

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 44 (1953)

Heft: 2

Artikel: Die Imprägnierverfahren für Holzmasten und die damit gemachten Erfahrungen

Autor: Weilenmann, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059909>

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: 16.01.2026

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

der im 1. Stock des Maschinenhauses befindliche Teil. Dorthin floss infolge des entstehenden zweipoligen Erdkurzschlusses ein Kurzschlußstrom von rund 7000 A. Diesem Strom war das Kabel 5 (25 mm² Cu) nicht gewachsen. Noch bevor die Ein-



Fig. 10
Abgehobene Abdeckplatten des Kabelkanals
Gewicht pro Stück ca. 25 kg

stellzeit der Relais des Schalters 6 abgelaufen war, schmolzen die 2 den Kurzschlußstrom führenden Leiter und zwar zunächst an einzelnen Stellen. Im Kabel 5 müssen dadurch weitere Kurzschlüsse aufgetreten sein, so dass die Relais des Schalters 6 abfielen. Bis hierauf die Relais zu den Schaltern 3a und 3b mit 3 s Auslösezeit abgelaufen waren, explodierte das Kabel 5 an verschiedenen Stellen, wobei die Umgebung des Kabels 5 im Gebäude und im

Betonkanal mechanisch, thermisch und durch Zündung weiterer Kurzschlusslichtbogen in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Die Fig. 2...11 vermitteln ein anschauliches Bild dieser Auswirkungen.

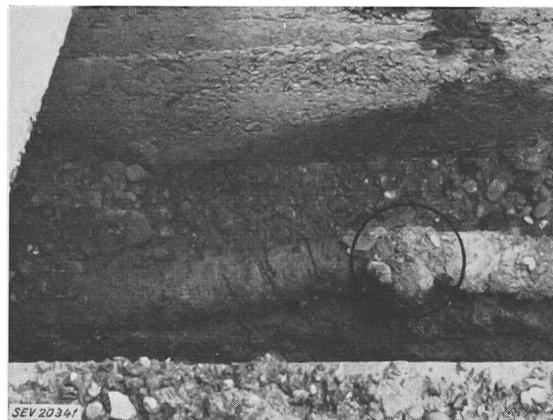


Fig. 11
16-kV-Verbindungsleitung im Kanal zwischen den Gebäuden
Das Kabel ist verbogen und weist seitwärts (im Kreis)
ein Loch auf

Der Verfasser möchte nicht versäumen, den BKW für ihre zuvorkommende Mithilfe bei der Abklärung der Störung und für die Überlassung der Photographien, sowie für die Ermöglichung der Bekanntgabe herzlich zu danken.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. K. Berger, Versuchsleiter der Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

Die Imprägnierverfahren für Holzmasten und die damit gemachten Erfahrungen¹⁾

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des VSE vom 15. November 1951 in Bern,
von E. Weilenmann, Luzern

(Deutsche Fassung des Vortrages von L. Carlo, Genève: «Les procédés utilisés jusqu'à ce jour pour l'imprégnation des poteaux en bois et les expériences faites avec ces procédés.»)

621.315.668.1.004.4

Die Vernichtung von Stangenholz durch biologische Vorgänge verlangt eine bessere Imprägnierung der Masten. Es werden die in der Schweiz und im Ausland angewandten Konservierungsmethoden am saftfrischen und trockenen Holz beschrieben.

La destruction des poteaux de bois par des processus biologiques demande une meilleure imprégnation du bois. Les méthodes de conservation sur bois vert et sec appliquées en Suisse et à l'étranger sont décrites ci-après.

I. Einleitung

Bis vor ungefähr 20 Jahren war Holz in unbeschränkten Mengen erhältlich. Seither haben sich die Verhältnisse stark geändert und heute stösst die Beschaffung von Holz auf immer grössere Schwierigkeiten. Es ist deshalb nötig, mit dem Holz so sparsam als möglich umzugehen und das verarbeitete Holz durch eine geeignete Konservierung möglichst lang zu erhalten. Mit Rücksicht auf die bedeutenden Kosten beim vorzeitigen Ausfall von Holzmasten haben die Elektrizitätswerke aber auch ein grosses finanzielles Interesse an einer guten Imprägnierung der Masten. Berechnungen, die vom Service de l'électricité de Genève durchgeführt wurden, haben ergeben, dass die Durch-

schnittskosten für den Ersatz einer Holzstange im Durchschnitt rund Fr. 220.— betragen. Davon entfallen nur ca. Fr. 70.— auf den Anschaffungspreis der Stange und der Rest, d. h. Fr. 150.—, auf Arbeitslöhne und Transportkosten sowie auf den Einnahmenausfall des Werkes. Diese Zahlen allein zeigen mit aller Deutlichkeit, dass die Anschaffungskosten der Holzmasten, gesamthaft gesehen, nicht so sehr ins Gewicht fallen, unter der Voraussetzung allerdings, dass eine gewisse minimale Lebensdauer der Masten erreicht wird. Für die Richtigkeit dieser Feststellung spricht die Tatsache, dass heute in zunehmendem Masse Betonmasten, welche bedeutend mehr kosten, verwendet werden.

Die Anforderungen, die heute an ein Imprägniermittel gestellt werden müssen, sind die folgenden:

¹⁾ vgl. Bull. SEV Bd. 44(1953), Nr. 1, S. 14...20.

1. Das Imprägniermittel muss Pilze und Insekten von den Stangen fernhalten, ohne dass das Stangenholz angegriffen wird.
2. Die Imprägnierung soll einfach durchführbar sein.
3. Die Wirkung des Imprägniermittels muss von möglichst langer Dauer sein, d. h., das Imprägniermittel soll sich unter der Einwirkung der Nässe nicht chemisch zersetzen und nicht auswaschen lassen.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben leider gezeigt, dass diese Erfordernisse von den wenigsten Imprägniermitteln ganz erfüllt werden. Wohl ist es mit den bis heute angewendeten Verfahren gelungen, das Faulwerden der Masten in vielen Fällen zu verlangsamen. Andererseits scheinen jedoch viele Imprägnierverfahren gegenüber gewissen Pilzarten, so namentlich gegenüber dem sog. Porenhaus-schwamm, unwirksam zu sein, so dass auch heute noch viele Holzmasten frühzeitig ersetzt werden müssen.

Wir unterscheiden drei Gruppen von Holzzerstörungen:

1. Die Zerstörungen physiologischer Natur als Folge von Störungen während des Wachstums des Baumes.
2. Die Zerstörungen biologischer Natur, verursacht durch Lebewesen, die sich aus Stoffen des Holzes ernähren und dieses zerstören (Bakterien, Pilze, Insekten).
3. Die Zerstörungen, welche durch physikalische oder chemische Einflüsse verursacht werden. Als solche kommen namentlich in Frage: der Einfluss von Kälte und Hitze, das Eindringen von Wasser und die Einwirkung von Säuren und Läugen.

Der Stangenbesitzer muss vor allem mit der zweiten Gruppe von Zerstörungen rechnen. Unter diesen sind die Zerstörungen, die durch Fäulnispilze hervorgerufen werden, die weitaus häufigsten und auch am schwersten zu bekämpfen.

Es steht heute fest, dass schon im Mittelalter versucht wurde, die der Witterung und der zerstörenden Wirkung von Pilzen und Insekten ausgesetzten Hölzer zu schützen. Dabei handelte es sich damals in erster Linie um den Schutz von Kunstwerken.

Die industrielle Anwendung von Imprägnierverfahren ist erst seit dem 17. Jahrhundert bekannt. Im Jahre 1675 empfahl Glauber, die Hölzer in ein Gemisch von Holztee und Holzessig einzutauchen. 30 Jahre später schlug Homberg vor, anstelle dieses Gemisches eine Lösung von Quecksilbersublimat zu verwenden. Immer neue Verfahren wurden entdeckt. Allein zwischen 1705 und 1801 entstanden 17 neue Verfahren und von 1801—1851 deren 124. Auch seither ist kein Jahr vergangen, ohne dass nicht eine neue Methode bekannt geworden wäre.

Mit Ausnahme des Osmoseverfahrens waren schon im Jahre 1850 alle klassischen Verfahren bekannt, wenn deren technische Anwendung auch noch nicht durchwegs vollkommen war. Im Jahre 1705 entdeckte Homberg die Kyanisierung, 30 Jahre später Magnol, Hales und de la Baisse die Imprägnierung saftfrischer Stämme und 1831 Bréant das Kesselverfahren. Im Jahre 1837 schliesslich schlug Dr. Boucherie die natürliche Imprägnierung, d. h. das Saftverdrängungsverfahren vor, das vier Jahre später seine heutige Form erhielt.

Um sich in der Vielzahl der Verfahren zurechtzufinden, ist es nötig, diese zu klassifizieren. Dabei kann eine grobe Einteilung in zwei Kategorien vor-

genommen werden, je nachdem, ob die Behandlung am saftfrischen oder am trockenen Holz vorgenommen wird.

II. Die Behandlung saftfrischer Hölzer

1. Das Boucherie- oder Saftverdrängungsverfahren

Es wird auch das natürliche Verfahren genannt, indem der Imprägnierstoff dem Holz in gleicher Weise zugeführt wird, wie dem lebenden Baum der Saft. Bei den ersten Versuchen wurde der Imprägnierstoff dem stehenden Baum am Fuss und an den Ästen zugeführt. Heute werden die zu imprägnierenden Stangen auf eine Barre nebeneinander gelegt, das Fußstück etwas erhöht. Die Imprägnierlösung, die sich in Behältern auf einem Turm befindet, gelangt durch Kupferrohre zu den auf der Barre liegenden Stangen. Unter Ausnutzung des natürlichen Druckes fliesst die Lösung axial durch die Saftbahnen, wobei sie den Saft vor sich herausdrängt.

Die Dauer der Tränkung hängt weitgehend von der Frische des Holzes ab. Die vollständige Durchtränkung des Stammes kann durch einen Anstrich der oberen Schnittfläche mit einer Lösung von 1prozentigem Blutlaugensalz festgestellt werden, wobei sich alle imprägnierten Teile dunkelrot färben.

Das Boucherieverfahren kann mit verschiedenen Imprägniermitteln durchgeführt werden. In der Schweiz wird sozusagen durchwegs eine 1prozentige Kupfersulfatlösung verwendet; in andern Ländern wird die Imprägnierung nach diesem Verfahren auch mit anderen Lösungen, wie z. B. mit Wolmansalzen, Zinkfluorid, Fluornatrium, Zinkchlorid usw. vorgenommen, wobei die achsiale Eindringtiefe beschränkt ist!

Soll eine nach dem Boucherieverfahren imprägnierte Stange den sog. Doppelstockschatz erhalten, so wird sie nach dem gleichen Verfahren zusätzlich noch mit einer Lösung von Wolmansalzen behandelt. Diese Tränkung dauert aber nur so lange, bis die Wolmansalze ca. 3...4 Meter in den Mast eingedrungen sind, wobei die Wolmansalzlösung in dieser Zone das Kupfersulfat verdrängt.

Die Zusammensetzung des Bodens hat einen grossen Einfluss auf die Lebensdauer der mit Kupfersulfat behandelten Stangen, und es scheint, dass bei kalkhaltigem, sandigem und eisenhaltigem Boden im allgemeinen nur mit einer relativ kurzen Lebensdauer solcher Masten gerechnet werden kann.

2. Trogsaugverfahren

Das Trogsaugverfahren ist eine Weiterentwicklung des Boucherie- oder Saftverdrängungsverfahrens. Das saftfrische Holz wird weissgeschält, und — nachdem vorher an beiden Enden Anschlusskappen befestigt wurden, die zu einer Vakuumleitung führen — unmittelbar darauf in einen mit Imprägnierlösung gefüllten Trog gebracht. Durch die Vakuumleitung wird von den beiden Stangenenden aus der Saft und die nachdrängende Imprägnierlösung abgesaugt. Die Lösung dringt dabei durch die Mantelfläche der zu imprägnierenden Stangen zunächst radial ein und wird dann von der dieser

Stelle am nächsten liegenden Stirnfläche axial abgesaugt.

Über dieses Verfahren liegen bis heute zu wenig Erfahrungen vor, so dass darüber noch kein endgültiges Urteil gefällt werden kann¹⁾.

3. Osmoseverfahren

Dieses von Schmittuz entwickelte Verfahren ist relativ einfach und braucht keine grossen Einrichtungen. Die ganze Arbeit besteht darin, dass die saftfrischen, geschälten Stämme mit der Imprägniermasse bestrichen werden. Hierauf werden die Stämme gestapelt, mit wasserundurchlässigem Papier zugedeckt und ca. 4 Monate liegen gelassen. Die Imprägnierung erfolgt dadurch, dass die auf den Stamm aufgetragene Imprägniermasse durch osmotischen Druck langsam in das Holzgewebe eindringt, wobei die Eindringtiefe nach vier Monaten ca. 4 cm erreicht.

Als Imprägnierstoff können verschiedene wasserlösliche Salzgemische verwendet werden. Nach den Vorschriften der Deutschen Bundespost vom Jahre 1948 muss diese Lösung die folgende Zusammensetzung aufweisen:

27,5 % Natriumfluorid
37,5 % Natriumbichromat
25,0 % Arsensaures Natrium (Natriumarseniat)
10,0 % Dinitrophenol

Zu dieser Mischung kommen noch 5 % kolloide Stoffe, welche als Lösungsmittel dienen. Die Handelsbezeichnung des daraus resultierenden Produkts ist «Osmolit U Arsen». Für die Verwendung dieses Mittels werden 10 Teile des Salzes mit 9 Teilen Wasser gemischt. Wenn die Imprägnierung nach den Vorschriften der Deutschen Bundespost durchgeführt wird, werden von Fichten und Tannen pro m³ 3...4 kg des Salzes absorbiert.

III. Die Behandlung trockener Hölzer

1. Die Trogverfahren

a) Einfache Kyanisierung

Die erste Imprägnierung mit Quecksilbersublimat, allgemein «Sublimat» genannt, wurde im Jahre 1705 von Dr. Homberg durchgeführt. Aber erst im Jahre 1823 gelang es dem Chemiker Kyan, von dem der Name des Verfahrens stammt, dieses industriell auszuwerten.

Das Verfahren besteht im wesentlichen darin, dass das Holz während einer genügend langen Zeit in eine Lösung von Quecksilbersublimat eingelegt wird. Da das Sublimat eine ätzende Flüssigkeit ist, erfolgt die Imprägnierung in Betonröhren.

Die Konzentration des Bades beträgt 1:150, nimmt jedoch während der Imprägnierung infolge der Reaktion der Sublimate mit den Eiweißstoffen und der Holz-Zellulose ab. Die vom Holz als Salz absorbierte Sublimatmenge ist infolgedessen grösser als diejenige, die dem Produkt aus der absorbierten Flüssigkeitsmenge und der ursprünglichen Badkonzentration entsprechen würde.

Dieses Verfahren gelangte früher auf breiter Basis in England zur Anwendung, wurde später je-

¹⁾ siehe Mahlke-Troschel-Liese: Handbuch der Holzkonservierung, 3. Aufl. (1950), S. 230.

doch durch das Kesseltränkverfahren ersetzt. In Deutschland wird seit 1916 das sog. «kombinierte» Verfahren angewendet, bei dem die Imprägnierung mit einer Mischung von Quecksilbersublimat und Fluornatrium erfolgt.

Die Imprägnierdauer variiert je nach der Holzart zwischen 2 und 10 Tagen, wobei eine Eindringtiefe des Quecksilbersublimates von 3...15 mm erreicht wird.

Die Kyanisierung hat den Nachteil, dass eine lange Behandlungszeit, grosse Tröge und damit auch eine bedeutende Menge Imprägniermittel notwendig sind. Noch schwerer wiegend jedoch ist die Tatsache, dass die Imprägnierung nur eine oberflächliche ist. Zudem werden die so behandelten Fichtenstämme leicht rissig, so dass die Fäulnisstoffe neue Angriffsflächen finden.

b) Tiefkyanisierung

Durch Anwendung der sog. Tiefkyanisierung wurde versucht, die einfache Kyanisierung zu verbessern. Um eine grössere Eindringtiefe zu erreichen, erhält der Holzstamm eine Vorbehandlung, wofür verschiedene Methoden existieren.

Im allgemeinen hat die Kyanisierung, und zwar sowohl die einfache als auch die Tiefkyanisierung, beim Setzen der Stangen in kalkhaltigen Boden oder in Gegenden, in denen gewisse holzzerstörende Insekten (Holzwespe, Hausbock usw.) vorkommen, nicht zu befriedigenden Resultaten geführt.

2. Kesseltränkung

Dieses Verfahren wird von Prof. Dr. Mörrath im Handbuch von Mahlke-Troschel²⁾ als das vollkommenste bezeichnet. Leider ist es für die meisten in unserem Lande vorkommenden Hölzer nicht verwendbar. Ohne Vorbehandlung eignet es sich nur für die Behandlung von Weisstannen und Kiefern.

Die Kesseltränkungsverfahren können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- a) Volltränkverfahren
- b) Sparverfahren

a) Volltränkverfahren

Beim *Volltränkverfahren*, das von Bethell und Payeu entwickelt wurde, werden die Stangen in einen Druckkessel gelegt; in diesem wird zuerst ein Vakuum von einem Zehntel des Luftdruckes erzeugt, wodurch den Holzzellen die Luft entzogen wird. Hierauf wird der Druckkessel mit dem Imprägniermittel (Zinkchlorid, Fluornatrium oder Steinkohlenteeröl) gefüllt.

Föhren nehmen bei diesem Verfahren ganz bedeutende Mengen des Imprägniermittels auf. Das Volltränkverfahren kann auch mit Steinkohlenteeröl durchgeführt werden, eine Methode, die von Bethell in England eingeführt wurde. Die damit erzielten Resultate gehören zu den besten, die bis heute erreicht wurden, beträgt doch die mittlere Lebensdauer solcher Stangen 35 und mehr Jahre.

Das Volltränkverfahren wird heute — die Behandlung im Kippdruckkessel ausgenommen — nicht mehr in seiner ursprünglichen Form ange-

²⁾ Mahlke-Troschel-Liese: Handbuch der Holzkonservierung, 3. Auflage (1950).

wendet und ist durch die sog. Sparverfahren vollends verdrängt worden.

b) Sparverfahren

D a s e i n f a c h e R ü p i n g - S p a r v e r f a h r e n

Bei diesem Verfahren werden die Stämme, je nach der Holzart und der Trockenheit des Holzes, zuerst einem Druck von 1...4 kg/cm² ausgesetzt. Hierauf wird der Zylinder mit warmem Steinkohlenteeröl gefüllt und der Druck für ca. eine Viertelstunde auf ungefähr 6...9 kg/cm² erhöht. Die Flüssigkeit dringt nun in das Holz ein und verdrängt die Luft gegen die Mitte des Stammes. Dann wird der Druckkessel geöffnet. Durch den dadurch entstehenden Unterdruck drückt die komprimierte Luft im Innern des Holzes gegen die Außenkante und treibt das überschüssige Steinkohlenteeröl aus dem Stamm heraus. Um das Austreten des Steinkohlenteeröls zu erleichtern, werden die Stämme am Schluss noch einem sog. Reinigungsvakuum ausgesetzt. Die Menge Steinkohlenteeröl, die im Holz bleiben soll, beträgt 70—80 kg pro m³.

Die Erfahrungen haben ergeben, dass das einfache Rüping-Verfahren nur bei der Kiefer zu guten Resultaten führt.

Das doppelte Rüping-Verfahren wird sozusagen ausschliesslich für die Behandlung von Buchen verwendet. Hier werden die Stämme zweimal nacheinander nach dem einfachen Rüping-Verfahren behandelt. Dieses Verfahren wird heute nur noch von der SNCF für die Imprägnierung von Bahnschwellen angewendet.

D a s D e s s e m o n d - V e r f a h r e n

Es handelt sich um ein Volltränkverfahren, bei dem eine erste Imprägnierung mit einem billigen Imprägniermittel (Zinkchlorid, Kupfersulfat) durchgeführt wird; dieses wird nachher teilweise durch das Steinkohlenteeröl (zweite Imprägnierung) verdrängt. Das Verfahren zerfällt in folgende vier Vorgänge:

1. Imprägnierung mit einem billigen Antiseptikum (in Frankreich Kupfersulfat) im Vakuum und unter Druck.
2. Entleerung des Druckkessels, hierauf Bildung eines Vakuums.
3. Zweite Imprägnierung mit warmem Steinkohlenteeröl, das das billige, wasserlösliche Schutzmittel im Innern des Holzes zurückbehält und es vor dem Eindringen des Regenwassers schützt.
4. Entleerung des Druckkessels, hierauf Bildung des sog. «Reinigungsvakuums».

Dieses Verfahren lässt sich nur bei Kiefern und Lärchen anwenden.

D a s P o u l a i n - V e r f a h r e n «Gemischtes Verfahren»)

Dieses Verfahren, das im Jahre 1924 durch Poulin vorgeschlagen wurde, ist 1930 von der französischen Telegraphenverwaltung übernommen worden. Bei diesem Verfahren werden die Masten in zwei Arbeitsgängen behandelt:

1. Imprägnierung mit leichtem Steinkohlenteeröl nach dem Rüpingverfahren (60 kg/m³).
2. Vollständige Durchtränkung des Stangenfusses mit schwerem Steinkohlenteeröl (120 kg/m³). Dieser Arbeitsgang muss in einem Kipp-Druckkessel durchgeführt werden.

D a s R ü t g e r s - V e r f a h r e n

Es besteht in der Kesseltränkung nach dem Bethell-Verfahren, wozu eine Thanalitlösung (Wolmansalze) verwendet wird. Die Deutsche Bundespost führte im Jahre 1926 Versuche mit diesem Verfahren durch, die ausgezeichnete Resultate ergeben. Die nach diesem Verfahren imprägnierten Stämme haben sich als sehr widerstandsfähig gegen holzzerstörende Insekten erwiesen.

D a s E s t r a d e - V e r f a h r e n

Dieses in Frankreich angewandte Verfahren ist für uns von grossem Interesse, da damit auch Fichten und Weisstannen behandelt werden können. Das Holz wird zunächst während 48...100 Stunden, je nach dem voraussichtlichen Grad seiner natürlichen Trockenheit, in Kesseln getrocknet und rissig gemacht. Dann werden die Stangen im Kesselverfahren mit heissem Steinkohlenteeröl behandelt. Die zusätzliche Trocknung und das Rissigmachen werden in ölbefeuchteten Kesseln vorgenommen, wobei die Temperatur bis 110 ° ansteigt. Diese Vorbehandlung, die ein späteres Ziehen und Rissigwerden des Holzes unmöglich macht, eignet sich auch für die Tiefkyanisierung.

I m p r ä g n i e r u n g d e s M a s t f u s s e s mit S t e i n k o h l e n t e e r ö l

Die Mastfüsse werden in einem Kipp-Druckkessel durch Vakuum und Druck vorerst mit Kupfersulfat oder Quecksilbersublimat behandelt, wodurch für den am stärksten gefährdeten Teil ein zässlicher Schutz entsteht. Durch dieses Verfahren können die Nachteile der Vollimprägnierung mit Steinkohlenteeröl vermieden werden.

3. Verschiedene Verfahren

«O p e n t a n k » u n d «D o u b l e t a n k »

Diese Verfahren gleichen im Prinzip den Trogverfahren und werden vor allem in den USA angewendet. Nach der *Open-tank-Methode* werden die Masten zuerst teilweise oder ganz in einen Trog mit warmem Steinkohlenteeröl von 100 °C eingetaucht. Hierauf lässt man das Holz, welches seine Feuchtigkeit und die Luft verloren hat, langsam abkühlen, wodurch sich im Holz ein Vakuum bildet, was die Eindringung des Imprägniermittels erleichtert. Dieses Verfahren dauert etwa 8 Stunden.

Beim sog. *Double-tank-Verfahren* wird zuerst ein warmes und dann ein kaltes Bad verwendet, wodurch die Dauer der Behandlung abgekürzt wird. Beide Verfahren eignen sich jedoch nur für Kiefernholz.

K a r b o n i s i e r e n d e r O b e r f l ä c h e

Es ist eines der ältesten Verfahren und besteht darin, dass die Oberfläche des Holzes angebrannt wird.

D a s C o b r a - o d e r I m p f s t i c h - V e r f a h r e n

Dieses Verfahren kann als zusätzliches Verfahren oder als Nachbehandlung ausgeführt werden. Dabei wird der Mastfuss mit einem erstklassigen Im-

prägniermittel, nämlich mit Wolmansalzen, in der Höhe der Einbauzone geimpft. Je nach dem Durchmesser der Stange braucht es hiefür 100...120 Impfstiche. Nach Vornahme dieser Impfung wird die behandelte Zone mit heissem Teeröl bestrichen, womit das Austreten des Imprägniermittels verhindert wird. Es ist darauf zu achten, dass dieses Verfahren nur von einem Fachmann und mit erstklassigen Imprägniermitteln durchgeführt wird.

B a n d a g e n

Bandagen werden vor allem als Nachbehandlung zur Verlängerung der Lebensdauer bereits stehender Masten verwendet. Dieses Verfahren beruht auf dem Vorgang der Osmose, wobei die Diffusion des Imprägniermittels durch die Kapillarwirkung der vom Boden aufsteigenden Feuchtigkeit bewirkt wird. Das Verfahren wäre an sich gut, doch können die in den Bandagen enthaltenen Wolmansalze schwere Vergiftungen beim Vieh verursachen. Seit einiger Zeit scheint allerdings in Deutschland ein neues Produkt, die sog. «Tutzal-Paste» zu bestehen, welche weniger Giftstoffe enthält. Diese Paste soll im übrigen auch den Porenhausschwamm an seiner Entfaltung hindern.

IV. Die im Ausland gemachten Erfahrungen

Deutschland

Im Jahre 1929 waren im Netz der Deutschen Post insgesamt 5 400 000 Holzmasten aufgestellt, wobei alle klassischen Imprägnierverfahren vertreten waren. Nachdem bis zum Jahre 1910 die meisten Stangen nach dem Boucherie-Verfahren imprägniert worden waren, ging der Anteil der nach diesem Verfahren behandelten Stangen von da an stark zurück. Die heute am meisten angewendeten Verfahren sind die Kyanisierung, das Rüping-Verfahren und dessen Abarten und das Osmose-Verfahren. In neuester Zeit wird ferner auch das Trogsaugverfahren angewendet.

Gestützt auf die Ergebnisse von 1900...1932 gibt Prof. Karl Winnig folgende *wahrscheinliche Lebensdauer* der Holzmasten an:

Für Stangen, die nach dem Rüping-Verfahren behandelt wurden	33,4 Jahre
Für Stangen, die nach dem Kyanisierungs-Verfahren behandelt wurden	26,8 Jahre
Für gemischte Verfahren, d. h. Imprägnierung mit Quecksilbersublimat und Fluornatrium	22,9 Jahre
Für Stangen, die mit Wolmansalzen behandelt wurden	16,2 Jahre

Nach anderen Schätzungen beträgt die Lebensdauer der mit Kupfersulfat behandelten Stangen durchschnittlich 20...25 Jahre. In der von Dr. F. Moll aufgestellten Statistik, welche sich auf die Resultate der schweizerischen und der deutschen Telephon- und Telegraphenverwaltung stützt, wird für Stangen, die mit Kupfersulfat behandelt wurden, eine durchschnittliche Lebensdauer von 25 Jahren angegeben.

Frankreich

Bis zum Jahre 1914 wurde von der französischen Telephonverwaltung nur das Boucherieverfahren angewendet. Von 1920...1927 wurde die Kesselträ-

kung mit Kupfersulfat durchgeführt, mit Rücksicht auf die damit gemachten schlechten Erfahrungen später aber wieder eingestellt.

Von 1924...1932 wurden nacheinander Versuche mit den verschiedensten Verfahren durchgeführt, so mit dem gewöhnlichen Kyanisierungsverfahren, der Tiefkyanisierung, dem Estrade-Verfahren, dem Dessemond-Verfahren (anfänglich mit metallischen Salzen, später mit Steinkohlenteeröl) und dem gemischten Poulain-Verfahren (zuerst mit Leicht-Steinkohlenteeröl, später mit Schwer-Steinkohlen-teeöl für den Mastfuss).

Heute werden vor allem das Boucherie-, das Dessemond- und das Poulain-Verfahren angewendet. Interessant ist die Feststellung, dass sämtliche nach dem Boucherie-Verfahren behandelten Stangen eine Nachbehandlung mit Steinkohlenteeröl erfahren.

Wie uns bekannt ist, bevorzugt z. B. die «Électricité de France» vor allem Masten, die nach einem der folgenden Verfahren behandelt wurden:

1. Tiefimprägnierung mit Quecksilbersublimat nach Trocknung des Holzes mit Heissluft (während 48...100 Stunden); hierauf Behandlung des Mastfusses mit Steinkohlenteeröl (im Vakuum und mit Druck im Kipp-Druckkessel).

2. Imprägnierung mit Steinkohlenteeröl im Druckkessel, nach vorgängigem Trocknen und Rissigmachen des Holzes während 48...100 Stunden durch Anwendung des Estrade-Verfahrens.

Die Tannen- und Fichtenstämme werden ohne Ausnahme nach einer dieser beiden Arten behandelt.

Das Rüping-Verfahren, dessen Anwendung zum mindesten durch die Telephonverwaltung relativ neu ist, scheint eine grosse Bedeutung zu erlangen, und man kann sagen, dass die Behandlung des Mastfusses mit Steinkohlenteeröl zur Regel wird.

Die französische Telephon- und Telegraphenverwaltung schätzt die mittlere Lebensdauer von boucherisierten Holzmasten auf 18...20 Jahre.

England

England hat das früher angewandte Kyanisierungsverfahren aufgegeben und ist zuerst zum Bethell- und später zum Rüping-Verfahren übergegangen. Seit 1870 werden sozusagen alle Masten mit Steinkohlenteeröl imprägniert.

Die englischen Statistiken beziehen sich nur auf Masten, die mit Steinkohlenteeröl behandelt wurden. Die mittlere Lebensdauer solcher Masten wird mit 35 Jahren angegeben.

Österreich

Die Telephonverwaltung Österreichs besass Ende 1933 in ihrem Netz 745 000 Stangen; davon waren 68,5 % mit Steinkohlenteeröl, der Rest nach verschiedenen Verfahren behandelt. Seit 1925 ist die Anwendung von Steinkohlenteeröl obligatorisch. In einer seiner Studien führt Nowotny aus, dass vor 1914 in verschiedenen Gebieten, so vor allem in Böhmen, schlechte Erfahrungen mit boucherisierten Stangen gemacht wurden.

Die Statistik der österreichischen Telephon- und Telegraphenverwaltung für die Zeit von 1910...1934 ergibt ungefähr die folgenden Werte, wobei zu be-

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

Für Stangen, die mit Zinkchlorid und Stein-kohlenteeröl behandelt wurden	9...10 Jahre
Für Stangen, die nach dem Kyanisierungs-verfahren behandelt wurden	16 Jahre
Mit Steinkohlenteeröl 60 kg/m ³ behandelt	18,5 Jahre
Mit Steinkohlenteeröl 100 kg/m ³ 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] Gämänn, Ernst: Einige Erfahrungen mit boucherisierten Leitungsmasten. Schweiz. Z. Forstwirtsch. Bd. 101 (1950), Nr. 9, S. 401...415.
- [7] Gämänn, Ernst: Tagesfragen der Mastenimprägnierung. Schweiz. Z. Forstwirtsch. 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. Weilemann, Centralschweizerische Kraftwerke, Hirschen-graben 33, Luzern.

Erfahrungen mit imprägnierten Holzmaстen 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 Genden, die von holzzerstörenden 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 Holzmaстen sollen nachfolgend einige Auswechselungskurven besprochen werden. Es erscheint uns deshalb angezeigt, vorerst kurz auf einige Besonderheiten dieser Kurven hinzuweisen.

was gleichbedeutend ist — den Prozentsatz der im gleichen Jahr ersetzen 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 (Auswechselungskurve) ergeben.

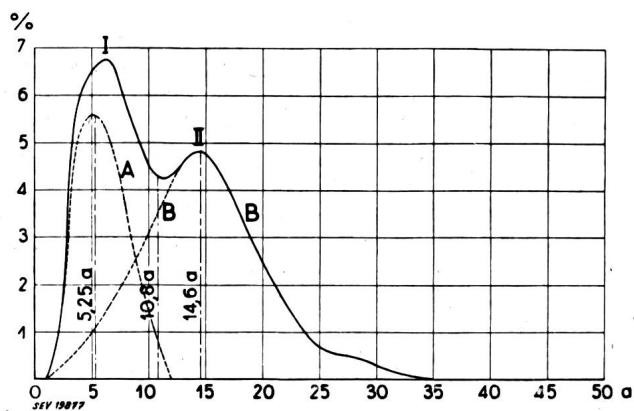


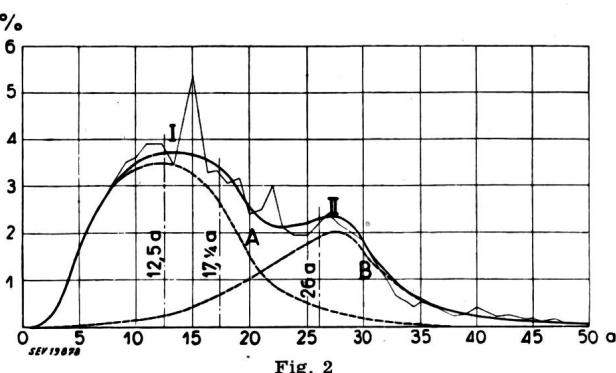
Fig. 1

Auswechselungskurve bei Boucheriestangen in Böhmen für das Jahr 1906

A = 35 % und B = 65 % der ersetzen 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 ersetzen Masten und auf der Ordinate die Anzahl der in den entsprechenden Jahren ersetzen Stangen, oder —



Auswechselungskurve von Boucheriestangen nach der Statistik der Deutschen Post

nach Angaben von Prof. Winnig

A = 63 % und B = 37 % der ersetzen Stangen
Mittlere Lebensdauer: 17 1/4 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 Auswechselungskurven meistens unregelmässig verlaufen und, namentlich bei Boucherie-Stangen, in vielen Fällen zwei Maxima, I und II, aufweisen (vgl.