

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 44 (1953)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Erfahrungen mit Statorwicklungen von Hochspannungsgeneratoren im Kraftwerk Bannwil der Bernischen Kraftwerke A.-G.  
**Autor:** Frey, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058049>

### **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:** 18.01.2025

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

bei denen der Fig. 14. Das in der Fig. 15 mit *a* bezeichnete Oszillogramm veranschaulicht die Schutzwirkung des Ableiters, das mit *b* bezeichnete jene der Stabfunkenstrecke. Wie beim Begrenzen der Wanderwellen, erfolgt auch hier beim Ableiter ein verhältnismässig langsames Absinken der Spannung, während an den Stabfunkenstrecken ein steiler Spannungszusammenbruch erfolgt, durch den die Eingangswindungen und -spulen sehr hohen dielektrischen Beanspruchungen unterworfen werden. Man kann daraus entnehmen, dass auch beim Auftreten von Überspannungen in Form von elektromagnetischen Schwingungen die Überspannungsableiter eine bessere Schutzwirkung für die Transformatoren gewähren als die Stabfunkenstrecken.

#### 4. Schlussfolgerungen

Für Wanderwellen mit steiler Front sind die Ansprechspannungen der untersuchten Ableiter bedeutend kleiner als die der Stabfunkenstrecken. Es zeigen sich erhebliche Unterschiede im Verhalten von zwei untersuchten Ableitertypen, indem die neuere Bauart eine wesentlich kleinere Abhängigkeit der Ansprechspannung von der Frontsteilheit der auftreffenden Stosswelle aufweist.

Beim Ansprechen der Stabfunkenstrecken werden die Eingangswindungen und -spulen durch die sehr steile Entladewelle dielektrisch ausserordentlich stark beansprucht, wobei die Beanspruchung wesentlich grösser ist als beim Spannungsanstieg. Demgegenüber bewirken die Überspannungsableiter ein verhältnismässig langsames Absinken der Spannung und verursachen daher in der Transformatorwicklung keine zusätzlichen Beanspruchungen. Die gemachten Untersuchungen zeigen also, dass die Überspannungsableiter in Parallelschaltung mit Transformatoren für diese einen bedeutend besseren Schutz gewähren als Stabfunkenstrecken.

#### Literatur

- [1] Strigel, R.: Elektrische Stossfestigkeit. Berlin, Springer 1939; S. 18, 19, 239...247.
- [2] Aeschlimann, H.: Recherches concernant la coordination de l'isolement dans les installations à haute tension. Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE), Paris 1948, t. III, rapport n° 405, p. 1...13.
- [3] Lewis, W. W.: The protection of transmission systems against lightning. New York, Wiley 1950; p. 274, 322...325.
- [4] Amsler, J. und L. Regez: Beeinflussung der Ansprechspannung von Überspannungsableitern moderner Bauart durch Beregnung und Verschmutzung. Bull. SEV Bd. 43 (1952), Nr. 8, S. 311...316.

#### Adresse der Autoren:

Dr. H. Aeschlimann, Ingenieur, Sécheron S. A., Genève.  
Dr. sc. nat. J. Amsler, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau.

## Erfahrungen mit Statorwicklungen von Hochspannungsgeneratoren im Kraftwerk Bannwil der Bernischen Kraftwerke A.-G.

Von R. Frey, Bern

621.313.322

*Es wird über den Zustand von Statorwicklungen nach 40jährigen Dauerbetrieb berichtet. Es handelt sich um 2 von der Maschinenfabrik Oerlikon gelieferte Dreiphasengeneratoren von je 2300 kVA, 11 000 V, welche 1912 im Kraftwerk Bannwil in Betrieb gesetzt worden sind.*

*Rapport sur l'état de l'enroulement statorique après une période de service continu de 40 ans. Il s'agit de deux générateurs triphasés, de 2300 kVA, 11 000 V, qui ont été livrés à l'usine de Bannwil par les Ateliers de Construction Oerlikon et mis en service en 1912.*

Im Jahre 1912 wurden durch einen Brandausbruch im Kraftwerk Bannwil zwei von total sieben installierten Generatoren so zerstört, dass dieselben nicht mehr repariert werden konnten. Die Generatoren wiesen eine Leistung von 1700 kVA auf und eine Nennspannung von 11 000 V.

Die damalige Geschäftsleitung beschloss, die beiden defekten Generatoren zu ersetzen und gleichzeitig die Scheinleistungen zu erhöhen. Die Generatoren mit horizontaler Welle wurden für folgende Daten durch die Maschinenfabrik Oerlikon konstruiert und geliefert:

Nennleistung	2300 kVA
Nennspannung	11 000 V
Anzahl Statorspulen	120
Drehzahl	1500 U./min
Die Inbetriebsetzung erfolgte 1912.	

Das Kraftwerk Bannwil ist ein Niederdrucklaufwerk; für die Ausbauleistung wurde auf eine Wassermenge abgestellt, welche während des ganzen Jahres zur Verfügung steht. Die Maschinengruppen stehen somit in ununterbrochenem Vollastbetrieb. Eine kurzzeitige Ausserbetriebsetzung erfolgt nur zur Durchführung der nötigen Kontrollen und Revisionen.

An das Kraftwerk Bannwil ist ein ausgedehntes 11-kV-Hochspannungsnetz angeschlossen, und die Generatoren sind ohne Schutztransformatoren auf die 11-kV-Leitungen geschaltet. Die Wicklungen waren somit allen atmosphärischen und sonstigen Überspannungen direkt ausgesetzt, weil Überspannungsableiter erst vor Jahresfrist eingebaut worden sind. Da im Verlaufe des Sommers 1952 das Kraftwerk Bannwil während längerer Zeit zufolge Arbeiten im Oberwasserkanal ausser Betrieb war, wurden auch alle übrigen mechanischen und elektrischen Einrichtungen eingehend revidiert.

Um sich ein Bild über den Zustand der Spulen der Statorwicklungen machen zu können, wurde eine Anzahl nächst den Klemmen liegende Spulen ausgebaut, geöffnet und diversen Prüfungen unterzogen. Die Isolation der Spule, konstruiert im Jahre 1912, ist wie folgt ausgeführt: Über jeden der 14 Kupferleiter mit den Dimensionen  $3 \times 12,5$  mm wurde ein U-förmiger Mikanitkanal von 0,6 mm Stärke geschoben. Hierauf wurde die Spule einmal mit Band umwickelt, in Schellack getränkt und gepresst. Nach dem Trocknen des Schellackes erfolgt im geraden Teil der Spule eine maschinelle Umpresung mit einem Mikakanal von 4 mm Stärke. Der Kopf wurde mit Baumwoll- und Lackband ca. 2 mm

stark von Hand eingebunden. Die äusseren Abmessungen der Spule betragen im geraden Teil ca.  $22 \times 71$  mm und im Kopf ca.  $18 \times 67$  mm.

Fig. 3 zeigt den äusseren Zustand der Isolation der Statorwicklungsköpfe.

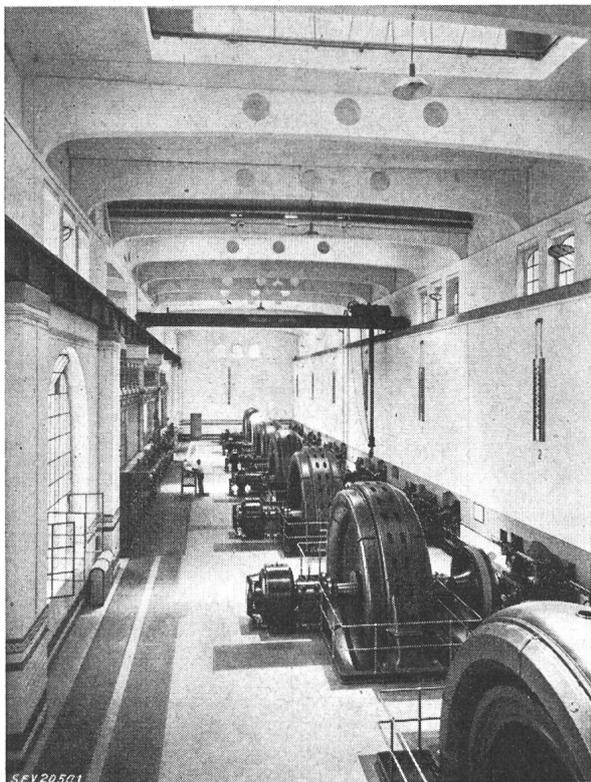


Fig. 1  
Blick in den Maschinensaal

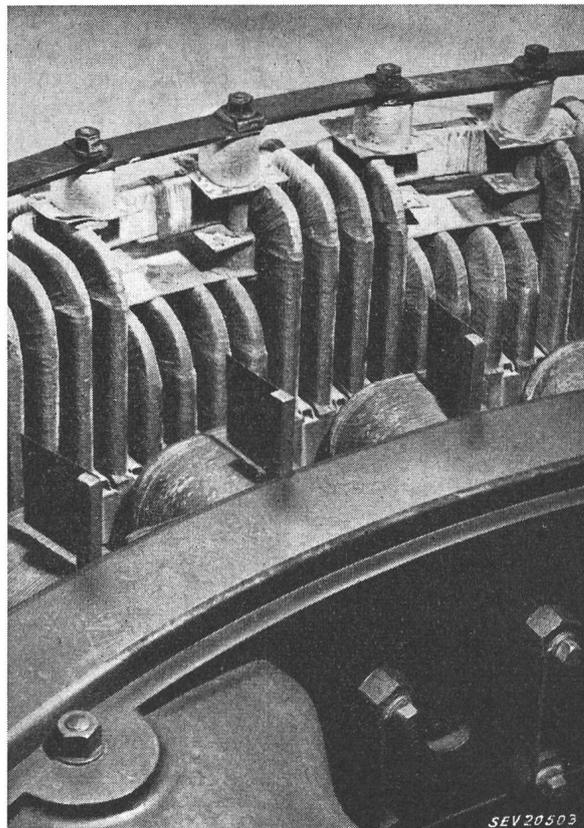


Fig. 2  
Dreiphasen-Generator 3  
Statorverschaltungen abgehoben

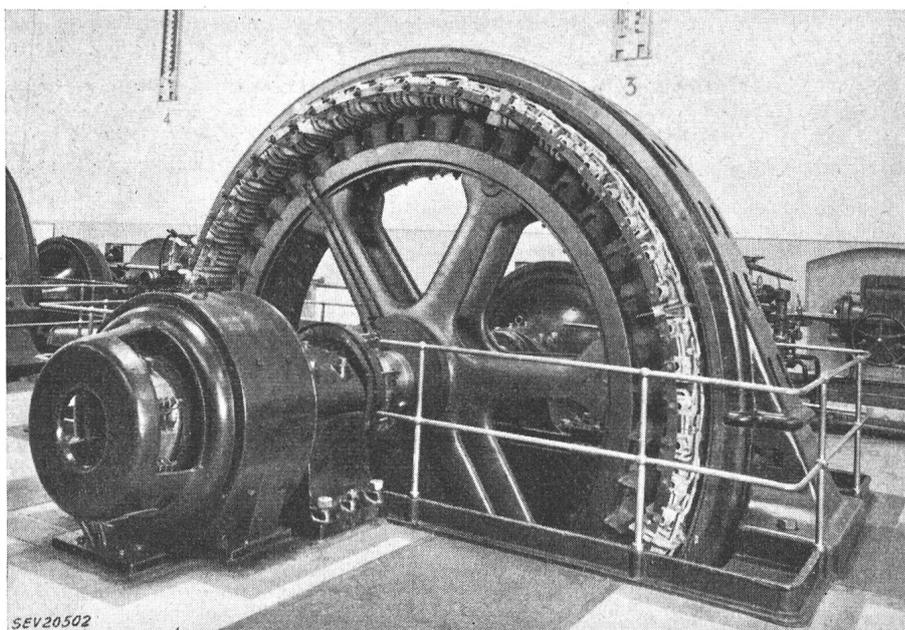


Fig. 3  
Köpfe der Statorwicklungen  
des Generators 3

Die Untersuchung der ausgebauten Spulen ergab folgendes: Die Umbändelung im Spulenkopf ist vollständig ausgetrocknet, spröde und rissig. Das Band kann ohne grosse Mühe entfernt werden und das Kupfer weist Grünspanbildung auf, besonders

an den Kanten und beim Eisenaustritt. Diese Veränderung der Kupferoberfläche kann nicht als anomal angesehen werden, da im Jahre 1912 das Imprägnieren der Spulen mit Kompound unter Va-

kuum noch nicht bekannt war und daher in den Spulen sich Lufteinschlüsse befanden, welche zusammen mit dem elektrischen Feld zu der Grünspanbildung führten. Der Mikakanal fühlt sich hart an und liess auf keine wesentlichen Veränderungen schliessen.

Die Kopfisolation wies gegen Erde eine Durchschlagfestigkeit von 7000...14 500 V auf und der Mikakanal eine solche von 40 000...52 000 V. Der Windungsdurchschlag wurde mit Stoßspannung

festgestellt und eine mittlere Durchschlagsspannung von Windung zu Windung von 3300 V gemessen.

Die durchgeführten Untersuchungen und Prüfungen zeigen, dass die Statorwicklung bei weitem nicht so altersschwach ist, wie nach einem 40-jährigen

gen Dauerbetrieb geschlossen werden konnte. Die BKW werden daher die Generatoren mit den ursprünglichen Wicklungen weiterhin im Betriebe belassen, jedoch eine komplette Reservewicklung beschaffen, so dass beim Auftreten eines umfangreichen Schadens die alte Wicklung innert kürzester Frist ersetzt werden kann.

Auch der aktive Eisenkörper befindet sich in einwandfreiem Zustand, besonders die Blechpressung ist noch ausgezeichnet, und irgendwelche Schlagrostbildungen sind nicht vorhanden.

Adresse des Auteurs:

R. Frey, Prokurist der Bernischen Kraftwerke A.-G., Viktoria-platz 2, Bern.

## Assemblées de discussion de l'UCS sur la construction et l'exploitation des postes de transformation

### Introduction

La 5<sup>e</sup> assemblée de discussion de l'UCS, sur l'exploitation des postes de transformation, a eu lieu les 29 mars et 31 mai 1951 à Zurich, en langue allemande, et le 5 avril 1951 à Lausanne, en langue française. La 7<sup>e</sup> assemblée de discussion, sur la construction des postes de transformation, s'est déroulée le 6 mars 1952 à Berne, dans les deux langues. Ces assemblées ont toutes été très fréquentées.

Nous publions ci-après et dans un des prochains numéros du Bulletin ASE, un résumé de la discussion sur l'exploitation des postes de transformation, la conférence de M. Binkert sur la construction des postes de transformation et un résumé de la discussion qui suivit cette conférence.

Secrétariat de l'UCS

## Compte-rendu des assemblées de discussion sur l'exploitation des postes de transformation

Par le Secrétariat de l'UCS

621.316.262

### A. Questions techniques

#### I. Haute tension

##### 1. Choix des organes de manœuvre

Les coupe-circuit à fusibles sont en général admis jusqu'à 12 kV et 200 kVA; dans des réseaux au-dessus de 12 kV ou pour des puissances supérieures, il est préférable d'utiliser des sectionneurs de charge ou des disjoncteurs à bain d'huile ou à faible volume d'huile. Le disjoncteur à bain d'huile est préféré dans bien des cas bien qu'il présente certains dangers d'incendie ou d'explosion, parce qu'il est meilleur marché que le disjoncteur à faible volume d'huile. Les disjoncteurs à air comprimé ont leur place dans les stations importantes parce qu'ailleurs l'installation d'air comprimé renchérit sans cela trop fortement l'appareillage. Les principaux critères à retenir pour le choix des interrupteurs sont: l'encombrement, la sûreté mécanique de l'interrupteur et la possibilité d'un réenclenchement rapide.

Les coupe-circuit à fusibles présentent l'avantage de n'exiger que peu de place; les ratés sont très rares. Il est intéressant de relever qu'une entreprise régionale préfère les coupe-circuit aux disjoncteurs à relais, car ses communes-revendeuses ne disposent pas de personnel suffisamment spécialisé pour desservir les relais. Cette entreprise utilise dans son réseau à 8 kV des coupe-circuit pour des puissances jusqu'à 1500 kVA. Il n'est cependant pas recommandable de suivre partout cet exemple.

Les sectionneurs de charge ont fait leurs preuves depuis plusieurs années jusqu'à 350 à 400 A environ. On a cependant enregistré différentes perturbations dues à des défauts de contacts, à des ruptures d'isolateurs, etc.

L'avantage notoire des disjoncteurs à faible volume d'huile est le peu de danger qu'ils présentent

au point de vue de l'incendie. Leur encombrement réduit facilite une disposition rationnelle des conduites. Pendant la guerre, on a constaté des dérangements dus à la mauvaise qualité des joints. Ces dérangements ont toutefois disparu depuis qu'on obtient de nouveau de bon matériel.

Les disjoncteurs à air comprimé montés dans les grandes installations ont eu leurs défauts du début; depuis, il semble que ces défauts ont été corrigés et que les appareils donnent satisfaction.

##### 2. Protection des transformateurs contre les surcharges

D'une façon générale, on ne protège que les postes de faible puissance par des coupe-circuit à haut pouvoir de rupture. Pour des puissances plus élevées, on utilise des disjoncteurs à relais. On insère généralement un relais thermique dans la phase médiane et des relais à maximum de courant dans les deux autres phases. Le contact de signalisation du relais thermique est utilisé par certaines entreprises pour signaler la surcharge au bureau d'exploitation. Chez les abonnés industriels, le contact du relais thermique actionne dans de nombreux cas un claxon qui ne s'arrête que lorsque la charge a été réduite. Pour le contrôle de l'exploitation, un indicateur de maximum sur les relais thermiques est recommandable.

Ces relais n'indiquant pas la température de l'huile, mais celle de l'enroulement, ils sont généralement réglés à 80...120 °C. L'entretien des relais est très important. Plusieurs entreprises utilisent un seul type de relais car cela facilite la protection sélective.

Il peut être intéressant de mentionner les essais d'une entreprise avec des couleurs indicatrices de température (Thermochrome, Thermocolor). Ces indicateurs sont en vente pour des températures allant de 65...650 °C. Ils prennent une coloration