

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 51 (1960)

**Heft:** 2

**Artikel:** Der Schutz von 16- und 50-kV-Sammelschienen

**Autor:** Jean-Richard, Ch.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-917012>

### 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:** 15.01.2026

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

Mathematikern beizugeben. Trotzdem muss die Programmierung für solche Geräte irgendwie durchgeführt werden. Das Problem der automatischen Programmierung wird daher von grösster Dringlichkeit. Solche Maschinen müssen so eingerichtet sein, dass sie direkt mathematische Formeln entgegennehmen können und dass sie, bevor die Aufgabe selbst in Angriff genommen wird, ihr eigenes Programm erstellen. Auch für diese Tätigkeit ist natürlich ein Programm erforderlich, welches man oft als «Superprogramm» bezeichnet. Viele derartige Programme sind für die heutigen Maschinen vorhanden, und ihre Weiterentwicklung ist gegenwärtig für die Mathematiker eine der wichtigsten Aufgaben.

Für diese und für andere Anwendungen gewinnen die maschinellen Lernprozesse eine immer grössere Bedeutung. Die moderne Auffassung geht dahin, dass einer Maschine die Angaben über das, was sie tun soll, nicht nur durch das Programm übermittelt werden sollten, sondern dass sie im Verlauf ihrer Arbeit Erfolge und Misserfolge auswerten und ihr Verhalten nach der so gewonnenen Erfahrung einrichten muss. Wahrscheinlich lassen sich Zeichen- und Spracherkennung nur unter ausgiebiger Verwendung dieses Prinzips realisieren: die Maschine muss sich zuerst an die Schrift bzw. die Sprache einer Person gewöhnen. Ein ausgezeichnetes Mittel, maschinelle Lernprozesse zu studieren, ist das Verfahren, eine Maschine so zu programmieren, dass sie ein Brettspiel wie zum Beispiel das Damenbrett spielt. Dazu ist grundsätzlich jede elektronische Rechenanlage fähig. Ein modernes Programm ist so beschaffen, dass es der Maschine nur die notwendigen Spielregeln mitteilt; dann kommt die Lernphase, in der die Maschine gegen einen erfahrenen Spieler spielt und ihre eigenen Erfolge und Misserfolge auswertet. Für jedes schlechte Spiel wird die Maschine «bestraft», das heißt, sie erhält einen Schlechtpunkt (das alles geschieht automatisch), und das Programm ist so beschaffen, dass die Maschine bestrebt ist, Züge und Konstellationen, die früher zu Schlechtpunkten geführt haben, zu vermeiden. Auf diese Art kann sie nach einiger Zeit ein viel besseres Spiel spielen als der, der das Programm erstellt hat. Dem allem haftet nichts Übernatürliches oder Irrationales an; es ist nichts als eine streng logische, ma-

thematisch klar bestimmte Folge der Tatsache, dass ein Rechengerät in vorgegebener Weise auf vorgegebene Befehle reagiert. Man erkennt hier, wie wenig berechtigt die nie endende Diskussion um die Frage «Können Maschinen denken?» ist. Natürlich können Maschinen denken; denn unter «Denken» verstehen wir jede geistige, intellektuelle Tätigkeit. Wer im Kopf  $123 \times 456$  rechnen will, muss sich gehörig konzentrieren, und er wird dabei kaum behaupten können, er denke nicht; und doch kann ihm jede Tisch-Rechenmaschine diese Arbeit abnehmen. Es scheint, dass — wenigstens prinzipiell — jede rationale Überlegung maschinell ausgeführt werden kann. Obwohl man genau weiß, dass der menschliche Geist nie durch Maschinen wird ersetzt werden können, so ist es doch sehr schwer, eine intellektuelle (nicht emotionelle) Tätigkeit anzugeben, die nicht mechanisierbar ist. Selbst was als Intuition bezeichnet wird, ist oft eine unbewusste rationale Deduktion, eine Kombination von Vorhandenem und Bekanntem.

## 7. Schlussbemerkungen

Bei allen Zukunftsperspektiven, die hier ange deutet wurden, ist es doch wichtig, dem Leser an dieser Stelle den richtigen Maßstab für die Realitäten zu vermitteln. Viele der beschriebenen technischen Neuerungen liegen fünf oder zehn Jahre vor uns. Die technische Entwicklung ist so schwierig, dass sich die Neuerungen nicht überstürzen, und zwischen einer Idee und einer angelaufenen Massen fabrikation liegen viele Jahre. Insbesondere darf nicht der Eindruck entstehen, die Zukunft gehöre nur noch den Rechenmaschinen, die 20 Millionen Franken und mehr kosten. Das Vorhandensein von Ozeandampfern bedeutet nicht, dass Ruderboote unnötig geworden sind; auch heute noch fahren mehr Leute mit Ruderbooten als mit Ozeandampfern. Besonders in unserem Land, welches Riesenbetriebe von amerikanischem Ausmass nicht kennt, werden vorwiegend kleinere und mittlere Maschinen gewinnbringend zum Einsatz kommen.

### Adresse des Autors:

Dr. sc. techn. A. P. Speiser, Privat-Dozent an der ETH, Direktor des Forschungslaboratoriums der IBM, Zürichstrasse 108, Adliswil (ZH).

## Der Schutz von 16- und 50-kV-Sammelschienen

Von Ch. Jean-Richard, Bern

621.316.925 : 621.316.35

*Der Verfasser beschreibt ein ausserordentlich einfaches Verfahren, den Sammelschienschutz einer Anlage zu beschleunigen mit Hilfe der Relais der einspeisenden Transformatoren, sofern die Federrelais nicht ansprechen oder sobald sie zurückgefallen sind.*

### A) 16-kV-Sammelschienen

Die Netze der Spannung von 50 kV eignen sich in der Schweiz besonders gut zur Verteilung elektrischer Energie. Gespiesen aus Netzen höherer Nennspannung, geben sie ihre Energie in zahlreichen Unterstationen 50/16 kV an 16-kV-Netze ab, welche als Strahlennetze betrieben werden.

Diese Situation erlaubt eine einfache Anordnung der Schutzeinrichtungen, da der Energiefluss nur in Richtung der 16-kV-Leitungen vor sich geht.

Der Schutz der 16-kV-Leitungen bestimmt somit die Grundzeit, zu welcher das notwendige Zeitintervall für den Schutz der Transformatoren 50/16 kV zu addieren ist, damit die Selektivität gewahrt bleibt.

Für den Schutz der Transformatoren ergibt sich dementsprechend eine längere Zeit.

Als konkretes Beispiel sei angeführt, dass während zahlreicher Jahre folgende Auslösezeiten der verschiedenen Schutzeinrichtungen angewandt wurden:

<b>16-kV-Leitungen</b>	
Maximalstromschutz	2,5 s
<b>50/16-kV-Transformatoren</b>	
Maximalstromschutz	3,2 s
<b>50-kV-Leitungen</b>	
Schnelldistanzschutz	
Grenzzeit, 16-kV-seitig	4,0 s

Die Mehrzahl aller Störungen stammt aus der Atmosphäre. Daher werden Freileitungen in ungefähr 95 % aller Fälle zuerst getroffen. Die übrigen 5 % sind besonders schwerwiegend, da nicht nur die Kurzschlussimpedanz klein und die Kurzschlussleistung gross ist, sondern auch die von der Störung betroffenen Apparate störanfälliger sind als die Leitungen.

Der Betrieb kennt verschiedene Verfahren, um den Störrumfang einzuschränken. Zu diesem Zweck kann er die Nennleistung einer Transformatorenstation beschränken. Dieses Mittel entspricht einem Verfahren, welches sich dadurch rechtfertigt, dass die Übertragungsverluste kleiner sind, falls die Energie mit 16 kV weniger weit zu transportieren ist.

Es können auch Überspannungsableiter eingebaut werden, welche mehr und mehr Verwendung finden.

Solchen Massnahmen jedoch ist die rasche Abschaltung überlegen, nämlich diejenige nach 0,1 s. Dadurch werden nicht nur die Schäden reduziert, sondern in den meisten Fällen kann man schnell wieder einschalten, nämlich nach 0,30 s. Auf diese Weise werden die Konsumenten nicht oder kaum beeinträchtigt.

In diesem Sinne rechtfertigt sich die Schnellwiedereinschaltung der 16-kV-Leitungen in vollem Umfange. Der Zeitgewinn ist offensichtlich. Statt wie früher erst nach 2,5 s auszuschalten, kann nunmehr nach 0,1 s bei Lichtbogenkurzschlüssen und 0,7...1,5 s bei leitenden Kurzschlüssen ausgeschaltet werden. Infolgedessen kann der Schutz der 16-kV-Sammelschienen solcher Stationen in einfacher Weise erheblich beschleunigt werden, weil die Energie nur in einer Richtung fliessen kann. Befindet sich der Fehler an den 16-kV-Sammelschienen oder an den 50/16-kV-Transformatoren, so sprechen die Relais der 16-kV-Leitungen nicht an. Auf Grund dieser Tatsache lassen sich die Maximalstromrelais der 50/16-kV-Transformatoren mit zwei Verzögerungen ausrüsten, mit einer für kurze Abschaltzeit und einer für etwas längere. Diejenige für die längere Zeit von 2,2 s arbeitet als Reserve für den Fall, dass der Fehler sich auf einer der 16-kV-Leitungen einer solchen Station befindet und das zugehörige Relais nicht in der Lage ist, die Störung richtig zu beheben. Die kurze Zeit von 0,6 s wird dann benutzt, wenn der Fehler sich zwischen den 16-kV-Abgängen und den Stromwandlern befindet, welche den Schutz der 50/16-kV-Transformatoren speisen. Die Wahl der zugehörigen Zeit je nach Fehlerort ist dadurch möglich,

dass die Relais für die Schnellwiedereinschaltung mit Klemmen ausgerüstet sind, an welchen das Ansprechen angezeigt wird.

Natürlich erfolgt die Wahl der Auslösezeit ohne Rücksicht darauf, welche Leitung oder welcher Transformator gestört wurde. Die notwendige Selektivität wird für die Leitungen durch ihre Relais sichergestellt und für die Transformatoren durch ihre Buchholz- und Differentialrelais. Diese müssen wegen des Einschaltstromes der Transformatoren verzögert werden, so dass sie erst nach 0,3 s abschalten. Somit ergibt sich für die kurze Zeit des Schutzes der 16-kV-Sammelschienen ein Wert von 0,6 s, wie oben angegeben.

Zusammenfassend ergeben sich für den Schutz der 16-kV-Sammelschienen folgende Abschaltzeiten:

	Haupt-schutz s	Reserve- schutz s
<b>16-kV-Leitungen</b>		
Schutz mit		
Schnellwiedereinschaltung		
erste Abschaltung	0,1	
zweite Abschaltung	0,7	1,5
<b>16-kV-Sammelschienen</b>		
Maximalstromschutz vorgelagert		
für Fehler an den		
16-kV-Sammelschienen	0,6	
für Fehler an den		
16-kV-Leitungen		2,2
<b>50/16-kV-Transformatoren</b>		
Buchholzschutz	0,1	
Differentialschutz	0,3	
Maximalstromschutz		
für Fehler an den		
Transformatoren		0,6
für Fehler an den		
16-kV-Sammelschienen	0,6	
für Fehler an den		
16-kV-Leitungen		2,2
<b>50-kV-Leitungen</b>		
Schnelldistanzschutz		
für Fehler 16-kV-seitig		2,9

Diese Zusammenstellung zeigt, dass Fehler an den 16-kV-Sammelschienen nach 0,6 s abgeschaltet werden, während bisher 3,2 s lang gewartet werden musste. Der Unterschied von 2,6 s genügt, um die Kurzschlußschäden bedeutend zu verringern, um so mehr, als ein Kurzschlusslichtbogen während 0,6 s weniger weit gelangen kann als während 3,2 s.

Der geschilderte Schutz der 16-kV-Sammelschienen ist somit nicht nur preiswert, sondern auch rationell.

## B) 50-kV-Sammelschienen

Das gleiche Verfahren lässt sich auch auf den Schutz der 50-kV-Sammelschienen, welche über 150/50-kV-Transformatoren grosser Leistung gespiesen werden, anwenden, sofern die Transformatoren mit einem gerichteten Kurzschlußschutz ausgerüstet sind.

### Adresse des Autors:

Ch. Jean-Richard, dipl. Ingenieur, Bernische Kraftwerke AG, Viktoriaplatz 2, Bern.