Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 53 (1962)

Heft: 4

Artikel: Neue Zugbeleuchtungsbatterien der SBB

Autor: Diefenhardt, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916908

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: 08.08.2025

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Neue Zugbeleuchtungsbatterien der SBB

Von *P. Diefenhardt*, Thun

621.356 : 628.977.8 : 625.2(494)

Es werden die Gründe dargelegt, die bei den Schweiz. Bundesbahnen (SBB) und verschiedenen schweizerischen Privatbahnen zur Wahl einer neuen Zugbeleuchtungsbatterie führten. Der Aufbau und die Eigenschaften der neuen Röhrchenplatten-Batterie mit 150 Ah Kapazität werden beschrieben. Ferner wird auf die wichtigsten betrieblichen Vorteile, die sich durch die Einführung der neuen Batterie ergeben, hingewiesen.

Les motifs qui ont conduit les Chemins de fer fédéraux suisses (CFF) et divers chemins de fer privés suisses à chercher une nouvelle batterie pour l'éclairage des trains sont passés en revue. On décrit la construction et les qualités du nouvel accumulateur à plaques tubulaires d'une capacité de 150 Ah. Enfin on énumère les principaux avantages en service dus à l'introduction de la nouvelle batterie.

1. Allgemeines

Die sog. Zugbeleuchtungsbatterien dienten ursprünglich nur der Zugbeleuchtung. Bei der Einführung der elektrischen Traktion wurde die gleiche Batterie als Steuerstrombatterie für elektrische Triebfahrzeuge übernommen. Die rund 15 000 Zugbeleuchtungsbatterien müssen uneingeschränkt in allen Triebfahrzeugen, Personen-, Gepäck- und Spezialwagen verwendet werden können. Die Batterien arbeiten zusammen mit Ladeeinrichtungen verschiedener Bauart. Bei der Wahl einer neuen Batterie musste daher aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen berücksichtigt werden, dass alte und neue Bauart während einer längeren Übergangszeit uneingeschränkt nebeneinander eingesetzt werden können.

Die bis heute verwendete Normalbatterie mit einer Spannung von 18 V und einer Kapazität von 90 Ah stammt aus der Zeit nach der Jahrhundertwende. Sie ist in ihrer Grundform und im generellen Aufbau während mehr als 50 Jahren gleich geblieben, wobei sukzessive angebrachte Verbesserungen die Leistungsfähigkeit der Batterie bis zu einem gewissen Punkt zu steigern vermochten.

Die normale Nennspannung der Beleuchtung und der Steuerstromkreise beträgt 36 V, so dass in Wagen und Triebfahrzeugen 2 Batterien zu 18 V in Serie geschaltet sind. Die für den internationalen Verkehr bestimmten Wagen, die Speise- und Buffetwagen, eine grosse Anzahl Postwagen sowie die Trieb- und Steuerwagen, sind mit 4 Batterien ausgerüstet, je 2 Serie-Parallel geschaltet[1]).

Bis in die dreissiger Jahre genügte die Batterie mit 90 Ah Kapazität den Anforderungen. Bei stillstehenden Wagen betrug damals der Beleuchtungsstrom rund 10 A und entsprach dem normalen Entladestrom der Batterie. Die Erhöhung des Komforts, die Einführung der ferngesteuerten Heizung mit thermostatischer Regelung, die Inbetriebsetzung moderner Pendelzüge usw. führten zu Entladeströmen bis 30 A. Es stellte sich daher die Aufgabe, eine leistungsfähigere, für höhere Entladeströme geeignete Batterie zu bauen, die uneingeschränkt mit allen vorhandenen Ladeeinrichtungen zusammenarbeiten und dabei auch voll geladen werden kann.

Die Versuche mit neuen Batterien verschiedener Herkunft wurden im Jahre 1954 begonnen, wobei neben den allgemeinen betrieblichen Bedingungen festgelegt wurde, dass die neue Batterie gleiche Ausmasse aufweisen muss wie die bestehende und nach Möglichkeit vorhandene Teile übernommen werden können. Im Laufe der Versuchsjahre zeigte es sich, dass eine Röhrchenplatten-Batterie von 150 Ah Kapazität am besten den Bedürfnissen und Wünschen der SBB entsprach.

2. Die neue Batterie

Die aus 9 Elementen bestehende Röhrchenplatten-Batterie zeigt Fig. 1. Sie ist im Gesamtaufbau gleich wie die ältere Grossoberflächenplatten-Batterie. Der Tragkasten aus Holz sowie die Zellenkasten und deren Deckel aus Hartgummi sind unverändert übernommen worden. Dadurch ist es möglich, die bestehende Batterie von 90 Ah Kapazität bei fälligem Plattenersatz auf

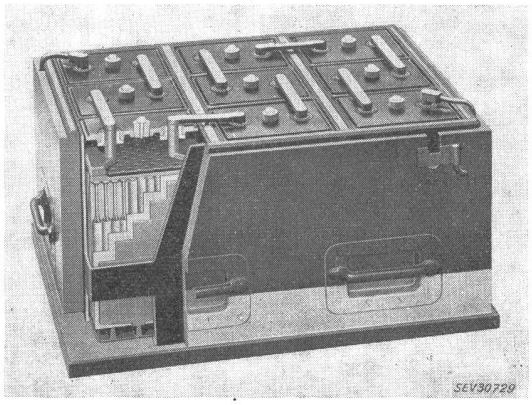

Fig. 1
Zusammengebaute Röhrchenplatten-Batterie mit 9 Elementen (18 V, 150 Ah)
Im Schnitt durch den Zellenkasten sind die positive Röhrchenplatte, die negative Gitterplatte und der Separator sichtbar

[1]) Eine allgemeine Übersicht gibt der Aufsatz «Die elektrische Zugbeleuchtung bei den SBB» von Paul Diefenhardt im Bulletin SEV 47(1956)3, S. 77...79.

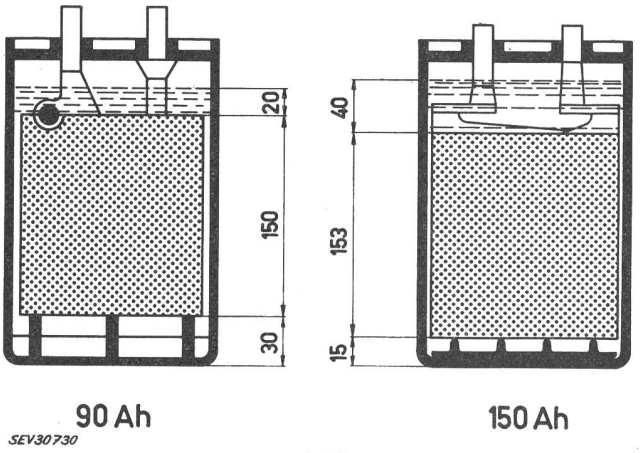

Fig. 2
Lage der Plattensätze im Zellenkasten bei der bestehenden und bei der neuen Batterie
Es sind der grosse Schlammraum bei der 90-Ah-Batterie und die grosse Säure-Reserve bei der 150-Ah-Batterie zu beachten

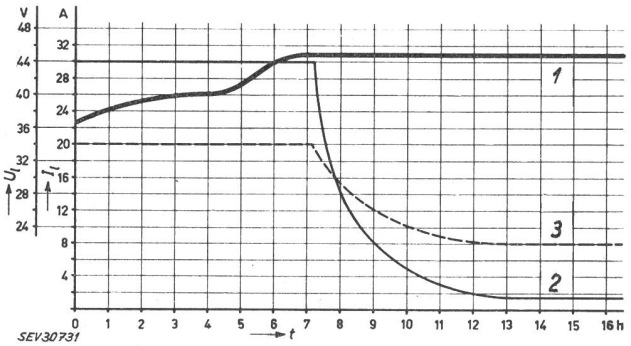

Fig. 3
Ladecharakteristiken für Batterien zu 2 × 9 Zellen für eine Spannung von 36 V
Ladung bei konstantem Strom bis 45 V und anschliessend bei konstanter Spannung und fallendem Strom
1 Spannung; *2* Strom der 150-Ah-Batterie; *3* Strom der 90-Ah-Batterie

einfachste Art in eine neue Batterie von 150 Ah umzubauen.

An Stelle der positiven Grossoberflächenplatten treten Röhrchenplatten, bestehend aus Röhrchen aus elastischen, säure- und oxydationsbeständigen Kunststoffasern, die mit aktiver Masse gefüllt sind. Die zu einer Gewebetasche vereinigten Röhrchen sind eine Weiterentwicklung der seit Jahren bekannten Panzerplatten. Die Verwendung von Kunststoffgeweben erlaubt eine bedeutende Steigerung der Leistung pro Raum- und Gewichtseinheit und erleichtert den Säuredurchtritt, was zu einer besseren Massenausnützung führt. Die negativen Kastenplatten sind bei den neuen Batterien durch Gitterplatten ersetzt worden, bei denen die aktive Masse aus Bleioxyden mit Zusätzen in ein relativ engmaschiges Gitter eingestrichen wird. Zwischen den Platten sind Separatoren aus mikroporösem Material eingelegt. Die Platten gleicher Polarität sind durch eine Bleileiste verbunden, die einen Polzapfen trägt. Zur Ausnützung der grösseren Menge an aktiver Masse in den Zellen ist eine höhere Säurekonzentration erforderlich; die Säuredichte der neuen Batterien wird etwas höher und beträgt 30 °Bé, das einem spezifischen Gewicht der Säure von 1,26 entspricht.

Da bei der neuen Bauart der Platten die Schlammbildung praktisch wegfällt und die Plattensätze abgestützt werden können, ist der unter den Plattensätzen vorhandene Raum zur Aufnahme des Schlammes entbehrlich. Wie Fig. 2 zeigt, können die Plattensätze im Zellenkasten tiefer eingesetzt werden, wodurch die Säure-Reserve über den Platten doppelt so gross wird wie bei den bestehenden Batterien.

In Tabelle I sind einige Vergleichswerte aufgeführt, die deutlich zeigen, wie die neue Batterie bei nur unwesentlich höherem Gewicht, Tragkasten inbegriffen, eine praktisch 60 % höhere Kapazität aufweist als die bisherige Bauart.

Hauptdaten der alten und neuen Batterie

Tabelle I

Bauart der Batterie	Kapazität Ah	Gesamtgewicht kg	Gespeicherte Energiemenge Wh	Gespeicherte Energiemenge pro Gewichtseinheit Wh/kg
Grossoberflächenplatten (alt)	90	135	1620	12
Röhrchenplatten (neu)	150	140	2700	19

In Fig. 3 sind die Ladecharakteristiken der bestehenden und der neuen Batterie bei Betrieb mit 2×9 Zellen für eine Spannung von 36 V wiedergegeben. Die Charakteristiken sind für beide Batteriearten ähnlich. Bei einem konstanten Ladestrom von 20 A bei der 90-Ah-Batterie und von 30 A bei der 150-Ah-Batterie beginnt die Ladung bei der dem Ladezustand der Batterie entsprechenden Spannung. Im Verlaufe der Ladung steigt die Spannung der Batterie an bis zur maximalen Ladespannung der Ladegeräte, d. h. auf 44...45 V. Wird die Ladung fortgesetzt, so sinkt der Ladestrom, während die Spannung der Ladeeinrichtung konstant bleibt. Der Endladestrom, d. h. der Strom am Ende der Ladung, beträgt bei der 90-Ah-Batterie etwa 8 A, bei der 150-Ah-Batterie dagegen nur etwa 2 A. Da der Endladestrom der Batterie auch massgebend ist für den Wasserverbrauch, wird dieser bei den neuen Batterien verhältnismässig geringer sein.

3. Betriebliche Vorteile

Die neuen Normalbatterien sind mit den bestehenden Batterien uneingeschränkt auswechselbar und besitzen bei einem geringen Mehrgewicht eine bedeutend grössere Kapazität. Da sich in den neuen Batterien kein Schlamm bildet, fallen die bisher alle zwei Jahre notwendigen Entschlammungen weg. Weil bei den Röhrchenplatten-Batterien die positiven und negativen Platten gleiche Lebensdauer aufweisen, vermindert sich auch der Aufwand für periodische Unterhaltsarbeiten.

Die Vergrösserung der Säure-Reserve über den Platten sowie der kleinere Endladestrom und der sich daraus ergebende geringere Wasserverbrauch wirken sich günstig auf die Betriebssicherheit aus. Die Gefahr, dass eine Batterie in der Zeit zwischen zwei Kontrollen, d. h. während der Betriebsperiode von 6 Monaten, wegen Säuremangel Schaden nimmt ist stark vermindert.

Um die Formierungszeit zu verkürzen ist vorgesehen, in Zukunft vorformierte Plattensätze zu verwenden. Nach dem Einbau der Platten werden die Batterien 12...15 h mit etwa 15 A geladen und in diesem Zustand in die Wagen oder Triebfahrzeuge eingebaut.

Ausgedehnte Betriebsversuche haben gezeigt, dass Batterien mit derart vorformierten Plattensätzen nach einer gewissen Einsatzzeit im Fahrzeug die gleiche Kapazität aufweisen wie die normal formierten Batterien. Da die Ladezeit von 12...15 h nur einem Bruchteil der normalen Formierungszeit entspricht, können auch hier erhebliche Einsparungen erzielt werden.

4. Schlussbemerkungen

Die Einführung einer leistungsfähigeren Zugbeleuchtungsbatterie, die nach neuen Grundsätzen gebaut ist, wird sich im Betrieb und Unterhalt günstig auswirken und gestatten, weitere Verbesserungen an der Beleuchtung der Personenwagen durchzuführen. Die Unterhaltsarbeiten werden wesentlich abnehmen, was beim heute herrschenden Personalmangel besonders wichtig ist.

Es ist geplant, die hölzernen Tragkasten und Deckel durch solche aus gepresstem Kunststoff oder Hartgummi zu ersetzen, sobald einmal die konstruktiven und wirtschaftlichen Aspekte abgeklärt sind. Mit diesem Schritt erhofft man sich weitere Einsparungen im Unterhalt der Batterien.

Adresse des Autors:
Paul Diefenhardt, Elektrotechniker, Lindenhofstrasse 5, Thun (BE).

Berechnung der nichtlinearen Verzerrungen von als Verstärker betriebenen Transistoren bei sinusförmiger Aussteuerung

Von *W. Bitzer*, Backnang

621.3.018.783 : 621.375.4

Es wird gezeigt, dass das von Feldtkeller und Wolman vor bereits 30 Jahren angegebene Rechenverfahren mit «fastlinearen Netzwerken» zur Berechnung der von einem Transistor verursachten nichtlinearen Verzerrungen unter Zugrundelegung seines Ersatzschaltbildes geeignet ist.

L'auteur montre que le procédé de calcul avec réseaux quasi linéaires, indiqué il y a déjà 30 ans par Feldtkeller et Wolman, convient au calcul des distorsions non linéaires provoquées par un transistor, en se basant sur son schéma équivalent.

1. Einleitung

Die in einem als Verstärker betriebenen Transistor erzeugten nichtlinearen Verzerrungen sind nur schwer zu übersehen. Man erkennt dies aus der Betrachtung des Transistor-Ersatzschaltbildes, das aus mindestens 7 Elementen besteht, wenn es in einem weiten Frequenzbereich gültig sein soll. Alle darin enthaltenen Widerstände, Kapazitäten und gesteuerten Quellen sind nichtlinear, und zwar zum Teil in verschiedener Art.

Das von *Feldtkeller* und *Wolman* vor bereits 30 Jahren angegebene Verfahren der fastlinearen Netzwerke zur Berechnung der nichtlinearen Verzerrungen des Transistors beim üblichen Verstärkerbetrieb ist auch bei verhältnismässig grosser Aussteuerung brauchbar. Als Beispiel zur Erläuterung der Anwendung dieses Verfahrens sei auf die Berechnung der ersten Oberwelle und der Kombinationsfrequenzen erster Ordnung näher eingegangen.

2. Das Verfahren der fastlinearen Netzwerke nach Feldtkeller und Wolman

Für die Berechnung der durch den Transistor verursachten nichtlinearen Verzerrungen wird von dem in Fig. 1 gezeigten Transistorersatzschaltbild nach *Zawels* [1; 2] [1]) ausgegangen. Die hiezu erforderliche Kenntnis der Arbeitspunktabhängigkeit der einzelnen Schaltelemente ist in verschiedenen Arbeiten angegeben [3; 4]. Da dieses Ersatzschaltbild bereits ein recht kompliziertes nichtlineares Netzwerk darstellt, ist es nicht einfach, die Zusammenhänge zwischen den Strömen und Spannungen, insbesondere noch bei Frequenzen, bei denen die Blindwiderstände eine Rolle spielen, in exakter Weise durch ein Gleichungssystem darzustellen und dieses in geschlossener Form zu lösen. Es wurde deshalb auf das Rechenverfahren mit «fastlinearen Netzwerken» nach *Feldtkeller* und *Wolman* zurückgegriffen [5]. Voraussetzung für dessen Anwendbarkeit ist, dass das Quadrat der Grundwellenamplitude gross ist gegenüber der Summe der Quadrate der Oberwellenamplituden, dass also der Klirrfaktor klein gegen 1 ist. Das ist aber im normalen Verstärkerbetrieb erfüllt. Die folgenden Betrachtungen gelten deshalb zunächst nur für kleine Aussteuerungen; jedoch ergibt sich auch bei verhältnismässig grossen Aussteuerungen noch eine befriedigende Übereinstimmung mit der Messung.

Das Wesentliche an dem Rechenverfahren mit «fastlinearen Netzwerken» ist: Die nichtlinearen Elemente werden ersetzt durch lineare Schaltelemente und Quellenspannungen oder Einströmungen, deren Frequenzen ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz betragen. An Stelle eines nichtlinearen Elementes erscheint dann entweder die Serieschaltung eines linearen Schaltelementes und mehrerer Oberwellen-Quellenspannungen (Fig. 2) oder die Parallelschaltung desselben und mehrerer Oberwellen-Einströmungen (Fig. 3). In der Arbeit von *Feldtkeller* und *Wolman* wird nachgewiesen, dass in fastlinearen Netzwerken der Überlagerungssatz insbesondere für die Oberwellen in

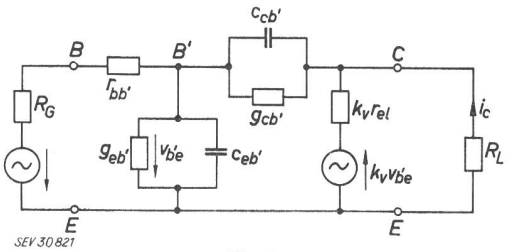

Fig. 1

Das der Rechnung zugrunde gelegte Ersatzschaltbild des Transistors
B Basisanschluss; B' «innerer Basispunkt»; C Kollektoranschluss; E Emitteranschluss; R_G Innenwiderstand der Signalquelle; R_L Arbeitswiderstand; $v_{b'e}$ Wechselspannung zwischen B' und E; $r_{bb'}$ Basisbahnwiderstand *); $g_{cb'}$ Kollektorquerleitwert *); $g_{eb'}$ Emitterquerleitwert *); $c_{cb'}$ Kollektorkapazität *); $c_{eb'}$ Emitterkapazität *); i_c Kollektorwechselstrom; r_{el} Emitterlängswiderstand *); k_v Spannungsübersetzungsfaktor *)
*) Grössen des Transistorersatzschaltbildes [4]. (Die Emitterlängsinduktivität l_{el} bleibt hier unberücksichtigt)

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.