

Berechnung des Stromverlaufs

Wenn die Kondensatorbank durch die jeweiligen Spulen entladen wird ergibt sich ein Spannungsverlauf, der annähernd durch folgende Funktion beschrieben werden kann:

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos \omega t \quad (1)$$

Die Spannung an einem Kondensator kann beschrieben werden durch die Formel

$$U = \frac{Q}{C} \quad (2)$$

Durch Differenzieren erhält man:

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot \frac{1}{C} \quad I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \frac{\Delta U}{\Delta t} = I \cdot \frac{1}{C} \quad (3a, b, c)$$

$$\Rightarrow I = C \cdot \dot{U} \quad (4)$$

Setzt man nun die erste Ableitung von Gleichung 1.) für \dot{U} ein, so erhält man:

$$I(t) = C \cdot U_0 (-\delta \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos \omega t + e^{-\delta t} \cdot (-\omega \cdot \sin \omega t)) \quad (5)$$

$$|I(t)| = C \cdot U_0 \cdot e^{-\delta t} \cdot (\delta \cdot \cos \omega t + \omega \cdot \sin \omega t) \quad (6)$$

Wird nun der für jede Entladung konstante Kapazitätswert von $C=150 \mu\text{F}$ sowie die Anfangsspannung $U_0=6 \text{ kV}$ eingesetzt, so ergibt sich:

$$|I(t)| = 150 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 6000 \text{ V} \cdot e^{-\delta t} \cdot (\delta \cdot \cos \omega t + \omega \cdot \sin \omega t) \quad (7)$$

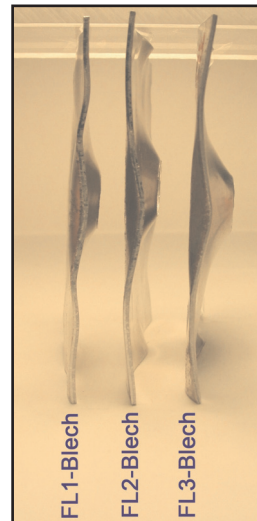
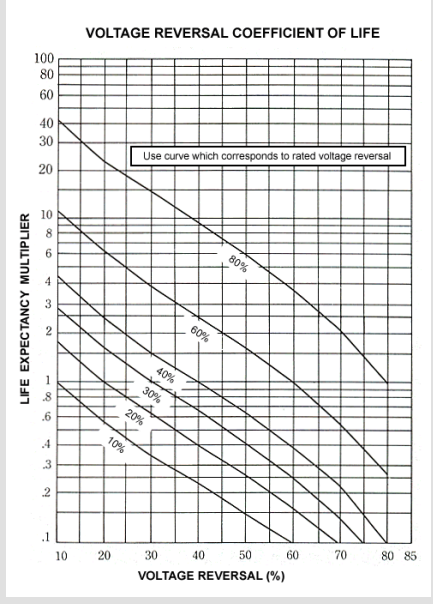
Ermittelt man nun aus den **Spannungszoszillogrammen** die jeweilige durchschnittliche Periodendauer T und den Abklingfaktor δ , so ergibt sich durch Einsetzen in Gleichung (7) der Stromverlauf des Schwingkreises.

Umkehrspannung

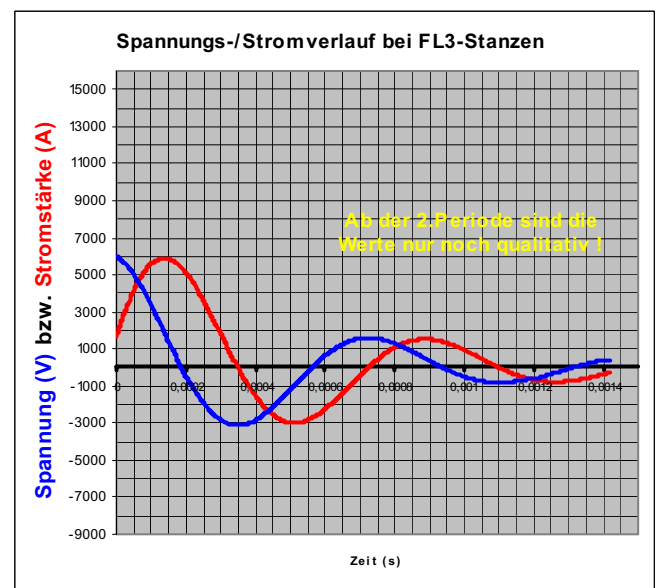
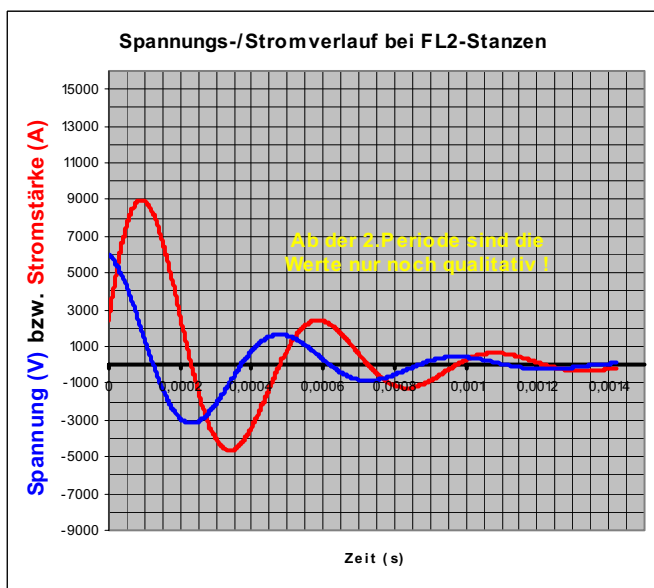
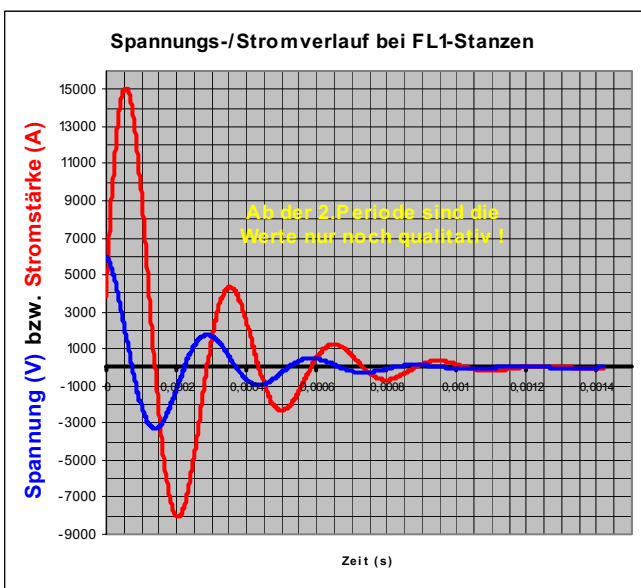
Als Umkehrspannung (eng. voltage reversal) bezeichnet man die erste negative Spannungsamplitude, die an einem Kondensator während einer Pulsentladung anliegt.

Je höher der Betrag der Umkehrspannung ist, desto mehr werden die Kondensatoren belastet, was sich auf deren "Lebensdauer" auswirkt. Neben stehende Tabelle zeigt, dass die "Lebenserwartung" eines Kondensators drastisch erhöht werden kann, wenn die Umkehrspannung auf ein Minimum reduziert wird.

Dies kann durch eine bestmögliche Kopplung von Spule und Metallblech erreicht werden, um eine möglichst hohe Dämpfung zu erzielen.



Berechnete Stromdiagramme



Qualitativer Verlauf des magnetischen Drucks

Die magnetische Feldenergie einer stromdurchflossenen Spule lässt sich berechnen mit:

$$E = \frac{1}{2} LI^2$$

Der *magnetische Druck* bzw. die *Energiedichte* im Volumenraum V zwischen Werkstückwand und Spule lässt sich darstellen durch:

$$p = \frac{E_L}{V} = \frac{\frac{1}{2} LI^2}{V}$$

Wie man erkennen kann ist $p \propto I^2$. Die Funktion $p(t)$ lässt sich also vereinfacht wie folgt formulieren:

$$p(t) = k \cdot (I(t))^2$$

