

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 107/108 (1936)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Mutatoren zur Stromrückgewinnung bei Nutzbremsung  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-48346>

#### 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:** 03.02.2026

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

Die Reinigung beim Z-Verfahren unterscheidet sich von den Belebtschlammverfahren dadurch, daß die letztgenannten infolge ihrer umfangreicheren Biocönose auch die echt gelösten Stoffe angreifen. Es ist daher auch die Abnahme des biochemischen Sauerstoffbedarfs (Bsb) bei den Belebtschlammverfahren anscheinend etwas grösser als beim Z-Verfahren, obschon bei diesem die Abnahme mit 81% festgestellt wurde; weitere Untersuchungen sind im Gange.

Die frühere Ansicht, dass die Wirkung des Z-Verfahrens auf reiner Filtration beruhe, scheint aus folgenden Beobachtungen revidiert werden zu müssen: erstens ist die Belastungsfähigkeit des Asbestes rund zehnmal grösser, als rein physikalische Versuche ergeben haben; zweitens ist der Abbau an organischen Stoffen auffallend groß; drittens ist die Sauerstoffzehrung sehr hoch. Alle drei Erscheinungen lassen sich aber nur durch eine intensive Bakterientätigkeit erklären, die den Abbau fortlaufend besorgen. Es trifft hier wohl zu, was Sierp<sup>14)</sup> sagt: «Es handelt sich demnach bei der Selbstreinigung in erster Linie um biologische Vorgänge, doch können sich, wenn auch in untergeordnetem Masse, auch chemische Umsetzungen daran beteiligen.»

Vergleicht man hiezu den neuesten Aufsatz von Spitta<sup>14)</sup>, wo er sagt: «Die Aufgabe der Selbstreinigung fällt vielmehr vornehmlich den Bakterien zu, die die organischen Verunreinigungen des Wassers, soweit sie überhaupt zersetzbare sind, unter Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureausscheidung veratmen und sie auf diesem Wege vergasen und mineralisieren», so bestätigt sich unsere Annahme eines biologischen und biochemischen Vorganges beim Z-Verfahren, neben der reinen Filtration, trotzdem es sich nicht um eine Biocönose (= Lebensgemeinschaft, in diesem Fall im Abwasser) im landläufigen Sinn handelt, die bekanntlich auf dem Abbau von Stoffen durch höhere Lebewesen (Protozoen und Metazoen, wie Pantoffeltierchen, Glockentierchen usw.) beruht. Sofern die weiteren Untersuchungen die bisherigen Beobachtungen bestätigen sollten, darf das Z-Verfahren wohl als *biologisches Schwebefilter* bezeichnet werden. Da zudem die amtlichen und unter amtlicher Kontrolle durchgeföhrten Versuche ergeben haben, dass die volle Wirkung schon bei 20 Minuten Behandlung des Abwassers eintritt und auch bei längerer Durchflusszeit nicht mehr steigt, handelt es sich dabei fraglos auch um ein Schnellfilter.

Abb. 4 und 5 zeigen die vergrösserte Aufnahme von unbefestigtem und von mit Abwasserstoffen belastetem Asbest.

*Wirtschaftliches.* Es liegt auf der Hand, dass die Z-Anlagen infolge ihrer schnellen Wirkungsweise innerhalb maximal einer Stunde gegenüber Belebtschlammverfahren aller Art mit ihrer sechs- bis achtstündigen Arbeitszeit hinsichtlich Baukosten billiger sein müssen, da sie viel kleiner gehalten werden können als diese. Soweit bisher aus dem Betrieb der Versuchsanlage errechnet werden konnte, stellen sich die Betriebskosten nicht höher als bei einer Belebtschlammverfahren, wohl aber stellen sich die Jahreskosten niedriger als bei dieser, sobald man Verzinsung und Amortisation der Anlage mitberücksichtigt. Die Betriebskosten einer Z-Anlage oder einer Belebtschlammverfahren mit denen einer gewöhnlichen mechanisch wirkenden Kläranlage verglichen zu wollen, ist selbstverständlich nicht angängig.

*Schlussbemerkungen.* Bestrebungen, aus Abwasser Trinkwasser machen zu wollen, sind sinnlos, und unwirtschaftlich ist es, die Reinigung von Abwässern weiter zu treiben, als notwendig ist. Man wird sich hüten müssen, von einem Extrem ins Andere zu verfallen. Die Selbstreinigungskraft unserer Bäche und Flüsse darf und soll in vollem Umfange ausgenutzt werden. Dr. Leiner<sup>15)</sup> sagt diesbezüglich mit Recht: «... denn ... eine Leistung der Reinigungsanlagen, die über das örtlich notwendige Mass hinausgeht, ist ganz nutzlos und nur zulässig, wenn sie keine Mehrkosten verursacht.»

Wo also in unsrern schweizerischen Verhältnissen das Selbstreinigungsvermögen der Vorfluter sehr groß ist, mag in Einzelfällen eine gewöhnliche Absitzanlage genügen, was aber selten der Fall sein wird. Wo stark konzentrierte Abwässer industrieller Betriebe (Gerbereien, Nahrungsmittelfabriken, Schlachthäuser usw.) relativ kleinen Gewässern zugewiesen werden müssen, ist die biologische Reinigung am Platze. In 90% der Fälle aber wird das Z-Verfahren als Mittelstufe zwischen Absitzbecken und biologischen Reinigungsanlagen wertvolle Dienste leisten können. Es ist auch geeignet, als weitgehende Vorreinigung für biologische Anlagen zu dienen und eine wesentliche Höherbelastung derselben zu ermöglichen.

<sup>14)</sup> Zur Entwicklung der Lehre von der Selbstreinigung der Gewässer, in «Gesundheits-Ingenieur», Heft 23 (6. Juni 1936).

<sup>15)</sup> Dr. Leiner: Belebtschlamm-Teilreinigung, in «Gesundheits-Ingenieur», 1934, S. 323.

## Mutatoren zur Stromrückgewinnung bei Nutzbremsung.

Die ersten Gleichstrom-Bahnunterwerke der Welt mit Mutatoren zur Rekuperation, die beiden Mutatoranlagen Vanreene und Colworth der South African Railway sind jetzt 1½ Jahre lang in Betrieb. Die ausgezeichneten Betriebserfahrungen, auf die A. Leuthold in den «Brown Boveri-Mitteilungen» vom Juli 1935 hinweist, geben uns Gelegenheit, das Prinzip des Mutators kurz zu beschreiben. Wir folgen hierbei der Darstellung von Ch. Ehrenspurger, Baden, in der «Revue Générale de l'Electricité» Bd. 32, Nr. 14, vom 8. Oktober 1932, der wir die beiden ersten Abbildungen entnehmen, während die übrigen aus den «Mitteilungen» der Erstellerin der genannten Anlage, der Brown Boveri & Cie., Baden, stammen.

Mit der Einführung der Gittersteuerung<sup>1)</sup> ist aus dem Quecksilberdampfgleichrichter ein Ventil geworden, das nicht nur Wechselstrom in Gleichstrom, sondern umgekehrt auch Gleichstrom in Wechselstrom zu verwandeln gestattet, weshalb es den allgemeinen Namen «Mutator» erhalten hat. In Abb. 1 sind in Funktion der Zeit die EMK aufgezeichnet, die in aufeinanderfolgenden Phasen der Sekundärwicklung des Transformators induziert werden, an den der Mutator angeschlossen ist. Von den Spannungsabfällen abgesehen, ist die Spannung zwischen der Kathode des Mutators und dem Sternpunkt der Transformator-Sekundärwicklung immer gleich der EMK derjenigen Phase, die in dem betreffenden Augenblick gerade durch den Lichtbogen mit der Kathode in Verbindung steht. Im stationären Betrieb fliesst von der jeweiligen Anode ständig ein angenäherter Gleichstrom nach der Kathode. Zwischen der Kathode und jeder Anode befindet sich ein Gitter, von dessen Spannung gegenüber der Kathode die Möglichkeit des Stromdurchgangs abhängt. Ein im Takt der Primärspannung von einem Synchronmotor angetriebener Kontaktgeber (Abb. 3, 11) erteilt jedem Gitter abwechselnd Sperr- und Durchlasspotential, womit der «Zündpunkt», d. h. der Augenblick bestimmt ist, in dem der Lichtbogen von einer Anode auf die nächste springt. In der willkürlichen Wahl des Zündpunktes besteht die Gittersteuerung. Abb. 1 zeigt dick ausgezogen den Verlauf der gewellten Gleichspannung zwischen Kathode und Sternpunkt, der sich für drei verschiedene Zündwinkel ergibt. Wie ersichtlich, kann durch Verschiebung des Zündpunktes die mittlere Spannung  $E_g$  nicht nur in ihrem Betrag verändert werden (b gegenüber a), sondern auch in ihrem Vorzeichen (c).

In Wirklichkeit spielen die bei dieser elementaren Betrachtung vernachlässigten Spannungsabfälle eine nicht unerhebliche Rolle, weshalb die Gleichspannung Kathode-Sternpunkt bei gegebener Primärspannung und festem Zündwinkel mit wachsendem Gleichstrom sinkt, bei grösseren Strömen linear, Abb. 2. Soweit die Charakteristiken oberhalb der Abszissenaxe verlaufen, ist die vom Mutator abgegebene Gleichstromleistung positiv; er funktioniert als Gleichrichter. Für die unterhalb verlaufenden Charakteristiken hat, bei gleichbleibender Stromrichtung, die Spannung das umgekehrte Vorzeichen; der Mutator nimmt Gleichstrom-Energie auf und gibt Wechselstrom-Energie ab.

In jedem der beiden genannten Unterwerke sind gleichzeitig zwei Mutatoren an das Bahnenetz angeschlossen, von denen der

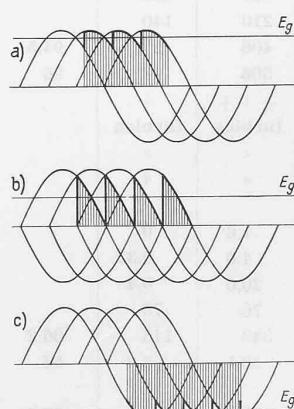


Abb. 1. Prinzip der Gittersteuerung. Dick ausgezogen: Zeitlicher Verlauf der Spannung Kathode-Sternpunkt (schematisch) bei verschiedener Wahl des Zündpunkts a) b) c).  $E_g$  = mittlere Gleichspannung.

<sup>1)</sup> Deren Anwendung auf den Rundfunk hat in Bd. 104, Seite 164\* (Nr. 15 vom 13. Oktober 1934) A. E. Danz geschildert.

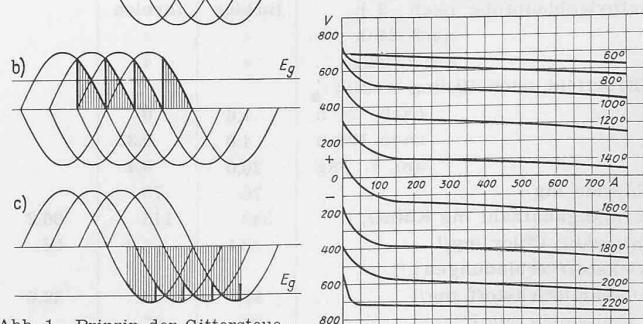


Abb. 2. Spannung Kathode-Sternpunkt in Funktion des von der Kathode nach dem Sternpunkt fliessenden Stroms für verschiedene Zündwinkel.

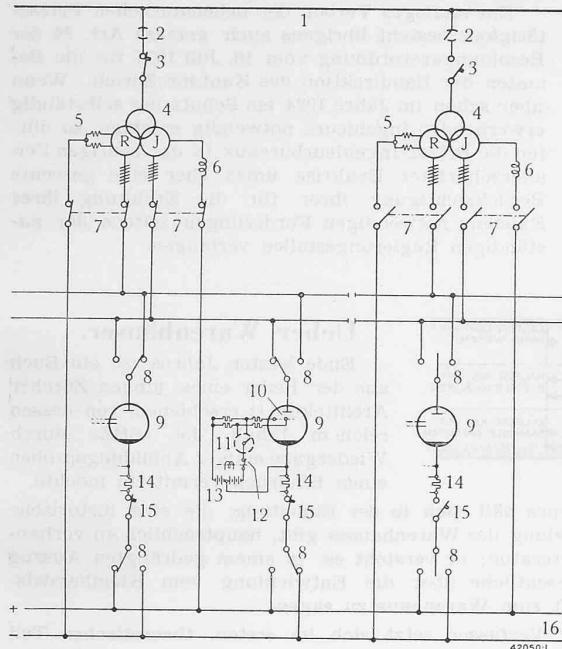


Abb. 3. Schaltschema der Mutatoranlage Vanreenen der South African Railway. 1 Primärnetz 88 kV, 2 Trennschalter, 3 Oelschalter, 4 Transformator (R: Wicklung für W-G-Mutator, J: für G-W-Mutator), 5 Saugdrosselspule, 6 Drosselspule, 7 Trennschalter, 8 Mutator-Umschalttrenner, 9 Mutator, 10 Gesteuerte Gitter, 11 Verteiler, 12 Gitterrelais, 13 Gleichstromquelle, 14 Shunt für Compoundierung, 15 Schnellschalter, 16 Gleichstrom-Sammelschienen.

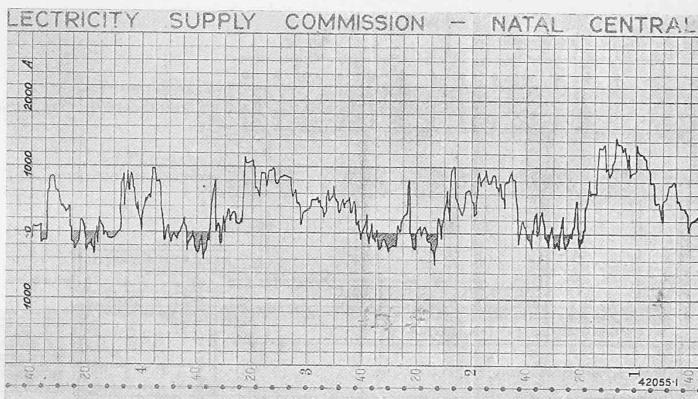


Abb. 5. Belastungsdiagramm des Unterwerkes Vanreenen.

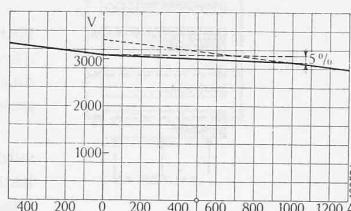


Abb. 4. Außere Gleichstrom-Charakteristik der Mutatoren des Unterwerkes Vanreenen. a Abgegebener, b Aufgenommener Strom, c Nennstrom.

eine als Wechselstrom-Gleichstrom-, der andere als Gleichstrom-Wechselstrom-Transformator arbeitet. Die Kathode des ersten Mutators (in Abb. 3 der linke) ist an die positive Sammelschiene angeschlossen, jene des zweiten an die negative (in Abb. 3 der mittlere Mutator; der dritte dient als Reserve). Der erste Mutator liefert Gleichstrom-Energie an das Bahnnetz; der zweite gestattet zu rekuperieren. Ihre äussere Charakteristik, d. h. die Fahrdrähtspannung in Funktion des ins Bahnnetz fliessenden Stroms<sup>2)</sup> zeigt Abb. 4, rechtsseitig von der Ordinatenaxe gültig für den als Gleichrichter, linksseitig für den als Gleichstrom-Wechselstrom-Transformator geschalteten Mutator. Der glatte, sanft geneigte Uebergang von der rechten auf die linke Seite wird durch eine automatische Regulierung des Zündwinkels in Abhängigkeit vom Strom bewirkt (Abb. 3, Shunt 14). Die Charakteristik Abb. 4 ist also, im Gegensatz zu den Charakteristiken Abb. 2, in der Nähe der Ordinatenaxe keine Kurve konstanten Zündwinkels, sondern geht aus einer geschickten Kombination derartiger Kurven hervor. Solange die Fahrdrähtspannung die Leerlaufspannung (rd. 3100 V, Abb. 4) nicht übersteigt, ist der als Gleichrichter geschaltete Mutator allein im Betrieb; der zweite Mutator löst ihn ab, sobald die Leerlaufspannung infolge Nutzbremsung überschritten wird. Wie aus Abb. 3 ersichtlich, sind die beiden Mutatoren an den selben, mit drei Wicklungen versehenen Transformator angeschlossen.

Die Anlagen sind bemessen im Wechselstrom-Gleichstrom-Betrieb für 1500 kW Nennleistung bei 3000 V, 1700 kW während 2 Stunden, 2500 kW während 30 Minuten, 4900 kW während 1 Minute und für 5500 kW Stossleistung, im Gleichstrom-Wechselstrom-Betrieb für 450 kW Nenn- und 1700 kW Stossleistung. Das Längenprofil der von den beiden Unterstationen versorgten Bahnstrecke weist teilweise ein Gefälle von 30 % auf, auf dem heute schwere Güterzüge talwärts fahren, einzig durch Rekuperation gebremst, ohne Abnutzung mechanischer Bremsen. Das Belastungsdiagramm Abb. 5 veranschaulicht den stossfreien Uebergang von der Speisung des Bahnnetzes zu der Rückgabe des momentanen Leistungsüberschusses. Dabei arbeiten die Mutatoren als Gleichrichter mit einem Wirkungsgrad von rd. 96 %, bei Rekuperation mit etwa 92 %.

Durch diese erstmalige erfolgreiche Bewährung der Rekuperation mit Hilfe von statischen Umformern ist der bisher gegen den Gleichrichterbetrieb erhobene Einwand der Unmöglichkeit

<sup>2)</sup> Diese Grössen sind der Spannung Kathode-Sternpunkt, bzw. dem von der Kathode nach dem Sternpunkt fliessenden Strom nur bei Gleichrichterbetrieb gleich, bei Rekuperation jedoch entgegengesetzt gleich. Dies ist beim Vergleich der Abb. 4 mit der (für einen andern Mutator gültigen) Abb. 2 zu beachten.

einer Nutzbremsung entkräftet. Die Gittersteuerung hat den Gleichrichter ausserdem mit einer äusserst scharfen Verteidigungswaffe versehen, dem Brown Boveri durch Patente geschützten Kurzschluss-Gitterschutz: Sobald im Bahnnetz ein Kurzschluss entsteht, legt das Gitterrelais (Abb. 3, 12) an sämtliche Gitter ein Sperrpotential, sodass der Strom unterbrochen ist, noch ehe sich die Schnellschalter 15 geöffnet haben.

### Unerlaubte Architekten-Reklameschriften.

Das auf Seite 235 (Nr. 21) letzten Bandes unter diesem Titel angekündigte Unternehmen hat inzwischen eine Gestalt angenommen, die es formell nicht unter das Verbot unserer Fachvereine fallen lassen soll: im Juni ist das erste Heft erschienen von «Neues Bauen», Monatshefte für Architektur, Malerei, Bildhauerei. Schriftleitung Bruno Streubel, Dipl. Arch. E. T. H.; Administration W. Senn-Blumer's Erben, Rüschlikon; Jahresabonnement 20 Fr. Ein Insertions-Tarif, wie bei einer Zeitschrift üblich, wird nicht bekannt gegeben, woraus zu schliessen ist, dass die Inseratenpreise je nach dem berechnet werden. Wie übrigens aus der Bezeichnung des Herausgebers als «Monos»-Verlag, sowie aus dem Vorwort des ersten Heftes hervorgeht, handelt es sich aber, dem Wesen nach, doch um eine ausgesprochene Monographien-Reihe; so enthält auch das erste Heft lauter Arbeiten eines einzigen Architekten, dessen Name in Rot auf dem Umschlag prangt.<sup>1)</sup> Es besteht daher für die S. I. A.- und B. S. A.-Architekten vorläufig kein Anlass, ihre von der Vereinsdisziplin gebotene Zurückhaltung gegenüber der neuen «Zeitschrift» aufzugeben. Sollte in dem reichhaltigen Garten unserer schweizerischen Baufachpresse — Bauzeitung, Werk, Hoch- und Tiefbau, Baublatt usw. — wirklich noch eine Pflanze fehlen, so wird «Neues Bauen» bestehen können auch ohne Mitwirkung unserer Vereinsmitglieder, die an einer weitern Zersplitterung der Kräfte so wenig Interesse haben wie die inserierenden Baugewerbekreise.

### Nebenarbeit von Staats-Angestellten im Bauwesen.

[Von einer Anzahl nichtbeamter schweizerischer Kollegen erhalten wir, zur Veröffentlichung, folgende Aeusserung. Red.]

Als Folge der allgemeinen Wirtschaftskrise hat auch die private und kommunale Bautätigkeit eine starke Einbusse erlitten, in einzelnen Gegenden ist sie sogar praktisch zu einem Stillstand gekommen. Viele private Ingenieurbureaux sind daher heute gezwungen, mangels genügender Aufträge ihre Tätigkeit einzuschränken, wenn nicht ganz einzustellen, wodurch eine grosse Anzahl ihrer Angestellten brotlos werden und nach Verbrauch ihrer — oft nur geringen — Ersparnisse der öffentlichen Fürsorge zur Last fallen.

Umso bedauerlicher ist es für die Privat-Ingenieure, zusehen zu müssen, wie häufig die immer seltener werdenden Aufträge für Begutachtungen, Projekte und Bauleitungen an festbesetzte und pensionsberechtigte Funktionäre von kantonalen, städtischen oder Gemeinde-Hoch- und Tiefbauämtern übertragen

<sup>1)</sup> Ein «Juli-Heft» ist noch nicht erschienen.