

# Versuche mit Rasterglaseinschubschutzplatten (Schaltzellen-Arbeitsschutzbehelf)

Autor(en): **Irresberger, Georg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :  
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen  
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes  
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **63 (1972)**

Heft 22

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915760>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Versuche mit Rasterglaseinschubschutzplatten (Schaltzellen-Arbeitsschutzbehelf)

Von Georg Irresberger

Im BULLETIN des SEV, Jahrgang 1972, Nr. 12, Seiten 665...669, wurde bereits über neuartige Rasterglas-Einschubplatten (Kunststoffwabenplatten) als Schaltzellen-Schutzbehelfe (Fig. 1) berichtet. Solche Platten, die als Hohlplatten in mehrfacher Hinsicht vorteilhafter sind als die bisher üblichen Vollplatten [1], kommen neuerdings im Betrieb der Oberösterreichischen Kraftwerke AG (OKA), Linz/Donau, zur Anwendung. Inzwischen wurden nun die Platten im werkeigenen Hochspannungsprüffeld (Fig. 2) sowie in der elektrotechnischen Versuchsanstalt (ETVA), Wien – es handelt sich um einen Teil der Österreichischen Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal –, auf ihr elektrotechnisches und mechanisches Verhalten im Betrieb geprüft. Nachstehend werden die Versuchsanordnungen beschrieben und die Prüfergebnisse zusammengefasst.

Un compte rendu sur les nouveaux panneaux protecteurs en verre grillagé (panneaux d'alvéoles en matière synthétique) pour l'isolation des cellules de couplage (fig. 1) a déjà paru au Bulletin de l'ASE, année 1972, pages 665...669. De tels panneaux creux sont à maints points de vue plus avantageux que les panneaux pleins utilisés jusqu'ici [1] et sont utilisés depuis peu dans l'exploitation de la Société anonyme des centrales de Haute Autriche (Oberösterreichische Kraftwerke AG OKA), Linz/Donau. Ces panneaux ont entretemps été étudiés du point de vue de leur comportement électrotechnique et mécanique en service, dans le champ d'essai à haute tension de la centrale (fig. 2), ainsi qu'à la Station d'essais électrotechniques (Elektrotechnische Versuchsanstalt ETVA, Vienne), qui constitue une partie du Laboratoire fédéral d'essais et de recherches (Österreichische Bundesversuchs- und Forschungsanstalt) Arsenal. Nous allons décrire les dispositifs d'essai et les résultats obtenus.

#### Ermittlung der elektrischen Gütewerte

Die Baumusterprüfungen der Rasterglasplatten [2], die sich einerseits mit den elektrischen Gütewerten des Werkstoffes, andererseits mit den elektrischen Kenngrößen für deren Anordnung in den Schaltzellen selbst befassen, wurden in der ETVA, Wien, durchgeführt, ähnlich wie das oben genannte Unternehmen fast alle derartigen Untersuchungen (Typenprüfungen) an Arbeitsschutzbehelfen und Körperschutzmitteln in den beiden letzten Jahrzehnten dieser Prüf-anstalt übertragen hatte.

Die erste Prüffeldarbeit betraf die Messung des Durchgangs- und Oberflächenwiderstandes dieses Schaltanlagen-

Arbeitsschutzbehelfes. Dass ein geeigneter Werkstoff eine Grundvoraussetzung für den Schutzbehelf ist, zeigte nämlich mit aller Deutlichkeit ein Stromunfall, der sich mit einer

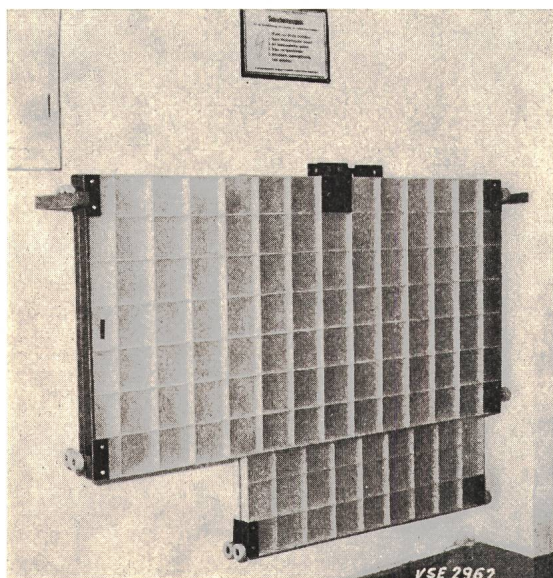


Fig. 1

Depot mit vier (stationsgebundenen) Rasterglas-Einschubschutzplatten im OKA-Wasserkraftwerk Weinbach  
Beide Platten-Ausführungen besitzen Kunststoff-Gleitrollen

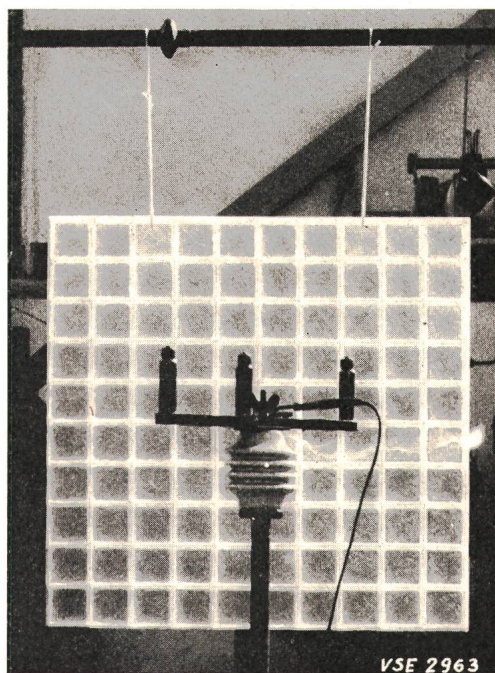


Fig. 2

Aussenüberschlag am Prüfling (von der vorderen Prüfelektrode über den rechten Plattenrand zur rückwärtigen Prüfelektrode)  
Derselbe erfolgte bei 80 kV eff. (gegen Erde).  
Aufnahme: OKA-260-kV-Prüffeld

Isolierplatte aus einem hygroskopischen Werkstoff (Vulkanfiber) zutrug [1]. Die Widerstände wurden zwischen quadratischen Haftelektroden und leitfähigem Klebeband von 100 cm<sup>2</sup> Fläche beziehungsweise 1 mm breiten und



100 mm langen Haftelektroden mit 10 mm Abstand voneinander gemessen (siehe auch Internationale Vorschrift betreffend Methoden zur Bestimmung eines Isolationswiderstandes an festen Isolierstoffen: IEC 167/2.7/1964); sie bezogen sich dabei auf zwei verschiedene Luftfeuchtigkeitsgrade. Die Versuche gipfelten dabei in der Erkenntnis, dass bei den Probekörpern dieser Kunststoff-Wabenplatten in Normalausführung die Widerstände bei 50 % relativer Luftfeuchtigkeit zwischen minimal  $8 \cdot 10^{12}$  und maximal  $31,25 \cdot 10^{12}$  Ohm, beziehungsweise bei 70 % relativer Luftfeuchtigkeit zwischen minimal  $0,6 \cdot 10^{12}$  und maximal  $28,6 \cdot 10^{12}$  Ohm schwankten. Für die Probekörper der Kunststoff-Wabenplatten in schwerbrennbarer Ausführung ergaben sich als analoge Werte  $0,1 \cdot 10^{12}$  und  $18,5 \cdot 10^{12}$  Ohm beziehungsweise  $2,65 \cdot 10^9$  und  $16,5 \cdot 10^{12}$  Ohm. Der Werkstoff für die Deckplatten, den Raster sowie die Seitenflächen dieser Schutzplatten ist demnach als hochisolierend zu bezeichnen.

Die zweite Prüffeldarbeit betraf die Ermittlung der Durchschlagsspannung beziehungsweise Überschlagsspannung, obschon bei geöffnetem Trennschalter, also nur an den Einschlagkontakten anstehender Spannung, für die eingeschobene Schutzplatte (Fig. 3) praktisch überhaupt keine elektrische Beanspruchung durch die Betriebsspannung gegeben ist. Um bei den Versuchen betriebsnahe Verhältnisse zu schaffen, wurde eine Schutzplatte (30 mm stark) sowie ein dreipoliger Innenraum-Trennschalter (NI 30 kV/400 A) der Reihe 30 (mit Giessharzstützer) als Prüfgerät bei der Versuchsanstalt eingebracht. Sämtliche Versuche bezogen sich auf trockene und saubere Oberflächen der Schutzplatten, wie solche auch bei der Benutzung von Isolierbedienungsstangen mit Arbeitsköpfen aller Art vorausgesetzt werden.

Obwohl insgesamt sieben Versuchsanordnungen bei den Prüfungen gewählt worden waren, standen nur zwei Anordnungen im Vordergrund. Die eine Anordnung (I) betraf diejenige, die stets anzutreffen ist und auch heute schon den Regelfall im Schaltanlagenbau darstellt: Die Schutzplatte wird in den nach hinten geneigten Führungsschienen bedarfsweise eingeschoben, die sich an den Zellenwänden – in Trennschalterachse gesehen – in genau Mitte zwischen den herabgeklappten (beweglichen) Trennmessern und den (feststehenden) spannungsführenden Kopfkontakten des Trennschalters befinden (Fig. 3). Die andere Anordnung (II) betraf diejenige, die am ungünstigsten ist und nur bei dem (früher anzutreffenden) Fehlen von Führungsschienen vorkommen kann: Die Schutzplatte liegt regelrecht eingeklemmt mit ihrer Vorderseite auf den spannungsführenden Kopfkontakten (Einschlagkontakten) des Trennschalters, mit ihrer Rückseite auf den oberen Enden der Trennmesser auf. Von elektrisch leitfähigen Teilen ergibt sich für den Fall der freistehenden Platte (Anordnung I) ein Abstand von je 155 mm zu der Vorderseite beziehungsweise Rückseite der Schutzplatte, also gleiche Restluftstrecken; für den Fall der eingeklemmten Platte (Anordnung II) ist der Abstand zu diesen praktisch null. Der zuletzt genannte Fall tritt in der Praxis dann auf, wenn einerseits keine Führungsschienen vorhanden sind, andererseits der Trennschalter (beispielsweise mit Druckluft) versehentlich eingeschaltet wurde; zwischen feststehenden und beweglichen Trennschalterkontakten besteht dann nur mehr eine durch die Schutzplattendicke (von z. B. 30 mm) zwangsläufig gegebene Distanzierung. Bei dieser Anordnung

(II) wird die Durchschlagsspannung der Schutzplatte zwischen praktisch punktförmigen Prüfelektroden ermittelt.

Das Ergebnis, der bei praktisch sinusförmiger Wechselspannung von Industriefrequenz (50 Hz) durchgeführten Versuche (unter Zugrundelegung der Vorschrift ÖVE-P 50/1959), lässt sich kurz wie folgt zusammenfassen: Beim gegenständlichen Trennschalter (Reihe 30) erfolgt ein Überschlag über die offene Luftstrecke bei einer Spannung von im Mittel 142,5 kV eff.; hierzu ist zu bemerken, dass die Gerätebauer seinerzeit die Öffnungsstrecke der Trennschalter ausschliesslich nach der massgebenden VDE-Regel bemessen haben, wonach der Abstand zwischen den offenen Schaltstücken einer Prüfspannung gleich dem 3,3fachen Wert der Reihenspannung zuzüglich 20 kV standzuhalten hat (im konkreten Fall: 119 kV eff.). Bei Einschub-Schutzplatten, die in Mitte des geöffneten Trenners in Führungsschienen eingeschoben sind, erfolgt bei einer Spannung von im Mittel 166 kV eff. stets ein Überschlag über die Stützer, ohne dass es überhaupt zu einem Durchschlag durch die Schutzplatte oder einem Überschlag über die Plattenoberfläche kommt (Fig. 3).

Der Ableitstrom für die Plattenanordnung I (freistehende Platte) liegt für den gesunden (erdschlussfreien) Netzbetrieb bei im Mittel  $8,6 \mu\text{A}$ , für den kranken (erdschlussbehafteten) Netzbetrieb bei im Mittel  $14,3 \mu\text{A}$ ; nach einer Minute anstehender Prüfspannung ergaben sich unveränderte Werte. Daraus ergibt sich, dass entsprechend dem deutschen Normblatt TGL 76-023 (1963) der zuletzt genannten Anordnung (I) mit Führungsschienen der unbedingte Vorzug bei der Anordnung von Schutzplatten zu geben ist.

Wird die Schutzplatte zwischen den fast geschlossenen Trennmessern und den Kopfkontakten des Trennschalters eingeklemmt (Anordnung II), so erfolgt der Durchschlag bei einer Spannung von maximal 98 kV eff. (Fig. 4), was in 25-kV-Schaltanlagen selbst für den Erdschlussfall noch eine fast

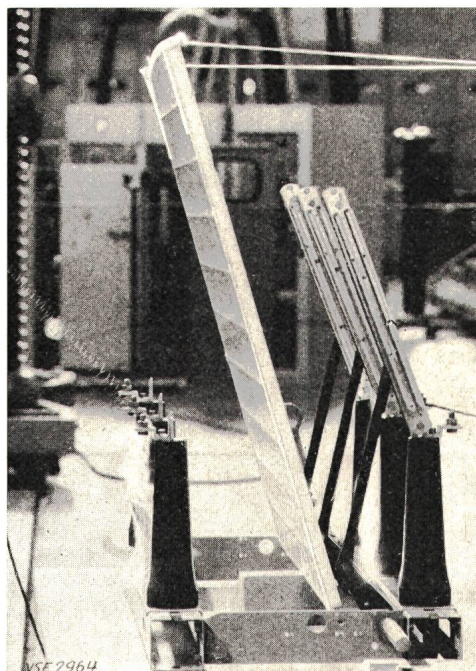


Fig. 3  
**Versuch bei Platten-Anordnung I (in Führungsschienen eingeschobene Platte und damit gegebenen gleichen Restluftstrecken)**  
 Ergebnis: Bei 166 kV eff. kein Durchschlag durch die Platte, sondern ein Überschlag über die Stützer. Aufnahme: ETVA (Wien)



vierfache Sicherheit gegenüber der Nennspannung bedeutet. Interessant ist, dass der Durchschlagskanal in keinem Fall (bei insgesamt fünf Versuchen) mit der Versuchselektrodenachse übereinsimtte, sondern derselbe an der nächstgelegenen Schwachstelle, jedoch stets längs eines Rastersteiges, mit z. B. 36, 85, 115 mm Entfernung von der Elektrodenachse gelegen hat. Auch diese Versuche bestätigen also, dass alle Teile der verwendeten Kunststoff-Wabenplatten hochisolierend sind.

Selbst für den Fall, dass eine Schutzplatte bei ihrer Einbringung versehentlich einen spannungsführenden Leiter der Mittelspannungs-Schaltanlage berührt (bei vorhandenen Führungsschienen im übrigen ein ziemlich unwahrscheinlicher Fall), kommt für den Arbeitenden kein spürbarer Stromfluss zustande, weil sich hierbei für den gesunden (kranken) Netzbetrieb nur ein Ableitstrom von 21 (38)  $\mu\text{A}$  ergab, während die Reizschwelle (Wahrnehmbarkeitsgrenze) für technischen Wechselstrom von Industriefrequenz (50 Hz) für den menschlichen Körper bei Stromweg Hand-Fuss und insbesondere bei Männern erst bei 750  $\mu\text{A}$  liegt.

### Verhalten bei Lichtbögen

Versuche an Kunststoff-Wabenplatten, die im werkseigenen Hochspannungsprüffeld sowie Niederspannungslaboratorium durchgeführt wurden, haben ergeben, dass nach Einleitung eines Lichtbogens in Versuchsanordnungen bei Spannungen von 200 V beziehungsweise 2000 V selbst nach mehreren Sekunden Dauer die Platten an diesen Stellen lediglich eine Schwärzung – verbunden mit dem Aufsteigen einzelner kleiner Russflocken – erfuhren, ohne dass sie zu brennen begannen. Auch von einer Fehlschaltung her in einer fabriksfertigen Mittelspannungs-Schaltanlage, bei denen die Zellentrennwände aus glasfaserverstärkten Polyesterharzplatten bestanden, ist bekannt, dass hierbei kein Brand (durch Weiterbrennen nach Ausbleib der Energiequelle) ausgelöst wurde, obwohl die Anschwärzung an diesen Zwischenwänden großflächig war. Leider gibt es überhaupt nur wenige Kunststoffe, die bei Lichtbogeneinwirkungen ein günstiges oder gar ideales Verhalten zeigen; wenn beispielsweise PVC-Einschub-Schutzplatten wohl vorzügliche elektrische Güterwerte aufweisen, haftet auch ihnen als Nachteil an, dass nach grosser Hitzeeinwirkung oder schweren Lichtbogenkurzschlüssen in der Folge möglicherweise schwerwiegende Schäden durch hierbei freiwerdendes Chlorwasserstoffgas (Salzsäuregas) auftreten können, wie sie bei freiliegenden Energiekabelbündeln ohne Flammschutz schon vorgekommen sind. Immerhin empfiehlt sich, wie bereits ausgeführt [2], als Werkstoff für die Einschub-Schutzplatten unbedingt die schwer brennbare Ausführung (mit Selbstlöschzusätzen) zu wählen.

### Schutz gegen Wiedereinschaltung

Bei den in Führungsschienen eingeschobenen Schutzplatten wird nun immer wieder zwangsläufig die Frage ventilert, ob diese im Falle eines versehentlichen Wiedereinschaltens des Trennschalters (z. B. mittels Druckluft, von der Warte aus oder auch bei Schaltung vor Ort) in mechanischer Hinsicht eine Art Schalterfehlerschutz darstellen. Diese Frage kann (z. B. für eine bestimmte Reihenspannung) nicht ohne weiteres generell beantwortet werden, weil die mechanische

Beanspruchung der Schutzplatte von mehreren Faktoren abhängig ist. Schon die Zellenbreite ist für ein- und dieselbe Reihenspannung der Schaltanlage unterschiedlich; beispielsweise hat ein dreipoliger Innenraumtrennschalter der Reihe

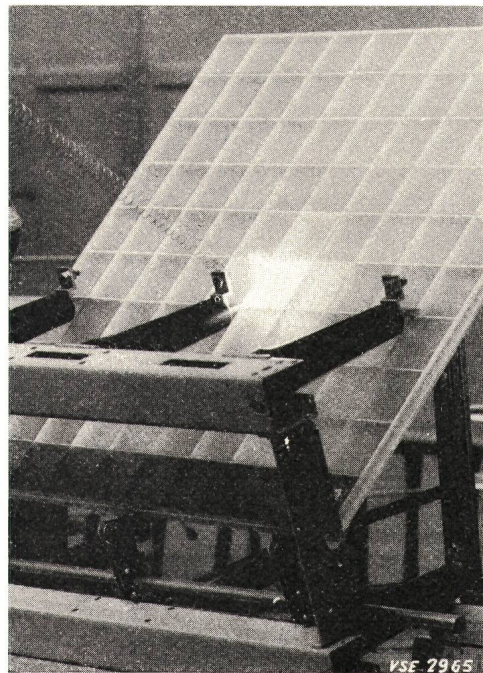


Fig. 4  
Versuch bei Platten-Anordnung II (mit zwischen Einschlagkontakten und Trennmessern eingeklemmter Platte)

Der Durchschlag erfolgte erst bei einer Spannung von maximal 98 kV eff. (gegen Erde). Aufnahme: ETVA (Wien)

10 bei einem Nennstrom von 400 A einen Mindest-Phasenabstand von 210 mm, bei einem solchen von 1000 A hingegen 310 mm. Auch die Anordnung des Trennschalters an der Zellenrückwand ist nicht einheitlich; in der Regel ist zwar der Trennschalter in Zellenmitte (symmetrisch) angeordnet, jedoch gibt es Schaltzellen, bei denen der Trennschalter mehr linksseitig (asymmetrisch) geordnet ist, weil rechtsseitig das zugehörige Feld für das Messinstrument, die Schutzeinrichtung und den Steuerblock liegt. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Sicherheitsstrecke von Trennschaltern in gewissen Grenzen schwankt; bei Innenraumtrennschaltern beträgt für die Reihen 10/20/30 beispielsweise die Öffnungsstrecke (gegenüber den Schaltstücken) 140/240/340 mm, die Mindestschlagweite (gegen Erde) hingegen 125/180/260 mm. Letztlich bestehen für den Druckluftantrieb teils recht unterschiedliche Betriebsdrücke (z. B. 5/8/16 atü) und Nenn Drehmomente (z. B. liegen bei drei Standard-Druckluftantrieben mit einheitlich 5 atü Druck die Drehmomente zwischen 10 und 35 mkp). Auch die Schlagarbeit der Trennmesser ist je nach Art des Trennerantriebes stark unterschiedlich (z. B. bemerkenswert langsames Einschalten beim druckölbetätigten Typ); zudem kann z. B. durch Verändern der Düsen die Schaltgeschwindigkeit variiert werden.

Nun muss man eine gewisse Durchbiegung der Schutzplatte (in der Größenordnung von mehreren Millimetern) bei einem derartigen Kraftvorgang grundsätzlich in Kauf nehmen; wesentlich ist aber, dass die Schutzplatte von den Trennmessern nicht mechanisch durchgeschlagen wird, derart, dass sich die Trennmesser auf Schlagweite den unter Span-



nung stehenden Kontakten nähern können. In einem solchen Fall könnten nämlich hohe elektrische Fehlerleistungen (Kurzschlusslichtbögen) unter Umständen gerade katastrophale Folgen für das Personal und die Anlage mit sich bringen. Beispielsweise trat im benachbarten Ausland in einer 10-kV-Anlage an einem halbgeöffneten Schalter ein Spannungsüberschlag – mit Personenunfall – in dem Augenblick auf, als ein Transformator zugeschaltet wurde.

Um die Frage beantworten zu können, inwieweit die Schutzplatten zugleich einem mechanischen Schutz gegen versehentliches Wiedereinschalten gewährleisten, wurden in der 25-kV-Schaltanlage eines Dampfkraftwerkes des eingangs genannten Unternehmens mehrere Versuchsreihen unter praxisnahen Verhältnissen durchgeführt. Da hierorts in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle in Schaltanlagen seit jeher Hebeltrenner und nur ganz selten Absenktrenner einge-

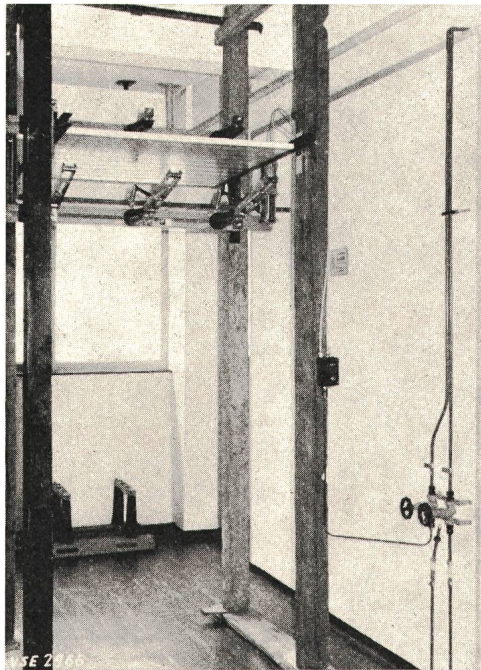


Fig. 5

**Versuchsaufbau zur Klärung der Frage betreffend Unverletzlichkeit der Schutzplatte bei versehentlichem Wiedereinschalten des Trenners**  
 Ergebnis: Nach 1', 2' und 3' Einschaltedauer sowie zehnmal hintereinander durchgeführten Wiedereinschaltungen blieb die Platte praktisch unbeschädigt (OKA-Dampfkraftwerk Timelkam)

baut sind, waren die experimentellen Untersuchungen auf ersteren Trennertyp abgestellt worden. Der gegenständliche Versuchsaufbau (Fig. 5) bestand aus einem druckluftbetätigten Hochspannung-Trennschalter R 30 (mit Giessharzstützer), der an das betreffende 16-atü-Druckluftnetz angeschlossen worden war. Beim ersten Versuch wurde der Trenner eingeschaltet und, obwohl die Trennmesser während einer Minute an die Schutzplatte drückten, hielt letztere den auftretenden Beanspruchungen ohne jedweden Schaden stand. Der zweite Versuch erfolgte in gleicher Weise, jedoch wurde die Versuchszeit auf zwei Minuten ausgedehnt. Ähnlich wurde beim dritten Versuch mit drei Minuten Versuchs-dauer verfahren; auch nach letzterem Versuch waren auf der Unterseite der Schutzplatte lediglich mehrere stecknadelkopfgrosse, von den scharfen Trennmesserkanten herrührende Kratzspuren (Matzen) feststellbar (Fig. 6). Wesentlich

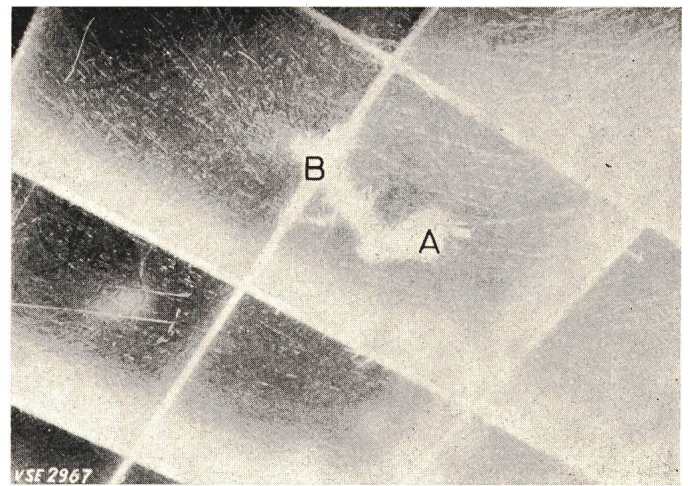


Fig. 6

**Schutzplatte mit praktisch vernachlässigbaren Oberflächenschäden nach den erfolgten Beanspruchungen gemäss Fig. 8**  
 (Trennmesser schlugen bei A in Rasterfeld-Mitte, bei B im Stegbereich auf)

ist, dass dabei die Schutzplatten jeweils so tief in die Führungsschienen (praktisch aber ohnehin vollständig) eingeschoben worden waren, dass die Trennerkontakte das eine Mal (A) in Rasterfeldmitte (dem ungünstigsten Beanspruchungsfall), das andere Mal (B) im Stegbereich (dem günstigsten Beanspruchungsfall) aufschlugen. Die Schutzplatte hielt auch einem zehnmals hintereinander durchgeführten Zuschalten des Trenners ohne jedweden Schaden (abgesehen von den vorerwähnten minimalen Eindellungen) stand.

Schliesslich galten mehrere Versuchsreihen der Ermittlung der Durchbiegung der Schutzplatte bei (nachgeahmten) übertrieben grossen Trennereinschaltkräften. Die Schutzplatte wurde an ihren Längsseiten auf starren Stahluntersätzen aufgelegt und entsprechend der Entfernung der drei Trennmesser (Pol-Mittenabstand: 400 mm) mit Gewichten immer mehr und mehr (statisch) belastet. Nachdem die Schutzplatte auf diese Weise gleichmässig mit  $3 \times 206$  kp Gewicht (Fig. 7) belastet worden war, hielt diese noch im-

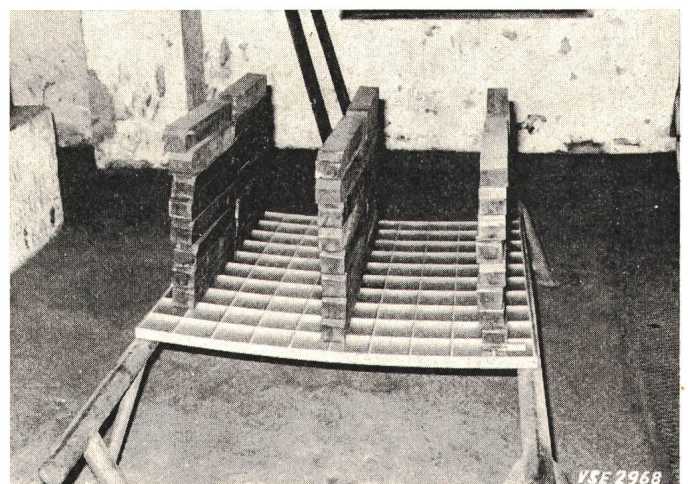


Fig. 7

**Versuch zur Ermittlung der statischen Bruchlast der Platte**  
 Bei je 206 kp Gewichtsbelastung in den Polabständen (R/S/T) betrug die Durchbiegung in Plattenmitte 35 mm; dennoch ergaben sich noch keinerlei Veränderungen (Risse) im Gefüge dieser Hohlplatten. (OKA-Dampfkraftwerk Timelkam)



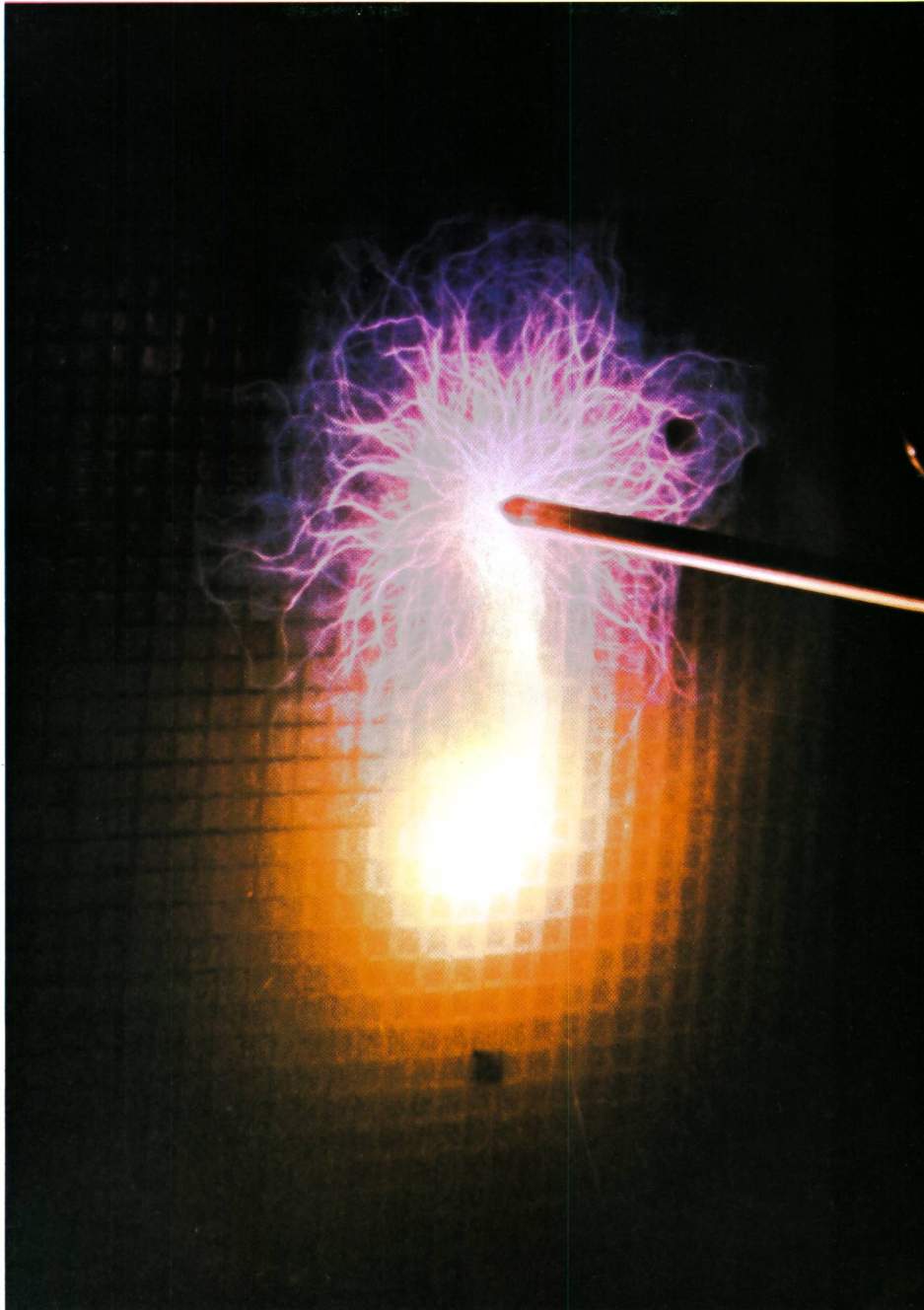


Fig. 9

Hochspannungs-Gleitentladungsfunken-Schar auf einer 1 cm-Kunststoff-Wabenplatte, von den vorder- und rückseitigen Spitzen-Elektroden ausgehend, mit dem im anschließenden Augenblick erfolgten Durchschlag im Bereich eines Steges bei 63 kV eff. (Exposition: 1/30 sec). Aufnahme: Verfasser

Faisceau d'étincelles de décharge superficielle sur un panneau d'alvéoles en matière synthétique d'une épaisseur de 1 cm, partant de l'électrode à pointe antérieure à l'électrode à pointe postérieure, immédiatement suivi d'une perforation d'une nervure sous l'effet d'une tension de 63 kV eff. (exposition: 1/30e sec). Photo prise par l'auteur.



Fig. 10

Hochspannungs-Gleitentladungsfunken-Schar auf einer 1 cm-Kunststoff-Wabenplatte bei einer Spannung von 63 kV eff. (Elektrodenanordnung: Kugelkalotte gegen Kugelkalotte; Exposition: 1/250 sec). Aufnahme: OKA-260-kV-Prüffeld (Photo-Atelier Reinhard Friedel).

Faisceau d'étincelles de décharge superficielle sur un panneau d'alvéoles en matière synthétique d'une épaisseur de 1 cm sous l'effet d'une tension de 63 kV eff. (disposition des électrodes: calotte sphérique contre calotte sphérique; exposition: 1/250e de sec). Illustration: champ d'essai-OKA de 260 kV (atelier photographique Reinhard Friedel).



Nur für trockene Innenräume!  
 Platten vor Gebrauch sorgfältig reinigen!  
 Tunlichst mit Isolierstange einlegen!  
 Vorher Trennerantrieb gegen Wiedereinschalten sichern!

VSE 2969

Fig. 8

Kunststoff-Abziehbild, auf Vorder- und Rückseite der Schutzplatte angebracht, macht den Benützer auf die Einhaltung gewisser Bedingungen aufmerksam (OKA)

mer dieser Beanspruchung stand, obwohl die Durchbiegung (in Plattenmitte gemessen) bereits 35 mm betrug und zudem zeitweise schon Knackgeräusche zu vernehmen waren. Als die aufgestapelten (ansonst für den KSG-Kohlenmühlen-Gehäusepanzer benutzten) Panzerplatten aber plötzlich gegen die Mitte zu umfielen, ging natürlich die Schutzplatte infolge der grossen Fallenergie des Panzerstahl-Plattenstapels zu Bruch. Mit diesem Versuch waren also die ursprünglich gehegten Bedenken, dass die Schutzplatte beim Einschalten des Trenners zu Bruch gehen würde und die Stützer des Trenners sicherlich Schaden nehmen würden, zerstreut; man konnte daher auf die bereits vorgesehenen Filmaufnahmen, die die einzelnen Phasen der Plattenzerstörungen im Bild festhalten sollten, verzichten.

#### Hinweisschild auf Schutzplatten

Die gegenständlichen Einschub-Schutzplatten stellen jedenfalls auch einen Schutz gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten dar, obwohl darin nicht der eigentliche Sinn dieser Schutzvorrichtung (Zellenschottung) zu sehen ist und es dagegen vor allem auch eine Reihe anderer, wirksamerer Massnahmen (Primärblockierungen) gibt. Da ein unfallfreies Arbeiten aller Art in elektrischen Anlagen (Zellen) die strikte Einhaltung der «fünf goldenen Sicherheitsregeln» des Elektrikers zur Voraussetzung hat, schien es sogar zweckmässig, durch ein metallfreies Hinweisschild auf der Vorder- und Rückseite der Schutzplatte (Fig. 8) dessen Benützer ausdrücklich auf die vorherige Sicherung des kraftbetätigten Trennerantriebes gegen Wiedereinschalten (durch die bekannten Massnahmen, wie beispielsweise Absperrung der Druckluftzufuhr, Entfernung der Steuerstromkreissicherungen, Verwendung der Sperrflaschen, [1] nochmals aufmerksam zu machen.

Dass jeder der vier Hinweise dabei entschieden angebracht ist, kann anhand schon vorgekommener Personenunfälle und Sachschäden unter Beweis gestellt werden; dass sich darunter sogar Gruppenunfälle (mit gleichzeitig bis zu vier verletzten Personen) befanden, sei nur ganz nebenbei bemerkt [1]. Es möge jedoch nur am Beispiel des gemachten zweiten Hinweises dessen Notwendigkeit unterstrichen werden: In mit Steinkohlen- und Braunkohlenfeuerungen betriebenen Dampfkraftwerken wurde deren Flugasche teils elektrisch nichtleitend, teils elektrisch leitend und paramagnetisch befunden; die Leitfähigkeit variierte zwischen 1 bis 20 % jener von Eisenstaub, doch kamen Fälle bis zu sogar 100 % vor. Bei der Analyse der Flugasche eines mit Steinkohlengriess gefeuerten Werkes liessen sich 40 Prozent mit einem Magneten herausziehen. Es überrascht ferner keineswegs, dass eine Staubexplosion in der 6-kV-Schaltanlage eines Wärmekraft-

werkes (mit starken Beschädigungen in der Schaltanlage und schweren Gebäudeschäden) zufolge einer auf einen unter Spannung stehenden Trenner aufgelegten Isolierplatte zurückzuführen war [1]. Grund genug also, dem Betriebspersonal durch die erwähnte Gedächtnisstütze die Säuberung solcher Schutzplatten vor ihrer Verwendung in Erinnerung zu bringen.

#### 10 mm-Kunststoff-Wabenplatten

Die geschilderten Prüfergebnisse mit 3 cm- und 2 cm-Kunststoff-Wabenplatten waren in elektrischer und mechanischer Hinsicht dermassen befriedigend, dass unter anderem auch zur Debatte stand, ob nicht auch 1 cm-Rasterglas-Einschubschutzplatten für den Mittelspannungsbereich tragbar wären. Ohne hier ins Detail zu gehen, lässt sich das Ergebnis der externen und internen Untersuchungen wie folgt zusammenfassen: Bei den mehrfach mit Epoxydharz beschichteten Kunststoff-Wabenplatten mit 10 mm Dicke und einem 25 mm Raster lag die Durchschlagsspannung bei maximal 86 kV eff. (wegen des nur halb so hohen Luftpolsters also nur 88 % des Wertes von 2 cm-Platten); bei nicht oberflächenbehandelten Platten lag die Durchschlagsspannung bei 65 kV eff. Da das werkseigene Hochspannungsprüffeld wegen der Grösse der Halle (72 m × 16 m) nicht verdunkelbar ist, musste eine Reihe experimenteller Untersuchungen nachts durchgeführt werden; beim Studium des Mechanismus der Lichtbogenüberschläge bot sich dabei – kurz vor dem bewusst erzielten Durchschlag – mehrmals das geradezu klassische Portrait einer Hochspannungs-Gleitentladungsfunkenschar (Fig. 9 und 10). Eine Besonderheit schloss auch die Durchschlagsstelle (Fig. 11) in sich: Der Durchschlag längs eines Rastersteges brachte eine Verrussung der einzelnen Kammern mit sich, wobei sich eine Vielzahl solcher Durchschläge – von aussen gut erkennbar – gewisser-

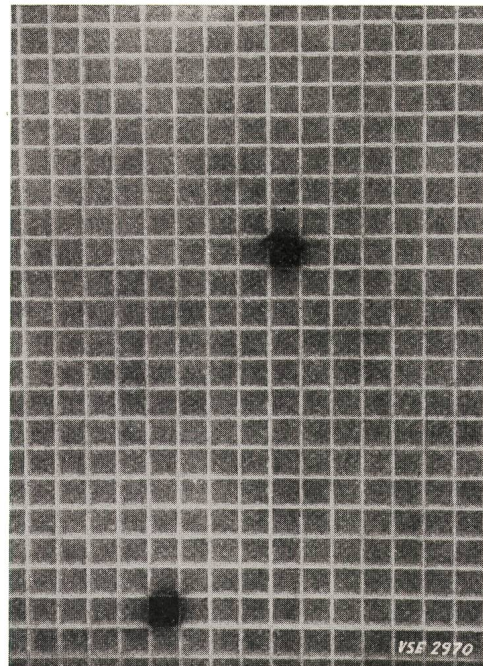


Fig. 11

Durchschlagsstelle in der 1-cm-Wabenplatte bei einem Versuch mit einer Spannung von 61 kV eff.

Der Durchschlag bringt eine Verrussung des jeweiligen einzelnen Rasterfeldes (Kammer) mit sich. 260-kV-OKA-Prüffeld



massen schachbrettmässig (Fig. 12) abzeichnete. Wurde die Platte in Mitte des geöffneten Trenners in Führungsschienen eingeschoben, so erfolgte bei einer Spannung von im Mittel 164,5 kV eff. stets ein Überschlag über die Stützer, ohne dass

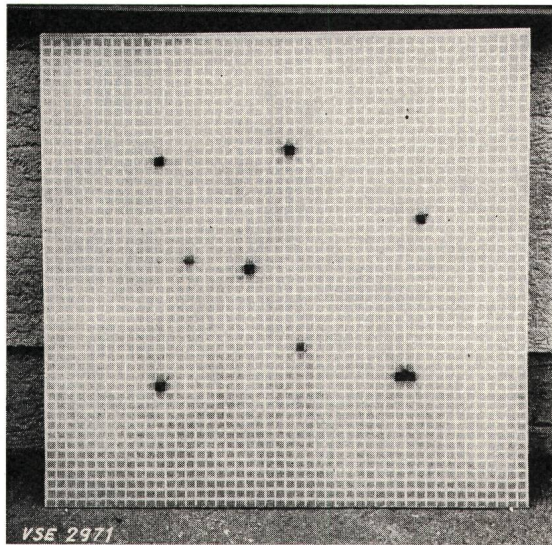


Fig. 12

Vielzahl von Durchschlägen in der 1-cm-Wabenplatte bietet ein schachbrettähnliches Bild dar. 260-kV-OKA-Prüffeld

es überhaupt zu einem Durchschlag durch die Schutzplatte oder einem Überschlag über die Plattenoberfläche kam. Der Ableitstrom lag für die freistehende Platte (Anordnung I) für den gesunden (erdschlussfreien) Netzbetrieb bei im Mittel  $5,0 \mu\text{A}$ , für den kranken (erdschlussbehafteten) Netzbetrieb bei  $8,6 \mu\text{A}$ ; für die vollständig zwischen Trennerkopfkontakten und Trennmessern eingeklemmte Platte (Anordnung II) lagen die analogen Werte bei  $8,5 \mu\text{A}$  beziehungsweise  $14,3 \mu\text{A}$ . Versuche, die klären sollten, inwieweit diese in Führungsschienen eingeschobenen Schutzplatten zusätzlich einen mechanischen Schutz gegen ein versehentliches Wiedereinschalten darstellen, wurden analog den anderen beiden Plattentypen durchgeführt und verliefen gleichfalls positiv (bei 345 kg Last: 45 mm Durchbiegung, bei etwa 500 kg: echter Bruch).

## Zusammenfassung

Die Rasterglas-Einschubschutzplatten (Kunststoff-Wabenplatten)\* besitzen vorzügliche elektrische Gütewerte; die Erhaltung der Spannungsfestigkeit der offenen Trennstrecke nach dem Einlegen der Platte gemäss den einschlägigen VDE-ÖVE-Bestimmungen ist gewährleistet (Prüfung gemäss VDE 0670/Teil 2/2.65, § 27). Alle Schutzplatten sind so ausgeführt, dass sie von Zellenwand zu Zellenwand reichen. Die Abdeckplatten besitzen keinerlei Durchbrechungen; in früherer Zeit auf den Markt gebrachte Plattenmodelle, die für deren Einbringung (mittels einer umgedrehten Schaltstange) mit einem oder zwei Löchern (von etwa 40 mm Durchmesser) versehen waren, dürfen im eingangs genannten Betrieb nicht mehr verwendet werden.

In welchem Umfang auch Kennzeichnungen auf den Schutzplatten in Form grosser Striche oder Ziffern, mit Kreide (für Zwecke der Lagerhaltung) vermerkt und vor der Plattenbenützung in den Schaltzellen nicht entfernt, zu einer Verminderung ihrer Spannungsfestigkeit führen können, wurde bereits an anderer Stelle [3] aufgezeigt. Bei Versuchen im Hochspannungsprüffeld des genannten Unternehmens liess sich für verschiedene Farbstifte und Kreidesorten eindeutig eine Minderung der Überschlagsfestigkeit längs der Isolationsoberfläche feststellen; fiel dieselbe doch von 96,5 % auf minimal 31 % zurück, je nachdem, ob die Kreide russfrei oder russhaltig, die Kreidestriche vollkommen trocken oder feucht auf die Isolierplatten verschiedenen Werkstoffes und verschiedener Oberflächenbeschaffenheit aufgetragen worden waren.

\* Anmerkung der Redaktion: Herstellerwerk Scobalit AG., 8303 Nürensdorf / 1163 Etoy.

## Literatur

- [1] G. Irresberger: Elektriker-Sicherheitsregeln, Hallwag-Verlag, Bern-Stuttgart (1968), 84 Seiten, 127 Figuren (siehe Seite 40...58)
- [2] G. Irresberger: Rasterglaseinschubschutzplatten — ein neuartiger Schaltzellenarbeitsschutzbehelf, Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins 1972, Band 63, Heft 12, Seite 665...669, 4 Fig.
- [3] G. Irresberger: Arbeitsschutzmassnahmen in elektrischen Anlagen, Technische Rundschau 1965, Band 57, Nummer 12, Seiten 25, 27, 29, 35 und 37, 27 Figuren (siehe Seite 35)

## Adresse des Autors:

Ing. G. Irresberger, Direktionsassistent der OKA, Anton Bruckner Strasse 5, A 4810 Gmunden, Österreich.

## Schweizerische Einheitsnumerierung für Elektro-Installationsmaterial<sup>1)</sup>

Von F. Vuilleumier

Ich habe die Ehre, Ihnen einen Bericht darüber zu erstatten, wie wir das Problem eines gemeinsamen Nummernsystems für die Elektrowirtschaft in der Schweiz zu lösen im Begriffe sind.

Der Status quo besteht darin, dass für identische Materialien eine Vielfalt von verschiedenartigen Nummernsystemen im Umlauf sind, so dass beim Geschäftsablauf vom Hersteller über den Grosshandel zum Endverbraucher, oder in um-

gekehrter Richtung, eine mehrmalige Umnummerierung eines und desselben Artikels notwendig ist. Die Zahl der verschiedenartigen Numerierungen ist nicht genau bekannt. Es steht aber fest, dass jeder der rund 700 einschlägigen Fabrikanten ein eigenes System benutzt. Ferner benutzt ungefähr die Hälfte der schweizerischen Elektrogrossisten verschiedene Nummernsysteme, und auf der Verbraucherseite arbeiten die Elektroinstallateure teilweise mit fünf und mehr verschiedenen Systemen, nämlich mit den Nummern eines oder mehrerer Grossisten, eines oder mehrerer Fabrikanten, ferner mit

<sup>1)</sup> Referat anlässlich der VSE-Einkaufertagungen