

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 56 (1965)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Gleichrichtertechnik im Bahnbetrieb : Lokomotiven und Triebwagen  
**Autor:** Knobloch, J.F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916398>

### **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:** 17.02.2026

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

## Literatur

- [1a] *K. Berger*: Die Messeinrichtungen für Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 46(1955)5, S. 193...201.
- [1b] *K. Berger*: Resultate der Blitzmessungen der Jahre 1947—1954 auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 46(1955)9, S. 405...424.
- [2] *D. J. Malan and B. F. J. Schonland*: The Electrical Processes in the Intervals between the Strokes of a Lightning Discharge. Proc. Roy. Soc. London Sect. A 206(1951)1085, S. 145...163.
- [3] *G. N. Aleksandrov, M. V. Kostenko und I. F. Polovoi*: Zur Frage der Aussichten einer Spannungserhöhung bei elektrischen Übertragungs-Freileitungen. Elektritschestwo 11(1962)11, S. 20...25.
- [4] *A. Schwaiger*: Elektrische Leitungen. Praktische Berechnung. Leibniz München 1948.
- [5] *R. H. Golde*: The Frequency of Occurrence and the Distribution of Lightning Flashes to Transmission Lines. Trans AIEE 64(1945)–, S. 902...910.
- [6] *E. T. Pierce*: Some Topics in Atmospheric Electricity. Pergamon-Press Oxford 1958.

- [7] *F. Schwab*: Blitzsichere Freileitungen. Bull. SEV 55(1964)3, S. 87...90.
- [8] *H. Kappeler*: Durchführungen für extrem hohe Spannungen. Bull. SEV 55(1964)11, S. 545...553, speziell Diskussionsbeitrag *H. Kläy*, S. 552.
- [9] *K. Berger*: Wirtschaftlicher Blitzschutz armerter Betonbauten. Schweiz. Bauztg. 80(1962)12, S. 195...197.
- [10] *H. Baatz*: Blitz einschlag-Messungen in Freileitungen. ETZ 72(1951)7, S. 191...198.
- [11] *K. Berger und E. Vogelsanger*: Messungen und Resultate der Blitzforschung der Jahre 1955...1963 auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 56(1965)1, S. 2...22.

## Adresse des Autors:

*F. Schwab*, dipl. Ingenieur ETH, Hochspannungs-Laboratorium der ETH, Gloriastrasse 35, 8006 Zürich.

## Gleichrichtertechnik im Bahnbetrieb

### Lokomotiven und Triebwagen

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 28. April 1965 in Zürich,  
von *J. F. Knobloch*, Genève

621.314.21 : 621.33

#### 1. Rückblick

Schon seit den ersten Versuchen der Bahnelektrifizierung bestand ein verständliches Interesse, die Fahrleitungen direkt aus dem Landesnetz mit Industriefrequenz zu speisen. In der Schweiz wurden bereits 1904 Versuche auf der Strecke Seebach—Wettingen durchgeführt, die jedoch schliesslich zu Gunsten eines Einphasensystems reduzierter Frequenz wieder aufgegeben wurden.

In Deutschland wurde die Höllentalbahn im Jahre 1935—1936 zu Versuchszwecken mit 50 Hz elektrifiziert, nachdem die Ungarischen Staatsbahnen bereits mit dem Kando-System auf der Strecke Budapest—Hegyeshalom den Betrieb aufgenommen hatten. Das Kando-System besteht aus einem Einphasen-Mehrphasen-Synchronumformer und polumschaltbaren Asynchronmotoren als Triebmotoren. Bei den fünf Versuchslokomotiven der Höllentalbahn wurde übrigens das erste Mal ein deutlicher Akzent zu Gunsten der Gleichrichterlokomotiven spürbar.

Die Erfahrungen auf der Höllentallinie zeigten, dass der Quecksilberdampfgleichrichter noch nicht die erforderliche Reife zur Verwendung auf Triebfahrzeugen erreicht hatte. Das pumpenlose Hg-Gefäß befand sich zu diesem Zeitpunkt noch im Entwicklungsstadium.

Weiterhin sind die Versuche der SNCF zu erwähnen, welche in den Jahren 1950—1955 den sog. «Etoile de Haute Savoie» mit 50 Hz elektrifizierten. Unter den Versuchslokomotiven befand sich lediglich eine Gleichrichterlokomotive ausgerüstet mit Ignitron-Gefässen.

Als die SNCF im Jahre 1954 für die Elektrifizierung des Nord-Ost-Netzes das Einphasensystem mit 50 Hz wählte, stand der Gleichrichter noch an letzter Stelle der zur Kraftübertragung gewählten Lösungen. Bei der ersten Bestellung von 142 Lokomotiven für dieses Netz waren nur deren 5 mit Gleichrichtern vorgesehen. Bei der Weiterentwicklung der 50-Hz-Einphasenlokomotiven zeigte sich jedoch bald eine deutliche Tendenz zu Gunsten der Gleichrichterlokomotive, die schliesslich zur vollständigen Eliminierung aller anderen Übertragungssysteme für 50 Hz führte.

#### 2. Gegenwärtiger Entwicklungsstand der Quecksilberdampf-Ventile für Triebfahrzeuge

Das *Ignitron* hat während der ersten Etappe wesentlich zum Erfolg der Gleichrichterlokomotive beigetragen. Im Jahre 1958 waren in der ganzen Welt von ca. 1000 Gleichrichter-Triebfahrzeugen 60 % mit Ignitron-Gefässen ausgerüstet. Das Ignitron ist bekanntlich ein einanodiges Quecksilberdampfgefäß mit Zündstiftsteuerung und einem Wasserkreislaufsystem zur Vorheizung und Kühlung der Gefäße. Heute wird jedoch praktisch das Anwendungsgebiet des Ignitrons vom Siliziumgleichrichter beherrscht.

Das *Excitron*, als pumpenloser Quecksilberdampfgleichrichter mit Steuergittern, flüssiger Hg-Kathode und Edelgasfüllung, hat in dem vergangenen Jahrzehnt seine Reife für den Lokomotivbetrieb unter Beweis stellen können. Die dabei erreichten, wichtigsten Merkmale sind:

Grosse Überlastbarkeit,  
Temperaturunempfindlichkeit über einen sehr grossen Bereich,  
Sofortige Betriebsbereitschaft,  
Luftkühlung, und vor allem die  
Stufenlose Steuerbarkeit mittels der Steuergitter.

Das zweianodige Gefäß bietet außerdem die Vorteile des kontinuierlich brennenden Kathodenlichtbogens und der schnelleren Deionisation des Anodenraumes durch die Pumpwirkung des kommutierenden Lichtbogens auf das Plasma.

Der schweizerischen Industrie bot sich im Jahre 1958 durch die ersten Mehrsystem-Lokomotiven der Baureihe Ee 3/3 II, welche die SBB für den Systemwechsel zwischen dem Bahnhof Basel SBB und dem Elsässer Bahnhof beschaffte, eine erste Gelegenheit, ihre Technik im Lande zu erproben.

Drei Lösungen kamen dabei zur Ausführung:

1. Direktmotoren für  $16\frac{2}{3}$  Hz und 50 Hz mit Schütze-Steuering,
2. Gleichstrommotoren gespeist von einanodigen Excitron-Gleichrichtern und Niederspannungsschaltwerk,
3. Gleichstrommotoren gespeist von zweianodigen Excitron-Gleichrichtern und Spannungsregelung durch Gittersteuerung.

Der zweianodige Gleichrichter, der speziell für die Traktion entwickelt wurde, fand dabei erstmalig Anwendung.

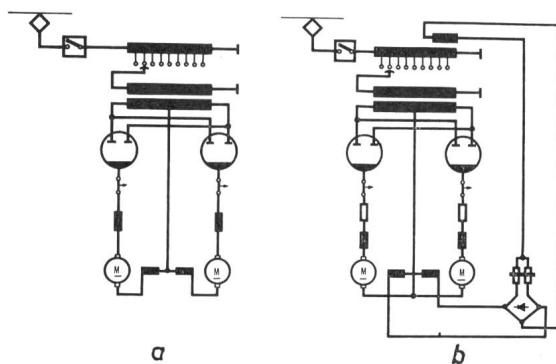


Fig. 1

**Prinzipschema einer Excitron-Lokomotive mit Nutzbremsung**

a im Fahrbetrieb sind die Triebmotoren-Feldwicklungen mit den Ankerwicklungen in Serie geschaltet; b im Rekuperationsbetrieb werden die Feldwicklungen von einer getrennten, steuerbaren Stromquelle gespeist

Die gleiche Lösung fand später wieder Verwendung für die Vierstrom-Lokomotiven der SBB, Baureihe Ee 3/3 IV, sowie für die Zweifrequenz-Lokomotiven der SNCF, Baureihe C 20150. Ausserdem räumt die Möglichkeit des Wechselrichterbetriebs zur Nutzbremsung auch heute noch dem Excitron einen bedeutenden Platz unter den Lokomotivgleichrichtern ein.

Das Schema in Fig. 1 zeigt die Schaltung einer Excitron-Lokomotive mit Nutzbremsung. Das Umgruppieren der Hauptstromkreise erfolgt dabei durch eine einfache Schaltwalze ohne galvanische Last-Unterbrechung. Die Blockierung des Stromes erfolgt ausschliesslich durch die Gitter.

Eine Reihe von Problemen gibt es beim Wechselrichterbetrieb zu beachten, die in ähnlicher Weise auch bei Anwendung von Thyristoren auftreten. Die am Ende der Kommutation zwischen Anode und Kathode befindlichen Ladungsträger bilden eine Kapazität. Mit der Induktivität des speisenden Netzes entsteht ein Schwingkreis, der eine Spannungsschwingung zur Folge hat.

Bei Betrachtung der Fig. 2a erkennt man in der Spannung zwischen Anode und Kathode bereits diese Schwingung. Die sechsfache Vergrösserung zeigt Fig. 2b.

Um den Wechselrichter möglichst gut auszunützen, besteht ein Interesse, den Winkel  $\beta$  sehr klein zu wählen; dies bedingt aber, dass das Ventil deionisiert ist, bevor die Anodenspannung wieder positive Werte annimmt. Der Winkel  $\beta$  ist der Winkel vom Zündeneinsatz bis zum Nulldurchgang der Anodenspannung. Das Oszillogramm Fig. 2c zeigt die Spannung unter den gleichen Bedingungen wie in Fig. 2b, jedoch mit einer Dämpfung. Bei richtiger Anpassung der Dämpfung ergibt sich das Oszillogramm in Fig. 2d, wobei der Winkel  $\beta$  bereits wesentlich reduziert ist.

Bei der Nutzbremsung mit Excitron-Gefässen kann die volle Bremskraft über den ganzen Geschwindigkeits-Bereich bis zum völligen Stillstand aufrecht erhalten werden. Zur Steuerung der Bremskraft stehen dabei drei Parameter zur Verfügung, nämlich:

- der Erregerstrom zur Veränderung der Spannung an den Triebmotoren,
- der Stufenschalter zur Veränderung der Anodenspannung des Wechselrichters und damit der Gegenspannung im Gleichstromkreis,
- die Gittersteuerung zur Veränderung des Gleichstrom-Mittelwertes und damit ebenfalls der Gegenspannung zur EMK der Motoren.

**3. Si-Dioden**

Ein statischer Gleichrichter mit einem Leistungsgewicht von nur ca. 0,1 kg/kW musste von allem Anfang an als prädestiniert für die Anwendung auf Lokomotiven gelten. Die ersten Anwendungen auf Vollbahnhaftrzugen gehen in das

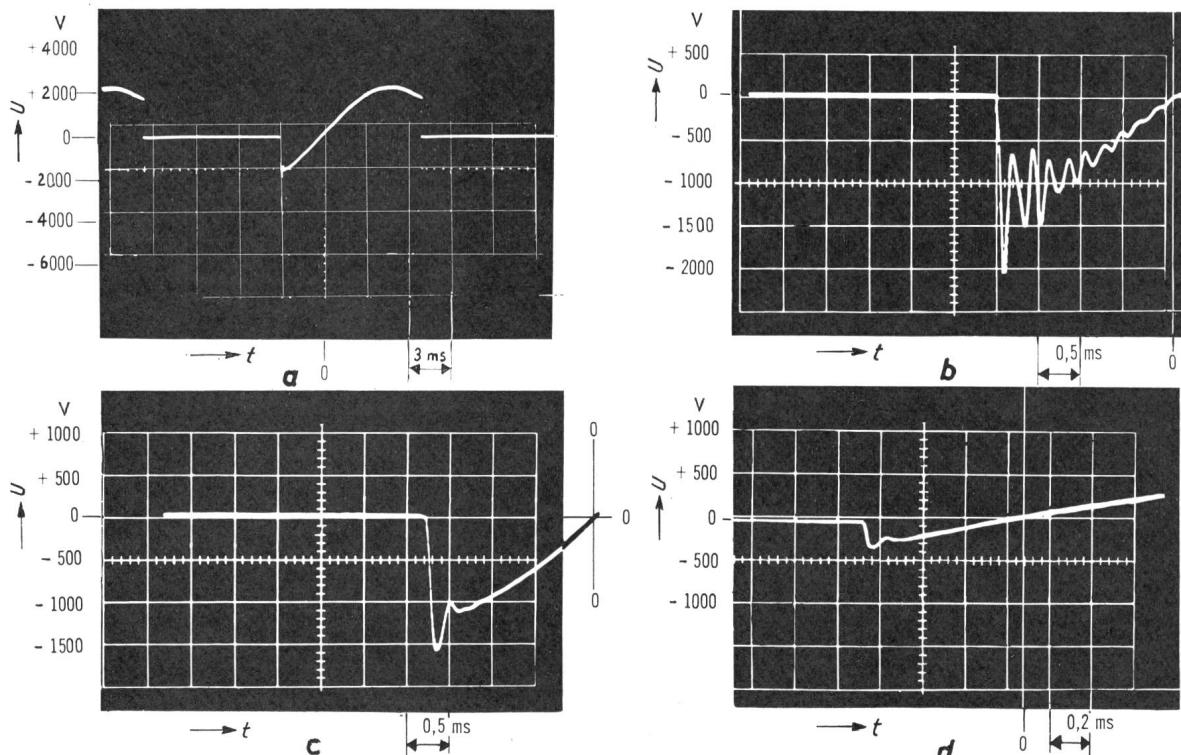
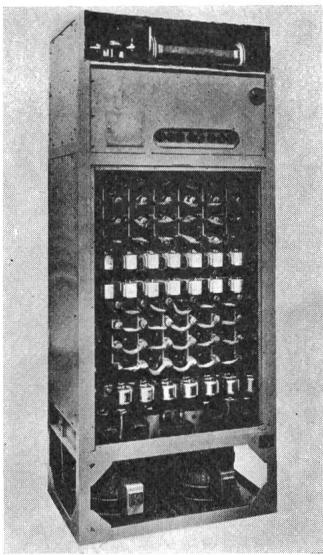


Fig. 2

**Schwingung der Anoden-Kathoden-Spannung nach Beendigung der Kommutation im Wechselrichterbetrieb**

Zeitmaßstab: Ungerichtet bei a 3 ms/Skalenteilung, ungerichtet bei b 0,5 ms/Skalenteilung; gedämpft bei c 0,5 ms/Skalenteilung, gedämpft bei d 0,2 ms/Skalenteilung

Fig. 3  
**Silizium-Gleichrichterschrank** für  
die TEE-Züge der SBB  
zur Speisung von zwei Triebmotoren mit einem Anfahrstrom von je 650 A, Dauerstrom von 360 A und einer Nennspannung von 1500 V



Jahr 1958 zurück. Ende 1962 waren allein in Frankreich 110 Triebfahrzeuge mit einer installierten Leistung von insgesamt ca. 400 000 kW in Betrieb oder im Bau.

Die gegenwärtig im Lokomotivbau verwendeten Leistungsdioden liegen etwa im Bereich von 150...250 A und

einem P.I.V.-Wert von 1200...1600 V. Es ist also nach wie vor für Lokomotivgleichrichter, welche Spannungen von ca. 1000 V und Ströme von mehreren Tausend Ampère verlangen, erforderlich, mehrere Dioden in Serie und parallel zu schalten.

Bei der Dimensionierung eines Lokomotiv-Si-Gleichrichters ist folgendes zu beachten:

a) *Spannungsmässig* ist es wichtig, dass die dauernd auftretende Wechselspannung am Gleichrichter im Verhältnis zur höchsten Fahrdruckspannung zu wählen ist und dass Überspannungen aus dem Netz sowie hervorgerufen von den Schaltvorgängen auf der Lokomotive auftreten. Die Überspannungen können durch verschiedene Massnahmen begrenzt werden, wie z. B. einem Schild im Transformator zur Verhinderung der kapazitiven Koppelung der Wicklungen oder *RC*-Gliedern parallel zu den Sekundär-Klemmen des Transformatoren und zwischen den Gleichstrom-Klemmen und der Masse, zur Brechung der Überspannungsspitzen.

Es ist eine Frage des Kosten-Optimums, die dem Konstrukteur überlassen ist, in wie weit die Mittel zur Begrenzung der Überspannungen oder eine reichlichere Dimensionierung des Gleichrichters vorzuziehen sind. Für die bis heute bekannten, wirtschaftlich interessanten Lösungen liegt das Verhältnis des P.I.V.-Wertes zum maximalen Scheitelwert der Betriebsspannung, welches auch als Spannungs-Sicherheitskoeffizient bezeichnet wird, zwischen etwa 2 und 4. Für eine Zelle mit einem P.I.V.-Wert von 1500 V und einem Sicherheitskoeffizienten von 3 darf der Scheitelwert der Betriebsspannung pro Zelle 500 V erreichen.

b) *Strommässig* muss das verlangte Anfahrprogramm innerhalb der zulässigen Überlast-Kennlinie des verwendeten Silizium-Blockes liegen. Die auf dieser Basis bestimmte Anzahl paralleler Dioden ist dann für den Fall eines Kurzschlusses zu untersuchen, wobei es gleichzeitig die Art des Überstromschutzes festzulegen gilt.

Die auf Lokomotiven bekannten Schutzarten sind:

- Flinke Sicherungen in Serie mit jeder Zellen-Reihe;
- Schnelltrenner in zwei Zweigen der Gleichrichter, die in den dem Kurzschluss folgenden, stromlosen Perioden jedes Zweiges öffnen;
- Kurzschiesser, die durch Kurzschließen der Transformatoren-Sekundärklemmen den Kurzschluss vor den Gleichrichter verlegen;
- Schnellschalter, welche den Kurzschlußstrom innerhalb einer Periode unterbrechen;
- Verzicht auf jegliche zusätzlichen Apparate und Abschaltung einer Störung durch den Hochspannungs-Schnellschalter, der in ca. 60 ms nach Auftreten der Störung unterbricht.

Die Lösung gemäss lit. e) sagt natürlich wegen ihrer Einfachheit dem Bahningenieur am meisten zu. Ausserdem werden mit diesem Schutz nicht nur ein Kurzschluss auf der Gleichstromseite, sondern auch Störungen im Gleichrichter erfasst. Je nach der Schaltung — nur ein einziger Gleichrichter zur Speisung aller Motoren oder Blockschaltung je

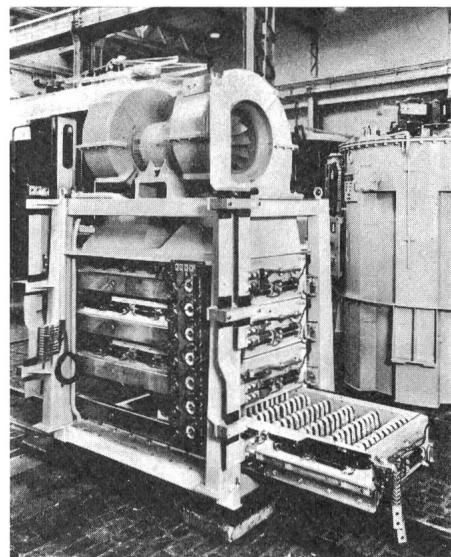


Fig. 4  
**Silizium-Block für BLS-Lokomotive Ae 4/4**  
mit einer Gleichrichter-Brücke für die 4 Triebmotoren mit einer gesamten Dauerleistung von 4600 kW

eines Gleichrichters mit einem Fahrmotor — zeigt sich dann, ob und um wieviel die Anzahl paralleler Dioden erhöht werden muss.

Die Silizium-Blöcke können während kurzer Zeiten erhebliche Überströme ohne nachteilige Auswirkungen vertragen. Da die Kurzschlußströme auf Lokomotiven durch die Reaktanzen der Transformatoren und der Glättungsdrosselspulen in der Größenordnung des 8- bis 10-fachen Nennstromes liegen, bleibt meistens nur eine kleine Differenz, um die der Gleichrichter überzudimensionieren ist.

Im Falle der Blockschaltung ist dabei zu beachten, dass die Transformatorenwicklung jedes Blocks getrennt und deren Streuflüsse nicht untereinander verkettet sind. Andernfalls muss jeder Gleichrichter für die gesamte Kurzschlussleistung der Lokomotive oder zumindest einen wesentlich höheren Wert als seinem proportionalen Anteil ausgelegt werden.

Die mannigfaltigen Möglichkeiten des Zusammenbaues der Zellen mit den Kühlkörpern und den Beschaltungselementen geht aus den Fig. 3, 4 und 5 hervor.

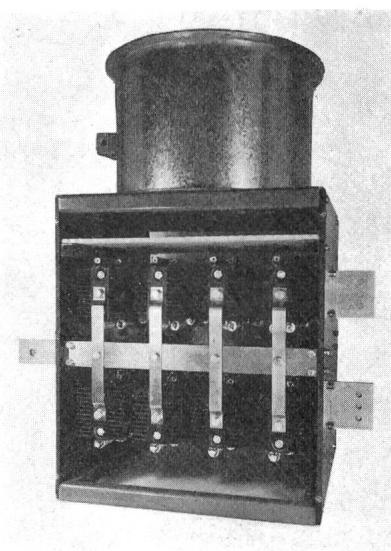


Fig. 5  
**Silizium-Block für Gleichrichter-Lokomotive mit einer Einphasenbrücke**  
für einen Anfahrstrom von 1700 A, Dauerstrom von 1250 A und einer Nennspannung von 900 V

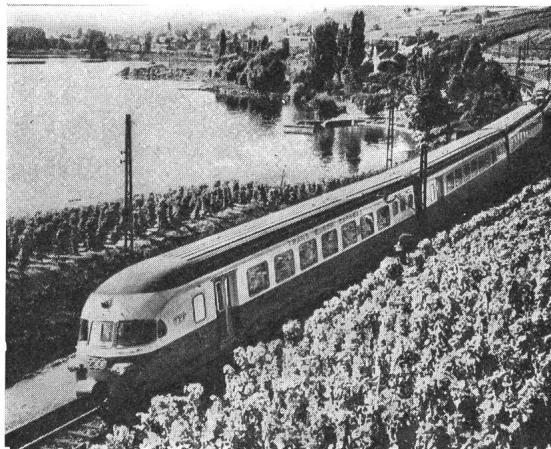


Fig. 6

**Mehrsystem-Triebwagenzug TEE der SBB**

Leistung 3100 PS, Stunden-Zugkraft 9600 kg,  $v_{max} = 160$  km/h

Bezüglich der Störanfälligkeit der Silizium-Diode lässt sich sagen, dass diese bei richtig ausgelegtem Gleichrichter sehr gering ist. Während der ersten Betriebsstunden zeigen sich meistens schon die Zellen, die bei der Fabrikationskontrolle durchschlüpfen. Nach einer Statistik der SNCF wurden von 4500 Dioden 7 unmittelbar nach Inbetriebsetzung defekt. Nach einer Gesamtfahrleistung von  $2 \cdot 10^6$  km wurde auf diesen Triebfahrzeugen kein einziger Dioden-Ausfall mehr registriert.

Schliesslich zeigen die Fig. 6, 7 und 8 einige Triebfahrzeuge, deren Fahrmotoren über Silizium-Gleichrichter gespeist werden.

Bei den Mehrstrom-Fahrzeugen unterscheiden sich die Schaltungen für den Betrieb unter Wechselspannung. Entweder werden die klassischen Gleichstrom-Kreise mit einer festen Gleichrichter-Spannung oder die Triebmotoren mit einer steuerbaren Gleichspannung versorgt. Letzteres kann entweder durch ein Stufenschaltwerk oder durch Gittersteuerung geschehen. Das spezifische Verhalten eines Gleichrichter-Triebfahrzeugs wird jedoch nur bei Spannungssteuerung erreicht.

#### 4. Thyristor

Mit der Silizium-Diode besitzt die Technik heute ein Gleichrichterelement, das sowohl in wirtschaftlicher als auch in technischer Hinsicht zu grosser Vollkommenheit entwickelt ist. In der Anwendung kann aber damit nicht auf allen

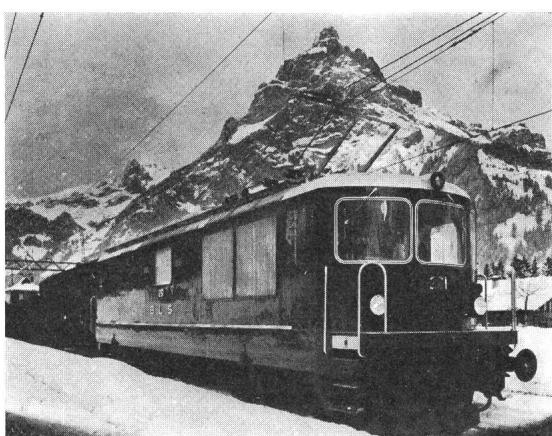


Fig. 7

**Gleichrichter-Lokomotive Ae 4/4 der BLS**

Leistung 6240 PS, Stunden-Zugkraft 22 000 kg,  $v_{max} = 125$  km/h

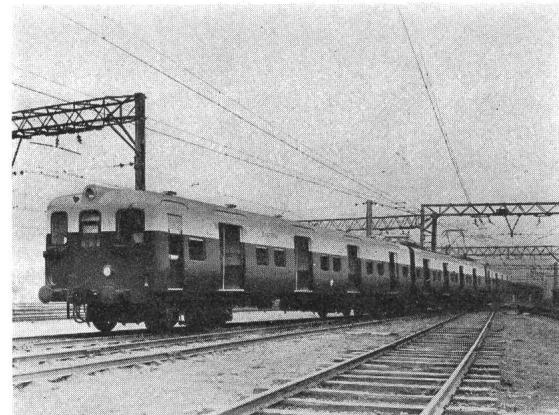


Fig. 8

**Zweisystem-Triebwagenzug der Indian Railways**

für 25 kV, 50 Hz und 3000 V Gleichstrom

Leistung 1040 PS, Stunden-Zugkraft 6000 kg,  $v_{max} = 104$  km/h

Gebieten der klassischen Quecksilberdampf-Gleichrichter ersetzt werden. Die in den letzten Jahren erzielten Erfolge in der Entwicklung der steuerbaren Silizium-Zellen, der Thyristoren, lässt in naher Zukunft auch auf dem bisher dem Quecksilberdampf-Gleichrichter verbliebenen Gebiet eine Verschiebung erwarten.

Die Eigenschaften des Thyristors erlauben es, diesen als Nulldurchgangsschalter und als Element zur Spannungssteuerung zu verwenden.

Auf Lokomotiven wurde diese Eigenschaft zuerst für die verschiedensten Hilfsbetriebe zu Nutze gemacht. Als Beispiele seien erwähnt:

- Regelung der Batterieladung in Abhängigkeit des Ladezustandes;
- Regelung der Triebmotoren-Ventilation in Abhängigkeit der Wicklungstemperatur des Fahrmotors zwecks Einsparung von Energie;
- Ersatz der Überschalt-Schütze von Stufenschaltern, zur Vermeidung der Widerstands-Zwischenstufe und zur Eliminierung der einem Verschleiss unterworfenen mechanischen Lastschütze.

Die ersten Anwendungen der Thyristoren zur Speisung der Triebmotoren mit variabler Spannung gehen ins Jahr 1961 zurück. Man bediente sich dabei von Anfang an der asymmetrischen Schaltung (Fig. 9), die gegenüber der symmetrischen Schaltung den Vorteil eines besseren Leistungsfaktors bei Teilaussteuerungen besitzt. Dieser Vorteil wird

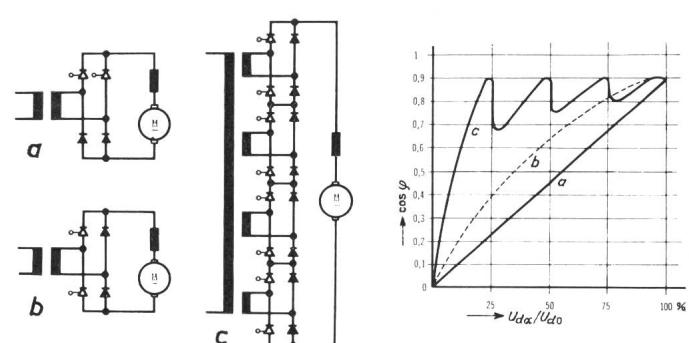


Fig. 9

**Symmetrische und asymmetrische Einphasen-Brückenschaltungen mit Thyristoren**

a symmetrische Brücke; b asymmetrische Brücke; c asymmetrische Brücke in Serie  
 $\cos \varphi$  Leistungsfaktor in Funktion der Fahrmotorspannung für die Schaltungen a, b und c;  $U_{d0}$  Gleichspannungsmittelwert bei ungesteuertem Gleichrichter ( $\alpha = 0$ );  $U_{d\alpha}$  Gleichspannungs-Mittelwert in Funktion des Zündwinkels  $\alpha$

noch vergrössert, wenn mehrere Brücken in Serie geschaltet sind und eine Brücke nach der anderen von Null auf ihre maximale Spannung gesteuert wird.

Die gegenwärtig für die Traktion verwendeten Thyristoren besitzen Vorwärts-Kippgrenzen bis ca. 1000 V Scheitelpunkt. Der P.I.V.-Wert liegt ebenfalls in dieser Grössenordnung. Der Strommittelwert bei voller Aussteuerung pro Zelle erreicht ca. 250 A. Es ist somit wie bei den Dioden erforderlich, für einen grossen Bahnmotor mehrere Thyristoren in Serie und parallel zu schalten. Zur Vergrösserung der Sperrspannungsfestigkeit können dabei Dioden zur Serieschaltung herangezogen werden.

Die Serieschaltung wird wie bei den Silizium-Dioden mit Beschaltungsgliedern beherrscht. Die Parallelschaltung bietet jedoch Schwierigkeiten wegen des unterschiedlichen Einschaltverhaltens der Zellen.

Eine gleichmässige Stromaufteilung muss deshalb noch erzwungen werden durch Stromteiler-Schaltungen ähnlich

derjenigen für parallele Anoden von Quecksilberdampf-Gleichrichtern.

Um die Komplikationen bei Parallel-Schaltungen zu vermeiden, strebt die Entwicklung nach grossen Zellen-Einheiten. Im Laboratoriumsstadion sind schon Thyristoren bis zu 650 A Gleichstrom-Mittelwert realisiert worden.

Bei der Anwendung von Thyristoren auf Lokomotiven liegt es nahe, deren Steuerbarkeit auch zur Nutzbremsung heranzuziehen. Dabei werden bei Brückenschaltungen alle vier Zweige mit Thyristoren bestückt.

Es ist gewiss, dass bei Anwendung des Thyristors die gleiche Einfachheit wie bei den Dioden nicht erhalten werden kann, da dazu ein umfangreiches elektronisches Steuersystem nötig ist. Der Erfolg des Thyristors wird also weitgehend davon abhängen, auf welche Weise die Anforderungen des Bahnbetriebes mit den Möglichkeiten dieser Technik in Einklang gebracht werden können.

**Adresse des Autors:**

J. F. Knobloch, dipl. Ingenieur, S. A. des Ateliers de Sécheron, 1200 Genève.

## Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

### Sitzungen des CE 3, Symboles graphiques, vom 8. bis 16. Juni 1965 in Montreux

Vom 8. bis 16. Juni 1965 fanden in Montreux die Sitzungen des CE 3 statt. Da der Präsident des CE 3 krankheitshalber nicht anwesend sein konnte, wurde der Vorsitz teilweise durch Prof. Schönfeld und teilweise durch den Unterzeichnenden geführt. Die Traktandenliste war reichlich befrachtet und umfasste nicht weniger als 21, zum Teil recht umfangreiche Dokumente, von denen dank speditiver Arbeit 20 behandelt und in die nächste Prozedur-Stufe verabschiedet werden konnten.

Für die Veröffentlichung wurden nach Eingang von mehrheitlich positiven Abstimmungsresultaten folgende Dokumente bereinigt:

- 3(Bureau Central)468: Symboles pour éléments de tubes hyperfréquences.  
3(Bureau Central)469: Modifications aux Publications 117-1 et 117-2.  
3(Bureau Central)470: Symboles pour dispositifs de connexion.  
3(Bureau Central)471: Symboles supplémentaires pour inductances et transformateurs.  
3(Bureau Central)472: Exemples supplémentaires pour éléments de tubes électriques.  
3(Bureau Central)475: Symboles additionnels divers pour les Publications 117-1 et 117-3.

Für die internationale Verteilung unter der 6-Monate-Regel konnten folgende Dokumente besprochen und nach weitgehender Berücksichtigung der eingegangenen Einwände verbessert werden:

- 3(Secrétariat)351: Symboles pour les stations radioélectriques.  
3(Secrétariat)355/64: Symboles pour sélecteurs.

- 3(Secrétariat)355/65: Symboles additionnels pour conducteurs.  
3(Secrétariat)355/66: Exemples supplémentaires de symboles pour tubes électroniques, soupapes et redresseurs.  
3(Secrétariat)356: Exemples de tubes hyperfréquences.  
3(Secrétariat)357: Symboles pour diagrammes de spectres de fréquences.  
3(Secrétariat)358: Symboles universels pour systèmes de commutation.  
3(Secrétariat)359: Observations (2<sup>e</sup> série) du GTM sur le document 3(Bureau Central)441A.  
3(Secrétariat)361: Symboles pour convertisseurs, onduleurs, magnétos et machines d'appel, etc.  
3(Secrétariat)362: Symboles pour équipements télégraphiques.  
3(Secrétariat)363: Symboles pour postes téléphoniques et équipements de centraux téléphoniques.  
3(Secrétariat)364: Symboles pour antennes.  
3(Secrétariat)365: Symboles pour transducteurs électromécaniques, électromagnétiques et électroacoustiques.  
3(Secrétariat)367: Symboles pour éléments de la technique des hyperfréquences.

Die Diskussionen der in das Gebiet von zwei Arbeitsgruppen fallenden Dokumente fanden in Anwesenheit der Präsidenten, E. W. Anderson für die Groupe de Travail Mixte CCI-CEI und Prof. G. Epprecht für die 3(GT)1, Hyperfréquence, statt. Die kürzlich gegründete Groupe de Travail 3(GT)2, für die Behandlung von Symbolen für elektrische Rechenmaschinen wird in absehbarer Zeit ein Sekretariats-Dokument über logische Symbole zur Verteilung bringen.

E. Georgii

## Schweizerisches Elektrotechnisches Komitee (CES)

Nationalkomitee der Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Nationalkomitee der Commission Internationale de Réglementation en vue de l'approbation de l'Équipement Electrique (CEE)

### Bericht

#### über das Jahr 1964 an den Vorstand des SEV

##### A. Allgemeines

Im Jahr 1964 waren das CES und die von ihm gebildeten Gremien (Sicherheits-Ausschuss, Expertenkommissionen und Fachkollegien) mit dem Entwurf oder der Neubearbeitung

von Leitsätzen, Regeln und Vorschriften einerseits, sowie mit der Beratung von Empfehlungen der CEI und der CEE anderseits sehr stark beschäftigt. Zu diesen «traditionellen» Aufgaben, welche wegen der Vermehrung der Arbeitsge-