

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 44 (1953)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Erfahrungen mit imprägnierten Holzmasten beim Service de l'électricité de Genève  
**Autor:** Carlo, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059910>

### **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:** 21.02.2026

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

rücksichtigen ist, dass diese Zahlen die theoretische Lebensdauer angeben und z. T. durch Extrapolation entstanden sind:

Für Stangen, die mit Zinkchlorid und Steinkohlenteeröl behandelt wurden	9...10 Jahre
Für Stangen, die nach dem Kyanisierungsverfahren behandelt wurden	16 Jahre
Mit Steinkohlenteeröl 60 kg/m <sup>3</sup> behandelt	18,5 Jahre
Mit Steinkohlenteeröl 100 kg/m <sup>3</sup> behandelt	23 Jahre

Bei der Beurteilung dieser Zahlen ist zu beachten, dass deren Ermittlung nicht nach den gleichen Methoden erfolgte wie bei den schweizerischen und deutschen Statistiken.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Angaben der einzelnen Länder mindestens in der Hinsicht miteinander übereinstimmen, dass mehr oder weniger die gleiche Reihenfolge in der Qualität der Verfahren angegeben wird.

## Literatur

### Bücher

- [1] Mahlke, Friedrich und Ernst Troschel: Handbuch der Holzkonservierung; hg. v. Johannes Liese. 3. Aufl.; Berlin: Springer 1950.
- [2] Collardet, J., H. Costes, M. Dacosta und L. Labaume: Les supports en bois pour lignes aériennes. Paris: Eyrolles 1940.
- [3] Schmittuz, Carl: Das Osmose-Imprägnierverfahren und seine theoretischen Grundlagen. Dresden: 1937.
- [4] Ludwig, Walter: Zur Imprägnierung von Holzmasten. Königsberg: 1935.
- [5] Bub-Bodmar, F. und B. Tilger: Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis. Berlin: 1922.

### Zeitschriften

- [6] Gümman, Ernst: Einige Erfahrungen mit boucherisierten Leitungsmasten. Schweiz. Z. Forstwirtschaft. Bd. 101(1950), Nr. 9, S. 401...415.
- [7] Gümman, Ernst: Tagesfragen der Mastenimprägnierung. Schweiz. Z. Forstwirtschaft. Bd. 86(1935), Nr. 1, S. 1...10.
- [8] Techn. Mitt. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. Bd. 8(1930).
- [9] Arch. Post u. Telegr. Bd. 62(1934).

### Adresse des Autors:

E. Weilenmann, Centralschweizerische Kraftwerke, Hirschengraben 33, Luzern.

## Erfahrungen

### mit imprägnierten Holzmasten beim Service de l'électricité de Genève

Übersetzung des Vortrages, gehalten an der Diskussionsversammlung des VSE am 15. November 1951 in Bern,  
von L. Carlo, Genf

621.315.668.1.004.4

Der Verfasser zeigt, dass das Boucherie-Verfahren in Gegenden, die von holzerstörenden Pilzen verseucht sind, einen ungenügenden Schutz ergibt, da einzelne Pilze gegenüber Kupfersulfat, in üblicher Konzentration verwendet, resistent sind.

Dans cette conférence, l'auteur démontre l'insuffisance du procédé Boucherie, notamment dans les régions infectées par certaines espèces de cryptogames résistant au sulfate de cuivre employé avec les dosages habituels.

### Einleitung

Im Zusammenhang mit der Darstellung der beim Service de l'électricité de Genève (SE Genève) gemachten Erfahrungen mit imprägnierten Holzmasten sollen nachfolgend einige Auswechslungskurven besprochen werden. Es erscheint uns deshalb angezeigt, vorerst kurz auf einige Besonderheiten dieser Kurven hinzuweisen.

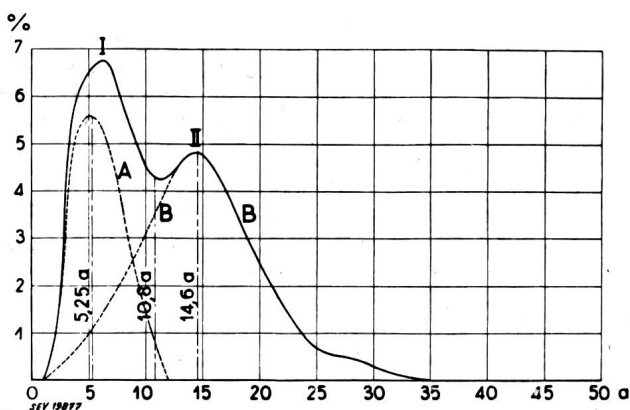


Fig. 1

Auswechslungskurve bei Boucheriestangen in Böhmen für das Jahr 1906

A = 35 % und B = 65 % der ersetzten Stangen  
Mittlere Lebensdauer: 10,8 Jahre; a Jahre  
I erstes Maximum II zweites Maximum  
(Die ausgezogenen Kurven der Fig. 1...6 stellen die Summen der jeweiligen Grundkurven A und B dar)

Wenn wir auf einem Koordinaten-System auf der Abszisse das Alter der infolge Fäulnis ersetzten Masten und auf der Ordinate die Anzahl der in den entsprechenden Jahren ersetzten Stangen, oder —

was gleichbedeutend ist — den Prozentsatz der im gleichen Jahr ersetzten Stangen im Verhältnis zu sämtlichen, in einer bestimmten Periode auszuwechselnden Stangen, auftragen, so erhalten wir eine Reihe von Punkten, die bei Berücksichtigung einer genügend grossen Anzahl Stangen eine Kurve (Auswechslungskurve) ergeben.

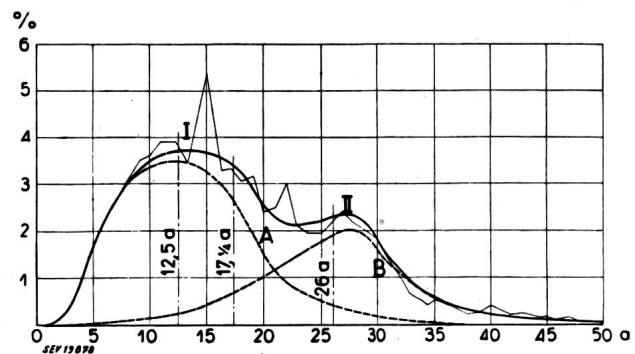


Fig. 2

Auswechslungskurve von Boucheriestangen nach der Statistik der Deutschen Post

nach Angaben von Prof. Winnig

A = 63 % und B = 37 % der ersetzten Stangen

Mittlere Lebensdauer: 17¼ Jahre; a Jahre

I erstes Maximum II zweites Maximum

Nach der Theorie der Wahrscheinlichkeit sollte diese Kurve symmetrisch verlaufen, d. h. von 0 bis zu einem bestimmten Maximum ansteigen und hierauf wieder gleichmässig bis 0 absinken (Gaußsche Kurve). Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Auswechslungskurven meistens unregelmässig verlaufen und, namentlich bei Boucherie-Stangen, in vielen Fällen zwei Maxima, I und II, aufweisen (vgl.

Fig. 1, 2, 3, 4 und 6). Diese Besonderheit der Auswechslungskurven kann an Hand der folgenden Figuren und in Anlehnung an Nowotny<sup>1)</sup> folgendermassen begründet werden:

Die Auswechslungskurven in den Fig. 1...6 setzen sich im Grunde genommen aus zwei verschiedenen Kurven A und B (Grundkurven) zusammen. Es ist

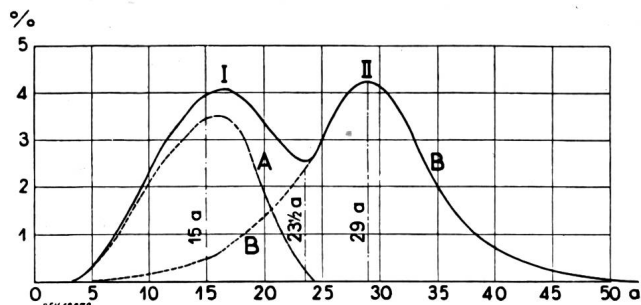


Fig. 3

Auswechslungskurve von Boucheriestangen der PTT nach der Statistik des Jahres 1927,

nach R. Nowotny

A = 40 % und B = 60 % der ersetzten Stangen

Mittlere Lebensdauer: 23½ Jahre; a Jahre

I erstes Maximum II zweites Maximum

auch denkbar, dass drei Grundkurven vorliegen, was z. B. bei Fig. 6 möglich ist. Jede dieser Grundkurven gibt das Verhalten einer ganz bestimmten Gruppe von Stangen wieder, die durch die Qualität des Holzes und der Imprägnierung sowie durch die Lebensbedingungen der Stangen, namentlich die Art des Bodens, in dem sie stehen, usw., gekennzeichnet sind.

Interessant ist die Tatsache, dass die gleiche Feststellung von Vogel<sup>2)</sup> bezüglich der Auswechslungskurven von Eisenbahnschwellen gemacht wurde.

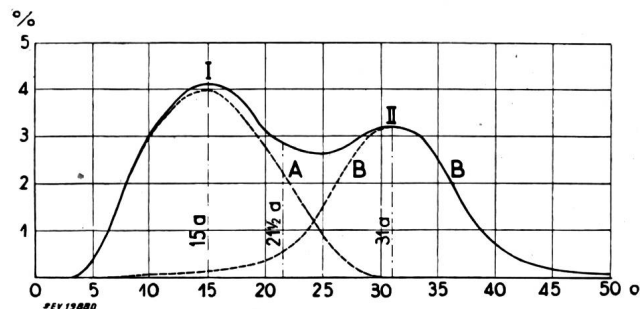


Fig. 4

Auswechslungskurve von Boucheriestangen der PTT nach der Statistik des Jahres 1928,

nach R. Nowotny

A = 55 % und B = 45 % der ersetzten Stangen

Mittlere Lebensdauer: 21½ Jahre; a Jahre

I erstes Maximum II zweites Maximum

Fig. 1 zeigt die Auswechslungs-Kurve von Boucheriestangen in Böhmen im Jahre 1906 (aufgestellt durch R. Nowotny nach der Statistik der österreichischen Post- und Telegraphenverwaltung). Fig. 2 stellt die Auswechslungskurve von Boucheriestangen bei der Deutschen Post für die Jahre 1860–1873 dar (nach Prof. Winnig). Die Kurven der Fig. 3 und 4 wurden von R. Nowotny auf Grund der Statistiken

<sup>1)</sup> R. Nowotny: Über den Abfall von Boucherie-Telegraphenstangen in der Schweiz. Techn. Mitt. PTT Jahrgang VIII(1930), Nr. 5, S. 214...215.

<sup>2)</sup> M. Vogel: Gesetzmässigkeiten beim Ausbau von Eisenbahnschwellen. Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens (1932), S. 75...76.

der PTT für die Jahre 1927 und 1928 aufgestellt.

Die Kurve in Fig. 5 betrifft die Auswechslung von Stangen mit Teeröl-Imprägnierung im Netz der Deutschen Post während den Jahren 1865–1880 (aufgestellt durch Prof. Winnig).

Schliesslich zeigt Fig. 6 die Auswechslungskurve der Stangen des SE Genève für die Jahre 1936...1949.

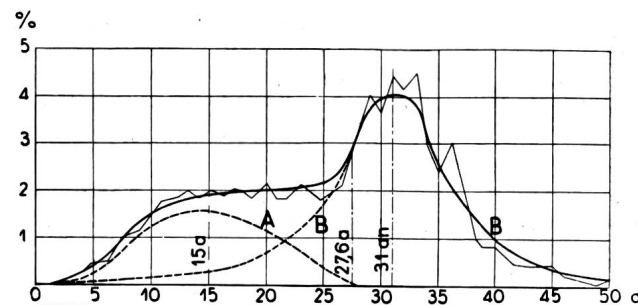


Fig. 5

Auswechslungskurve von mit Teeröl getränkten Stangen nach der Statistik der Deutschen Post

(Jahrgänge 1865...1880)

A = 28 % und B = 72 % der ersetzten Stangen

Mittlere Lebensdauer: 27,6 Jahre; a Jahre

Ein Vergleich der verschiedenen Kurven gibt Anlass zu folgenden Bemerkungen: Die Grundkurven A und B entsprechen in ihrer Form der Kurve von Gauss (Wahrscheinlichkeitskurve), was die Erklärung von Nowotny inbezug auf die beiden Maxima bestärkt. Wenn die Qualität der Masten zunimmt, wird das Maximum der Grundkurve A abnehmen; ist die Qualität der Stangen sehr gut oder gleichmässig, wird sich praktisch nur eine einzige Grundkurve ergeben.

Ein Vergleich der Kurven der Fig. 1 und 2 mit den Kurven der Fig. 3 und 4 zeigt klar, aus welchem Grund das Boucherieverfahren in Deutsch-

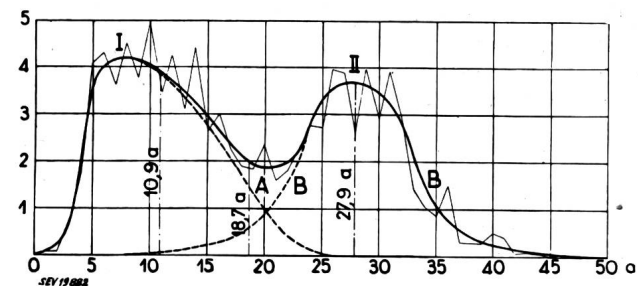


Fig. 6

Auswechslungskurve beim Elektrizitätswerk der Stadt Genf für die Jahre 1936–1949

A = 54 % und B = 46 % der ersetzten Stangen

Mittlere Lebensdauer: 18,7 Jahre; a Jahre

I erstes Maximum II zweites Maximum

land und Österreich aufgegeben wurde. Ebenso eindeutig geht aus Fig. 5 hervor, dass die Teeröl-Imprägnierung nach wie vor interessant ist. Die Stangen der Gruppe A machen hier nur 28 % der Gesamtheit der ersetzten Stangen aus und ihre mittlere Lebensdauer beträgt volle 15 Jahre.

Die Auswechslungskurven von PTT-Stangen in den Fig. 3 und 4 mit einer durchschnittlichen Lebensdauer von 23,5 bzw. 21,5 Jahren beziehen sich auf die Ergebnisse in der ganzen Schweiz. Ein Vergleich dieser beiden Kurven mit der Auswechslungskurve des SE Genève (Fig. 6) zeigt deutlich, wie

gross der Einfluss des Standortes der Stangen auf die Lebensdauer ist. Der vorbildlichen Statistik der PTT kann entnommen werden, dass auch die durchschnittliche Lebensdauer der im Kreis Genf gestellten Telephonstangen bedeutend kleiner ist als diejenige im gesamten schweizerischen Netz<sup>3)</sup>, was die Ergebnisse der Statistik des SE Genève bestätigt. Es geht daraus aber auch eindeutig hervor, dass die Imprägnierung mit Kupfersulfat, ohne zusätzliche Behandlung, in gewissen Gegenden unseres Landes ungenügend ist. Die Umfrage, die seinerzeit vom Sekretariat des VSE vor der Diskussionsversammlung vom 15. November 1951 durchgeführt wurde, hat dies im übrigen bestätigt.

Beim SE Genève wurden verschiedene Massnahmen getroffen, um den frühzeitigen Ausfall der Holzmasten herabzusetzen. Die mittlere Lebensdauer der nicht nachbehandelten Masten beim SE Genève beträgt 18,7 Jahre, so dass pro Jahr ca. 1100 Holzmasten ersetzt werden müssten. Dank der Nachbehandlung der Masten wurden in Wirklichkeit im Durchschnitt der letzten 12 Jahre nur ca. 380 Masten pro Jahr infolge Fäulnis ersetzt, doch ist auch diese Zahl mit Rücksicht auf die grossen Aufwendungen für die Nachbehandlung noch viel zu hoch.

### 1. Die Verwendung von Sockeln

Wie anderswo, so wurden auch in Genf zuerst Sockel verwendet, um eine Verlängerung der Lebensdauer der Masten zu erreichen. Dieses Vorgehen empfiehlt sich überall dort, wo die mechanische Festigkeit des Mastes eine wesentliche Rolle spielt. Die Verwendung eines Sockels beim Stellen einer neuen Stange ist relativ teuer (ca. Fr. 130.— pro Sockel), doch kann dadurch der frühzeitige Ausfall des Mastes in den meisten Fällen verhindert werden.

Die Verwendung von Sockeln bei stehenden Stangen ist weniger zu empfehlen, da auch bei aller Vorsicht vielfach nicht vermieden werden kann, dass der Mast trotzdem innert relativ kurzer Zeit ersetzt werden muss. Vor dem Stellen eines bereits stehenden Mastes auf einen Betonsockel muss deshalb genau abgeklärt werden, ob der Mast noch gesund und nicht schon durch holzerstörende Pilze angegriffen ist.

### 2. Siemens-Bandagen (Wolmansalze)

Beim SE Genève wurden in den Jahren 1939–1942 Versuche mit Siemens-Bandagen durchgeführt, in deren Verlauf 1656 Masten behandelt wurden. Die erzielten Ergebnisse waren sehr befriedigend. Die Verwendung solcher Bandagen führt jedoch immer wieder zu Vergiftungen beim Vieh, was auch in Genf verschiedentlich vorkam.

### 3. Anstreichen des Mastfusses und Desinfizieren des Bodens unter Verwendung von Wolmansalzen und Karbolineum

Der Nachteil dieser Behandlung besteht darin, dass sie von Zeit zu Zeit wiederholt werden muss.

<sup>3)</sup> Die durchschnittliche Lebensdauer der im Kreis Genf in den Jahren 1940...1945 ersetzten Telephonstangen betrug nur 13,49 Jahre.

Sofern es jedoch möglich ist, die Behandlung anlässlich der periodischen Stangenkontrolle durchzuführen, ist dieses Verfahren für den Unternehmer das billigste. Um wirksam zu sein, sollte der Anstrich wenn möglich bei warmem Wetter vorgenommen werden. In Genf wird seit einiger Zeit für diese Behandlung das sog. Karbolineum Avenarius, mit welchem gute Erfahrungen gemacht werden, verwendet.

### 4. Nachbehandlung der Stangen nach dem Impfstichverfahren

Seit 1941 wurden beim SE Genève von einem Spezialisten insgesamt 6658 Stangen, die im allgemeinen weniger als 6 Jahre standen, nach dem



Fig. 7  
Querschnitt durch einen im Jahre 1935 gestellten und 1942 nach dem Impfstichverfahren nachbehandelten Mast. Reagenzprobe mit Alizarin-Zirkonium

Impfstichverfahren nachbehandelt. Bis heute ist keine einzige dieser Stangen gefault.

Von 1952 an lässt der Service de l'électricité de Genève von den Lieferanten von Boucheriestangen einen Doppelstockschutz nach dem Impf-

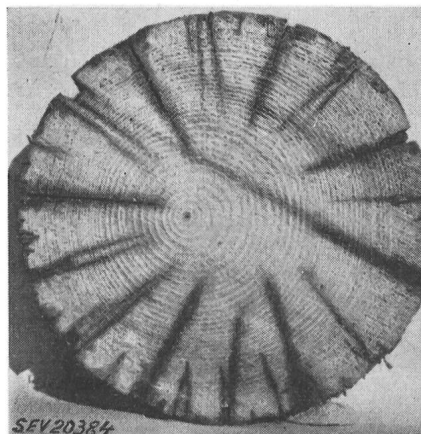


Fig. 8  
Querschnitt durch einen nach dem Impfstichverfahren behandelten Mast vor der Vornahme der Reagenzprobe

stichverfahren anbringen. Nach unseren Erfahrungen ist es am besten, die Behandlung erst durchzuführen, wenn das Holz mehr oder weniger trocken



ist. Der Entscheid, ob dieses Verfahren angewandt werden soll oder nicht, hängt unserer Auffassung nach weitgehend vom Vertrauen in die Arbeit der Imprägnieranstalten ab.

Fig. 7 zeigt einen im Jahre 1951 abgesägten Abschnitt eines im Jahre 1935 gestellten und 1942 nach dem Impfstichverfahren nachbehandelten Mastes, auf dem die Reagenzprobe mit Alizarin-Zirkonium vorgenommen wurde. Man sieht deutlich, dass die Imprägnierung bis beinahe zum Kern des Mastes hineinreicht und damit eine Zone schützt, in der der Gehalt an Kupfersulfat zum mindesten sehr klein ist.

Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch einen drei Monate vorher nach dem Impfstichverfahren behandelten Mast, vor der Vornahme der Reagenzprobe.

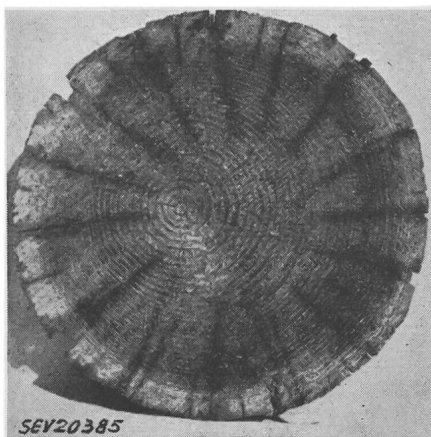


Fig. 9

Gleicher Querschnitt wie in Fig. 8 nach der Reagenzprobe

In Fig. 9 ist der gleiche Querschnitt nach der Reagenzprobe zu sehen. Dieser Mast wurde zu Versuchszwecken auf dem Imprägnierplatz nachgeimpft. Da er nie aufgestellt wurde, waren die Bedingungen, unter denen sich die Imprägnierflüssigkeit im Mast verteilte, nicht günstig. Trotzdem kann eine ganz bedeutende Eindringtiefe der Wolmansalze festgestellt werden. Der gezeigte Abschnitt enthält ungefähr 700 g Salz pro m<sup>3</sup>.

### 5. Behandlung des Mastfusses mit Teeröl

In seiner Broschüre «Einige Erfahrungen mit boucherisierten Leitungsmasten» schlägt Prof. Gäumann u. a. vor, den Mastfuss während mehrerer Stunden in heisses Teeröl von ca. 100 °C einzutauchen. Fig. 10 zeigt die Wirkung dieser Behandlung. Die sichtbare Eindringtiefe ist sehr schwach. In Wirklichkeit ist sie sogar noch geringer als auf dem Bild, da das Teeröl nach dem Abschneiden des Versuchsstückes der Schnittfläche nachdiffundierte. Im übrigen wurde bei diesem Versuchs-Abschnitt streng darauf geachtet, dass alle Voraussetzungen für ein gutes Resultat gegeben waren: Nach der Imprägnierung mit Kupfersulfat wurde das Holz ein Jahr lang gelagert und hierauf während einer ganzen Nacht in ein Teerölbad von 120 °C gelegt. Es

wäre sehr aufschlussreich, solche Versuche unter Anwendung der sog. Double-Tank-Methode durchzuführen.

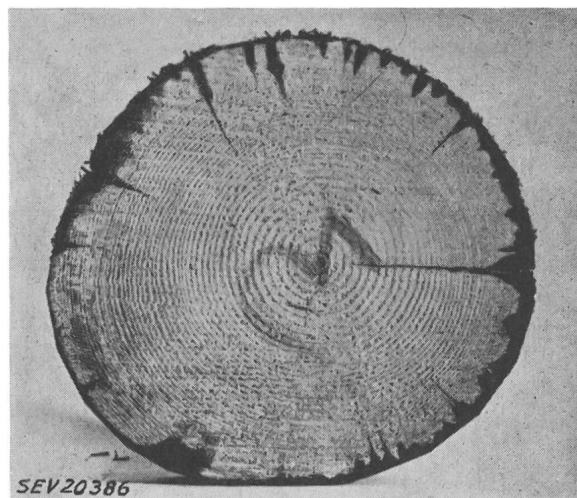


Fig. 10

Querschnitt durch einen mit heissem Teeröl behandelten Mastfuss

### 6. Doppelstockschutz

Es handelt sich in den meisten Fällen darum, Stangen, die bereits nach dem Boucherieverfahren mit Kupfersulfat behandelt wurden, nach dem gleichen Verfahren noch mit einer Lösung von Wolmansalzen zu imprägnieren. Dabei sollen die Salze im allgemeinen ungefähr 3...4 m weit in den Stamm eindringen. Fig. 11 zeigt einen Querschnitt durch einen nach diesem Verfahren imprägnierten Mast. Um den Nachweis des Vorhandenseins der beiden Imprägniermittel in der gefährdeten Zone zu erbringen, wurde der Abschnitt zu einer Hälfte mit Blutlaugensalz und zur andern Hälfte mit Alizarin-Zirkonium behandelt. In dem mit den zuletzt genannten Reagenzmitteln behandelten Abschnitt sind die Wolmansalze als kleine, auf dem Bild kaum sichtbare Punkte zu erkennen.

Im Vergleich zu den Stangen, die einzig nach dem Boucherieverfahren behandelt wurden, sind die Er-

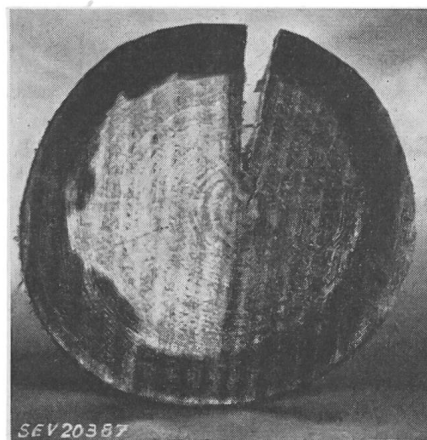


Fig. 11

Querschnitt durch einen nach dem Boucherieverfahren mit Kupfersulfat behandelten Mast mit Doppelstockschutz mit Wolmansalzen

Linke Hälfte: Reagenzprobe mit Blutlaugensalz zum Nachweis des Kupfersulfates; rechte Hälfte: Reagenzprobe mit Alizarin-Zirkonium zum Nachweis der Wolmansalze

fahrungen mit dem geschilderten Doppelstockschutz gut. Die zusätzliche Behandlung gibt dem Werk jedoch keine Garantie dafür, dass die Masten nicht gleichwohl vom Porenhau schwamm angegriffen werden. Es sind denn auch verschiedentlich Fälle bekannt, in denen die mit einem Doppelstockschutz behandelten Maste gegenüber dem Porenhau schwamm keine grössere Resistenz aufwiesen als Stangen, die nur nach dem Boucherieverfahren behandelt wurden.

Wie die Tab. I zeigt, sind die in Genf mit diesem Verfahren bis heute gemachten Erfahrungen gut. Die in dieser Tabelle aufgeführten Lieferungen der Imprägnieranstalten A, B und C betreffen Stangen, die nur mit Kupfersulfat behandelt wurden, die

5,57 : 0,95 = 5,85, ein Ergebnis, das mit ähnlichen Untersuchungen von Nowotny und Malenkovic sowie mit denjenigen anderer Werke übereinstimmt. Es besteht somit kein Zweifel, dass der Doppelstockschutz, sofern er sorgfältig und mit Qualitätsprodukten durchgeführt wird, bedeutend bessere Resultate ergibt als die Anwendung des Boucherieverfahrens allein.

Tab. I zeigt im übrigen deutlich, dass der Preis einer Stange eine relative Grösse ist. Wenn ein Werk innert 12 Jahren rund 30 % seiner Masten ersetzen muss, wie dies bei den Lieferungen der Imprägnieranstalt A der Fall war, so ist der Wert dieser Stangen jedenfalls ein ganz anderer als z. B. derjenige der Stangen der Imprägnieranstalt D.

Zahl der in den ersten 11 Jahren nach dem Stellen infolge Fäulnis ersetzten Stangen  
und Vergleich zwischen den Lieferungen von 4 Imprägnieranstalten

Tabelle I

Stangenlieferungen				Stangenersatz im .... Jahr nach dem Stellen											Total der Stangen %
Imprägnier- anstalt	Jahr	Anzahl Stangen		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
A	1934	455	Anzahl ersetzte Stangen  in % der bezogenen Stangen	0	3	12	26	49	42	12	8	32	45	15	244 Stück
	1935	260													
	1936	150													
		865													
				0	0,35	1,39	3,00	5,66	4,85	1,39	0,92	3,70	5,20	1,73	28,2 %
B	1933	615	Anzahl ersetzte Stangen  in % der bezogenen Stangen	0	3	9	28	48	25	19	28	9	11	19	199 Stück
	1934	285													
	1935	311													
		1211													
				0	0,24	0,74	2,31	3,96	2,06	1,57	2,31	0,74	0,91	1,57	16,4 %
C	1937	700	Anzahl ersetzte Stangen  in % der bezogenen Stangen	1	0	5	9	5	27	8	25	5	6	0	91 Stück
	1938	450													
	1939	483													
		1633													
				0,06	0	0,30	0,55	0,30	1,65	0,49	1,53	0,30	0,37	0	5,57 %
D	1937	504	Anzahl ersetzte Stangen  in % der bezogenen Stangen	1	0	0	4	2	1	2	3	0	3	1	17 Stück
	1938	384													
	1939	905													
		1793													
				0,05	0	0	0,22	0,11	0,05	0,11	0,17	0	0,17	0,05	0,95 %

jenigen der Imprägnieranstalt D solche mit Doppelstockschutz. Der Vollständigkeit halber sei bemerkt, dass die Lieferungen der Imprägnieranstalten A und B tatsächlich noch schlechter waren. Deren Stangen wurden z. T. vor 1936, von welchem Zeitpunkt an die Statistik geführt wurde, gestellt. Es muss angenommen werden, dass einzelne Stangen dieser Lieferungen bereits vorher ersetzt werden mussten und somit in der Aufstellung nicht berücksichtigt sind.

Die Lieferungen der Imprägnieranstalt D, die nur Stangen mit Doppelstockschutz enthalten, übertreffen ganz wesentlich die Qualität der Lieferungen der Imprägnieranstalt C, die unter den einfach boucherisierten Stangen das beste Ergebnis aufweisen. Das Verhältnis der infolge Fäulnis frühzeitig ersetzten Doppelstockschutz- und den einfach imprägnierten Stangen der Imprägnieranstalt C beträgt

### Schlussfolgerungen

Den vorliegenden Ausführungen kann entnommen werden, dass die Lebensdauer der Masten durch vorbeugende Massnahmen und Nachbehandlungen spürbar verlängert werden konnte. (Kürzlich durchgeführte Erhebungen haben gezeigt, dass sich die Situation nochmals verbessert hat.)

Mit welchem Aufwand wurden diese Verbesserungen erreicht? Selbstverständlich erfordern solche Massnahmen auch gewisse Kosten; sie betragen pro behandelte Stange im Durchschnitt ca. Fr. 2.— pro Jahr. In dieser Summe ist der Ankauf von Sockeln, deren Kosten auf eine grössere Anzahl Jahre verteilt werden können, inbegriffen. Die hierfür erforderlichen Ausgaben werden jedoch in dem Masse, in dem die Netze weiter ausgebaut werden, abnehmen.

Obwohl mit den getroffenen Massnahmen gute Erfahrungen gemacht wurden, so haben wir doch das Gefühl, dass diese nur dazu beitragen, die Nachteile eines schlechten Imprägnierverfahrens auszugleichen und dass die Werke damit einen Teil der Arbeiten der Imprägnieranstalten übernehmen, was bei einer Verbesserung der Imprägniertechnik vermieden werden könnte.

Wir sind uns durchaus bewusst, dass eine ver-

besserte Imprägnierung auch eine gewisse Preiserhöhung zur Folge haben wird. Unsere Ausführungen haben jedoch gezeigt, dass der Ankaufspreis eines Mastes nicht entscheidend ist, sondern vielmehr sein effektiver wirtschaftlicher Wert, d. h. die Kosten einer Stange pro Jahr.

Adresse des Autors:

L. Carlo, chef des réseaux, Service de l'électricité de Genève, 12, rue du Stand, Genf.

## Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge

zu den an der Diskussionsversammlung des VSE vom 15. November 1951 in Bern gehaltenen Vorträgen

Den Diskussionsvoten konnte entnommen werden, dass einzelne Unternehmungen grosse Anstrengungen zur Verbesserung der Imprägnierung unternehmen.

Der erste Redner erläuterte sehr ausführlich das sogenannte Kuntzsche Imprägnierverfahren, das im Ausland (Österreich, Ungarn usw.) angewendet wird.

Dem Vortrag des zweiten Referenten konnte entnommen werden, dass bei seiner Unternehmung speziell dem Stockschutz grosse Aufmerksamkeit geschenkt wird. Ferner unternimmt dieses Werk verschiedene andere Versuche, um die Lebensdauer der Stangen zu erhöhen, so u. a. das Ankohlen und Bespritzen mit Teeröl in der Einbauzone. Auch das Impfstichverfahren wird angewendet und soll zu befriedigenden Resultaten geführt haben.

Ein dritter Referent schilderte die Erfahrungen

bei einem Elektrizitätswerk der welschen Schweiz; auch bei diesem wird der Nachbehandlung der Stangen grösste Aufmerksamkeit geschenkt.

Der Redner eines grossen Überlandwerkes erläuterte die Bestrebungen seiner Unternehmung hinsichtlich des vorzeitigen Stangenausfalles. An Hand von Berechnungstabellen bewies der Referent, dass die Mehraufwendungen für eine bessere Imprägnierung mit UA-Salzen oder für die Nachimprägnierung mit solchen Salzen sich durchaus lohnen, wenn die dadurch erreichte Verlängerung der Lebensdauer berücksichtigt wird.

Die Anregung des Versammlungsleiters, Direktor Wüger, die Frage der Imprägnierverfahren vom VSE aus zu prüfen, wurde allgemein unterstützt, und die Versammlung gab einstimmig dem Wunsche Ausdruck, dass eine Kommission damit beauftragt werde.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Werkdemonstration bei Emil Haefely & Cie. A.-G., Basel

659.15 : 621.3(494)

Die Firma Emil Haefely & Cie. A.-G., Basel, führte im Dezember 1952 Werkdemonstrationen durch, in deren Mittelpunkt die Besichtigung und Prüfung des Prototyps einer 220-kV-Messgruppe stand.

Direktor Dr. J. E. Haefely begrüsst die Gäste und gab einen kurzen Überblick über Werdegang und Struktur der Firma. Der Ausgangspunkt des Fabrikationsprogrammes des im Jahre 1904 gegründeten Unternehmens war die Herstellung von Isoliermaterialien, hauptsächlich in Form des Hartpapiers unter dem Namen Haefelyt. Die Firma hat in der Entwicklung und Anwendung des Hartpapiers als Isolationsmaterial in der Hochspannungstechnik Pionierdienste geleistet. Im Anschluss an die Isolation von Wicklungen entfaltete sich eine Reparaturabteilung für Umwicklungen. Durch diese Tätigkeit wurde das Unternehmen vertraut mit Maschinen und Transformatoren jeder Art und Herkunft, was veranlasste, dass der Bau von Mess- und Prüftransformatoren selbst aufgenommen wurde. Aus diesem Arbeitsgebiet ging die Abteilung für Prüffeldeinrichtungen hervor. Vor 25 Jahren wurde mit dem Bau statischer Kondensatoren begonnen. Ende der 30er Jahre nahm die Firma den Bau von Leistungstransformatoren in ihr Fabrikationsprogramm auf, wobei das Programm auf den Leistungsbereich von rund 100...15 000 kVA beschränkt wurde. Vor 30 Jahren entschloss man sich, im benachbarten Elsass, in St. Louis, eine Zweigniederlassung zu gründen. Diese Fabrik arbeitet in enger Gemeinschaft mit dem Hauptsitz und hat ihr Schwergewicht auf die Isolierabteilung, die Kondensatorenabteilung und die Umwicklerei verlegt, wogegen sie keine Transformatoren und Messwandler baut. Sie beschäftigt rund 350 Personen, während in den Basler Werken etwa 500 Arbeiter und Angestellte arbeiten. Die Firma glaubt mit diesem Umfang ein wirtschaftliches Optimum erreicht zu haben und verlegt heute ihr Hauptgewicht auf den innern Ausbau.

Nach diesen Ausführungen erläuterte Vizedirektor W. Ringer den Aufbau der Messgruppen. Solche Gruppen werden seit dem Jahre 1928 gebaut. Es handelte sich damals um Dreiphasen-Messgruppen, die sich bestens bewährt haben und heute noch in Betrieb sind. Die Ausführung hat aber keine allgemeine Verbreitung gefunden und wurde später durch die Einphasen-Messgruppe abgelöst, die sich sehr rasch in allen Netzen eingeführt hat. Diese Ausführung erlaubt den getrennten polweisen Einbau und wird überall dort mit Vorteil verwendet, wo die Platzverhältnisse beschränkt sind. Der Bau der Messgruppen wurde mit der Zeit von 45 kV bis auf 150 kV ausgedehnt. Die neueste Ausführung, deren Prototyp (Fig. 1) anschliessend besichtigt wird, ist nun sogar für 220 kV dimensioniert. In der Erkenntnis der technischen Notwendigkeit, die Wicklungen der Messwandler stossfest auszuführen, sind sämtliche Konstruktionen entsprechend gebaut und werden, obwohl dies heute noch nicht vorgeschrieben ist, mit Stoßspannung geprüft.

Vizedirektor A. Métraux trat hierauf näher auf den Prototyp der 220-kV-Messgruppe ein. Diese übersetzt die Spannung von 220 kV Betriebsspannung auf 220 V Meßspannung und den durchfliessenden Strom von 500 A auf 5 A. Die in Stützbauart ausgeführte Gruppe enthält in der Isolatorsäule den Spannungswandler und im Sockel den Stromwandler. Die Zuführung des Stromes zum Stromwandler erfolgt über eine potentialgesteuerte Zuleitung. Übersetzungs- und Winkelfehler der Gruppe entsprechen der Klasse 0,2 und sind von 34...270 kV praktisch konstant. Dies hat die angenehme Folge, dass die Gruppe nötigenfalls bei Störungen vorübergehend auch in einer 150-kV-Anlage eingesetzt werden kann. Überdies zeichnet sich die Gruppe durch eine hohe Kurzschlussfestigkeit aus, und die Wicklungsanordnung hält allen Überspannungen stand, wie sie in Hochspannungsleitungen auftreten können. Die Prüfung im Laboratorium erfolgt mit einer Stoßspannung von rund 1 Million Volt und beansprucht das Material unter so ungünstigen Umständen, wie sie im Betrieb praktisch nie vorkommen.