

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 64 (1973)  
**Heft:** 25  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **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:** 17.03.2025

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

Elektrische Traktion — Traction électrique

Eine Umrichter-Lokomotive  
der Schweizerischen Bundesbahnen

621.335.2(494) : 621.337.41.314.58

[Nach K. Meyer: Die Umrichter-Versuchslokomotive Be 4/4 12 001 der SBB, SBB-Nachrichtenblatt 50(1973)4, S. 63...66]

Von den Schweizerischen Bundesbahnen ist vor kurzem ein elektrisches Triebfahrzeug in den Dienst genommen worden, das eine sehr in die Zukunft weisende elektrische Ausrüstung erhalten hat. Wie alle anderen wird es mit einphasigem Wechselstrom von  $16\frac{2}{3}$  Hz gespeist, besitzt aber für seinen Antrieb vier gewöhnliche Drehstrommotoren mit Kurzschlussanker. Solche schon in der Frühzeit der elektrischen Bahnen gelegentlich verwendete Motoren eignen sich indessen, wenn mit Drehstrom konstanter Frequenz gespeist, nur schlecht für die Zugförderung. Ihre Drehzahl und damit die Geschwindigkeit des Fahrzeugs hängt bekanntlich nur von der Polzahl und der Frequenz des Drehstromes ab, so dass mit ihnen nur in einem eng begrenzten Geschwindigkeitsbereich gefahren werden kann. Nachteilig ist zudem, dass bei parallel arbeitenden Motoren auch nur geringe Drehzahlunterschiede eine sehr ungleiche Lastverteilung zur Folge haben. Asynchronmotoren sind daher in der Zugförderung im allgemeinen nur dann anwendbar, wenn sie mit variabler Frequenz und variabler Spannung gespeist werden können.

Dank den Fortschritten in der Halbleiter- und Stromrichter-technik ist es nun möglich geworden, einen solchen Drehstrom in aus Halbleiterelementen bestehenden statischen Umrichtern aus Gleich- oder Einphasenwechselstrom konstanter Spannung und Frequenz zu erzeugen. Im zweiten Fall ist es allerdings notwendig, den Einphasenstrom zunächst in Gleichstrom und anschliessend in Drehstrom umzuformen. Dabei muss der Gleichstrom-Zwischenkreis Energiespeicher in Form von Kondensatoren und Glättungsrosselspulen enthalten, die für den Ausgleich der Leistungspulsationen und zur Aufnahme und Abgabe der hin und her pendelnden Blindenergie zu dienen haben.

Im vorliegenden Fall wird der der Fahrleitung entnommene Einphasenstrom von 15 kV und  $16\frac{2}{3}$  Hz einem Transformator mit festem Übersetzungsverhältnis zugeführt. Dieser besitzt zwei gleiche Sekundärwicklungen, von denen die erste eine Diodenbrücke und die zweite eine damit in Reihe geschaltete unsymmetrisch halbgesteuerte Stromrichterbrücke speist. Mit Hilfe der in der zweiten Brücke befindlichen Thyristoren kann durch Anschnittsteuerung aus der stark variablen Eingangsspannung des Transformators in dem hinter den Stromrichterbrücken liegenden Zwischenkreis eine auf 500 V stabilisierte Gleichspannung erhalten werden. Um eine individuelle Regelung und damit eine einwandfreie Lastverteilung zu gewährleisten, ist jedem Fahrmotor ein dreiphasiger Wechselrichter zugeordnet. In diesen wird der Gleichstrom in einen Drehstrom umgeformt, dessen Frequenz zwischen 0 und 80 Hz variiert werden kann. Bis zu einer Geschwindigkeit von 42 km/h arbeiten die Wechselrichter nach dem sog. Unterschwingungsverfahren, bei welchem ähnlich wie bei der Choppersteuerung periodisch positive und negative «Spannungsblöcke» variabler Breite aus der Spannungs-Zeit-Fläche des Gleichstrom-Zwischenkreises «herausgeschnitten» werden. Auf diese Weise entsteht eine im Mittel sinusförmige in Frequenz und Grösse veränderbare Dreiphasenspannung. Bei Geschwindigkeiten über 42 km/h erzeugen die Wechselrichter dagegen rechteckige Spannungskurven mit konstantem Spannungswert, aber mit einer mit der Geschwindigkeit weiter ansteigenden Frequenz. Mit dieser Frequenz- und Spannungssteuerung lässt sich ein Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm erzielen, das demjenigen eines mit Gleich-, Wellen- oder Wechselstrommotoren ausgerüsteten Triebfahrzeugs ähnlich ist.

Die Versuchslokomotive hat eine Dauerleistung von 1330 PS, eine Dauerzugkraft von 12,8 t und eine maximale Anfahrzugkraft von 18 t. Ihre Höchstgeschwindigkeit beträgt nur 75 km/h. Mit ihrem aus einem alten Triebwagen hergerichteten Fahrzeugteil ist sie somit weder in ihrer Leistung noch bezüglich ihrer Aufmachung spektakulär. Auch die Umrichteranlage ist mit Bezug auf ihr Gewicht und ihren Raumbedarf noch keineswegs optimal ausgelegt. Die Lokomotive kann aber trotzdem ihren Zweck erfüllen, der darin besteht, die neue Umrichtertechnik und ihre Anwendung auf Eisenbahn-Triebfahrzeugen zu erproben und ihre allenfalls noch anstehenden Probleme aufzudecken und abzuklären. Nach zahlreichen überraschend gut verlaufenen Mess- und Versuchsfahrten wird nun diese Erprobung im fahrplanmässigen Betrieb fortgesetzt. Damit steht bei den SBB, zum erstenmal in Europa und vielleicht auf der ganzen Welt, ein Triebfahrzeug im planmässigen kommerziellen Einsatz, das mit einem statischen Einphasen-Dreiphasen-Umrichter ausgerüstet ist.

Was ist nun eigentlich von dieser neuen Technik zu erwarten? Die grössten Vorteile verspricht man sich von der Verwendung der einfachen, robusten Drehstrommotoren mit Käfiganker. Solche Motoren, die weder Kollektoren, noch Schleifringe, noch Bürsten besitzen, lassen sich mit bedeutend höheren Drehzahlen betreiben als die konventionellen Kollektormotoren. Sie werden daher bei gleicher Leistung kleiner, leichter und einfacher. In den für die Fahrmotoren verfügbaren Raum eines Drehgestells werden sich somit Drehstrommotoren mit einer schätzungsweise um 50 % höheren Leistung einbauen lassen. Dafür besteht ein Bedürfnis bei Eisenbahnfahrzeugen, die Geschwindigkeiten von 250 km/h und mehr erreichen sollen, so dass Umrichter-Triebfahrzeuge für sehr hohe Geschwindigkeiten von ganz besonderem Interesse sind. Aber auch sonst ist eine Verminderung der Motormassen erstrebenswert, um die dynamischen Kräfte zwischen Rad und Schiene, die etwa mit dem Quadrat der Geschwindigkeit anwachsen, in zulässigen Grenzen zu halten. Ausserdem sind kollektorlose Motoren allen anderen Motorarten überlegen mit Bezug auf ihre Unempfindlichkeit und ihre Anspruchslosigkeit im Unterhalt.

Im Vergleich zu Gleichrichter-Triebfahrzeugen mit Amplituden- oder Anschnittsteuerung haben Umrichter-Triebfahrzeuge bei entsprechender Auslegung einen geringeren Blindstromverbrauch und verursachen weniger Störungen in den Sicherungs- und Fernmeldeanlagen.

Man kann auf die weitere Entwicklung dieser neuen Technik gespannt sein. Für ihre Aussichten werden allerdings nicht nur technische sondern auch wirtschaftliche Gesichtspunkte massgebend sein.

E. Meyer

Neue Sicherungsanlagen für Bahnübergänge

656.216.2 : 621.398

[Nach einer Information von Siemens]

Seit kurzem werden fünf Bahnübergänge an einer von der Deutschen Bundesbahn befahrenen Strecke in Riehen (Schweiz) durch neuartige, automatisch gesteuerte Doppelblinklichtanlagen mit Vollschränken in BÜS 72-Z-Technik gesichert. Diese Anlagen unterscheiden sich erheblich von den bisher gebräuchlichen Bauformen.

BÜS 72-Z-Anlagen werden vom Stellwerk aus bis zu einer Entfernung von 6,5 km zentral gesteuert und überwacht. Dementsprechend ist auch ein wesentlicher Teil der notwendigen Schalteinrichtungen im Stellwerk angeordnet, und die Anlagen werden vom Stromversorgungsteil des Stellwerks gespeist. Ausserdem werden die neuen Anlagen in den Flankenschutz der über den Bahnübergängen führenden Zugstrasse einbezogen. Der Zug erhält nur dann ein Fahrtsignal, wenn der Bahnübergang gesichert ist, und umgekehrt können die Schranken erst dann geöffnet werden, wenn der Zug den Übergang passiert hat und alle schützenden Signale auf Halt stehen.



# 1000 x 420 kV

## Transformator-Durchführungen



wurden bereits bestellt, sind grösstenteils geliefert und im Einsatz in allen fünf Erdteilen, in tropischen wie in-arktischen Zonen.

Auch 750 kV- und 1050 kV-Durchführungen wurden bereits vor Jahren mit Erfolg in Höchstleistungstransformatoren eingebaut.

Der grösste je gebaute Transformator der Welt (1300 MVA, 330 kV) ist mit Micafil-Durchführungen ausgerüstet.

Bei der Herstellung der Durchführungsisolierkörper wenden wir sowohl die Hartpapier-, als auch die Weichpapier-Technik an.

Ausser Transformator-Durchführungen bis 1200 kV Betriebsspannung oder 25'000 A Nennstrom liefern wir Generator- und Wanddurchführungen jeder Leistungsgrösse. In den letzten 50 Jahren waren es im ganzen über 400'000 Stück!

Bei allen Durchführungsproblemen stehen Ihnen unsere Ingenieure gerne zur Verfügung. Auf Wunsch stellen wir Ihnen ausführliche Unterlagen zu. Verlangen Sie die Dokumentation X 132.

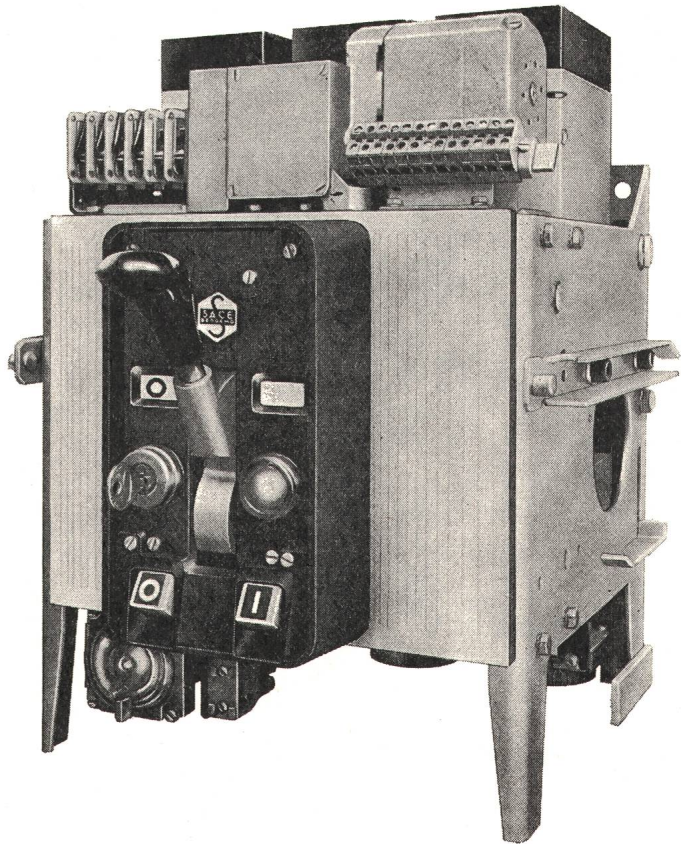
# MICAFIL

8048 Zürich



## **NOVOMAX 1600 A**

*Abmessungen wie NOVOMAX 800 A und 1250 A*



SACE S.p.a. Bergamo

baut Leistungsschalter von 63-4500 A mit Abschaltvermögen bis 100 kA<sub>eff</sub> für selektiven Schutz – SEV-geprüft. Alle Schalter mit Schnelleinschaltung, für festen oder ausfahrbaren Einbau. SACE stellt auch oelarme Schalter, Magnet-schalter für Mittelspannung, Marine-schalter und Schaltanlagen her.

### *Leistungsschalter NOVOMAX (Bild)*

Nennstrom	800 A / 1250 A / 1600 A
Nennspannung	600V
Abschaltvermögen bei 380 V	40 kA <sub>eff</sub>

*Der Novomax ist ein kompakter Leistungsschalter mit Federkraftspeicherantrieb für Hand oder Motor-aufzug und ist für feste oder ausfahrbare Montage erhältlich. Die Auslöser sind separat für Überstrom-schutz und selektive Schnellauslösung einstellbar. Dieser Schalter eignet sich besonders für die Indu-strie und als Trafo-Sekundärschalter, sowie, dank der äusserst geringen Abmessungen, zum Bau von Anlagen in Kompakt-Bauweise.*

# **TRACO ZURICH**

TRACO TRADING COMPANY LIMITED  
JENATSCHSTR. 1 8002 ZURICH TEL. 051 360711