Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69/70 (1917)
Heft: 10

Inhaltsverzeichnis

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: 21.01.2026

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

INHALT: Der Wechselstrom-Transformator in der elektrischen Traktion. — Berner Schulhausbau-Fragen. — Die Verwendung der elektrischen Energie für Kochzwecke. — Miscellanea Kunstmuseum Basel. Elektrisches Schweissen von Gusstücken. Direktion der Elektrizitätswerke und Wasserversorgung Bellinzona. Simplon-Tunnel II. Donau-Main-Kanal. Ein Vorschlag zu einem neuen Talsperren-System. Scheinwerfer von Sperry. Die Kosten für das Anhalten und Wiederanfahren von Eisenbahnzügen. Bewässerungsanlage im Okanogan-Tal. — Nekrologie: Fritz Frey. — Konkurrenzen: Primarschulhaus Ergaten in Frauenfeld. — Literatur: Handbuch der Holzkonservierung. Jahrbuch der Technischen Zeitschriften-Literatur. Literar. Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidgen. Technischen Hochschule: Stellenvermittlung.

Band 69. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 10.

Der Wechselstrom-Transformator in der elektrischen Traktion.

Von Professor Dr. *W. Kummer*, Ingenieur, Zürich.

Beim elektrischen Vollbahnbetrieb mittels Einphasen-Wechselstroms bildet die dreimalige Spannungstransformation zwischen den Kraftwerksgeneratoren und den Fahrzeugsmotoren die Regel. Der Wechselstromtransformator hat damit für den elektrischen Bahnbetrieb eine Bedeutung erlangt, die er zuvor nicht besessen hatte. Denn bei Gleichstrombahnen und Drehstrombahnen findet eine Spannungs-Transformation im allgemeinen nur im Dienste der Arbeitsübertragung zwischen Kraftwerken und Unterwerken Anwendung, die sehr oft nur eine einmalige, gelegentlich auch eine zweimalige ist. Die Drehstrom-Anlage der Simplonbahn macht übrigens überhaupt keinen eigentlichen Gebrauch der Spannungstransformation, während anderseits die „Great Northern Railway" in Nordamerika den Ausnahmefall der dreimaligen Spannungstransformation bei Drehstrombetrieb verwirklicht.

Jede dreimalige Spannungstransformation in einer elektrischen Bahn-Anlage sollte indessen im Hinblick auf den Leistungsfaktor der Anlage hinsichtlich des benötigten Magnetisierungsstroms (Leerlaufstroms) der Transformatoren ebenso streng geprüft werden, als es im Hinblick auf den Wirkungsgrad der Anlage hinsichtlich der Verluste in den Transformatoren gewöhnlich zu geschehen pflegt. Im weitern findet bei elektrischen Bahnen mit dreimaliger Spannungs-Transformation die letzte dieser Transformierungen auf den Fahrzeugen statt, wo die benutzten Transformatoren durch ihre Raum- und Gewichtsansprüche noch besonders in Betracht fallen. Für die elektrische Traktion mittels Einphasenwechselstroms sind deshalb neben den mit dem Wirkungsgrad zusammenhängenden Grössenverhältnissen besonders auch die Verhältnisse des Leerlauf-Stromes der Transformatoren von Wichtigkeit. Die vorliegende Studie, zu der wir namentlich durch die verschiedenen Arbeiten über Transformatoren von *M. Vidmar*, Budapest[1]), angeregt worden sind, hat sich deshalb vor allem mit den Verhältnissen der Grösse und des Leerlauf-Stromes der Transformatoren zu beschäftigen und deren Bedeutung besonders für die Einphasentraktion zu erörtern.

1. *Die Grösse der Transformatoren.*

In früheren Arbeiten haben wir uns wiederholt mit der Grösse der Bahnmotoren beschäftigt[2]) und diese durch charakteristische Zahlenwerte für die drei Stromarten auf Grund von Ausführungsbeispielen[3]) zum Ausdruck gebracht. Auch für die Grösse der Transformatoren lassen sich derartige, allgemein gültige Kennziffern aufstellen. Indessen bestehen grundsätzliche und wichtige Unterschiede zwischen den Grössenverhältnissen der Motoren und denen der Transformatoren.

Bei den *Motoren* ist bekanntlich als festlegendes Grössenmass anzusehen das Volumen V (das aktive Motor-Volumen) des aus dem Ankerdurchmesser als Durchmesser und der Ankereisenbreite als Höhe gebildeten Zylinders, das dem vom Motor umgesetzten Drehmomente D gemäss der Beziehung: $V = C \cdot D$ einfach proportional ist, insoweit als die sog. „Maschinen-Konstante" C als wirklich konstant angesehen werden kann, was für eine gegebene Stromart und Bauart und von einer gewissen Motorgrösse an praktsich zulässig ist. Durch:

$$C = \frac{V}{D} = V_1$$

wird somit ein Motoren-Einheitsvolumen, das in cm^3/mkg ausgedrückt erscheint, festgelegt, und welches von der Motorgrösse selbst, bezw. vom normalen Drehmomente eines Motors, unabhängig ist.

Bei den *Transformatoren* liegen die Grössenverhältnisse wesentlich anders. Einmal ist das festlegende Volumen V (das aktive Transformatorvolumen) mit der rein elektrischen Grösse der umgesetzten Volt×Ampère im Zusammenhang; im weitern ist dieser Zusammenhang keineswegs durch einfache Proportionalität gekennzeichnet, derart, dass die einzuführende „Transformatorkonstante" C ein wesentlich verschiedener Begriff neben dem Begriffe V_1 des Transformatoren-Einheitsvolumens wird, das natürlich durch den Quotienten cm^3/VA zu definieren ist. Es sind diesbezüglich die folgenden Beziehungen zu berücksichtigen:

Die in einer Transformator-Wicklung induzierte elektromotorische Kraft E, in effektiven Volt gemessen, ergibt sich zu

$$E = 4{,}44 \cdot \nu \cdot N \cdot B \cdot F_{ei} \cdot 10^{-8}$$

wenn man mit ν die Periodenzahl der Stromquelle, mit N die Windungszahl der betrachteten Wicklung und mit B den Maximalwert der sinusförmig veränderlichen magnetischen Induktion im massgebenden Eisenquerschnitt F_{ei} bezeichnet. Erlaubt die Wicklung die Aufnahme der normalen Stromstärke I, so wird die in Volt×Ampère gemessene

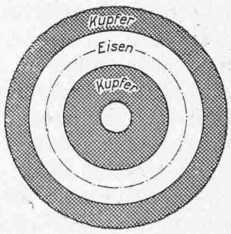

Abb. 1.

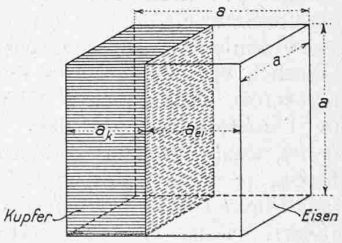

Abb. 2.

scheinbare Leistung (Scheinleistung) umgesetzt von:

$$E \cdot I = 4{,}44 \cdot \nu \cdot N \cdot B \cdot F_{ei} \cdot I \cdot 10^{-8}$$

die für Einphasen-Transformatoren die ganze Scheinleistung, für Mehrphasen-Transformatoren die Scheinleistung pro Phase darstellt. Indem man mit s die Stromdichte und mit q den Querschnitt einer Windung einführt, folgt:

$$I = s \cdot q$$

Die primäre und die sekundäre Wicklung zusammen er geben den Gesamtkupferquerschnitt:

$$F_k = 2 \cdot q \cdot N$$

Für eine Transformatoren-Typenreihe, für eine bestimmte Periodenzahl ν und für gleichbleibende magnetische und elektrische Beanspruchungen B und s gilt dann für die umgesetzte Scheinleistung die Beziehung:

$$E \cdot I = K_1 \cdot F_{ei} \cdot F_k$$

wobei K_1 eine Konstante bedeutet. Es ist F_{ei} die Querschnittsfläche eines Kreisringes, den wir uns, gemäss Abbildung 1, der Einfachheit halber vollständig mit zwei Wicklungen vom Gesamtquerschnitt F_k gleichmässig bewickelt denken können; F_{ei} und F_k liegen dann in Ebenen, die aufeinander senkrecht stehen, und von denen die zweite in der Bildebene der Abb. 1 liegt. Nun denken wir uns den

[1]) In den Jahrgängen 1913, 1914 und 1915 der Wiener Zeitschrift «Elektrotechnik und Maschinenbau» und in Heft 30 der «Sammlung Vieweg». Neben diesen Veröffentlichungen ist auch die Kritik zu beachten, die an ihnen durch *Zelewsky* («Elektrotechnik und Maschinenbau» 1916, S. 266) und durch *Korndörfer* («E. T. Z.» 1916, S. 224 und 691) geübt wurde.

[2]) Vergl. besonders «Schweiz. Bauzeitung», Bd. LII, S. 288 bis 294 (28. Nov. 1908) und Bd LIII, S. 308 bis 312 (12. Juni 1901).

[3]) «Schweiz. Bauzeitung», Bd. LII, S. 293 (28. Nov. 1908); Bd. LXVI, S. 150 (25. Sept. 1915) und S. 240 bis 241 (20. Nov. 1915).