

Die Wahl der Periodenzahl für den Einphasen-Bahnbetrieb vor 50 Jahren und heute

Autor(en): **Kummer, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **72 (1954)**

Heft 28

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-61222>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Wahl der Periodenzahl für den Einphasen-Bahnbetrieb vor 50 Jahren und heute

Von Prof. Dr. W. Kummer, Ingenieur, Zürich

DK 621.331.3

Gestern vor fünfzig Jahren ist hier der erste Beitrag von Dr. W. Kummer erschienen, der sich bereits mit dem elektrischen Bahnbetrieb befasste. In zahlreichen Aufsätzen hat sich unser Mitarbeiter seither hier und anderwärts immer wieder mit diesem Thema beschäftigt und sich dabei besondere Verdienste um die Einführung der Einphasen-traktion mit 16% Hz erworben. Darum freuen wir uns, heute dieses interne Jubiläum mit hierauf bezüglichen Betrachtungen aus seiner Feder begleiten zu können. Die Redaktion

Im Juli 1904 waren für den Ursprung des schweizerischen Einphasen-Bahnbetriebs, d. h. für den seitens der Maschinenfabrik Oerlikon vorbereiteten Versuchsbetrieb auf der SBB-Strecke Seebach-Wettingen vorhanden: Eine Umformerlokomotive für Einphasenbetrieb bei 15 000 V Fahrspannung und 50 Hz, ein für Einphasenspeisung bei 300 V Normalspannung und 15 Hz gebauter, eben den Versuchsstand erfolgreich verlassender Einphasen-Seriemotor mit dem von H. Behn-Eschenburg erfundenen, phasenverschobenen Wendefeld, sowie der Baubetrieb für die elektrische Fahrleitung auf der ersten Teilstrecke Seebach-Affoltern. Der genannte Einphasenmotor sowie ein zweiter von gleicher Bauart und Grösse wurden im Jahre 1905 in eine zweite Einphasenlokomotive gleicher Leistung (rund 400 PS) wie die erste, aber für Einphasenspeisung bei 15 000 V Fahrspannung und 15 Hz eingebaut. Damit konnte der Einphasen-Bahnbetrieb auf der Versuchsstrecke für Einphasenstrom von 50 Hz und auch für solchen von 15 Hz erprobt werden; das Ergebnis war ein Sieg der niedrigen Periodenzahl.

Es ist bemerkenswert, dass heute, besonders infolge der seit einigen Jahren bestehenden Möglichkeit, gut kommutierende Einphasen-Seriemotoren grösserer Leistung auch für eine Speisung bei 50 Hz zu bauen, wie den Lesern der «Bauzeitung» durch den Bericht von C. Bodmer bekanntgegeben wurde¹, neuerdings bei Projektierungen die Wahl dieser Periodenzahl erwogen wird.

Der Wunsch, aus den mit 50 Hz betriebenen Drehstrom-Netzen der allgemeinen Licht- und Kraftversorgung unmittelbar Einphasenstrom für den normalen Bahnbetrieb abzuzapfen, hatte im Ausland schon anfangs der dreissiger Jahre den Bau bezüglicher Einphasen-Bahn-Anlagen veranlasst, nachdem die Gesamtleistung der schon damals umfangreichen Drehstrom-Versorgungs-Anlagen die bei solcher Abzapfung unvermeidlichen Unsymmetrien im Drehstromnetz als annehmbar erscheinen liess. Heute ist eine solche Abzapfung erst recht aktuell, nachdem der erwähnte Fortschritt im Bau von Einphasen-Seriemotoren für 50 Hz gemacht wurde.

Schon die Versuchsanlage Seebach-Wettingen hatte zu einem mehrere Jahre dauernden, aber erfolgreich beendeten Kampf mit den vom Bahnstrom in benachbarten Telefonleitungen ausgelösten Störungen geführt. Nun ist heute derselbe Kampf von den Befürwortern des Einphasen-Bahnbetriebs mit 50 Hz neuerdings auszufechten. Bekanntlich hat unser schweizerischer, seit 1916 allgemein gewordener Einphasenbetrieb der Hauptbahnen mit 15 000 V Fahrspannung und 16% Hz besonders dank der weitgehenden Verkabelung der Telephon-Fernleitungen eine so gut wie vollständige Störungsfreiheit des Telephonbetriebs ermöglicht. Gegenüber dem 50periodigen Fahrstrom hat jedoch die Verkabelung der dem Bahngleis benachbarten Telephonleitungen bisher noch keinen allgemein störungsfreien Telephonverkehr ergeben. Die für solche Störungen verantwortlichen Oberschwingungen im Fahrstrom sind für dessen Periodenzahl von 50 Hz eben auch von dreimal höherer Frequenz als für Fahrstrom mit der Periodenzahl 16%. Die führenden Männer der störenden Bahnbetriebe erwarten, dass das Zusammenarbeiten der Starkstrom- und der Telephoningenieure die Zugförderung mittels Einphasenstrom von 50 Hz von dieser Schwierigkeit befreien werde², ebenso wie es seinerzeit beim Versuchsbetrieb Seebach-Wettingen der Fall gewesen ist, wo ein Telephon-Freileitungsstrang von 28 Drähten neben dem Bahngleis erstellt war.

¹ SBZ 1951, Nr. 6 und 7.

² Einen bezüglichen Bericht hat R o l f B u c k e l 1953 in der Zeitschrift «Elektrische Bahnen» veröffentlicht, der im «Bulletin» des SEV vom 17. April 1954 (Bd. 45, S. 288) eingehend gewürdigt ist.

Nun müssen wir darauf hinweisen, dass deutsche und französische Bahnverwaltungen heute umfangreiche Aufträge auf Umformerlokomotiven für den Einphasenbetrieb mit 50 Hz ausführen lassen und so die Fortschritte im Bau von Einphasen-Seriemotoren für 50 Hz nicht berücksichtigen. Betriebstechnisch ist eben der Einphasen-Seriemotor für 50 Hz gegenüber jenem für 16% Hz leicht minderwertig hinsichtlich des Wirkungsgrads, welcher Nachteil allerdings durch den besseren Wirkungsgrad des Transformators weitgehend ausgeglichen wird; er ist aber erheblich minderwertig hinsichtlich des Leistungsfaktors; ausserdem ist er in gewissen Fällen auch hinsichtlich seiner mechanischen Charakteristik, d. h. hinsichtlich seiner *Zugkraft*-Geschwindigkeits-Kennlinie, unbefriedigend. Die Geschwindigkeits-Kennlinien von Einphasen-Seriemotoren über der Zugkraft sind nämlich um so steiler, je höher die Periodenzahl des speisenden Einphasenstroms ist³. Bei 16% Hz ist dies kaum von Bedeutung, aber bei 50 Hz bewirkt die grössere Steilheit dieser Kennlinien, dass etwa eine allseits befriedigende Arbeitsweise bei kleinen Geschwindigkeiten neben hohem im Dauerbetrieb unmöglich ist. Bahnverwaltungen, deren Fahrordnung diese Möglichkeit erheischt, wählen dann bei Betrieb mit 50-periodigem Einphasenstrom Umformerlokomotiven (neuerdings auch Umformer-Motorwagen, wie in England). Bei erträglichem Mehrpreis und bei erträglicher Dienst-Erschwerung können solche Fahrzeuge den Fahrmotoren die gewünschte Arbeitsweise bieten.

Für ausländische Bahnverwaltungen, die sich zur Zeit mit Plänen der Einführung des Einphasen-Bahnbetriebs auf ihrem Netz befassen, fällt also, wie oben schon bemerkt, eine Wahl der Periodenzahl wieder in Betracht. Bei uns in der Schweiz ist sie im Jahre 1916 endgültig und gut gelöst worden.

Es sei hier noch erwähnt, dass es in diesem Jahr ebenfalls 50 Jahre her sind, dass für unser Studium der Systemfrage des elektrischen Bahnbetriebs im allgemeinen eine wichtige Entscheidung fiel, nämlich die im Mai 1904 erfolgte endgültige Konstituierung der seit 1902 im Aufbau befindlichen «Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb». Die «Bauzeitung» hat ihre Leser über die Arbeiten und den Entscheid dieser Kommission für die Elektrifizierung unserer Hauptbahnen fortlaufend unterrichtet und dieser Kommission auch wieder anlässlich der im Februar 1942 erfolgten Neu-Inauguration der elektrischen Zugförderung auf der Strecke Seebach-Wettingen anerkennende Worte gewidmet⁴.

Das in der Schweiz für den elektrischen Hauptbahn-Betrieb gewählte System ist weiterhin die klassische Form des Einphasen-Traktionssystems.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Walter Kummer, Samariterstr. 12, Zürich 32.

MITTEILUNGEN

Internationale Zusammenarbeit in der Ziegelindustrie. Die Ziegelindustrien der europäischen Länder haben im Jahre 1952 eine Vereinigung gebildet, um die wissenschaftliche Forschung und den gegenseitigen Austausch der Erfahrungen gemeinsam durchzuführen. Die Vereinigung umfasst heute zwölf Länder West-Europas mit 3500 Ziegeleibetrieben, die ihrerseits rund 250 000 Arbeiter beschäftigen. Im Juni 1954 traten in Wien die Vertreter aus zehn europäischen Ländern zu einer Arbeitstagung zusammen. Dabei durfte bei der Beratung verschiedener technischer Fragen festgestellt werden, dass die schweizerische Ziegelindustrie in der Entwicklung ihrer Einrichtungen und ihrer Produkte in vorderster Reihe steht. Sie konnte mit ihrem neuen, in Zusammenarbeit mit der EMPA entwickelten hochisolierenden Grossformatstein ein Produkt vorlegen, das allgemeines In-

³ Diese Tatsache kann ohne weiteres aus der elementaren Theorie des Einphasen-Seriemotors, die der Verfasser 1907 in der SBZ Bd. 49, S. 247 und 256 entwickelte, erkannt werden, wenn man berücksichtigt, dass der in den Formeln auftretende Phasenwinkel φ_n des Nennbetriebes mit steigender Periodenzahl des Einphasenstroms ebenfalls grösser wird.

⁴ SBZ Bd. 119, S. 97 (am 28. Februar 1942).