Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 29 (1938)
Heft: 7

Artikel: Die Entwicklung der Herstellung von Presspan
Autor: Tschudi, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058969

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: 22.08.2025

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

Kurve für $y = 0$ wird verzerrt, indem die Ordinatensymmetrie mehr oder weniger verloren geht. Eine direkte Messung der wahren Verteilung mit den vorhandenen Einrichtungen war nicht möglich. Denn die Temperatur-Zeit-Oszillographie erlaubte nur die Messung der Effektivwerte, nicht aber der Momentanwerte. Der zeitliche Effektivwert der Stromdichte für eine gewisse Stelle des Kupfermantels könnte berechnet werden durch Bildung des räumlichen quadratischen Mittelwertes der j-Verteilung über eine Polteilung. Die Richtigkeit eines so berechneten Effektivwertes könnte experimentell bestätigt werden durch die Messung der Leistungsaufnahme oder mit Hilfe der erwähnten Temperatur-Zeit-Oszillographie.

Die vorstehend entwickelte Methode gibt nur befriedigende Resultate bei technischen Frequenzen. Bei höheren Frequenzen wird die Abweichung der Induktionsverteilung von der Sinusform so gross, dass die Voraussetzung für diese Rechnung nicht mehr zutrifft. Doch scheint es für diesen Fall möglich, das Problem noch exakter zu fassen, evtl. unter Anwendung der Formeln von Steidinger [8]).

[8]) Arch. Elektrotechn. 1929, S. 153, Flächenhafte Wirbelströme in der Kupferplatte einer Wirbelstrombremse.

Die Entwicklung der Herstellung von Presspan.

Von *Hans Tschudi*, Rapperswil.

621.315.614.65

Nach einer kurzen, entwicklungsgeschichtlichen Einleitung wird auf die verschiedenen Arten Presspan eingegangen, wobei das «Transformerboard» anhand von Versuchen und dessen Anwendung eingehend beschrieben wird.

Après un court aperçu historique, l'auteur étudie les différentes sortes de presspahn et décrit d'une façon plus détaillée, en s'appuyant sur des essais pratiques, les qualités et application du «transformerboard».

Der Presspan ist älter als die Elektrotechnik. Seit über hundert Jahren wird harte, glänzend polierte Pappe zum Pressen von Tüchern verwendet; daher kommt auch der Name «*Presspan*». Das Material wurde für Isolationszwecke von den ersten Erbauern elektrischer Maschinen übernommen, weil es gute mechanische Eigenschaften, und, nach Behandlung mit Lacken, genügende Durchschlagsfestigkeit aufwies.

Presspan wurde lange Zeit stiefmütterlich behandelt; erst nach dem Weltkrieg befassten sich Wissenschafter näher mit ihm und stellten Fachkommissionen Normen für Herstellung und Anwendung auf. Im Dezember 1925 wurde die British Standard Specification No. 231 herausgegeben, die im Jahre 1936 eine Revision und Erweiterung erfuhr. Fast zur gleichen Zeit gaben die beiden grössten deutschen Verbraucher ein gemeinsames Vorschriftenblatt heraus, AEG = LV 550 und SSN 464—1, das als Grundlage zu den späteren deutschen VDE-Vorschriften 0315 diente. In der Schweiz und in andern Ländern hatten die grossen Konstruktionsfirmen inzwischen entweder ihre eigenen Lieferungs- und Abnahmebedingungen festgelegt oder eine der beiden genannten Vorschriften übernommen.

Die ersten zusammenfassenden Darstellungen über Presspan gaben Monkhouse [1]) und dann besonders Stäger [2]). Stäger gab sich nicht mehr mit der früher üblichen Aufzählung aller guten Eigenschaften eines Materials zufrieden, sondern schilderte eingehend die für alle aus Zellstoffasern erzeugten Isolierstoffe, Gewebe, Papiere und Presspan charakteristischen Nachteile. Er zeigte aber auch, dass die Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit und höhere Temperaturen durch geeignete Massnahmen weitgehend begrenzt werden können. Anderson [3]) gab die erste systematische Aufzählung der verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten und schilderte die dabei auftretenden vielseitigen Beanspruchungen. Er beschrieb auch einige besondere Prüfgeräte, welche dem Verbraucher von Presspan für Nutenisolation erlauben, interessante Vergleichsprüfungen auszuführen, welche in keinen andern Normen oder Vorschriften enthalten sind.

Die Herstellung von Presspan machte in den letzten 10 Jahren eine bedeutende Entwicklung durch. Neben den geglänzten, meist hellbraun gefärbten Tafeln kam das zuerst in Amerika und England verwendete saugfähige, graue *Pressboard* auf, das ausschliesslich nach den neuen Anforderungen der Elektrotechnik erzeugt wird.

In der Schweiz befasste sich die Firma H. Weidmann A.-G. in Rapperswil (St. G.) seit dem Erscheinen der British Standard Specification, die das Pressboard spezifiziert, mit der Schaffung eines diese Normen erfüllenden Isoliermaterials, das unter dem Namen «*Transformerboard*» bekannt wurde.

Den Presspanfabriken brachten die einheitlichen Lieferungsbedingungen grosse Vorteile, weil sie ihre Maschinen, ihre Betriebskontrolle und Lagerhaltung vereinfachen konnten. Ihre technische Entwicklung ist dabei nicht stehen geblieben. Presspan und verwandte Produkte werden allgemein aus etwa 0,05 mm dicken Schichten aufgebaut, die sich, solange sie noch in nassem und plastischem Zustand sind, ohne Hilfe von Klebestoffen miteinander verbinden lassen. Früher wurden Platten von über 4 mm Dicke aus dünneren Tafeln mit alkaliarmem Kaltleim hergestellt. Sie wiesen jedoch längs dieser Grenzflächen schlechte elektrische Eigenschaften auf. Heute können bis zu 10 mm dicke Platten ohne jedes Klebemittel erzeugt werden. Die Formate für Presspan waren ursprünglich 60 × 80 cm bis höchstens 100 × 100 cm. Vor 15 Jahren wurde als grösstes Format etwa 100 × 200 cm verlangt, wogegen heute in der Schweiz Abmessungen bis 140 × 300 cm, die das ursprüngliche Format beinahe um das

[1]) Allan Monkhouse: Electrical Insulating Materials. London 1926.

[2]) Hans Stäger: Elektrotechnische Isoliermaterialien. Stuttgart 1931.

[3]) Bror Anderson: Presspan dess Användning, Egenskaper och Provning. ASEA Zeitschrift 1932.

Zehnfache übertreffen, keine Seltenheit mehr sind. Diese Entwicklung erforderte die völlige Erneuerung aller Maschinen und die teilweise Erweiterung von Durchfahrten und Arbeitsräumen.

Der Auswahl und Behandlung der Rohstoffe wird heute viel grössere Wichtigkeit beigemessen, weil nicht nur hohe Durchschlagswerte, sondern auch möglichst grosser Widerstand gegen die Alterung im Gebrauche verlangt werden. Die wissenschaftliche Forschung ergab einwandfrei, dass während der Fabrikation der chemische Aufbau eines Isoliermaterials nachteilige Veränderungen erleiden kann. Zu diesem Zwecke wird die Mahlung mit den in der Papierindustrie bekannten Apparaten genau kontrolliert. Ein ganz geringer Säuregehalt kann ebenfalls die Ursache sein, dass die mechanischen Eigenschaften im Laufe des langjährigen Gebrauches zu sehr abnehmen. Es darf deshalb die Konzentration der Wasserstoff-Ionen (pH) ein bestimmtes Mass nicht überschreiten. In den USA wurden bereits bindende Vereinbarungen zwischen Lieferanten und Verbrauchern über die zulässigen pH-Werte getroffen.

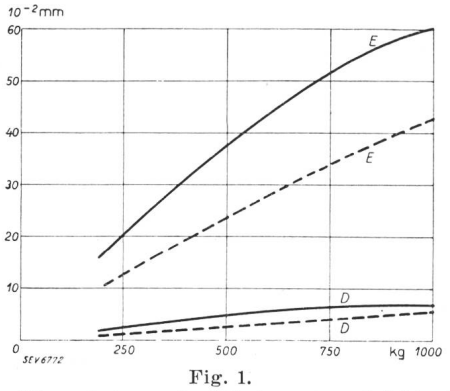


Fig. 1.

Elastische (*E*) und dauernde (*D*) Zusammendrückbarkeit von «Transformerboard», 3 mm dick, unter einem flachen, kreisrunden Stempel von 1 cm² Fläche, gemessen in Luft bei 20°, nach vorherigem Auskochen des Materials in Oel von 105° während 72 h. Dauer der Belastung: 1 min.

——— normales «Transformerboard» (1930).
– – – – – – hochgespanntes «Transformerboard» (1937).

Neben dem normalen Presspan und Pressboard wurde in den letzten Jahren in Deutschland der sogenannte «Edelpresspan» geschaffen, ein Material von besonders grosser Dichte und Verschleissfestigkeit. In der Schweiz haben Stäger und Tschudi [4]) im Jahre 1930 eine Methode zur Bestimmung der Härte von Isolierstoffen ausgearbeitet, welche wertvolle Wegleitungen für die Entwicklung härterer, druckbeständigerer Isolierstoffe gab. Das Verlangen nach stanzbaren Platten von möglichst geringer Zusammendrückbarkeit wurde besonders von den Konstrukteuren grosser Transformatoren gestellt, deren Wicklungen bei Kurzschlüssen hohen axialen Drücken ausgesetzt sind.

Die Fortschritte, die in dieser Beziehung seither in unserem Land erreicht wurden, sind in Fig. 1 dargestellt. Die Versuche wurden auf der bekannten Kugeldruckpresse von Schopper ausgeführt. Es geht daraus hervor, dass bei der neuen, harten Ausführung Transformerboard wohl noch eine geringe elastische Zusammendrückbarkeit besteht, dass jedoch nach Nachlassen des Drucks ein bleibender Eindruck nur noch bei Drücken gemessen werden konnte, die in der Praxis kaum vorkommen dürften.

Im Motorenbau benützt man die zähen Spezialitäten in geringen Dicken für Nutenisolation in Verbindung mit Lack oder Oeltuch, ebenso als Schutz der mit Glimmer und Papier umwickelten Generator-Spulen gegen die scharfkantigen Stirnseiten der Bleche. Das früher oft verwendete Leatheroid ist wegen seiner Sprödigkeit im Rückgang begriffen. Die härtesten Sorten von Pressboard können gehobelt, abgedreht und mit Gewinden versehen werden, so dass es z. B. möglich ist, sie als Nutenkeile an Stelle von Fiber oder Holz zu verwenden.

Die Hochspannungstechnik zog während einer Reihe von Jahren neuere Isolierstoffe dem Presspan und Transformerboard vor. Je mehr aber erkannt wurde, dass dünne, mit Oel getränkte Papierlagen ein ausgezeichnetes Dielektrikum darstellen, desto mehr konnte sich ein aus vielen Schichten aufgebautes Fasermaterial wieder durchsetzen. Seine hohe elektrische Festigkeit erhält es aber nur bei geeigneter Behandlung. Nach sorgfältiger Lagerung sind die fertig zugeschnittenen Isolierteile einer kontrollierten Trocknung in Luft und sofort anschliessender Imprägnierung mit heissem Oel zu unterziehen. Ein Buch der AEG [5]) gab hiefür die nötigen und auch heute noch ausreichenden Richtlinien. Wie wichtig eine vollständige Vortrocknung ist, zeigte folgender Versuch:

Eine Serie Tafeln von verschiedenen Dicken des harten Materials «Cartogen» wurde nur 6 Stunden bei 105° vorgetrocknet, eine zweite Serie dagegen 24 Stunden. Hierauf erfolgte für alle Tafeln gemeinsam ein Evakuieren während weiteren 24 Stunden bei 60° C und einem Vakuum von 68 cm Hg-Säule, worauf das 90 ... 95° heisse Transformatorenöl in den Kessel eingelassen wurde. Die Ermittlung der Durchschlagsspannung geschah mit Wechselstrom von 50 Per./s zwischen Kugelelektroden von ½'' Durchmesser im Oel bei

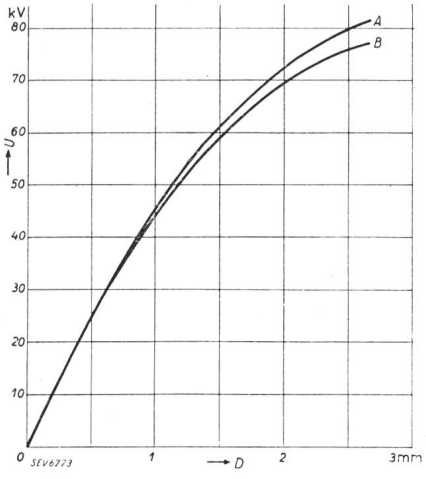


Fig. 2.

Durchschlagsspannung (*U*) in Funktion der Materialdicke (*D*), gemessen zwischen ½''-Kugeln. Material: geöltes «Cartogen», welches vorher auf zwei verschiedene Arten vorgetrocknet wurde. Die angegebenen Spannungen wurden unter Oel erreicht, bei einer Spannungssteigerung von 1 kV/s.

A 24 Stunden Vortrocknung, *B* 6 Stunden Vortrocknung. (Versuch der Materialprüfanstalt des SEV)

[4]) Bull. SEV 1930, Nr. 7.

[5]) Biermanns und Mayr: Hochspannungsforschung und Hochspannungspraxis. Berlin 1931.

20°, bei einer Spannungssteigerung von 1 kV/s. Die Kugeln wurden mit 1 kg Druck gegen das Isoliermaterial gepresst. Die Resultate sind in Fig. 2 und Tabelle I eingetragen und zeigen, dass die mit der ersten Serie erreichten hohen Durchschlagswerte durch sorgfältigere Behandlung noch weiter verbessert werden können.

Durchschlagsspannung in Funktion der Plattendicke.

Tabelle I.

Cartogen Muster		Plattendicke	Durchschlagsspannung in kV bei 20° C			
					Mittelwert	
Vertrocknung	No.	mm	Maximum	Minimum	total	pro 1 mm Dicke
6 h	1	1,17	51,3	46,9	50,0	42,7
	2	2,10	78,8	67,5	71,4	34,0
	3	2,65	82,0	70,2	77,6	29,3
24 h	4	1,02	52,8	50,2	51,6	50,5
	5	2,10	75,6	73,4	74,6	35,5
	6	2,65	84,2	77,8	81,3	30,7

Der Zusammenarbeit von Konstrukteur und Presspan-Fachmann gelang es auch, dem ursprünglich nur in Tafeln und Rollen lieferbaren Material neue Formen zu geben, z. B. Winkelringe, Hauben usw. Die Transformerboardplatten werden dabei mit Alkohol oder mit Mischungen aus Alkohol und Wasser benetzt, wodurch ihre Formbarkeit bis zu einer Flüssigkeitsaufnahme von 12 . . 15 % zunimmt. In diesem Zustande lassen sie sich in geheizten Stahlformen leicht zu Winkelringen ziehen, sofern die verlangte zylindrische Höhe nicht mehr als $^1/_{10}$ des Innendurchmessers beträgt (Fig. 3). Bei einer

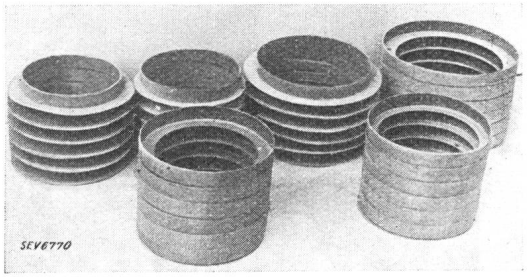


Fig. 3.
Aus «Transformerboard» gezogene Winkelringe.

Formtemperatur von 120 . . . 130° verdunsten die Benetzungsmittel rasch und nach wenigen Minuten kann das trockene, fertige Formstück aus der Matrize genommen werden. Kompliziertere Stücke, wie Hauben, Flanschen mit hohem zylindrischen Teil usw. können nach demselben Prinzip hergestellt werden, erfordern jedoch geübtes, mit dem Material vertrautes Personal. Die nötigen Formen sind erheblich einfacher und billiger als solche, die zur Herstellung gleicher Stücke in Hartpapier benötigt werden, weil keine Härtung von Kunstharz unter Druck nötig ist, sondern nur eine Verdampfung der Feuchtigkeit. Die Formstücke aus Transformerboard usw. haben nicht das glatte Aussehen von Kunstharzstücken; sie lassen sich deshalb leicht mit andern Teilen von Wicklungen und Abstützungen verleimen. Die rauhe Oberfläche erleichtert auch das Eindringen des Oels und bietet der Bildung von Kriechwegen sehr grossen Widerstand.

Eingehende Versuche haben gezeigt, dass unter Oel zwischen Wicklungen, welche durch Scheiben von Transformerboard getrennt waren, nicht ein eigentlicher Durchschlag, sondern ein Ueberschlag erfolgt. Um hierüber Klarheit zu erlangen, bestimmte man zuerst die Durchschlagsspannung in der üblichen Weise für Transformerboard von 0,5 . . . 3 mm Dicke. Alsdann wurden die Abstände *A* und *B* ermittelt, bei welchen zwischen zwei 45 mm langen Elektroden die ersten Gleitfunken über die Oberfläche auftraten . Die Spannungen entsprachen den vorher für die verschiedenen Dicken gemessenen Werten (Fig. 4 und Tabelle II). Die so gefundenen Zahlen geben die Möglichkeit, das Material in bezug auf Durchschlag und Gleitfunken gleichmässig zu beanspruchen.

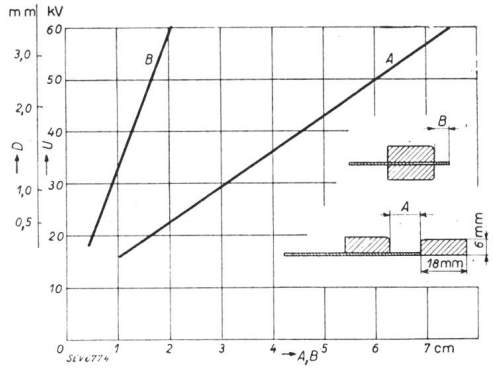


Fig. 4.
Abstände *A* und *B*, bei welchen zwischen zwei Elektroden (18 mm × 45 mm) bei zunehmender Durchschlagsspannung die ersten Gleitfunken über das ölgekochte «Transformerboard» auftreten. Die Prüfung wurde unter Oel mit einer Spannungssteigerung von 200 V/s durchgeführt. Die einer bestimmten Durchschlagsfestigkeit entsprechenden Materialdicken *D* sind neben der Ordinate aufgetragen.

Abstände A und B (Fig. 4), bei denen Gleitfunken auftreten, wenn die angelegte Spannung nahe bis zur Durchschlagsspannung gesteigert wird.

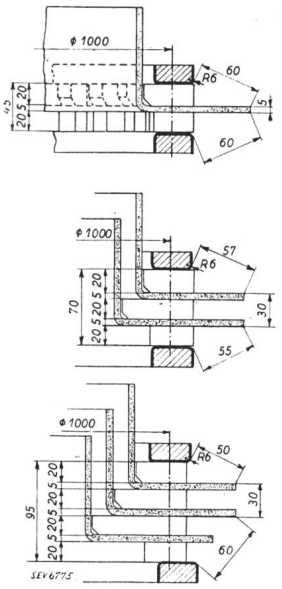
Tabelle II.

Transformerboard Dicke in mm	Durchschl.-spannung Einminutenwert bei 20° unter Oel kV	Abstand *A* cm	Beanspruchung kV/cm	Abstand *B* cm	Beanspruchung kV/cm
0,5	22,5	1,9	11,8	0,65	34,6
1,0	29,2	2,9	10	1,0	29,2
2,0	44,9	4,7	9,55	1,55	28,0
3,0	54,6	6,5	8,4	2,1	26,0

Es zeigte sich bei den Versuchen immer wieder, dass wiederholte starke Ueberschläge längs der Oberfläche höchstens schwache Verbrennungsspuren hinterlassen, wobei die dadurch gebildeten feinen Kohlestoffteilchen durch das mit dem Fasermaterial innig verbundene Oel wirksam voneinander getrennt werden, während bei andern, nicht saugfähigen organischen Isolierstoffen sich viel leichter eine ununterbrochene verkohlte Schicht ausbildet, welche bei ungünstiger Konstruktion, d. h. bei zu hoher örtlicher Beanspruchung zu einem Kurzschluss führen kann.

Fig. 5, welche auf Grund von Versuchen bei der Materialprüfanstalt des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins in Zürich aufgestellt wurde,

zeigt, welche Spannungen Enddistanzringe aus Transformerboard aushalten, wobei nur ganz einfache Probleme untersucht wurden. Es ist durchaus möglich, dass mit der Zeit die Eigenschaft der Formbarkeit zur Ausbildung neuer komplizierter



Kriechweglänge 125 mm
3 Ueberschläge bei 150 kV.
Kein Durchschlag.
12 kV/cm.

Kriechweglänge 142 mm
3 Ueberschläge bei 200 kV.
Kein Durchschlag.
14 kV/cm.

Kriechweglänge 140 mm
5 Ueberschläge bei 220 kV.
Kein Durchschlag.
15,7 kV/cm.

Fig. 5.
Versuche an Enddistanzringen aus «Transformerboard».
Prüfwerte unter Oel bei Normaltemperatur 90° C.
Oelfestigkeit 64 kV bei 5 mm Abstand zwischen Normalkugeln (12,5 mm Ø).
Transformerleistung 100 kVA.

Barrieren ausgenützt wird, um die Betriebssicherheit von Hochspannungsapparaten unter Oel zu erhöhen. Die Umstellung der Pressboardfabriken auf grosse Formate erlaubt ohne weiteres, Formstücke in Abmessungen herauszubringen, welche man früher nicht für möglich gehalten hat (Fig. 6). Da sehr grosse Winkelringe nur in geringen Stückzahlen, jedoch immer wieder in neuen Dimensionen benötigt werden, so war ein Material, welches sich rasch und einfach in die gewünschte Form bringen lässt, willkommen. Die Lieferzeiten sind selbst für grosse Transformatoren und Apparate so kurz geworden, dass auch darum der leicht zu verarbeitende Presspan — allerdings in der modernen Gestalt des Transformerboards — wieder, wie in den Anfängen des Elektromaschinenbaus, unter den Isoliermaterialien mit an erster Stelle steht.

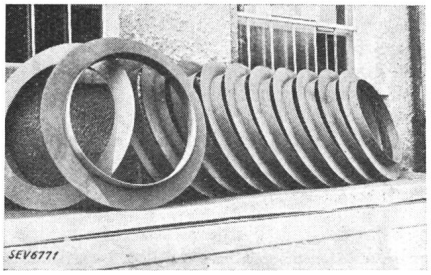


Fig. 6.
Formstücke grosser Abmessung aus «Transformerboard».

Die vorzüglichen dielektrischen Eigenschaften von Transformerboard sind auf dessen Fähigkeit zurückzuführen, in den Hohlräumen zwischen den einzelnen Fasern hochisolierendes Oel in feiner Verteilung einzuschliessen. Es bleibt der Zukunft vorbehalten, ob neben dem jetzt noch fast ausschliesslich verwendeten Mineralöl andere zweckdienliche Flüssigkeiten Verwendung finden werden. Das Transformerboard wird auch dann als mechanisch zuverlässiger, formbarer Träger der Isolationen seine Rolle weiter erfüllen.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Der Luftschutz der Wasserkraftwerke.

623.66 : 621.311.21

Es dürfte viele Leser interessieren, wie die Frage des Luftschutzes von Wasserkraftwerken, die auch bei uns zur Diskussion steht und in bundesrätlichen Erlassen ihren Niederschlag fand, in Schweden, einem anderen klassischen Land der Wasserkraftversorgung, angepackt wird. Wir drucken deshalb im folgenden einen Bericht aus der deutschen Zeitschrift Wasserkraft und Wasserwirtschaft ab.

—

Hand in Hand mit den militärischen Massnahmen Schwedens, sich gegen Fliegerangriffe zu schützen, studieren die verantwortlichen Leiter der Wasserkraftwerke, wie sie die Versorgung des Landes mit elektrischer Energie im Ernstfall sicherstellen können. Oberingenieur A. Ekwall nimmt in einem Vortrag ausführlich Stellung zu diesem Thema [1]). Die Wichtigkeit der Frage geht schon aus der einen Zahl hervor, dass 90 bis 95 % des gesamten Stromverbrauchs des Landes in Wasserkraftwerken erzeugt wird, deren Anzahl und Grösse aus untenstehender Tabelle hervorgeht.

Die vielen kleinen und mittleren Anlagen sind keine begehrenswerten Ziele für feindliche Flieger, und der eventuelle Ausfall eines solchen Werkes ist von geringer Bedeutung, so dass man den Schutz nur auf die 18 grössten Kraftwerke mit 45 % der Gesamtkraft beschränken kann. Ohne Zweifel bietet die militärische Verteidigung durch Jagdflieger und Flakartillerie die grösste Sicherheit der Kraftwerke. Da jedoch der Staat z. Z. nicht die nötigen Mittel hat, um jedes grosse Kraftwerk mit wirksamer Fliegerabwehr auszurüsten, so müssen die Werke sich selber helfen und mit dem Gedanken vertraut machen, ihre private Flakartillerie aufzustellen, was jedenfalls eine weit billigere Versicherungsprämie darstellt als die Errichtung teurer Schutzbauten. Dennoch kann es einem feindlichen Geschwader gelingen, in kühnem und überraschendem Angriff ein Werk mit Bomben zu belegen

Wasserkraftwerke	Anzahl		Leistung		Mittl. Grösse
	Stück	%	ca. kW	%	kW
Sehr grosse über 50 000 PS	4	0,3	360 000	25	90 000
Grosse 50 000 – 20 000 „	14	1,0	380 000	20	20 000
Mittelgrosse 20 000 – 5 000 „	38	2,7	275 000	20	7 200
Kleine 5 000 – 1 000 „	160	11	270 000	20	1 700
Ländliche Anlagen unter 1 000 „	1200	85	215 000	15	180
Summe	1416	100	1 400 000	100	1 000

und ausser Betrieb zu setzen. Wichtige und grosse Werke sind daher so weit als irgend möglich direkt gegen Zerstörung durch Bombenabwurf zu schützen oder doch so anzulegen, dass die Folgen eines Treffers schnellstens wieder beseitigt werden können. Auch Peder Wittrock [2]) und Richard Akerman [3]) machen Vorschläge in dieser Richtung. Man

[1]) Svenska vattenkraftföreningens publikationer 301 (1937: 7).

[2]) Svenska vattenkraftföreningens publikationer 301 (1937: 7).

[3]) Svenska vattenkraftföreningens publikat. 304 (1937: 11).