

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 24

Artikel: Der Einschaltstrom von Wechselstrom-Transformatoren für die elektrische Traktion
Autor: Kummer, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34859>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

der Kanal der Staatsstrasse St. Gallen-Romanshorn, wobei mit Rücksicht auf das 4,9 bis 39^{0/00} betragende Gefälle mit einem Eiprofil von 70 × 105 cm, bzw. einem Kreisprofil von 60 und 70 cm Lichtweite auszukommen war, und biegt dann, der erforderlichen Terrainhöhe folgend, nach Osten ab, wo er schliesslich, nach Ueberquerung einer Mulde, in der die Tropfkörper errichtet wurden, mittels eines 184,6 m langen Aquädukts die Kläranlage erreicht. Das Gefälle in dieser letzten Strecke beträgt 4, bzw. 2^{0/00}, das Profil 80 × 120 cm. Der Aquädukt ist in dreizehn Oeffnungen zerlegt, von denen acht zu je 10,4 m auf der einen Seite, fünf von 10,4 bis 13,5 m auf der andern Seite eines am Krümmungspunkt erstellten Gruppenpfeilers liegen. Dieser Gruppenpfeiler und die beiden Endwiderlager bilden drei feste Auflager der Kanalbrücke, während die übrigen als Pendelstützen ausgestaltet sind. Zur Ausgleichung der Temperatureinflüsse ist in jeder Aquädukhälfte der mittlere Pendelpfeiler als Doppelwand mit zwischenliegender Dilatationsfuge ausgeführt. Aus den bisherigen Beobachtungen geht hervor, dass die Verkürzung des 83,2 m langen Aquädukteils im Maximum 17 mm und die Ausdehnung 20 mm beträgt. Diese Veränderungen von insgesamt 37 mm werden wie beim ersten Aquädukt von wellenförmig gebogenen Kupferblech-Einlagen aufgenommen, sodass sich bis jetzt keine Rissbildungen eingestellt haben. Im übrigen verweisen wir sowohl bezüglich der näheren Ausführungsdetails der Aquädukte als auch jener der Stollenbauten auf den erwähnten Baubericht.

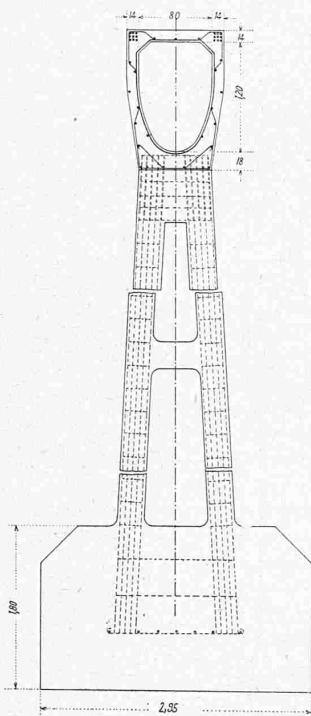


Abb. 6. Pfeiler des Eisenbeton-Aquädukts von 75,6 m Länge. — Masstab 1:75.

(Schluss folgt.)

Der Einschaltstrom von Wechselstrom-Transformatoren für die elektrische Traktion.

Zur richtigen Würdigung der besondern Eigenschaften der Wechselstrom-Transformatoren im elektrischen Bahnbetrieb, mit deren Darlegung wir uns bereits in einem Aufsatz auf Seite 105 von Band LXIX (am 10. März 1917) der „Schweiz. Bauzeitung“ befassten, hat *M. Vidmar* neuerdings einen wertvollen Beitrag geleistet. In einer Arbeit „Der Einschaltstrom des Transformators“¹⁾ liefert er nämlich die ersten praktisch brauchbaren Ansätze zur Vorausberechnung des maximal möglichen Stromstosses beim Einschalten unbelasteter Transformatoren. Dieser Stromstoss ist recht eigentlich eine der Kinderkrankheiten der Wechselstrom-Traktion mit niedriger Periodenzahl gewesen, die zwar durch den Gebrauch des Stufenschalters (Schaltapparat mit Widerstands-Zwischenstufe) mit Leichtigkeit überwunden werden konnte, aber immerhin solange als besondere Unannehmlichkeit empfunden werden musste, als für seine Vorausberechnung, bzw. für die Dimensionierung des Schalter-Stufenwiderstandes, keine zum unmittelbaren praktischen Gebrauch gut geeigneten Formeln vorhanden waren.

¹⁾ Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien 1918, Seite 273.

Anschliessend an die bekannte Beziehung, dass bei widerstandsloser Wicklung der Einschaltstrom im Maximum eine Steigerung der Zahl magnetischer Induktionslinien auf den dreifachen Betrag der normalen Induktion zu bewirken vermag, benützt *Vidmar* weiter auch die Ueberlegung, dass der Einschaltstrom im schlimmsten Falle mit seinem Höchstwert den normalen Vollaustrom nur in demselben Verhältnis K übersteigen dürfte, in dem die Betriebsspannung den normalen Ohm'schen Abfall in der Primärwicklung übertrifft. Bezeichnet man also mit ε den Ohm'schen Spannungsabfall der Primärwicklung in Prozenten der Spannung, so ist offenbar:

$$K = \frac{100}{\varepsilon} \cdot \sin(2\pi\nu t)$$

wobei der gefährliche Zeitpunkt t innerhalb der Periodenzeit $T = \frac{1}{\nu}$ zunächst noch unbekannt ist. Durch die Kunstgriffe einer angemessenen Vereinfachung der Gleichung der Magnetisierungskurve im Bereich der magnetischen Sättigung und der Behandlung des vorübergehenden Stromstosses als Gleichstromerscheinung ergibt sich angenähert:

$$\sin(2\pi\nu t) = \frac{20}{\pi} \cdot \frac{1}{\nu} \cdot \frac{l_{ei} \cdot l_k}{F_{ei} \cdot F_k}$$

wobei mit l_{ei} und l_k die Längen, mit F_{ei} und F_k die Querschnitte der aktiven Eisen- und Kupfer-Körper bezeichnet sind. Da nach der endgültigen Formel:

$$K = \frac{2000}{\pi} \cdot \frac{1}{\varepsilon \cdot \nu} \cdot \frac{l_{ei} \cdot l_k}{F_{ei} \cdot F_k}$$

der Verhältniswert K des Einschaltstroms zum normalen Vollaustrom in umgekehrtem Verhältnis zur Periodenzahl ν steht, so scheint damit bereits die Tatsache klarzuliegen, dass mit der Einführung der Wechselstrom-Traktion und der dabei nötigen niedrigen Periodenzahlen das Auftreten unangenehm hoher Einschaltströme begründet war. Ein solches Urteil wäre jedoch irrig, weil für einen Transformator gegebener Leistung, Beanspruchung und Periodenzahl das Produkt $\nu \cdot F_{ei}$ eine Konstante bildet, K also von ν unabhängig wird. Die frühzeitige Wahrnehmung des Stromstosses bei kleiner Periodenzahl beruht vielmehr darauf, dass Transformatoren für kleine Leistungen von jeher stark gesättigt wurden, wobei F_{ei} und F_k verhältnismässig klein werden. Sobald man auch Transformatoren für höhere Periodenzahlen stärker zu sättigen begann, wurden dieselben Werte K festgestellt.

Bemerkenswert ist im weitern die Tatsache, dass bei Transformatoren für kleine Leistungen der Einschaltstrom höher ausfallen kann, als der Kurzschlussstrom, während bei Transformatoren für grosse Leistungen das Umgekehrte eintritt. Da in den Kinderjahren der Wechselstrom-Traktion vorwiegend mit kleinen Transformatoren gearbeitet wurde, die, bei ihrer Anwendung auf Triebfahrzeugen, insbesondere Motorwagen, betriebsmässig oft unbelastet eingeschaltet werden müssen, so ist damit auch das häufige Auftreten hoher Einschaltströme an diesen Transformatoren gemäss der Formel von *Vidmar* gut begründet.

W. Kummer.

Schweiz. Werkbund-Ausstellung in Zürich.

Die Arbeiterwohnung.

(Fortsetzung von Seite 194.)

Für ein ziemlich ebenes Gelände im industriereichen nordwestlichen Zürcher Vorort Oerlikon haben die Architekten *Knell & Hässig* im Auftrage einer in Bildung begriffenen Baugenossenschaft mit gemeinnützigem Charakter, unter Ausschluss jeglicher Spekulationsmöglichkeit, eine Kleinhaus-Kolonie entworfen, deren Pläne auf der Ausstellung zu sehen waren. Einige davon, im Lageplan (Abb. 40) hervorgehoben, sind in unsern Abbildungen (S. 234 und 235) verkleinert wiedergegeben.

Es handelt sich im Wesentlichen um vier Typen, die je nach ihrer Anwendung als eingebaute oder frei-