
optimal	U_{g1} liegt beim Gitterstromeinsatz, siehe Datenblatt	
Gittervorspannung in Ruhe	$U_g = U_{g2}$	
optimal	$U_g = \frac{\pi \times U_{g\max}^2}{(\pi \times U_{g\max}) - (U_{g\max} - U_{g\min})}$	
Steuerspannung je Röhre	$U_{st} = U_{st1} = -U_{st2} = 2 \times U_g - U_{g\min} $	
Gitterstrom	$I_g = 0$	
Gitterableitwiderstand	R_g Maximalwert siehe Datenblatt	

Eingangskapazität je Röhre	$C_{\text{ein}} = C_{\text{gk}} + V \cdot C_{\text{ga}}$ Cga: Kapazität zwischen Gitter und Anode, siehe Datenblatt Cgk: Kapazität zwischen Gitter und Kathode, siehe Datenblatt	$C_{\text{ein}} = C_{\text{gk}} + C_{\text{gg2}}$ Cgg2: Kapazität zwischen Gitter und Schirmgitter, siehe Datenblatt Cgk: Kapazität zwischen Gitter und Kathode, siehe Datenblatt
Eingangswiderstand je Röhre	$R_{\text{ein}} = \frac{1}{\frac{1}{R_g} + 2 \times \pi \times f \times C_{\text{ein}}}$	
Kathodenspannung in Ruhe	$U_k = -1 \times U_g$	
Kathodenstrom	$I_k = 2 \times I_a$	$I_k = 2 \times (I_a + I_{g2})$
Kathodenwiderstand	$R_k = \frac{\pi \times U_{g\text{max}}}{2 \times I_{a\text{max}}}$	
Kathodenkondensator	$C_k = \frac{5,7 \times S}{\pi \times f_u}$ S: Steilheit, Siehe Datenblatt f_u : gewünschte untere Grenzfrequenz	
maximaler Anodenstrom je Röhre	$I_{a\text{max}} = I_3$	
optimal	$I_{a\text{max}}$ kann aus dem Diagramm anhand von $U_{g\text{max}}$ abgelesen werden	
minimaler Anodenstrom je Röhre	$I_{a\text{max}} = I_1$	
optimal	$I_{a\text{min}}$ kann aus dem Diagramm anhand von $U_{g\text{min}}$ abgelesen werden	
Anodenruhestrom	$I_a = I_2$	
optimal	$I_{a\text{min}}$ kann aus dem Diagramm anhand von U_g abgelesen werden	
mittlerer Anodenstrom bei Vollaussteuerung je Röhre	$I_{a\text{med}} = \frac{2 \times I_{a\text{max}}}{\pi}$	
Anodenverlustleistung je Röhre in Ruhe	$P_a = U_a \times I_a$	
mittlere Anodenverlustleistung je Röhre	$P_a = U_a \times I_{a\text{med}}$	
Anodenspannung	U_a ergibt sich aus dem Diagramm und damit aus dem Datenblatt	
Betriebsspannung	$U_b = U_k + U_a + \frac{R_{\text{draht}}}{2 \times I_a}$ R_{draht} : Drahtwiderstand des Übertragers von Anode zu Anode	
Schirmgitterspannung		U_{g2} siehe Datenblatt
Schirmgitterstrom je Röhre		I_{g2} siehe Datenblatt
Schirmgitterwiderstand		$R_{g2} = \frac{U_b - U_{g2}}{2 \times I_{g2}}$
Schirmgitterverlustleistung je Schirmgitter		$P_{g2} = U_{g2} \times I_{g2}$
Schirmgitterkondensator		$C_{g2} = \frac{10}{2 \times \pi \times f_u \times R_{g2}}$ f_u : gewünschte untere Grenzfrequenz
Innenwiderstand je Röhre	$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \frac{U_{a3} - U_{a6}}{I_{a3} - I_{a1}}$	$R_i = \infty$
Arbeitswiderstand von Anode zu Anode	$R_{aa} \approx 3 \dots 6 \times R_i$	$R_{aa} \approx \frac{2 \times U_a}{I_a}$
Maximale Anodenverlustleistung	$P_{a\text{max}}$ siehe Datenblatt	
Ausgangsleistung im A Betrieb	$P_{\text{ausA}} = \frac{2}{\pi + 1} + I_a \times U_a$	

Ausgangsleistung bei Vollaussteuerung		$P_{\text{aus}} = 2 \times I_{\text{amed}} \times U_a$
	Maximum	$P_{\text{aus}} \leq 1,57 \times P_a$