

## Verlustbewertung

### Allgemeines

Verlustbewertung heisst, dass man bei einem Vergleich von zwei oder mehreren Transformatoren nicht nur den Anschaffungspreis sondern auch dessen Verluste bewertet.

Dabei können entweder die Jahreskosten oder die diskontierten Jahreskosten (Kapitalisierung) verglichen werden.

#### 1. Jahreskosten (Kapitalkosten + Summe der Verlustkosten)

Für die Berechnung der Kapitalkosten muss die Abschreibungsdauer n (z.B. 20 Jahre) und der Zinssatz z für das aufgenommene Kapital angenommen oder festgelegt werden. Aus der Annuitätentabelle lässt sich der Annuitätsfaktor f als Funktion von Zinssatz und Abschreibungsdauer ermitteln.

Für die Verlustkosten müssen die jährlichen Betriebsstunden t (z.B. 8760 h = 1 Jahr) und die durchschnittliche Belastung q festgelegt werden, wobei zu beachten ist, dass sich die Kupfer- oder Wicklungsverluste quadratisch zur Last ändern.

### Kapitalkosten Kk

$$Kk = \frac{I}{f}$$

I = Investitionsbetrag (CHF)

f = Annuitätsfaktor f(z,n)(-)

$$f = \frac{(1+z)^n - 1}{z(1+z)^n}$$

### Verlustkosten

Eisen- oder Leerlaufverluste

$$KPo = Po * t * a$$

KPo = Verlustkosten der Eisenverluste (CHF)

Po = Eisenverluste (W)

t = jährliche Betriebsstunden (h)

a = Energiepreis (CHF/kWh)

Kupfer- Wicklungs- oder Lastverluste

$$KPk = Pk * t * a * q^2$$

KPk = Verlustkosten der Wicklungsverluste (CHF)

Pk = Wicklungsverluste (W)

q = durchschnittliche Belastung des Trafos (-)

### Beispiel:

Annahme t = 8760 h a = 0.12 Fr./kWh q = 40% (0.4) z = 4% (0.04) n = 20 J

Aus der Annuitätentabelle ergibt sich der Annuitätsfaktor f als Funktion von z, n und I zu f = 13.6.

Transformator 400 kVA	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Kaufpreis (CHF)	13'000	12'000	9'800
Po (W)	390	415	430
Pk (W)	3060	3250	4600
Kk (CHF)	955.90	882.35	720.60
KPo (CHF)	409.95	436.25	452.00
KPk (CHF)	514.65	580.60	773.70
<b>Jahresendkosten (CHF)</b>	<b>1880.50</b>	<b>1865.25</b>	<b>1964.30</b>

2. Diskontierte Jahreskosten (Kapitalisierung)

Bei der Berechnung der diskontierten Jahreskosten oder der Kapitalisierung werden die Verlustkosten, die während der definierten Abschreibungszeit entstehen, als Barwert B in Funktion von Energiekosten, Abschreibungszeit und Zinssatz errechnet.

$$BPo = KPo * f = Po * t * a * f$$

*BPo = Barwert der Eisenverluste (CHF)*

*BPk = Barwert der Wicklungsverluste (CHF)*

$$BPk = KPk * f = Pk * t * a * q^2 * f$$

Aus dem vorherigen Beispiel errechnen sich somit folgende Kapitalisierungswerte pro Watt Verluste:

$$BPoW = \frac{t * a * f}{1000} = \frac{8760 \text{ h} * 0.12 \text{ CHF/kWh} * 13.6}{1000} \approx 14.30 \frac{\text{CHF}}{\text{W}}$$

$$BPkW = \frac{t * a * q^2 * f}{1000} = \frac{8760 \text{ h} * 0.12 \text{ CHF/kWh} * 0.4^2 \text{ kW} * 13.6}{1000} \approx 2.28 \frac{\text{CHF}}{\text{W}}$$

Kaufpreis I (CHF)	13'000.00	12'000.00	9'800.00
BPo (CHF) = Po(W)*BPoW (CHF/W)	5'577.00	5'934.50	6'149.00
BPk (CHF) = Pk(W)*BPkW (CHF/W)	7'007.40	7'442.50	10'534.00
<b>Barwert</b> der diskontierten Jahreskosten	<b>25'584.40</b>	<b>25'377.00</b>	<b>26'483.00</b>

Fazit:

Auch wenn der Transformator der Variante 3 in der Anschaffung über 18% günstiger ist als der zweit-günstigste, ist er trotzdem in den Jahreskosten und kapitalisiert um einiges teurer als der Standard-transformator.

Die Jahreskostenrechnung kann auch angewendet werden, um zu beurteilen, ob ein Ersatz eines alten Transformators durch einen neuen wirtschaftlich ist.

Dabei sollte jedoch immer mitberücksichtigt werden, dass der bestehende Transformator einer Revision unterzogen werden muss, damit er betriebstechnisch vergleichbar ist.