

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 26 (1935)
Heft: 19

Erratum: Berichtigung
Autor: Holzer, W.

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zu den angegebenen Beispielen für den selbst-gekühlten Transformator möge schliesslich noch eine Nachrechnung für Fremdkühlung erfolgen. Es sei hierbei $\vartheta_1 = 35^\circ$, $d_1 = 25^\circ$ und $T = 1$ Stunde; die Verlustaufteilung bleibe die gleiche. Ein einstündiger Erdschlussbetrieb von $n = 0,34$ werde bei Vollast, $\cos \varphi_L = 0,8$ (ind.) vorgesehen. Es wird im Öl:

$$\begin{aligned} v &= 1 + 0,34^2 = 1,116; \\ \vartheta_e &= 35 \cdot (1,116 \cdot 0,7 + 0,3) = 37,8^\circ; \\ \text{für } t/T &= 1, f = 0,63; \\ \vartheta &= 35 + 2,8 \cdot 0,63 = 36,8^\circ. \end{aligned}$$

In der Wicklung:

$$\begin{aligned} x &= 1,2; v_m = 1 + 0,34^2 + 1,2 \cdot 0,34 = 1,524; \\ d_e &= 25 \cdot 1,524 = 38,1^\circ; \vartheta_w = 36,8^\circ + 38,1^\circ = 74,9^\circ. \end{aligned}$$

Sämtliche Beispiele entsprechen also der zugrundegelegten Erhöhung der Ubertemperatur um

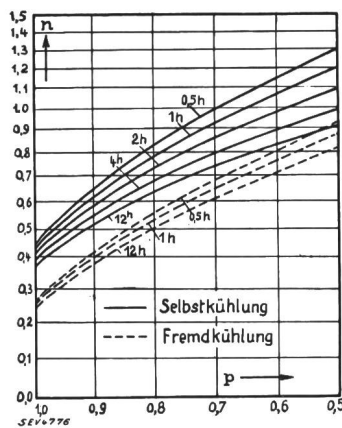


Fig. 3.
Zulässige Erdschlussleistung als Funktion der Drehstrombelastung eines normalen Transformators.

maximal 15° , d. h. auf 75° in der Wicklung. In Fig. 2 sind die in gleicher Weise ermittelten Grenzwerte für n als Funktion des Phasenwinkels der Drehstrom-Vollast dargestellt, und zwar unter Annahme der bereits genannten Mittelwerte für normale Transformatoren. Die Stundenziffern geben jeweils die zulässige Dauer der Erdschlussbelastung an.

Die Abhängigkeit von der Belastung des Transformators ersieht man aus Fig. 3, hier ist n als Funktion der Drehstrombelastung bei dem für die Erwärmung ungünstigsten Phasenwinkel dargestellt. Die Kurven für Fremdkühlung gelten für den Fall, dass die Kühlanlage bei allen Belastungen gleichmässig arbeitet; diese Annahme trifft allerdings in der Praxis nicht immer zu. Wird der Transformator bei Vollast mit Fremdkühlung, bei Teillasten aber selbstkühlend betrieben, so ist für jede der beiden Kühlungsarten die Berechnung entsprechend durchzuführen.

Der eingangs erwähnte dreischenklige Transformator mit Stern-Stern-Schaltung ohne Ausgleichwicklung ist bei der Belastung durch eine Erdschlusspule wegen des auftretenden Jochfeldes einer einfachen Berechnung weniger zugänglich;

zum mindesten müssen eine Anzahl Konstruktionsdaten bekannt sein. Es soll daher die Erwärmungsfrage nur als grobe Näherungsrechnung behandelt werden. Die Grössenordnung der zulässigen Erdschlussbelastung liegt bei etwa 10 %, bei Anordnung von Stirnbändern bis 15 %, hierbei spielen die durch I_0 verursachten Verluste gegenüber den durch das Jochfeld hervorgerufenen Kastenverlusten für die Oelerwärmung keine Rolle; für die Wicklungserwärmung müssen sie dagegen berücksichtigt werden. Die Berechnung der Zusatzverluste nach Richter⁴⁾ ergab beispielsweise für einen 250 kVA-Transformator bei $n = 0,1$ Kastenverluste von 10 % der Normalverluste bei Drehstrombetrieb; für einen 2500 kVA-Transformator ergaben sich etwa 30 %. Aus einer einfachen Ueberlegung folgt, dass diese relativen Verluste mit der Quadratwurzel aus der Leistung zunehmen. Berücksichtigt man die Verschlechterung der Konvektion durch eine den Verlusten proportionale Zunahme der Oeltemperatur, so erhält man bei 250 kVA: $\vartheta_e = 42 \cdot 1,1 = 46^\circ$ bzw. bei 2500 kVA: $\vartheta_e = 42 \cdot 1,3 = 54,5^\circ$. Für die Wicklung wird der ungünstigste Phasenwinkel φ_L zugrundegelegt, es wird also $d_e = 18 \cdot 1,1^{1,6} = 21^\circ$. Die Wicklungsübertemperatur beträgt demnach bei 250 kVA: $\vartheta_w = 46^\circ + 21^\circ = 67^\circ$ und bei 2500 kVA: $\vartheta_w = 54,5^\circ + 21^\circ = 75,5^\circ$. Diese kurze Ueberlegung zeigt, wie bei wachsender Transformatorgrösse die zulässige Erdschlussbelastung sehr vorsichtig abgeschätzt werden muss; allerdings wird bei Grosstransformatoren meistens eine Dreieck-Wicklung vorhanden sein. Bekanntlich ist ausser der thermischen Nachrechnung noch die Verlagerung des Nullpunktes durch die Jochreaktanz für die mögliche Leistung der Erdschlusspule massgebend.

Bei Anschluss einer Löschpule an eine in Zickzack geschaltete Wicklung sind, falls der Transformator ausserdem noch zur Leistungsübertragung verwandt wird, hinsichtlich der Erwärmung die gleichen Formeln anzuwenden wie bei der Stern-Dreieck-Schaltung, jedoch ist zu beachten, dass der Verlustzuwachs v für die Oelerwärmung nur von der Zickzack-Wicklung herrührt, da ja kein Ausgleichstrom fliesst. Diese Berechnung kommt hauptsächlich für die Auslegung von Nullpunktstransformatoren in Frage, die eine besondere Wicklung zur Leistungsabgabe für örtliche Zwecke besitzen.

Berichtigung

zum Artikel

Ueber Strommessung mit Braunschen Kathodenstrahlröhren.

Von W. Holzer, Wien.

(Bull. SEV 1935, Nr. 12, S. 322.)

Auf Seite 323 muss die zweite Formel richtig heissen:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{300 \cdot m}} = 0,6 \cdot 10^8 \sqrt{U} \text{ cm/s.}$$

⁴⁾ R. Richter, Elektr. Maschinen, Bd. III, S. 34.