

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 36 (1945)

Heft: 14

Artikel: Betriebserfahrungen mit Kaskaden-Messwandlern

Autor: Pfiffner, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060236>

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: 16.02.2026

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

Betriebserfahrungen mit Kaskaden-Messwandlern

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 7. Oktober 1944 in Luzern,
von E. Pfiffner, Hirschthal

621.314.22.08

Die Bauart der Kaskaden-Messwandler mit plastisch-fester Isoliermasse als Dielektrikum, und ihr Verhalten im Betrieb werden untersucht. Auf Grund langjähriger Betriebserfahrungen wird gezeigt, dass die der erwähnten Bauart zugeschriebenen Nachteile als überwunden gelten können und dass die Häufigkeit eingetretener Schäden nicht grösser ist als an Wandlern anderer Bauart. Die Wichtigkeit geeigneter Schutzausrüstungen wird hervorgehoben und an Beispielen erläutert, wobei die Wirkung der Schutzfunkenstrecke als in der Schweiz noch nicht genügend erprobte Erwähnung findet.

L'auteur examine la construction et le comportement en service des transformateurs de mesure en cascade avec diélectrique constitué par une masse plastique ferme. A la suite des expériences faites pendant de nombreuses années, il estime que les désavantages que présentait ce type de construction peuvent maintenant être considérés comme éliminés, la fréquence des avaries n'étant pas plus grande que pour d'autres types de transformateurs. L'importance de dispositifs de protection appropriés est mise en évidence et illustrée par des exemples. M. Pfiffner mentionne également l'effet des éclateurs de protection, qui n'ont pas encore suffisamment fait leurs preuves en Suisse.

Die Kaskaden-Messwandler mit direkt luftgekühltem magnetischem Kreis und in plastische Isoliermasse gebetteten Wicklungen sind vor etwa 15 Jahren zufolge der Nachfrage verschiedener Elektrizitätswerke nach ölfreien Messwandlern entstanden.

Damit Glimmentladungen in den Wicklungen verhindert werden, ist es nötig, sie mit einem hochisolierenden Mittel zu imprägnieren; zudem muss man die Zwischenräume zwischen den Wicklungssteilen unter sich und zwischen ihnen und den Eisensteilen sowie den äusseren Umhüllungen mit einem isolierenden Medium ausfüllen. Diese Forderungen führten zur Verwendung plastisch-fester Isoliermassen, welche durch gewisse Zusätze nicht entflammbar und unbrennbar wurden, oder deren Neigung zum Weiterbrennen nach erfolgter Entzündung dadurch gering blieb.

Die Kaskadenschaltung wurde deswegen gewählt, weil die damit verbundene Potentialsteuerung das ganze Potentialgefälle in Teilgefälle aufteilt, die eine Verkleinerung der auszufüllenden Räume und damit die Reduktion der Isoliermasse auf kleinstes Volumen ermöglichen.

Die Verwendung von Transformatoröl kommt bei dieser Bauart nicht in Frage, weil erstens die Oellosigkeit die Voraussetzung der konstruktiven Aufgabe war, da Oel, auch in kleinsten Mengen, Brand- und Verrussungsgefahr bedeutet. Zweitens werden wegen der geringeren Durchschlagsfestigkeit des Oels die Abstände und damit das Volumen grösser als mit Isoliermasse. Endlich schliesst die Unmöglichkeit einer zuverlässigen Abdichtung der gegliederten Kaskadenwandler die Anwendung einer Oelfüllung überhaupt aus. Nun ist allerdings zu beachten, dass die Isoliermassen je nach Konsistenz Oel als Bestandteil enthalten und dass deren allgemeine Eigenschaften mit zunehmendem Oelgehalt eine gewisse Annäherung an diejenigen reinen Oels erfahren. Sollen also die mit der Verwendung von Oel verbundenen Nachteile — auch in gemilderter Form — nicht auftreten, so sind der Zusammensetzung der Isoliermassen hinsichtlich des Oelgehaltes gewisse Grenzen gesetzt.

Der Verwendung von festen Isoliermassen im Messwandlerbau werden zwei schwere Nachteile zugeschrieben. Der erste bestehe in der geringen Wärmeleitfähigkeit der festen Isoliermassen, der zweite in deren geringen Elastizität gegenüber plötz-

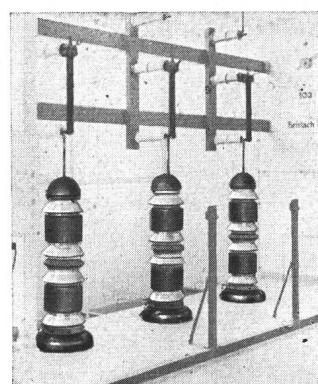
lichen örtlichen Volumenänderungen bei Defekt im Wandler, und damit der Möglichkeit von Explosionen.

Der erste Nachteil wird bei den Kaskadenwandlern dadurch überwunden, dass der magnetische Kreis, der besonders bei Spannungswandlern praktisch die alleinige Quelle der Verlustwärme darstellt, als ein Teil des Behälters ausgebildet ist, der die Wärme direkt an die Aussenluft abgibt. Auch die bei Grenzbelastung von den Wicklungen aus



Fig. 1 (links).
Spannungswandler Eag,
8/16 kV, 50 Hz

Fig 2 (unten).
Spannungswandler Ebg2,
50 kV, 50 Hz



gehende Wärme geht zur Hauptsache durch die Hartpapierschichten auf das Eisen und von da zur Aussenluft über. Die Erwärmungen bleiben dabei in normalen Grenzen und überschreiten keineswegs die an Messwandlern mit Luft- oder Oelisolation üblichen Werte. Der zweite Nachteil, die Möglichkeit von Explosionen, kann theoretisch nicht bestritten werden, doch ist er keineswegs eine auf Wandler mit Masseisolation beschränkte Erscheinung. Diese Gefahr besteht bei allen Bauarten, wenn auch nicht immer in denselben Erscheinungsformen.

Die Isoliermassen scheidet man in härtere und weichere; die ersten enthalten im allgemeinen weniger, die zweiten mehr Oel als Bestandteil. Alle sind temperaturabhängig und können bei niedrigen Temperaturen hart bis brüchig, bei hohen Temperaturen weich bis flüssig werden, unter gleichzeitiger Volumenänderung. Bei den niedrig-

sten im Bereich praktischer Möglichkeit liegenden Temperaturen dürfen in den verwendeten Isolermassen keine Haarrisse auftreten, und bei hohen Temperaturen soll die Isolermasse nicht zu flüssig werden, weil sonst eine gute Abdichtung schwierig zu erzielen ist.

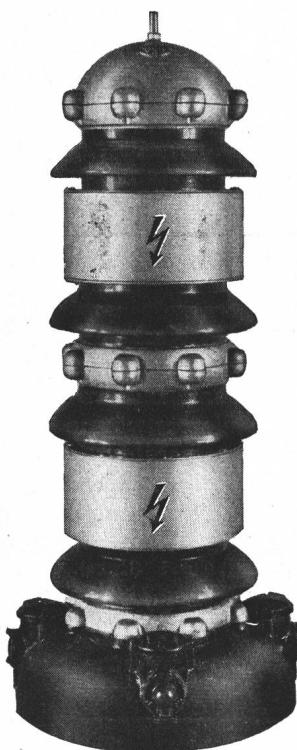


Fig. 3.
Spannungswandler Ees2,
66 kV, 16⅔ Hz

auftretende Schaden ist natürlich um so geringer, je kleiner die als Brechsicherung wirkenden Porzellanteile sind. Aus diesem Grunde sind die gegliederten Kaskadenwandler mit ihren verhältnismässig kleinen Isolerkörpern vorteilhafter als

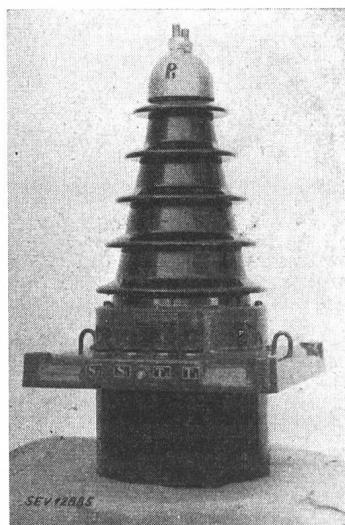


Fig. 4.
Stromwandler Jb, 45 kV, 50 Hz

Isoliermantelwandler, deren Porzellangefässe den ganzen Transformator umschließen. Laboratoriumsversuche können über die Betriebssicherheit derartiger Wandler nicht entscheiden; nur die über

einen längeren Zeitraum ausgedehnte Betriebsstatistik ist hier massgebend.

Die Untersuchung, deren Ergebnisse hier behandelt werden, bezieht sich auf das Verhalten einiger hundert Spannungs- und Stromwandler für die meist gebräuchlichen Hochspannungen während durchschnittlich etwa 10 Betriebsjahren. Es wird über alle Schäden, soweit sie in Erfahrung gebracht werden konnten, und über deren Art berichtet, wobei zwischen Isolationsdurchschlag und Windungsschluss unterschieden wird. Soweit möglich werden auch die Ursachen des Schadens genannt.

Die Bauart der in Betracht gezogenen Messwandler ist diejenige der Fig. 1...5. Fig. 1 stellt einen zweistufigen Kaskadenspannungswandler Typ Eag von 8/16 kV, 50 Hz für Sternschaltung mit geerdetem Nullpunkt, Fig. 2 die Installation einer Dreiergruppe von vierstufigen Spannungswandlern Typ Ebg2 50 kV, 50 Hz dar. Fig. 3 zeigt den später

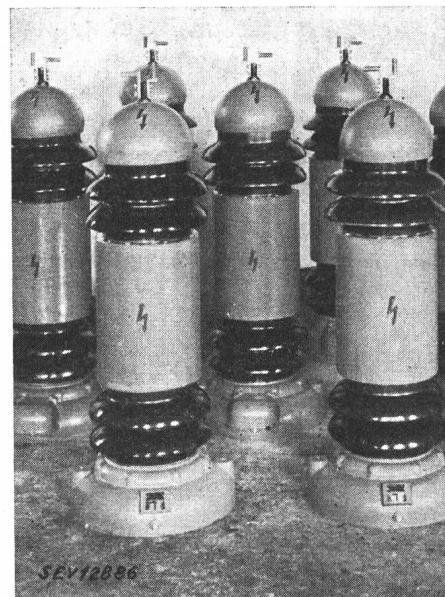


Fig. 5.
Kaskaden-Stromwandler Jbb, 45 kV, 50 Hz

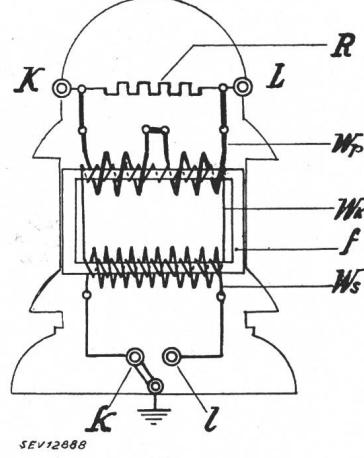
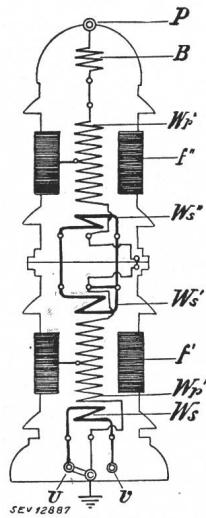
näher untersuchten 16⅔-Hz-Spannungswandler von 66 kV, Fig. 4 einen einstufigen Stromwandler Typ Jb von 45 kV und Fig. 5 eine Gruppe zweistufiger Kaskadenstromwandler Typ Jbb ebenfalls von 45 kV.

In Fig. 6 ist das Schaltschema eines 4-stufigen Kaskadenspannungswandlers für geerdete Sternschaltung dargestellt. Darin bedeuten P den Primäranschluss, B eine Schutzspule, W_p' und W_p'' die Primärwicklung, W_s' und W_s'' die Kupplungswicklungen, W_s die Sekundärwicklung, die an die Sekundärklemmen u und v angeschlossen ist, f' und f'' die beiden Magnetkerne der zwei Teiltransformatoren.

Fig. 7 ist das Schaltschema eines zweistufigen Kaskadenstromwandlers mit der Primärwicklung W_p , Sekundärwicklung W_s und der Kupplungswicklung W_k . Zwischen die Primärklemmen K und L ist ein Shunt R gelegt. Sekundärklemmen sind k und l

Die untersuchten Anlagen sind in den beiden Tabellen I und II zusammengestellt.

Die Tabellen enthalten die Höhe über Meer des Standortes der Anlage, die Zahl der untersuchten Wandler, den Typ, die Nenn- und Prüfspannun-



gen, ferner die Betriebszeit in Jahren und die Zahl der Störungen, die in der betreffenden Anlage auftraten, unter Angabe der Zahl der Jahre, nach welcher sie vorgekommen sind.

Es ist angegeben, ob es sich um ein Freileitungsnetz mit Inneninstallation der Schaltanlage (*Fi*),

oder Freileitungsnetz mit Außenstation (*Fa*) oder um ein Kabelnetz (*K*) handelt. In der Tabelle der Spannungswandler ist angeführt, ob die Wandler durch Sicherungen (*S*) oder durch selbsttätige Schutzschalter (*A*) geschützt sind. In der letzten Kolonne ist angegeben, ob in der Anlage ein Überspannungsschutz vorhanden ist oder nicht.

Wir lassen die Störungen, die z. B. auf Dichtungs- und Porzellanfehler zurückzuführen sind, ausser Betracht. Ein derartiger Fall kam in der Anlage 10 vor; nach Behebung der Fehler verhielten sich die Wandler wieder normal.

In der Anlage 1, in welcher 120 Spannungswandler von 8 kV im Betriebe stehen, trat nach 2 Jahren ein Durchschlag anlässlich einer Blitzentladung auf und ein Jahr später ein zweiter Durchschlag, offenbar durch Überspannungen, welche durch ein Sammelschienenfeuer ausgelöst wurden. In beiden Fällen fehlt jeder Anhaltspunkt über die Höhe und Art der Überspannungen, welche die Ursache dieser Durchschläge waren.

Eine Erscheinung anderer Art konnte in der gleichen Anlage bei einem intermittierenden Erdschluss auf einer Freileitung beobachtet werden. Ein Spannungswandler wurde innerhalb kurzer Zeit außerordentlich heiß, ohne indessen dauernden Schaden zu erleiden. Aehnlich wie in einzelnen ähnlichen Fällen musste diese Erwärmung einem Gleichstrom zugeschrieben werden, der im Netz durch Gleichrichterwirkung entstanden ist, wobei die Gleichstromkomponente der Spannung einen Strom über die Erdverbindung des Sternpunktes erzeugte. In

Kaskaden-Spannungswandler

Tabelle 1.

Nr.	m ü. M.	Stück	Typ	Nenn- spann- ung kV	Prüf- spann- ung kV	Be- triebs- zeit Jahre	Störungen		Ursache	Netz	Über- strom- schutz	Über- spannungs- schutz
							Zahl	nach Jahren				
1	326	120	Eag	8	50	10	2	2 3	Blitzschlag Sammelsch.-Feuer	Fi	S	nein
2	412	24	Eag	8/11	42	7	—	—		Fi	S	ja
3	553	6	Ebg	23	65	11	—	—		Fi	S	ja
	553	3	Ec 2	60	165	11	—	—		Fi	S	ja
4	241	3	Ebg	30	65	12	—	—		Fi	—	nein
5	277	30	Ebg 2	50	130	11	2	* 2 6	Netzstörung „	K	A	nein
6	494	12	Ebg 2	45/50	130	10	—	—		Fi	A	nein
7	408	15	Ebg 2	50	130	6	—	—		K	A	nein
8	462	3	Ebg 2	50	130	10	—	—		Fi	S	nein
9		3	Ed 2	120	250	12	—	—		Fa	—	nein
10	391	6	Ed 3	130	360	9	*	4	Porzellandefekt	Fa	—	nein
11	1106 657 408	9	Ecs 2	66	240	5...7	1	2	?	Fi, Fa	S, A	nein
k3	331	3	Eag	8	64	10	1	1	Blitzschlag	Fa	S	ja
14	437	3	Eag	8/16	64	10	2 1 1	2 3 8	Blitzschlag	Fa	S	ja

* Kein elektrischer Defekt sondern Materialfehler.

zwei an anderer Stelle beobachteten Fällen wurde diese Störung durch schadhafte Hochspannungskessel verursacht.

Auf Grund dieser Erfahrung wurden zunächst die Spannungswandler mit empfindlichen Sicherungen für 0,3 A Schmelzstrom ausgerüstet. Es zeigte sich indessen bald, dass die Empfindlichkeit solcher Sicherungen zu gross ist; durch Verdoppelung des Ansprechstromes wurde eine wesentliche Verbesserung erzielt, so dass seither der Verbrauch an Sicherungen in mässigen Grenzen bleibt.

Aehnliche Beobachtungen wurden in der Anlage 2 gemacht, deren Sicherungen bei in ziemlicher Entfernung aufsteigenden Gewittern regelmässig durchschmolzen. Durch Verstärkung der Sicherungen wurde auch hier dieser Uebelstand ohne weitere Nachteile für die Wandler behoben.

In den Anlagen 3 und 4, die sich in gebirgigen Gegenden befinden, sind während 11 bzw. 12 Jahren nie Störungen aufgetreten.

In der Anlage 5, welche 30 50-kV-Spannungswandler umfasst, sind in der 11jährigen Betriebszeit 2 Schäden entstanden, wobei der eine nach 2jähriger, der andere nach 6jähriger Betriebszeit auftrat. Der Schaden bestand in beiden Fällen in je einem Windungsschluss. Als wahrscheinliche Ursache kommen vorhergehende Störungen im Kabelnetz in Betracht, doch war es nicht möglich, genauere Auskünfte zu erhalten.

In der Anlage 11 kam es nach etwa 2jährigem Betrieb zu einem Windungsschluss, dessen Ursache nicht festgestellt werden konnte.

In den beiden Anlagen 13 und 14 sind dagegen bei Gewittern wiederholt Durchschläge vorgekommen. Es handelt sich in beiden Fällen um Freileitungsnetze und Aussenstationen.

Es ist beachtenswert, dass bei den 8- und 16-kV-Wandlern bei Prüfspannungen von 50 und 64 kV Isolationsdurchschläge entstanden sind, während bei den Wandlern höherer Prüfspannung und stärkerer Isolation ausschliesslich Windungsschlüsse auftraten, die aller Wahrscheinlichkeit nach durch gefährliche Potentialgradienten hervorgerufen wurden.

Hinsichtlich der Auswirkungen der Defekte ist zu bemerken, dass bei den Störungen der Anlagen 1, 13 und 14, deren Spannungswandler durch Schmelzsicherungen geschützt sind, im Gefolge der Durchschläge Porzellanrisse entstanden, wobei in einzelnen Fällen auch Masse austrat. In keinem Falle brachen Brände aus. In den Anlagen 5 und 11 dagegen, deren Spannungswandler über selbsttätige Schutzschalter angeschlossen sind, erfolgte die Abschaltung der defekten Wandler so rasch, dass keine äusserlichen Zerstörungen auftraten; der Schaden blieb ganz auf seinen Ursprungsherd beschränkt, und die Reparatur erforderte einen sehr kleinen Aufwand.

Die Zweckmässigkeit des Wandler- und Anlagenschutzes durch geeignete, selbsttätige Schutzschalter ist in beiden Anlagen eindeutig zutage getreten. Der Einbau solcher Schalter ist daher unbedingt zu empfehlen, auch wenn sie, wie zum Beispiel in An-

lage 6, während eines ganzen Jahrzehnts nie einzutreten haben. Spannungswandler, welche weder Sicherungen noch Schutzschalter besitzen, leiden selbsttätig im Falle einer Beschädigung mehr und es ist in diesem Falle dem Zufall überlassen, auf welche mehr oder weniger zweckmässige Weise die Abschaltung des beschädigten Apparates schliesslich erfolgt.

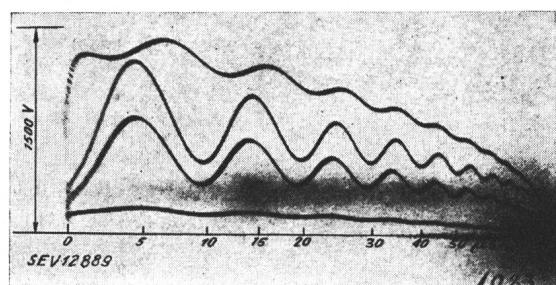


Fig. 8.
Kathodenstrahl-Oszillogramm
an 4 aequidistanten Anzapfungen Typ Ecs2

Die Tatsache, dass in Spannungswandlern hoher Isolationsfestigkeit bei Netzstörungen unter Umständen doch Windungsschlüsse auftreten können, gab Veranlassung zu Stoßversuchen an Strom- und Spannungswandlern dieser Bauart. Fig. 8 zeigt das Oszillogramm des Potentialgefälles gegen Erde, aufgenommen an einem 4-stufigen Kaskaden-Spannungswandler des Typs Ecs 2 an 4 aequidistanten Anzapfungen der Hochspannungswicklung. Die Aufnahme erfolgte bei niedrigen Stoßspannungen. Die Festigkeitsprüfung durch Stoßentladungen von 300 kV wurde sowohl vom Spannungswandler Ecs 2 66 kV als auch vom Stromwandler Jbb 66 kV mit Erfolg bestanden. Das Oszillogramm Fig. 9 zeigt

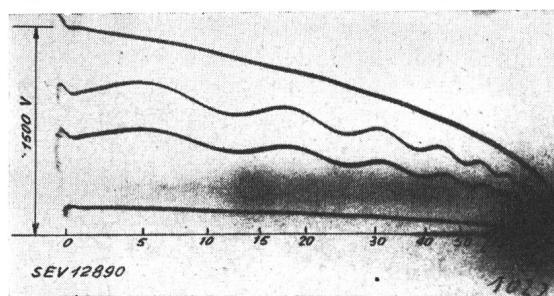


Fig. 9.
Kathodenstrahl-Oszillogramm mit verstärkter Spulenkapazität
an 4 aequidistanten Anzapfungen Typ Ecs2

eine gleichmässigere Potentialverteilung durch Vergrösserung der Spulenkapazität gegen Eisen. Am gleichen Wandler wurde außerdem die niedrigste Resonanzfrequenz experimentell bestimmt und zu ungefähr 900 Hz festgestellt. Diese Frequenz liegt, speziell bei einem 16²/₃-Hz-Netz, so hoch, dass sie betriebsmässig in keinem Falle störend wirken kann.

Die Tabelle II bezieht sich auf Stromwandler dieser Bauart, und zwar auf eine angenähert gleich grosse Stückzahl.

Kaskaden-Stromwandler

Tabelle II.

Nr.	m ü. M.	Stück	Typ	Nenn- spannung kV	Prüf- spannung kV	Be- triebs- zeit Jahre	Störungen		Ursache	Netz	Ueber- spannungs- schutz
							Zahl	nach Jahren			
9		3	Jd 2	120	250	12	—			Fa	nein
11	657	4	Jbb	66	180	9	1	2	Prüffehler	Fi	nein
12		36	Jbb	45	120	8	—			Fi, Fa	nein
		186	Jb	45	120	4...5	—			Fi, Fa	nein
13	331	6	Ja	8	64	10	6	4 9	Blitzschlag „	Fa	ja
14	437	3	Ja	8/16	64	10	1	4	Blitzschlag	Fa	ja

Unter den auf die Anlagen 9, 11 und 12 verteilten Stromwandlern höherer Betriebsspannung ist ein einziger Durchschlag bei einem 66-kV-Stromwandler nach etwa einjährigem Betrieb vorgekommen. Die Untersuchung dieses Falles hat aber ergeben, dass der Stromwandler schon bei der Abnahmeprüfung des Teildurchschlages verdächtig, und im Prüfprotokoll eine bezügliche Anmerkung eingetragen war. Dieser Stromwandler wurde bei der Spannungsprobe überanstrengt und hätte gar nicht in Betrieb genommen werden dürfen.

Dagegen sind in den Anlagen 13 und 14 Stromwandler mit einer Minutenprüfspannung von 64 kV durch Blitzwirkung wiederholt durch- und noch mehr überschlagen worden, obgleich in diesen Anlagen Ueberspannungsschutz vorhanden sein soll. Es geht daraus hervor, dass die Isolation, welche einer Prüfspannung von 64 kV entspricht, keine Gewähr gegen Durch- und Ueberschläge wegen Gewitterüberspannungen bietet, auf alle Fälle dann nicht, wenn die Zuverlässigkeit des Ueberspannungsschutzes fraglich ist. Die Auswirkung von Durchschlägen an Stromwandlern dieser Bauart besteht in der Regel im Bruch des Porzellans mit Austritt von Isoliermasse, doch ist in keinem Falle ein Brand entstanden. Auch bei Ueberschlägen werden gewöhnlich die Porzellane durch den Erdschlusslichtbogen beschädigt.

Durch- und Ueberschläge an Stromwandlern dürften sich durch das Anbringen von Schutzfunkentstrecken, parallel zum Wandler zwischen Polleiter und Erde, vermeiden lassen; diese sind jedoch in der Schweiz wenig verbreitet.

Eine grosse Zahl von Kaskaden-Messwandlern aus den letzten Jahren wurden wegen zu kurzer Be-

triebszeit nicht berücksichtigt. Die bisherigen Ergebnisse mit diesen neueren Lieferungen bestätigen aber die dargelegten Erfahrungen durchaus, da eine etwa 2jährige Betriebszeit einen sicheren Anhaltpunkt für das weitere Verhalten der Wandler gibt.

Die Ergebnisse der Untersuchung können schliesslich wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Betriebsbeobachtungen an Kaskadenmesswandlern mit luftgekühltem Magneteisen und in plastische Isoliermasse gebetteten Wicklungen, die sich über einen Zeitraum von ein bis zwei Jahrzehnten erstrecken, erlauben die Feststellung, dass diese Bauart hinsichtlich der dielektrischen Festigkeit nicht hinter den bekannten Messwandlern mit Luft- oder Oelisolation zurücksteht, und die Häufigkeit von betriebsmässigen Defekten an solchen Wandlern keineswegs grösser ist als an andern.

2. Falls Defekte auftreten, ist auf alle Fälle die Brandgefahr geringer als bei Wandlern mit Oelfüllung, und es besteht keinerlei Verrussungsgefahr.

3. Sofern die Spannungswandler mit den heute erhältlichen Schutzschaltern ausgerüstet sind, werden erfahrungsgemäss die Defekte auf geringfügige Schäden beschränkt, und besonders die vielfach befürchteten Explosionen können praktisch als ausgeschlossen betrachtet werden.

4. Die praktische Wirksamkeit von Schutzfunkentstrecken als Schutzeinrichtung für Stromwandler gegen die Wirkung ausserordentlicher Ueberspannungen ist dagegen in der Schweiz noch nicht genügend erprobt.

Adresse des Autors:

E. Pfiffner, Direktor der A.-G. Emil Pfiffner & Cie., Hirschtal (Kt. Aargau).

Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

Nachkriegspläne
für die Elektrizitätswirtschaft Grossbritanniens

621.311(42)

Die Frage der Zusammenfassung der Elektrizitätswerke, ihrer einheitlichen Führung und der rationellen Verteilung der von ihnen erzeugten Energie beschäftigt die englische Oeffentlichkeit schon seit dem Ende des ersten Weltkrieges. Die Ursache bildete in erster Linie die ungenügende Gesetzgebung, welche mit der Entwicklung der Technik auf diesem Gebiete nicht Schritt hielt. Jedes Elektrizitätswerk, war es gross oder klein, befand es sich in öffentlicher oder privater Hand, tat so ziemlich, was ihm beliebte, und lieferte die

Energie zu ganz unterschiedlichen Preisen. Ein technischer Zusammenhang zwischen den Werken bestand schon deshalb nicht, weil weder Spannung noch Frequenz genormt waren. Zudem wird in Grossbritannien noch heute der grösste Teil der elektrischen Energie durch Verbrennung der Kohle erzeugt; die gleichmässige Verteilung der Kohlenreviere über das ganze Land begünstigte ihrerseits die Dezentralisation der Kraftwerke, die zur Befriedigung rein lokaler Bedürfnisse gebaut wurden.

Diese Zustände verhinderten lange Zeit eine freie Ausbreitung der Elektrizität, und da England damit Gefahr lief, gegenüber andern Ländern ins Hintertreffen zu geraten,