

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 26 (1935)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Erfahrungen mit imprägnierten hölzernen Leitungsmasten  
**Autor:** Leimgruber, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060329>

#### **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:** 14.01.2026

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

# SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

## REDAKTION:

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

## VERLAG UND ADMINISTRATION:

A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zürich 4  
Stauffacherquai 36/40

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXVI. Jahrgang

Nº 18

Mittwoch, 28. August 1935

## Erfahrungen mit imprägnierten hölzernen Leitungsmasten.

Referat, gehalten an der Betriebsleiterversammlung des VSE, am 2. März 1935 in Biel,  
von W. Leimgruber, EKZ, Zürich.

621-315-668.1

Es werden die in der Schweiz bekannten Imprägnierverfahren erläutert und an Hand der Erfahrungen der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) kritisch betrachtet. Am Schluss wird auch das Cobra-Impfstich-Verfahren und das Bandage-Verfahren kurz besprochen.

Für die Elektrizitätswerke als Besitzer elektrischer Freileitungsnetze ist es wichtig, die Lebensdauer bereits eingebauter oder künftig zu verwendender Leitungsmasten zu kennen. Diese Kenntnis ermöglicht, Schlüsse in verschiedenen Richtungen zu ziehen.

In den letzten Jahren wurden immer wieder neuere Imprägnierverfahren für hölzerne Leitungsmasten angepriesen, die verschiedene Vorteile gegenüber dem bisherigen Verfahren haben sollen. Es lohnt sich deshalb wohl, die Erfahrungen mit den bei uns bekannten Imprägnierverfahren etwas näher zu beleuchten.

Die im nachfolgenden zur Sprache kommenden Erfahrungen beziehen sich ganz auf die Schweiz und im speziellen auf die Verhältnisse im Energieversorgungsgebiet der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ).

In der Schweiz sind folgende Imprägnierverfahren bekannt:

1. Tränkung der Stangen mit Kupfersulfat im Saftverdrängungsverfahren, genannt «Boucheriesierung» (Boucherie 1837). Dieses Verfahren findet in der Schweiz weitaus am meisten Anwendung und datiert etwa 80 Jahre zurück. Im-

L'auteur expose les différents procédés d'imprégnation pratiqués en Suisse et les critique en se basant sur les expériences faites par les Entreprises électriques du Canton de Zurich (EKZ). Pour terminer, il traite brièvement le procédé par inoculation Cobra et le procédé à bandages.

Die mit diesem Verfahren behandelten Stangen werden im folgenden als *Sulfatstangen* bezeichnet.

2. Tränkung der Stangen mit Quecksilbersublimat in Trögen, genannt «Kyanisierung» (Kyan 1823). In der Schweiz besteht noch eine Anlage dieses Verfahrens, deren Produkte



Fig. 2.

Rottanne, fein,  
mit Quecksilbersublimat  
imprägniert.

besonders nach Frankreich exportiert wurden. Dieses Verfahren kommt hauptsächlich in Deutschland und Oesterreich zur Anwendung. Alle Nadelhölzer eignen sich für diese Imprägnierung. Das Holz wird in möglichst trockenem Zustand imprägniert. Die Eindringtiefe in das Holz beträgt wenige Millimeter (Fig. 2).

Die mit diesem Verfahren behandelten Stangen werden im folgenden als *Sublimatstangen* bezeichnet.

3. Tränkung der Stangen mit Teeröl (Bethell 1838, ca. 250 kg/m<sup>3</sup> Volltränkung; Rüping-Sparverfahren 1905, ca. 90 kg/m<sup>3</sup>).

In der Schweiz bestehen einige Anlagen, doch werden in diesen in der Hauptsache Eisenbahnschwellen imprägniert.

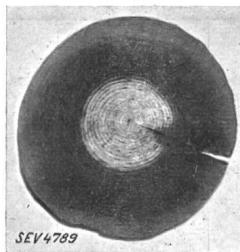


Fig. 3.

Föhre, sehr fein,  
mit Teeröl imprägniert.

prägnieren lassen sich alle bei uns vorkommenden Nadelhölzer, nämlich Rottanne (Fichte), Weisstanne, Föhre (Kiefer) und Lärche. Die Eindringtiefe in das Splintholz (Jungholz) beträgt einige Zentimeter (Fig. 1).

Man ist von der Imprägnierung von Leitungsstangen abgekommen, weil sich nur die Föhre (Kiefer) und die Lärche ohne weiteres tief genug imprägnieren lassen (Fig. 3). Die

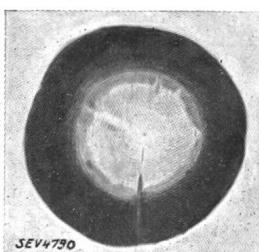


Fig. 1.

Rottanne, fein,  
mit Kupfervitriol  
imprägniert.

Rot- und die Weisstanne lassen sich, wenn sie nicht lange gelagert und getrocknet werden, nach dem Sparverfahren als Stämme nur an der Oberfläche ähnlich wie die Sublimatstange imprägnieren, und zwar nur 5 bis 10 mm tief; an den Schnittflächen, am Zopf und Fuss, dringt das Teeröl tiefer ein. Um diesem Uebelstande, der mit dem Aufbau dieser Holzarten zusammenhängt, abzuhelpfen, wurden diese Hölzer so lange getrocknet, eventuell auf künstliche Art, bis sich genügend Windrisse bildeten, durch die dann das Teeröl tiefer in das Splintholz eindringen und sich auf einem Teil der Mastlänge gut über den ganzen Querschnitt (Splint) verteilen konnte. Auch wurde versucht, mit künstlicher Lochung an der gefährdeten Zone das gleiche Ziel zu erreichen.

Die schweizerische Föhre hat in den nötigen Dimensionen zu wenig geraden Wuchs, ist zu knorrig und hat zu viele Aeste. Es ist aber für die Festigkeit einigermassen gerades Wachstum erforderlich (die Verbindungsline beider Mittelpunkte der Abschnittsflächen soll nicht ausserhalb des Stamms fallen). Auch ist sich unser Auge nicht an allzu krumme Stangen gewöhnt, die, unimprägniert, aus Kastanienholz zum Beispiel im Tessin zu sehen sind. Vor allem aber kommen in der Schweiz viel zu wenig Föhren vor. Zudem wird die Föhre von den Forstleuten nicht gerne jung für Leitungsstangen geschlagen, da für ältere Stämme bedeutend höhere, unter Umständen fast doppelt so hohe Preise bezahlt werden als für Stangenholz. Man könnte auch auf den Gedanken kommen, für die Zukunft mehr Föhren anzupflanzen, so dass unsere Nachkommen in ca. 60 bis 70 Jahren dieses Vorteils teilhaftig werden könnten. Erkundigungen bei massgebenden Forstwirtschaftlern ergaben jedoch ein negatives Resultat, und zwar:

- weil sich unser Klima für die Föhre infolge zu vieler Niederschläge nicht gut eignet;
- aus forstwirtschaftlichen Gründen (niedrige Preise für Stangenholz);
- da wir nicht wissen, ob nach 60 bis 70 Jahren die Holzkonservierung ganz andere Wege eingeschlagen haben wird.

Die Lärche ist bei uns zu wenig verbreitet und für Leitungsstangen zu teuer. Die Eindringtiefe beträgt einige Zentimeter, umfasst also beinahe den ganzen Splint.

Teerölstangen werden von unserm Monteurpersonal nicht gern verwendet, da dieselben bei warmem Wetter oft etwas «schweissen», was die Arbeitskleider beschädigt sowie eventuell bei starkem Sonnenschein Arm- und Augenentzündungen verursachen kann.

Die Stangenlieferanten der EKZ legen zur Abnahme jeweils bereit:

Rottannen (Fichten) ca.	75 %
Weisstannen	ca. 20 %
Föhren	ca. 5 %

Auf besondern Wunsch könnten im Maximum 5 bis 10 % mehr Föhren aufgelegt werden.

*Durchschnittliche Lebensdauer der imprägnierten Leitungsstangen in Jahren.*

Tabelle I.

	Nach Angaben der				
	Deutsch. Reichs- post 1903	Kiefer 1921	PTT 1928/34	Deutsch. Reichs- post 1933	EKZ 1934
1. Kupfersulfat- Stangen	11,7	13,4	21-23	17,8	19-20
2. Sublimat-Stangen	13,7	14,5	— —	16,5	18-19
3. Teeröl-Stangen	20,6	22,3	— <sup>1)</sup> —	26,9	22 <sup>2)</sup>
4. Rohe Stangen, unimprägniert	—	—	— —	—	3-6
5. Lärchen-Stangen, unimprägniert	—	—	16 —	—	—
6. Kastanien-Stangen, unimprägniert	—	—	22 —	—	—

<sup>1)</sup> Wesentlich höher als Sulfatstangen.

<sup>2)</sup> Versuch abgebrochen.

Die Aufzeichnungen der Deutschen Reichspost<sup>1)</sup> erstrecken sich auf 11,3 Millionen Stangen und auf einen Zeitraum von 80 Jahren. Unter diesen Stangen befinden sich 5,5 Millionen Kupfersulfat-Stangen, 1,7 Millionen Sublimat-Stangen und 2,7 Millionen Teerölstangen.

Winning berichtet in den vorgenannten Aufzeichnungen, dass die Teerölstange eine weitere Erhöhung der mittleren Lebensdauer erfahren werde, und zwar schätzungsweise auf 30 bis 33 Jahre.

Tabelle I spricht in *wirtschaftlicher Hinsicht ganz besonders für die Teerölstange*. Der Mehrpreis für mit Teeröl imprägnierte Föhren beträgt ca. 70 %. Dass wir trotzdem in der Schweiz bei der Sulfatstange geblieben sind, röhrt davon her, dass wir mit dieser Stange keine schlechten Erfahrungen gemacht haben und weil wir vielleicht auch etwas konservativ eingestellt sind. Vorteilhaft erscheint mir allerdings auch, dass die Anstalten für Sulfatimprägnierung über das ganze Land als kleinere und mittelgrosse Betriebe verteilt sind. Für die Teerölprägnierung sind dagegen wegen der teuren Installationen nur einige wenige Grossbetriebe möglich.

Wenn wir bei dieser Stange bleiben wollen, ist es unbedingt nötig, darnach zu trachten, dass eine höhere mittlere Lebensdauer erreicht wird, was mir absolut möglich erscheint. Darüber soll später noch berichtet werden.

Die *Sublimat-Stangen*, altes Verfahren, haben sich bei uns etwas weniger bewährt, speziell weil sehr viele Stangen in Ortschaften und deren Umgebung dem grossen Wurmfrass anheimfallen (Käfer, Gruppe der Bockkäfer). Dieser Wurm greift das Holz vom Boden bis in ca. 1,5 bis 2 m Höhe an, und zwar in der Regel sehr stark. Bei zweckmässiger Verbauung der Stangen, wobei unter anderem auch darauf zu achten ist, dass sie nicht zu lange auf dem Boden geschleift und nicht angeschnitten werden, haben wir jedoch auch recht gute Resultate erhalten.

Sublimatstangen, die nach dem neuern Verfahren der *Tiefkyanisierung* hergestellt sind, wurden von uns nicht verwendet, so dass ein Urteil über deren Haltbarkeit nicht möglich ist. Im Auslande liegen auch noch keine sicheren Resultate vor.

Es entfallen von den im Jahre 1932 bei der Deutschen Reichspost eingestellten Stangen auf:

Teerölstangen	74,8 %
Sublimatstangen	7,2 %
Mischverfahren, Sublimat und Natriumfluorid	17,4 %
Verschiedene Verfahren, Dimitrophenol, Thanalith, Lebendtränkung	0,6 %
	100 %

Bei uns in der Schweiz werden heute schätzungsweise eingestellt:

ca. 92 % Sulfatstangen,  
ca. 5 % Sublimat- und Teerölstangen,  
ca. 3 % mit andern Verfahren imprägnierte Stangen.

Im folgenden sollen die Erfahrungen mit den bei den EKZ weitaus am meisten zur Verwendung gelangenden *Sulfatstangen* etwas näher untersucht werden.

<sup>1)</sup> ETZ vom 31. Januar 1935.

Die Verteilanlagen der EKZ umfassten Ende 1934 3050 km Leitungen (Stranglänge), wovon 1030 km Hochspannung und 2020 km Niederspannung. An Leitungsstangen waren im gleichen Zeitpunkt 26 500 Stangen in Hochspannungsnetzen und 45 500 Stangen in Niederspannungsnetzen vorhanden, total also 72 000 *Leitungsstangen*. Die ältesten Leitungen der EKZ stammen aus den Jahren 1895 bis 1900 und 1903 bis 1908; der grösste Teil der Anlagen wurde nach 1910 erstellt.

Auf Ende 1934 setzten sich diese Stangen, bezogen auf die Imprägnierungsart, zusammen aus

ca. 60 000 Stück Kupfersulfatstangen	= 83,5 %
ca. 8 000 Stück Sublimatstangen (alle vor 1920 gestellt)	= 11 %
ca. 4 000 Stück Teerölstangen	= 5,5 %

Der jährliche Stangenbedarf für Neuanlagen und Unterhalt betrug (Mittel aus den letzten 10 Jahren) 3435 Stangen. Davon entfallen auf Neuanlagen 1175, auf Unterhalt 2260 Stangen.

In den letzten 4 Jahren haben die EKZ 100 % Sulfatstangen eingestellt. Es wurden seit 1920 keine Sublimatstangen und seit 1930 aus volkswirtschaftlichen Gründen keine Teerölstangen mehr verwendet. Diese mussten in der Hauptsache aus dem Auslande fertig bezogen oder zum mindesten musste das Holz dazu in die Schweiz eingeführt werden (Föhre). Bei einem Autounfall in einem Ortsnetz stellte ich im Jahre 1925 folgendes fest: Eine mit Teeröl imprägnierte Stange mit Strebe wurde durch einen Lastwagen mit Anhänger abgefahren; die Bruchstelle, ca. 30 cm über Boden, war noch ganz ölig. Die Untersuchung ergab, dass die betreffenden Stangen mit andern 163 Stück (157 Stangen und 6 Streben) im Jahre 1909 gestellt wurden. Zur Zeit des Unfalles standen noch 158 Stück und befanden sich, wie mit dem Zuwachsbohrer festgestellt wurde, in vollständig gesundem Zustande. 3 Stangen mussten wegen Leitungsverlegung und 2 infolge des Unfalles ausgebaut werden. Diese Feststellung bewog uns, in den Jahren 1926 bis 1930 je ca. 800 bis 1000 Stück Teerölstangen einzustellen. Im Jahre 1932 standen von diesen 163 eingebauten Stangen noch 149; der Grund des Abgangs von 9 Stück konnte nicht mehr mit Sicherheit festgestellt werden.

Die Auswechslungskosten einer Stange (Antransport der Stange und des Personals mit Werkzeug und Abtransport der alten Stange mit Personal und Werkzeug) betragen im Mittel Fr. 60.— Eine 12-m-Stange inkl. Fracht kostet Fr. 30.— Also beläuft sich der *Ersatz* einer Stange auf rund Fr. 90.—

*Die Jahreskosten für eine gestellte Stange betragen:*

Sulfatstange: 20 Jahre mittlere Lebensdauer, Fr. 48.— total, = Fr. 2.40 pro Jahr.

Teerölstange: 27 Jahre mittlere Lebensdauer, Fr. 50.— total, = Fr. 1.85 pro Jahr.

Es hat sich gezeigt, dass bei richtiger Wahl des zur Verwendung gelangenden Holzes (langsamer

Wuchs, sog. feinjähriges Holz, d. h. Holz, bei dem die Jahresringe sehr eng aneinander liegen, Bergholz, ca. 60 Jahre alt) eine mittlere Lebensdauer von gegen 20 Jahren erreicht wird. Eine weitere Bedingung ist, dass das Holz ohne beschädigte Rinde zuverlässig imprägniert wird, bevor es angetrocknet ist. Auf den Imprägnierplätzen sollen keine spitzen Werkzeuge verwendet werden, welche beim Stapeln die Rinde beschädigen. Die Probe bei der Abnahme geschieht mit gelbem Blutlaugensalz (Lösung: 1 Teil gelbes Blutlaugensalz auf 12 Teile Wasser). Auch lehrt die Erfahrung, dass die imprägnierten Stangen nicht zu früh, sondern erst dann gestellt werden sollten, wenn sie gut angetrocknet, bzw. gelagert sind. Das Kupfersulfat ist dann weniger auswaschbar. Die Lagerung soll nach der Imprägnierung  $\frac{1}{2}$  bis 1 Jahr betragen. Zu lange Lagerung im Freien ist zu vermeiden, da das Regenwasser schlechter abläuft als bei der stehenden Stange und die Feuchtigkeit den Zutritt der Pilze begünstigt. Auch empfiehlt es sich, neue Stangen getrennt von faulem Holz zu lagern.

Dass, wie man hört, die neuern Stangen nicht mehr so lange halten, wie die vor dem Kriege verwendeten, kann seine Ursache darin haben, dass früher die Wahl des Holzes in bezug auf langsamem, trockenen Wuchs strenger war. Ferner wird dem Nichtantrocknen der zur Imprägnierung bereitliegenden Stangen eventuell mehr Aufmerksamkeit geschenkt worden sein. Auch der Umstand, dass leider sehr oft, speziell bei den EKZ, die neuen Stangen in das alte verseuchte Loch gestellt werden müssen, ohne dass es desinfiziert wird, spielt eine grosse Rolle. Auf diesen Uebelstand soll später zurückgekommen werden. Bei der Teerölstange hat das im Holz enthaltene Oel das Bestreben, gegen den Boden hinabzufließen, so dass sich an der gefährdeten Stelle immer am meisten Imprägnierstoff befindet. Ferner wird durch das Schweißen der Stange der um diese zunächstliegende Boden etwas desinfiziert.

Der in den letzten Kriegs- und in den Nachkriegs-Jahren imprägnierten Stangen müssen aus bekannten Gründen aus diesen Betrachtungen ausgeschaltet werden (hoher Preis und Mangel des Kupfervitriols).

Ein sehr wichtiges Kapitel für die Lebensdauer der Stangen ist die *Stangenkontrolle*, d. h. die Feststellung des Gesundheitszustandes der eingebauten Stange. Diese Kontrolle soll unter keinen Umständen mit kleinern Pickeln oder dergleichen vorgenommen werden, da mit solchen Werkzeugen die Stange gerade an ihrer empfindlichsten Stelle verletzt wird und den Fäulnispilzen Zutritt ins Innere der Stange gewährt. Mit solchen Instrumenten wird in der Regel der imprägnierte Schutzmantel durchschlagen. In dieser Beziehung haben auch die EKZ sehr schlechte Erfahrungen gemacht. Das unschädliche Kontrollwerkzeug ist Dolch, Bohrer und evtl. Hammer zum Abklopfen der Stangen. Beim letzten genannten Vorgehen ist aber grosse Vorsicht gebo-

ten, da der Ton der Stange im trockenen oder feuchten Zustande täuschen kann.

Ferner soll nicht schon in den ersten Jahren der Boden um die stehende Stange abgedeckt und die Stange kontrolliert werden. Zu häufiges Lockern des Bodens um die Stange ist schädlich, da schlecht gestampfter Boden den Zutritt der Pilze ebenfalls begünstigen soll. Der Boden um die Stange muss also immer gut gestampft werden.

Wichtig ist auch der Entscheid, wann eine angefaulte Stange ausgewechselt werden soll. Diese Frage ist ferner ausschlaggebend für die Untersuchung der mittleren Lebensdauer von Stangen. Der Betriebsleiter eines Werkes muss sicher sein, dass unter keinen Umständen Betriebsstörungen oder Unfälle durch Bruch fauler Stangen entstehen können. Es gibt aber in allen Anlagen gefährdete und weniger gefährdete Standorte von Leitungsstangen. Die Kompetenz, darüber zu entscheiden, ob eine Stange zu ersetzen ist oder nicht, soll deshalb in einer Hand liegen, welche imstande ist, in dieser Richtung möglichst zuverlässig zu urteilen. Der Zustand der benachbarten Stangen spielt u. a. dabei ebenfalls eine Rolle, doch entscheidet hierüber letzten Endes die Betriebssicherheit.

Versuche haben gezeigt, dass kernfaule Stangen noch eine gute Sicherheit gegen Bruch aufweisen, solange der Mantel gesund ist.

Bei dem orkanartigen Sturm vom 23. Februar 1935 sind in den Verteilanlagen der EKZ 9 Stangen gebrochen, 5 Nieder- und 4 Hochspannungsstangen, oder 0,12 % des Stangenbestandes.

Die Erfahrungen haben gelehrt, dass *Sulfatstangen* in der Nähe von Misthaufen und Jauchegruben sowie in Böden, die oft mit Jauche und Mist gedüngt werden, früher von den Pilzen angegriffen werden und faulen. *Ammoniakhaltiges Wasser* wäscht das Kupfer im Holze wieder aus und in *karbonathaltigem Wasser* wird das Kupfervitriol in Kupferkarbonat umgewandelt, welches im Wasser unlöslich ist und deshalb keine pilztötende Wirkung mehr hat, was einen Nachteil der Sulfatstangen bedeutet. Diesem Verfahren haftet ein weiterer Nachteil an, der darin besteht, dass gewisse Pilze *kupferunempfindlich* sind.

Im allgemeinen kann gesagt werden, dass Sulfatstangen in sog. leichten Böden schneller faulen als in «schweren Böden».

Um den *Sulfatstangen* eine noch grösere Lebensdauer zu geben, was mit Rücksicht auf die Teerölstange nötig ist, und den bekannten Mängeln möglichst entgegenzutreten, sollten die Stangenverbraucher mit den Imprägnieranstalten zusammen ernstlich nach einer Lösung suchen.

Ich schlage zur näheren Untersuchung folgende Wege vor:

1. Desinfektion der alten Stangenlöcher mit möglichst einfachen Mitteln. Das Desinfektionsmittel sollte in Pulverform in und um das Loch gestreut oder als Flüssigkeit zum Beispiel mit einer Rebenspritze in das alte Loch gespritzt werden können. Wie bereits bemerkt wurde, müssen bei uns leider in den weitaus meisten Fällen die Stangen wieder in die gleichen Löcher gestellt werden.

2. Den Stockschutz. Anbringen eines zweckmässigen Stockschutzes von ca. 1,2 m Höhe in Form von Teeröl und Pech an der gefährdeten Zone (50 cm unter und 70 cm über dem Boden). Der Ueberzug soll elastisch, d. h. im Winter nicht spröde sein und im Sommer nicht ablaufen, er soll der Volumenänderung des Holzes ohne Rissbildung folgen und mit dem Holze eine innige Verbindung eingehen. Der Ueberzug soll nur bei ganz trockenem Holze angebracht werden, weil sonst die Stangen von innen her faulen können. Bei Anstrichen nur mit Karbolineum konnte bis heute kein wesentlicher Erfolg festgestellt werden.

#### Anderweitige Vorschläge:

1. Zusätzliche Imprägnierung der gefährdeten Zone im *Saftverdrängungsverfahren* (Thanalith). Die Stange erhält mit einem zweiten Imprägnierstoff, z. B. Thanalith, eine Zusatzimprägnierung auf ca. 3 m vom Fussende. Dieser zweite Imprägnierstoff soll schwer löslich sein und die Wirkung des Kupfersulfates nicht etwa aufheben, sondern sich ihm überlagern. Die Prüfung einer solchen Zusatzimprägnierung ist nicht so einfach wie bei Sulfatstangen am Zopfende, da die Stange zur Probe mit Zuwachsbohrer angebohrt werden muss.

2. Zusätzliche Imprägnierung nach dem *Impfstichverfahren* oder mit *Bandagen*. Diese Verfahren werden anschliessend bei der Nachimprägnierung eingebauter Stangen besprochen.

3. *Nachimprägnierung eingebauter Leitungsstangen* nach dem Impfstich- oder dem Bandageverfahren.

#### Das *Cobra-Impfstichverfahren*.

Anfangs des Jahres 1934 wurden auf der 8-kV-Leitung *Grüningen-Pfaffhausen mit Abzweigungen* insgesamt 197 Stangen, die erstmals nach dem Kyanverfahren imprägniert und im Jahre 1911 gestellt worden waren, nach dem *Cobra-Impfstichverfahren* nachimprägniert.

Dieses Impfstichverfahren wurde vor ca. 8 Jahren in Deutschland entwickelt und wird in der Schweiz durch die Firma *Cobra-Holzimprägnierung*, Bern, Hopfenweg 48, ausgeführt. Vertreter für die Zentral- und Ostschweiz ist Herr Ing. G. Kind, Rüschlikon. Das Verfahren beruht darauf, dass das Imprägnierungsmittel mit einem einfachen, leicht transportablen Apparat in die Holzstangen eingeimpft wird. Die Impfnadel dringt ca. 50 mm in das Splintholz ein, ohne die Festigkeit der Stange zu beeinträchtigen. Durch Diffusion bildet sich auf dem Stangenumfang nach kurzer Zeit eine durchgehende Tränkungszone. Der Impfstoff besteht aus Fluor-natrium und nitriertem Phenol. Die Stangen werden in der Gefahrzone ca. 35 cm unter und etwa 30 cm über dem Boden durch etwa 60 Impfstiche geimpft. Vor dem Impfen werden die Stangen ca. 40 bis 50 cm ausgegraben und gereinigt. Nach der Impfung werden sie in der Gefahrzone bis ca. 1 m über Boden mit dem Holzkonservierungsmittel Celoyd (einer Art Teeröl) zweimal gestrichen. Es wird eine Erhöhung der Lebensdauer um 6 Jahre garantiert.

Die Versuchsleitungen, bestehend aus 490 Stangen und 24 Streben, wurden im Jahre 1911 gestellt. Bis zum 1. Juni 1934 wurden ausgewechselt:

- 4 Stangen infolge Leitungsverlegung.
- 55 Stangen infolge Höherlegung der Leitung (Drahnachzug 1929).
- 55 Stangen infolge Fäulnis.

Heute stehen noch 400 Stangen aus dem Jahre 1911. Die mittlere Lebensdauer betrug zu Beginn des Versuches ca. 21 Jahre.

Um einigermassen zuverlässige Resultate über die Wirksamkeit des Nachimprägnierverfahrens zu erhalten, haben wir zu jeder nachimprägnierten Stange eine Kontrollstange von möglichst gleichem Zustand, die ebenfalls vorher ausgegraben und genau untersucht wurde, gewählt und entsprechend bezeichnet. Der Gesundheitszustand der nachimprägnierten und der Kontrollstangen war somit zu Beginn des Versuchs ungefähr gleich. Dieses Vorgehen ermöglicht, in praktisch gleichen Bodenarten später festzustellen, ob die Nachimprägnierung tatsächlich die Lebensdauer der Stangen wesentlich erhöht. Unsere Kontrollorgane sind angewiesen, bei den künftigen Stangennachkontrollen beide Stangensorten genau im Auge zu behalten und uns hierüber auf dem laufenden zu halten. Bei der Nachimprägnierung war stets ein zuverlässiger Monteur von uns zur Aufsicht auf dem Platze anwesend.

Deren Kosten pro Stange betragen ca. Fr. 8.— Eine neue 11 m lange Stange kostet Fr. 25.50

#### *Das Bandageverfahren.*

Mit dem ersten Versuch wurde ein zweiter auf 8-kV-Leitungen an 192 Stangen durchgeführt. Diese

Stangen waren erstmals mit Kupfervitriol imprägniert.

Das Bandageverfahren ist auch seit etwa 8 Jahren bekannt und stammt ebenfalls aus Deutschland. In der Schweiz wurde es zur Zeit des Versuchs von der Siemens-Elektrizitätserzeugnisse A.-G. in Zürich vertrieben. Der Imprägnierstoff, Wolmann-Salze, mit Beimischung von Arsenalzen, auch Thanolith genannt, wird in eine Bandage aus Sackstoff eingenäht und so an die zu imprägnierende Stelle gebracht. Die zu imprägnierenden Stangen werden ebenfalls ausgegraben, gereinigt und die Bandage ca. 30 cm unter und ca. 30 cm über dem Boden satt mit Eisenband und Bastnägeln angebracht. Regen und Bodenfeuchtigkeit nehmen aus der Holzschutzbandise Imprägnierstoff auf, verwandeln sich in eine stark pilztötende Lauge und imprägnieren so die gesamte gefährdete Holzzone.

Die Versuche haben wir wie im ersten Fall mit Kontrollstangen durchgeführt. Die mittlere Lebensdauer der Stangen betrug zu Beginn des Versuches ca. 21 Jahre. Die Bandagen wurden durch unser Personal angebracht.

Dieses Verfahren kommt pro Stange auf ca. Fr. 13.— zu stehen. Die Kosten einer neuen 11 m langen Stange belaufen sich auf Fr. 25.50.

Es muss also noch einige Jahre gewartet werden, bis Schlüsse über diese beiden Verfahren gezogen werden können.

#### **Diskussion.**

Der Vorsitzende, Herr Direktor *H. Frymann*, Luzern, Mitglied des Vorstandes des VSE, dankt Herrn Leimgruber für den Vortrag, in welchem er die wertvollen Erfahrungen des EKZ mitteilte und über die eingeleiteten Versuche berichtete, deren Ergebnisse mit grösstem Interesse erwartet werden, und eröffnet die Diskussion.

**W. Köchli**, Bernische Kraftwerke A.-G., Bern (BiKW): Auf Ende des Jahres 1933 waren in den Hoch- und Niederspannungsleitungen der BiKW rund 108 000 Holzstangen als Tragwerke vorhanden.

Da eine gestellte Holzstange mit einem durchschnittlichen Wert von etwa Fr. 60.— eingesetzt werden kann, repräsentieren diese Stangen zusammen also einen Anlagewert von ca. 6,5 Millionen Franken. Es lohnt sich daher, diesem Teil der Anlagen volle Aufmerksamkeit zu schenken und nach Mitteln zu suchen, die geeignet scheinen, die Zerstörung der Stangen durch pflanzliche und tierische Schädlinge zu verhindern oder wenigstens erheblich zu verzögern.

Vor einigen Jahren kam bei fast sämtlichen Betriebsleitungen der BiKW die Meinung auf, dass die Stangen neuerer Lieferungen in grosser Zahl frühzeitig faulen und dass nicht mehr damit gerechnet werden könne, dass diese Stangen eine gleich hohe mittlere Lebensdauer erreichen, wie die Stangen aus der Zeit vor ungefähr 1914. Der Sprechende selbst war ebenfalls ganz überzeugt, dass die Widerstandsfähigkeit der Stangen nachgelassen habe. Es lag nahe, dem Grund dieser Befürchtungen nachzuforschen und die wirklichen Verhältnisse festzustellen. Ich habe daher den Ausfall an Leitungsstangen für einige unserer Hochspannungsleitungen untersucht und, so gut es mir anhand der vorhandenen Unterlagen möglich war, die mittlere Lebensdauer der Leitungsstangen in unseren Anlagen ermittelt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Figuren aufgezeichnet.

Fig. 1 zeigt den Abgang der Leitungsstangen bei einer Hochspannungsleitung (Leitung 1) mit 512 extra starken Stangen. Das Erstellungsjahr der Leitung ist 1906. Man sieht, dass der Stangenersatz sich bis 1923 in sehr mässigen Grenzen

hielt, dann in den Jahren 1923 bis 1927 stark anstieg, um nachher wieder abzusinken. Von den ursprünglich gestellten Stangen sind heute noch 23 % vorhanden. Die mittlere Lebensdauer der bisher ersetzen Stangen beträgt bei dieser Leitung 17,5 Jahre. Mit den noch vorhandenen 23 % des ursprünglichen Bestandes darf wohl eine gesamte mittlere

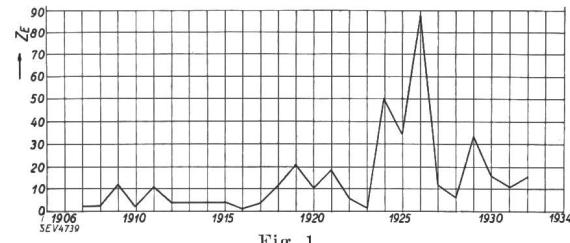


Fig. 1.  
Leitung mit 512 extra starken Stangen.  
Erstellungsjahr: 1906.

Ersetzt bis Ende 1932: 393 Stangen = 77 %.

Faul Ende 1933: Weitere 14 Stangen.

Angefault Ende 1933: 62 Stangen.

Mittlere Lebensdauer der ausgewechselten Stangen: 17,5 Jahre.  
Standorte meist in Kiesboden mit dünner Humusschicht.  
Kandertal.

Z<sub>E</sub> Zahl der ersetzen Stangen.

Lebensdauer von 20 Jahren erwartet werden, was nicht ungünstig ist. Immerhin aber beweist bereits diese Leitung, dass die Behauptung, bei den alten Leitungen hätten die Stangen 30 und mehr Jahre gehalten, in dieser allgemeinen Form nicht zutrifft.

Fig. 2 betrifft ein Teilstück von 114 Stangen einer 45 kV-Leitung mit über 1000 Stangen (Leitung 2). Die Leitung wurde 1907 erstellt. Es sind heute, nach 27 bis 28 Jahren, erst ca. 29 % der Stangen ersetzt worden. Das Durchschnittsalter der ersetzen Stangen ist bereits 17,2 Jahre. Es darf bei dieser Leitung erwartet werden, dass die Stangen eine durchschnittliche Lebensdauer von wenigstens 25 bis 30 Jah-

ren erreichen werden. Es fällt auf, dass bei der Leitung 1 die Stangen voraussichtlich eine kleinere durchschnittliche Lebensdauer haben werden als bei der Leitung 2, obschon bei der Leitung 1 der grösste Teil der Stangen in magerem kiesigem Boden steht und bei der Leitung 2 die meisten

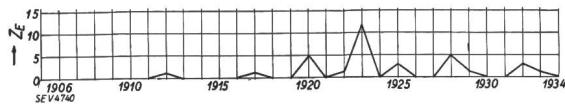


Fig. 2.

Leitung mit 114 extra starken Stangen.  
Erstellungsjahr: 1907.  
Ersetzt bis Ende 1933: 33 Stangen = 29 %.  
Angefault Ende 1933: 8 Stangen.  
Mittlere Lebensdauer der ersetzen Stangen: 17,2 Jahre. Standorte meistens in gutem Humusboden. Verbindungsleitung Spiez-Kallnach, Strecke König-Stausee Mühlberg.  
 $Z_E$  Zahl der ersetzen Stangen.

in gutem Humusboden, wo die Bedingungen für die Entwicklung der schädlichen Pilze günstiger scheinen.

Fig. 3 zeigt den Abgang der Stangen bei einer Leitung mit total 341 Stangen, die 1909 erstellt wurde. Auch diese Leitung zeigt ein sehr günstiges Verhalten. Nach 24 Jahren sind erst 17 % aller Stangen ersetzt. Das Durchschnittsalter der bisher ersetzen Stangen beträgt 19,4 Jahre. Bei dieser Leitung ist sicher eine durchschnittliche Lebensdauer der Stan-

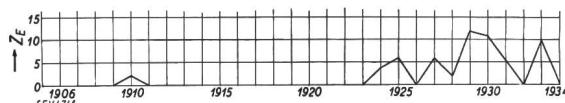


Fig. 3.

Leitung mit 341 extra starken Stangen.  
Erstellungsjahr: 1909.  
Ersetzt bis Ende 1933: 58 Stangen = 17 %.  
Angefault Ende 1933: 17 Stangen.  
Mittlere Lebensdauer der ersetzen Stangen: 19,4 Jahre. Leitung Mett-Reuchenette-Reconvilier. Standorte meistens in trockenem, kalkhaltigem Boden.  
 $Z_E$  Zahl der ersetzen Stangen.

gen von über 30 Jahren zu erwarten. Die Leitung steht im Jura, in kalkhaltigem, steinigem Boden.

Fig. 4 zeigt die Verhältnisse bei einer Leitung mit 288 Stangen. Das Erstellungsjahr ist 1913. Es sind bisher, also in 21 Jahren, 17,7 % aller Stangen ersetzt worden. Die mittlere Lebensdauer der ersetzen Stangen beträgt 17,6 Jahre. Man sieht, dass der prozentuale Abgang bereits grösser ist als bei der Leitung 3, obwohl die Standdauer kürzer ist. Immerhin ist auch bei dieser Leitung ein verhältnismässig

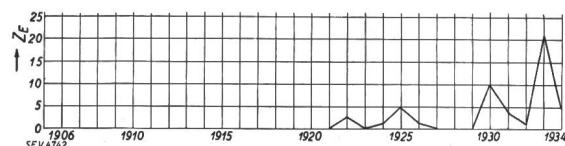


Fig. 4.

Leitung mit 288 normalstarken Stangen.  
Erstellungsjahr: 1913.  
Ersetzt bis 1934: 51 Stangen = 17,7 %.  
Faul Ende 1934: 4 Stangen.  
Angefault Ende 1934: 14 Stangen.  
Mittlere Lebensdauer der ersetzen Stangen: 17,6 Jahre. Leitung Zollikofen-Burgdorf. Standorte meistens in schwerem Humusboden.  
 $Z_E$  Zahl der ersetzen Stangen.

hohes Durchschnittsalter der Stangen zu erwarten, das sicher über 25 Jahre betragen wird. Wir haben die Stangen dieser Leitung nach dem Impfstich-Verfahren nachimprägnieren lassen, nachdem eine sorgfältige Kontrolle ergeben hatte, dass der Zustand der Stangen allgemein noch als gut bezeichnet werden kann.

Fig. 5 gilt für eine neuere Leitung. Die Leitung hat 261 Stangen und wurde 1917 gebaut. Der prozentuale Abgang ist etwas grösser als bei den vorher genannten Leitungen; er beträgt nach 17 Jahren Standdauer bereits 26 %. Die mittlere

Lebensdauer der bisher ersetzen Stangen ist 13,6 Jahre. Immerhin darf auch bei dieser Leitung eine befriedigende mittlere Lebensdauer der Stangen mit grosser Sicherheit erwartet werden. Auch die Stangen dieser Leitung sind nach dem Impfstichverfahren nachimprägniert worden.

Fig. 6 gilt für eine Leitung mit 456 Stangen. Das Erstellungsjahr der Leitung ist 1913. Diese Leitung zeigt einen um 2 % grösseren Abgang an Stangen als die ebenfalls im Jahre 1913 gebaute Leitung 4. Aber auch bei dieser Leitung beträgt der prozentuale Abgang an Stangen nach 21 Jahren

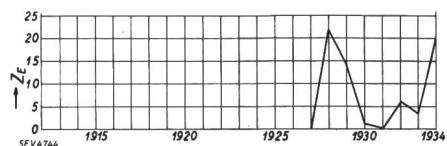


Fig. 5.

Leitung mit 261 extra starken Stangen.  
Erstellungsjahr: 1917.  
Ersetzt bis 1934: 68 Stangen = 26 %.  
Faul Ende 1934: 16 Stangen.  
Angefault Ende 1934: 31 Stangen.  
Mittlere Lebensdauer der ausgewechselten Stangen: 13,6 Jahre. Standorte meistens in gutem Humusboden. Leitung Luterbach-Bättterkinden.  
 $Z_E$  Zahl der ersetzen Stangen.

Standdauer erst 19,7 %, und es ist auch hier eine befriedigende mittlere Lebensdauer der Stangen zu erwarten.

Wir haben für diese 6 Leitungen die Kurven für den prozentualen Abgang der Leitungsstangen aufgestellt und diese mit einer gleichen Ausfallkurve verglichen, die in Draeger, «Hochspannungsleitungen», für deutsche Verhältnisse gegeben ist. Dieser Vergleich zeigt, dass bei den untersuchten Leitungen der prozentuale Abgang an Stangen für die Leitung 1 etwas grösser ist als der von Draeger angegebene. Bei der Leitung 5, Erstellungsjahr 1917, ist der Abgang etwas günstiger, bei den vier anderen Leitungen aber sehr beträchtlich geringer.

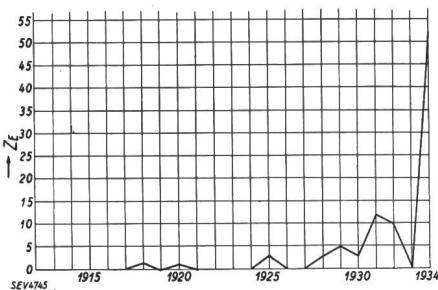


Fig. 6.

Leitung mit 456 extra starken Stangen.  
Erstellungsjahr: 1913.  
Ersetzt bis Ende 1934: 90 Stangen = 19,7 %.  
Angefault Ende 1934: 87 Stangen.  
Mittlere Lebensdauer der ersetzen Stangen: 19 Jahre. Standorte meistens in gutem Humusboden. Leitung Kallnach-Mett.  
 $Z_E$  Zahl der ersetzen Stangen.

Fig. 7a entspricht dem mittleren prozentualen Abgang der Stangen aus den Fig. 2 bis 6 zusammen.

Fig. 7b zeigt die Zunahme der Stangenzahl in den Verteilungsanlagen der BKW.

Fig. 7c zeigt, wie viele Stangen seit 1914 hätten ersetzt werden müssen, wenn der Abgang der Stangen nach der von Draeger angegebenen Ausfallkurve erfolgt wäre (Kurve k) und den ungefähren, wirklichen Stangenersatz seit 1924 (Kurve l); genau konnten die Zahlen der wirklich ersetzen Stangen nicht ermittelt werden).

Es geht aus diesen Kurven unzweideutig hervor, dass bis heute unsere mit Kupfervitriol nach dem Verfahren von Boucherie imprägnierten Stangen eine recht gute Widerstandskraft gegen die Zerstörung durch Fäulnisreger gezeigt haben.

Trotz diesem befriedigenden Resultat der ausgeführten Untersuchungen ist es nötig, der Erhaltung des Stangen-

materials fortwährend Sorgfalt zuzuwenden; denn wie die folgenden Bilder zeigen, werden nicht wenige Stangen durch Fäulnis zerstört, lange bevor sie die mittlere Lebensdauer erreicht haben.

Das günstigste Ergebnis in bezug auf die Lebensdauer würde sich ergeben, wenn die Stangen auf ihrer ganzen Länge eine gleichmässige Alterung erfahren würden. Nach unseren

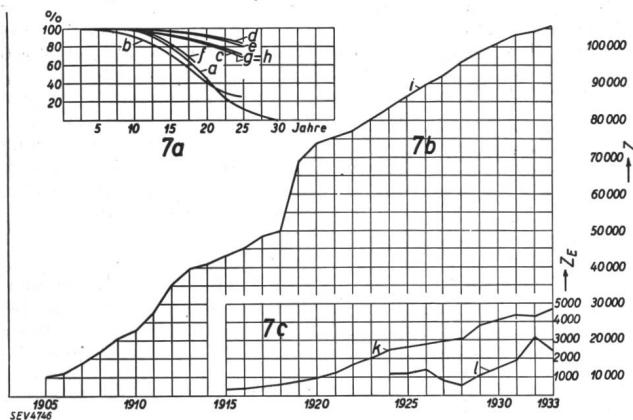


Fig. 7a.

Ausfallkurve für Stangen, die mit Kupfervitriol nach dem Boucherie-Verfahren imprägniert sind (Stangenbestand in %).  
a Ausfallkurve nach Dräger, «Hochspannungsleitungen».  
b bis g Ausfallkurve von Hochspannungsleitungen der BKW.  
h Resultierende Ausfallkurve aus Kurven b bis g.

Fig. 7b.

i Kurve über die Zunahme des Bestandes (Z) an Leitungsstangen im Leitungsnetz der BKW seit 1905.

Fig. 7c.

k Kurve des Stangenersatzes ( $Z_E$ ), der sich für die BKW nach der Ausfallkurve a ergeben sollte.

l Tatsächlicher Stangenersatz ( $Z_E$ ) seit 1924.

Untersuchungen ist das Verhältnis der Stangen, die wegen Faulen des Stangenteiles über Boden und beim Eintritt in den Boden ersetzt werden müssen, ungefähr 1 : 4. Bei Annahme einer mittleren Lebensdauer von 25 Jahren müssen also von fünf zu ersetzenden Stangen eine wegen Faulens im Oberteil und vier wegen Faulens an der Eintrittsstelle in den Boden ausgewechselt werden. Wir wissen nicht, wie gross das Durchschnittsalter der Stangen wird, wenn es gelingt, die

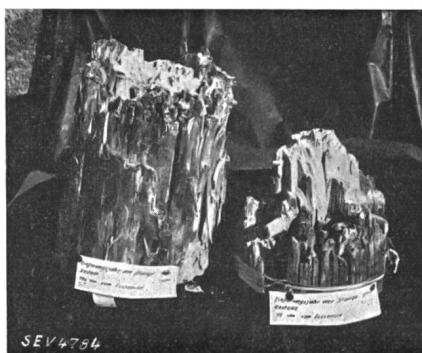


Fig. 8.

Stange, die nach 5 Jahren beim Austritt aus dem Boden schon vollständig durch Fäulnis zerstört ist.  
Standort: Wiese.

Stangen an der Eintrittsstelle in den Boden so gegen die Fäulnis zu schützen, dass dieser Teil der Zerstörung gleich lange standhält wie normalerweise die Stangenoberteile. An zahlreichen an der Bodenpartie verfaulten Stangen haben wir Schnitte aus den Oberteilen entnommen und meistens festgestellt, dass die Stangen im Oberteil noch vollständig gesund waren. Wir halten es daher für möglich, ein Durchschnittsalter der Stangen von 40 Jahren zu erreichen, wenn es durch geeignete Massnahmen gelingt, den Fäulnisprozess der Stangen an der Eintrittsstelle in den Boden so zu verzögern,

dass dieser Teil im allgemeinen die Lebensdauer des Stangenoberteils erhält. Das würde heissen, dass nach Erreichung dieses Ziels bei einem Bestand von rund 110 000 Leitungsstangen jährlich nur noch ca. 3000 Stangen ersetzt werden müssten gegen jährlich ca. 4400 Stangen bei einer mittleren Lebensdauer von 25 Jahren, bzw. 5500 Stangen bei 20 Jahren mittlerer Lebensdauer. Die Kosten des Stangenersatzes werden wohl überall direkt der Betriebsrechnung belastet; eine Minderzahl zu ersetzender Stangen bedeutet daher eine direkte Kostensparnis, abzüglich der Kosten für die Massnahmen, die zur Erreichung der längeren Lebensdauer aufgewendet worden sind. In unserem Fall würde eine Ein-



Fig. 9.

Stange, die nach 11 Jahren durch Käfer auf der Höhe der Isolatorenstützen ganz zerstört war.  
Standort: Wiese.

sparung von jährlich 1400 Stangen eine jährliche Kostensparnis von rund Fr. 154 000.— für den Unterhalt bedeuten, weniger die Kosten für die Schutzmassnahmen gegen die Fäulnis, die aber den Betrag der möglichen Ersparnis bei weitem nicht erreichen.

Die Befürchtungen, die vor einiger Zeit bei uns in bezug auf ein Nachlassen der Qualität unserer Leitungsstangen entstanden sind, haben das Gute gehabt, verstärkte Aufmerksamkeit auf die Massnahmen zu lenken, die eine Verlängerung der Lebensdauer der Stangen zur Folge haben. Als solche Massnahmen sind zu betrachten:

In erster Linie die Verwendung von nur einwandfreien, gesunden Stämmen für die Imprägnierung als Leitungsstangen. Stämme, die rissig sind, Mistelauswüchse oder Krebskrankheiten haben, oder die auf der Wurzel abgestanden sind und Spuren von Fäulnis zeigen oder die bereits von Würmern und Käfern angegriffen sind, dürfen nicht verwendet werden.



Fig. 10.

Stange mit 18 Jahren Standdauer. Kernfäule, hervorgerufen durch Wasser, das durch die Schwindrisse eindrang.  
Standort: Wiese.

Ebenso sind Stämme mit starken mechanischen Verletzungen, hervorgerufen durch Fällen oder Transport, zur Verwendung als Leitungsstangen ungeeignet. Die zu Leitungsstangen geeigneten Stämme müssen möglichst astfrei sein und ein feinjähriges Gefüge haben. Die Stangen müssen aus dem untersten Teil der Stämme hergestellt werden und sind möglichst nahe am Wurzelstock abzuschneiden. Nach dem Fällen sind die Stämme möglichst rasch zu imprägnieren. Nach beendigter Imprägnierung dürfen die Stangen nicht sofort verwendet werden. Sie müssen langsam austrocknen, damit die

Holzfasern das in den Stamm hineingepresste Kupfersulfat gut aufnehmen können. Werden die Stangen verwendet, bevor sie gut ausgetrocknet sind, so wird durch Regen das Kupfervitriol wieder ausgewaschen. Wie lange die Stangen vor der Verwendung zu lagern sind, hängt natürlich vom Wetter ab; drei Monate Lagerzeit dürften wohl das unbedingt nötige Minimum sein. Nach unseren Imprägnier-Vorschriften müssen die Stangen nach erfolgter Imprägnierung noch mindestens 20 Tage in der Rinde belassen werden, damit der Prozess des Austrocknens möglichst langsam erfolgt.

Es ist wohl zum Teil auf ungenügend lange Lagerung zurückzuführen, wenn Stangen, die in den Jahren 1914 bis 1919 geliefert worden sind, eine etwas kleinere durchschnittliche Lebensdauer ergeben. Bei der starken Entwicklung, die



Fig. 11.

Stange mit 28 Jahren Standdauer. Beim Austritt aus dem Boden ist die Stange etwa 3 cm tief durch Fäulnis zerstört, sonst aber gut erhalten.

Standort: Sandstein.

damals die Leitungsanlagen in der Schweiz erfahren haben, mussten Stangen öfters sehr bald nach erfolgter Imprägnierung gestellt werden.

Es muss anderseits beachtet werden, dass zu langes Lagern für die Lebensdauer der Stangen nachteilig ist. Beim Austrocknen bilden sich bei allen Stangen mehr oder weniger stark Schwindrisse. Durch diese dringt bei der liegenden Stange das Regenwasser viel stärker in die Stange ein als bei der stehenden Stange. Gehen die Schwindrisse über die imprägnierte Holzzone bis in das nichtimprägnierte Kernholz hinein, so dringt natürlich auch das Regenwasser so tief ein und erzeugt dort Fäulnis, worauf dann die Stange von innen heraus faul. Auf den Lagern sind die Stangen ausserdem in verstärktem Masse dem Angriff der Pilze ausgesetzt, sei es, dass auf dem gleichen Lager bereits erkrankte Stangen liegen oder dass die Lager selbst nicht einwandfrei sind.

Ein Stangenlager muss folgenden Bedingungen entsprechen:

Alte, gebrauchte, aus irgendeinem Grunde ausgewechselte Stangen dürfen nicht mit neuen Stangen auf das gleiche Lager gelegt werden.

Als Unter- und Zwischenlagen dürfen keine alten Stangen verwendet werden. Die Stangen sind nicht direkt auf den Boden zu legen; der Abstand über Boden soll mindestens  $\frac{1}{2}$  m betragen.

Die einzelnen Stangenlagen dürfen nicht direkt aufeinandergelegt werden, sondern sind durch Zwischenlagen von einander zu trennen, damit die Luft gut zirkulieren kann.

Vor dem Stellen werden die Stangen bei uns am Fussende auf eine Länge von  $2\frac{1}{2}$  m mit Teeröl angestrichen. Es ist zu empfehlen, diesen Anstrich heiss aufzutragen. Es wird damit bezeichnet, das Eindringen von Feuchtigkeit an diesem besonders exponierten Stangenteil und damit die Entwicklung der Fäulnispilze zu erschweren. Seit ungefähr 9 Jahren sind wir dazu übergegangen, die Leitungsstangen leitungs- oder anlageweise einer systematischen Nachbehandlung zu unterwerfen, wenn aus der Kontrolle hervorgeht, dass die Zeit da ist, dass die Stangen in grösserer Zahl zu faulen beginnen. Es handelt sich dabei anfänglich um die Anwendung von drei verschiedenen Verfahren. Bei allen drei Verfahren werden die Stangen bis zum ersten Steinkranz freigelegt und anhaftende Erde und faule Stangenteile sauber abgeburstet. Das zuerst am meisten angewandte Verfahren

bestand darin, die freigelegte Stange einige Zeit sich selbst zu überlassen, so dass der freigelegte Stangenteil an der Luft austrocknen konnte. Hierauf wurde Teeröl angestrichen und der Anstrich mit Lötlampen eingebrennt. Als weiteres Verfahren wurde das bekannte Umwickeln mit Bandagen, die mit einem Imprägniermittel gefüllt sind, verwendet, und als drittes Verfahren kam das bekannte Cobra-Impfstichverfahren zur Anwendung. Es wäre heute noch zu früh, ein bestimmtes Urteil abzugeben über Erfolg oder Misserfolg dieser Schutzmassnahmen gegen das Faulen der Stangen an der am meisten gefährdeten Stelle, beim Eintritt in den Boden. Es darf aber gesagt werden, dass das zuletzt genannte Verfahren bei unseren Betriebsleitungen steigendes Zutrauen erworben hat und es ist nur zu hoffen, dass die erwartete Verlängerung der Lebensdauer der Stangen wirklich erzielt wird, da sich daraus für die Werke mit ausgedehnten Leitungsanlagen eine wesentliche Reduktion ihrer Aufwendungen für den Unterhalt ergeben würde.

E. Trechsel, Sektionschef für Linienbau und Kabelanlagen der Generaldirektion PTT: Für den Leitungsbau der Schweizerischen Telegraphen- und Telephonverwaltung (TTV) werden normalerweise Tannenstangen verwendet, die nach dem Verfahren von Boucherie mit Kupfervitriol imprägniert sind. Die Stangen werden fertig imprägniert, auf Grund eines ausführlichen Pflichtenheftes, von den verschiedenen schweizerischen Imprägnier-Unternehmungen geliefert, durch Spezialbeamte der Verwaltung einer sorgfältigen Abnahmeprüfung unterzogen und auf dem Lagerplatz der Imprägnieranstanlagen aufgestapelt, bis sie zur Verwendungsstelle abtransportiert werden können. Im Jahre 1934 wurden auf diese Weise im ganzen abgenommen:

ca. 14 000 Stangen aller Längen;  
davon waren 85 % Stangen zu 7, 8 und 9 m,  
15 % Stangen zu 10 m und grösserer Länge.

Das ganze Quantum zerfällt in

11 640 Stangen von normalen Dimensionen,  
2 360 Stangen mit stärkeren Abmessungen, im Sinne von  
Art. 27, Ziffer 2, der Schwachstrom-Verordnung  
vom 7. Juli 1934.

Ausser den beschriebenen Vitriolstangen verwendet die Verwaltung gelegentlich in gewissen Landesgegenden auch Lärchen- und Kastanienstangen ohne Imprägnierung, die, von Fall zu Fall, nach Bedarf an Ort und Stelle beschafft werden.

Durch die Verkabelung des Telephon-Leitungsnetzes wurden im Laufe der letzten Jahre bedeutende Mengen gut erhalten Abbruchstangen frei, die nach sorgfältiger Ausscheidung aller beschädigten und angefaulten Hölzer, nach gründlicher Reinigung und Verzapfung, durch *Nachtränkung mit Teeröl* zur Wiederverwendung hergerichtet wurden. Diese Nachtränkung erfolgt im Kesselverfahren unter Druck, wobei aber hernach das überflüssige Öl im Vakuum wieder aus dem Holz herausgezogen wird. Die so nachgetränkten Stangen können unbedenklich mit Aussicht auf eine neue Lebensdauer von ca. 15 Jahren für Leitungsbauten von sekundärer Bedeutung wiederverwendet werden; jedoch kommt dieses Verfahren zur Regenerierung gebrauchter Stangen naturgemäß nur dort in Betracht, wo grössere Mengen von Abbruchstangen verfügbar werden, was bei Elektrizitätswerken in der Regel nicht der Fall sein dürfte und auch bei der TTV künftig dahinfallen wird, da die grossen Leitungsverkabelungen ihrem Ende entgegengehen. Im Jahre 1934 wurden, im Auftrag der TTV, insgesamt ca. 4400 Abbruchstangen nachgetränkt.

Wenn wir nun im weitern von der *Lebensdauer der Stangen* sprechen, so fassen wir dabei nur die mit Kupfervitriol imprägnierten Stangen der TTV ins Auge. Die seit einigen Jahren durchgeführte Statistik ergibt eine *durchschnittliche Lebensdauer der Stangen von 23,5 Jahren*, dabei zeigt sich aber, dass das Stangenalter in den einzelnen Landesgegenden sehr verschieden ist. Wenn wir die Gebiete mit ausserordentlichen geologischen und topographischen Verhältnissen, d. h. die Kantone Wallis, Graubünden und Tessin beiseite lassen, so ergibt sich eine ganz eigenartige Verteilung der Lebensdauer unserer Stangen.

Dem höchsten Durchschnittsalter von 27,5 Jahren begegnet man in den Telephonnetzen von Neuchâtel, Biel, Basel und Baden, also in der eigentlichen Jurazone und ihren Ausläufern. Eine mittlere Lebensdauer von 26,5 Jahren finden wir im Gebiet der Voralpen, d. h. in den Telephonnetzen von Freiburg, Thun und Luzern. Das zwischenliegende, sogen. Hochplateau der Schweiz weist die geringste mittlere Lebensdauer, nämlich von 22,1 Jahren auf. Das kleinste Alter scheinen die Stangen in der Gegend von Schaffhausen zu erreichen: 17,2 Jahre.

Zur Durchführung von *Massnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer* hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte eine eigentliche Industrie entwickelt. Zahlreich sind heute die Angebote für Impfverfahren, Bandagen und Stockschatzmittel, die als zweckmäßig empfohlen werden, sei es zum Schutz neuer Stangen vor der Verwendung, sei es zur weiteren Konservierung stehender Stangen. Die TTV hat von diesen Hilfsmitteln, die meist auf dem Einbringen chemischer Pilzvertilgungsgifte in die Poren der Hölzer beruhen, bisher keinen nennenswerten Gebrauch gemacht, und zwar hauptsächlich aus wirtschaftlichen Gründen, weil diese meist ziemlich kostspieligen Verfahren, wie wir weiter noch sehen werden, sich für die in Betracht kommenden Verhältnisse nicht eignen. Ein weiterer Grund für die Ablehnung dieser chemischen Konservierungsmittel liegt aber darin, dass die verwendeten Substanzen meist durch private Unternehmungen unter dem Siegel des Geschäftsgeheimnisses angeboten werden, so dass sich einerseits die gelieferte Ware jeder Qualitätskontrolle entzieht und anderseits keine Gewähr dafür besteht, dass eine Kontinuität hinsichtlich Preis und Qualität im Verlauf der Jahrzehnte gewährleistet ist. Es ist allerdings zuzugeben, dass die Verhältnisse bei den Stangen der Elektrizitätswerke nach etwas andern Gesichtspunkten zu beurteilen sind, als dies seitens der TTV geschieht, und zwar aus folgenden Gründen.

Bei den Anlagen der TTV kann eine Stange, sofern sorgfältig gearbeitet wird, in vollem Betriebe ausgewechselt werden, ohne dass nennenswerte Betriebsstörungen entstehen und ohne dass das ausführende Personal besondere elektrischen Gefahren ausgesetzt wäre. Bei Starkstromanlagen dagegen, und zwar sowohl bei Hochspannungs- als auch bei Niederspannungsanlagen, ist die Auswechselung einer Stange im Betriebe ausgeschlossen. Dies bedingt in den meisten Fällen, dass für die Auswechselung kostspielige Nacht- oder Sonntagsarbeit in Anspruch genommen werden muss. Anderseits spielt auch die Verschiedenheit der Bauart für die wirtschaftliche Beurteilung des Stangenersatzes eine gewisse Rolle, indem die Anlagen der TTV zum weitaus grössten Teil mit Stangen von 7, 8 und 9 m Gesamtlänge erstellt werden, während die Starkstromunternehmungen meist die wesentlich teureren 10- bis 12-m-Stangen verwenden müssen.

Die TTV ist also angesichts der beschriebenen Verhältnisse an der künstlichen Verlängerung der Lebensdauer ihrer Stangen weniger interessiert als die Elektrizitätswerke und hat deshalb bisher von der Anwendung kostspieliger Konservierungsmittel an stehenden Stangen Umgang genommen. Sie ist aus diesem Grunde auch nicht in der Lage, aus eigener Erfahrung über den Erfolg derartiger Mittel zu berichten.

Ein im Jahre 1925 durch die TTV auf dem Lagerplatz ausgeführter Versuch mit Impfung eines kleinen Postens freigewordener Abbruchstangen nach dem Cobra-Verfahren gestattet heute noch nicht, über die damit erzielten Erfolge ein abschliessendes Urteil zu fällen; immerhin sind von diesen Stangen im Laufe der 10jährigen Verwendungsdauer erst 2½ % auswechselungsbedürftig geworden. Die konservierende Wirkung scheint also nicht schlecht zu sein; anderseits bestätigte das Experiment die oben geäusserten wirtschaftlichen Bedenken.

Die TTV hat sich bisher damit begnügt, ihre im Betrieb stehenden Stangen durch einfache Mittel möglichst gut zu unterhalten, indem die Gestänge bei Linienbegehungen an der Bodenaustrittsstelle sorgfältig von anhaftenden Fäulnisspuren befreit und mit Karbolineum nachgestrichen werden. Dadurch wird mit verhältnismässig geringen Kosten ein durchschnittliches Stangenalter erzielt, das, mit Rücksicht auf die geringen Auswechselungskosten, als wirtschaftlich befriedigend bezeichnet werden darf.

**Th. Wider**, Betriebsleiter des E.W. Linthal, der die holzzerstörenden Pilze eingehend studiert hat, macht folgende wissenswerte Ausführungen:

Die uns heute interessierende Frage ist insoweit abgeklärt, als wir die Erreger der uns interessierenden Holzkrankheiten fast durchwegs kennen und unter dem Mikroskop erfassen können. Von den tierischen Schädlingen, die wir kennen, sehen wir im folgenden ab.

Wenn man die verschiedenen Meldungen über die in letzter Zeit aufgetretene Stangenfäulnis zusammenstellt, so kommt man zur Ueberzeugung, dass *unsere Holzmasten* nicht mehr von einer einfachen Krankheit befallen sind, sondern *einer Seuche* unterliegen. Wir haben also nicht allein der Holzkrankheit zu begegnen, wir haben auch auf die aufgetretene Seuche, deren Verschleppung und Bekämpfung Bedacht zu nehmen. Wir müssen uns daher mit der primären Ursache etwas auseinandersetzen, mit den *holzzerstörenden Pilzen*. Denn jede auftretende sog. Holzfäulnis ist das Werk von Pilzen, selten von Bakterien.

Um die wissenschaftlichen Abhandlungen über diesen Gegenstand zu verstehen, müssen folgende Fachausdrücke bekannt sein:

Die *Hyphen* oder Pilzfäden sind das primäre Formelement der *Eumyceten*, d. h. von schlauchartigen Zellen mit Spitzenwachstum und seitlicher Sprossung.

Das *Mycelium* oder Pilzlarer oder vegetativer Pilzkörper dient der Nahrungsaufnahme und besteht aus einem Geflecht von Hyphen.

Das *Dauer-Mycelium* ist eine besondere Mycelform, ähnlich den Knollen von Pflanzen, die dem Pilz ermöglichen, über ungünstige Ernährungszeiten hinwegzukommen.

Das *Hymenophor* ist der Fruchträger, verschieden geartet.

Das *Hymenium* ist die Fruchthaut oder Fruchtschicht. So besteht das Hymenium der Hymenomyceten hauptsächlich aus *Basidien*, d. h. aus pallisadenartig angeordneten Ständerzellen, an deren Ende die fortpflanzungsfähigen *Sporen* wachsen.

Die *Hymenomyceten* sind die höchst entwickelte Pilzordnung; sie pflanzen sich auf ungeschlechtliche Weise fort. Sie verfügen aber über Sporen zur Fortpflanzung. Diese Fortpflanzung geschieht ferner durch Zerfall der Hyphenfäden in ihre einzelnen Teile, die *Oidien*.

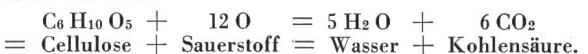
Ueber die *Fortpflanzung* der uns interessierenden Pilze ist weiter zu erwähnen, dass diese eine ungeheure Menge an Sporen entwickeln, die in alle Winde zerstreut werden. Ganz speziell sei aber hierbei auch auf die Gefahr der *Verschleppung der Pilze hingewiesen*, auf die wir später noch zu sprechen kommen.

Die *Lebensweise* unserer Pilze betrachtend, unterscheiden wir die Parasiten an lebendem und die Saprophyten an mehr oder weniger abgestorbenem Holz.

Die *Nahrungsbedürfnisse* der Pilze bestehen aus *Holz* und *Wasser*. Im Holz eingeschlossen sind: Cellulose, Lignin, Gerbsäure, eiweissartige Stoffe, Stärke, Dextrin, Farbstoffe, Harze, ätherische Oele und Mineralstoffe. Die Pilze bestehen aus Wasser, stickstoffhaltigen Substanzen, Fetten und Alkaliphosphaten. Für die Ernährung spielt die Cellulose als Trägerin der Holzfestigkeit und Tragkraft die Hauptrolle; aber gerade darin liegt die verhängnisvolle Wirkung der Pilze. Mit der Nahrungsaufnahme durch die Pilze sind verschiedene chemische Prozesse verbunden. Vor allem interessiert uns, dass die Pilze *ausnahmslos von Feuchtigkeit abhängig sind*.

Bei der Cellulose-Zerstörung durch die beiden Fermente: Hadromase und Cytase wird durch den Pilz ein Teil des Kohlenstoffes als Nahrung absorbiert, ein anderer Teil wird als *Kohlensäure und Wasser ausgeschieden*, zum Unterschied der uns bekannten Pflanzenwelt, die Kohlensäure zu Sauerstoff verarbeitet. Daher auch der muffige Geruch in Räumlichkeiten, die mit Schwämmen behaftet sind.

Die chemische Verarbeitung der Cellulose geht folgendermassen vor sich



Verschiedene Pilze *scheiden hiebei so viel Wasser aus*, dass sie von Tröpfchen förmlich behangen sind. Was wir Laien als Schwämme gemeinhin bezeichnen, ist nur der Frucht-

körper. Und Fruchtkörper bilden sich erst, wenn der Pilz durch Mangel an gewissen Nährstoffen gefährdet ist. Sei es nun, dass das vorhandene Holz zerstört ist, oder es dem Pilz an der erforderlichen Feuchtigkeit gebricht. Von dieser Tatsache wird bei der künstlichen Züchtung der Pilze Gebrauch gemacht, indem man durch Austrocknung des Holzes sich Fruchtkörper bilden lässt. Diese Erkenntnis ist für uns insofern wichtig, als trocken aufbewahrtes Holz (Stangenlager unter Dach) niemals faul.

**Temperaturen.** Die Pilze sind gegen Kälte praktisch unempfindlich (kommen vor in Sibirien), dagegen sehr gegen Wärme. So genügt in den meisten Fällen die dreistündige Einwirkung einer Temperatur von ca. 38° C, um die Pilze vollständig zu vernichten. Das Optimum des Pilzwachstums dürfte bei ca. 22° C liegen.

**Aussehen des kranken Holzes.** Der Laie bringt die verschiedenen Krankheiterscheinungen: Rotstreifigkeit, Trockenfäule, Nassfäule usw. vielfach in Beziehung mit dem «Ersticken» des Holzes, ob es nun zufolge Stockens der Saftzirkulation am lebenden Baum oder mangelnden Sonnenscheines usw. sei. Die mikroskopische Untersuchung lehrt uns aber, dass in jedem Falle Pilz-Hyphen die Urheber dieser Krankheiten sind.

**Wichtigste holzzerstörende Pilze unserer Gegenden.**

(H = vornehmlich Hausbewohner, Fr = an freistehenden Holzstangen.)

1. Merulius domesticus oder lacrymans:	echter Hausschwamm H
2. Merulius silvester:	wilder » H
3. Merulius hydnoides:	gelbrandiger » H
4. Polyporus vaporarius:	Porenhausschwamm Fr
5. Polyporus annosus:	Wurzelschwamm Fr u. H
6. Lenzites saeparia:	rotrandig, Blättling Fr
7. Lenzites abentina:	weissrand, Blättling Fr
8. Coniphora cerebello:	Kellerschwamm oder mycelreicher Kru- stenpilz H
9. Lentinus squamosus:	schuppiger Sägeblätt- ling oder Zähling Fr

Vor allem dürften die Gattungen der Polyporus, Lenzites und Lentinus unseren Holzmasten am meisten Schaden zufügen. Der Pilz, der im Jahre 1927 im Netz des EW Linthal abnormale Stangenfäulnis hervorrief, ist, wie Herr Lehrer Nüesch, St. Gallen, auf dem Wege künstlicher Züchtung feststellte, der Trametes serialis, Var. resupinata fr., Synonym: *Poria callosa* fr., zu deutsch: Resupinate, Reihen-Tramete.

Die kurze zur Verfügung stehende Zeit gestattet nicht, auf die verschiedenen gefürchteten Holzzerstörer näher einzutreten; es sei daher auf die Literatur verwiesen, z. B.: Mahlk-Troschel: Handbuch der Holzkonservierung. Emil Nüesch: Die gefährlichsten holzzerstörenden Pilze der Häuser.

Die Ausbreitung und Verschleppung all dieser unseren Holzmasten gefährlichen Pilze geschieht durch:

- unsachgemäßes Liegenlassen und Lagern des Holzes auf dem Holzschlagplatz;
- Vernachlässigung und Nichtreinhaltung des Bodens auf dem Lagerplatz der Imprägnieranstalt;
- unsachgemäßes Lagern auf dem Stangenlager des Elektrizitätswerkes, Lagern von Abbruchholz auf gesundem Holz oder umgekehrt.

Wenn wir nun diesen Momenten im praktischen Leben Rechnung tragen, so bleibt immer noch die Ausbreitung der Pilze durch die Sporen; achten wir also darauf, dass die Pilze nicht bis zur sichtbaren Schwammbildung gedeihen.

Bei der Ausbreitung und Verschleppung der Pilze ist die Feuchtigkeit eine Hauptbedingung, ohne Feuchtigkeit ist jeder Pilz zum Absterben verdammt.

Daraus ergeben sich die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen gegen unsere Holzschädlinge, die, wie erwähnt, ihren Lebensanfang schon im Walde haben: Peinliche Reinhaltung des Holzes vom Schlag bis zur Imprägnierung, trockene Lagerung des imprägnierten Holzes auf gesunder Unterlage, tunlichste Montage der Holzmasten auf Stangensockeln aus nicht porösem Material (Kapillarwirkung, Ansaugung

des Grundwassers). Es ist zu erwähnen, dass unsere gebräuchlichsten Stangensockel die Holzmasten zu wenig vom Boden abheben, um gegen die Grasnässe und Jauche (Ammoniak) geschützt zu sein.

Lange Jahre hindurch haben uns die gebräuchlichsten Imprägnierverfahren gute Dienste geleistet. Dem seuchenhaften Auftreten der gefährlichen holzzerstörenden Pilze ist es zuzuschreiben, dass neue Mittel und Wege gesucht werden müssen, um unser Stangenholz vor dem Angriff durch diese Seuche zu schützen. Eine alte Regel lautet, Stangen nicht in das gleiche Loch zu stellen, aus welchem die faule Stange herausgenommen wurde; man weiß aber ebensogut, dass diese Regel in vielen Fällen einfach undurchführbar ist. Da in diesen Fällen den im alten Stangenloch befindlichen Pilzen durch eine neue Stange nur neue Nahrung zugeführt würde, kann nur die Anwendung von geeigneten Stangensockeln vor zu raschem Verderben der neuen Stange schützen.

Überall, wo seuchenhaftes Auftreten von Stangenfäulnis konstatiert wird, sollte im allgemeinen Interesse ein Fachexperte beigezogen werden, der das Holz mikroskopisch zu untersuchen und gegebenenfalls eigene Pilzkulturen zu züchten hat. Erst wenn man den Schädling genau kennt, kann man ihm richtig begegnen.

**Th. Heinzelmann**, Bernische Kraftwerke A.G., Bern: Zur Frage der Leitungsmasten möchte ich vom Standpunkt des Einkäufers einige Bemerkungen anbringen und einige Fragen stellen.

Oft, wenn im Betrieb eine Stange vorzeitig faul, zu Unterbrüchen der Energielieferung oder zu Störungen führt, wird versucht, die Ursachen dieser Erscheinung dem Einkauf zuzuschreiben. Es fehlt dann nicht an väterlichen Ratschlägen, die sich oft widersprechen.

Wie können wir krankhafte Stangen auf dem Imprägnierplatz erkennen, wenn der Krankheitserreger nicht sichtbar ist? Es wird hiefür kaum ein Mittel geben; man wird zweifellos mit gewissen Risiken rechnen müssen.

Die Stangenabnahme vollzieht sich bei den BKW folgendermassen:

Wir verwenden zur Hauptsache nur boucherisierte Stangen. Diese werden bei der Abnahme nach ihrem allgemeinen äusseren Aussehen beurteilt. Fehlerhafte Stangen werden ausgeschieden. Etwas verkrümmte Stangen, aber mit feinen Jahrringen, werden von uns nicht als fehlerhaft bezeichnet. Diese Stangen sind qualitativ besser als schöne gerade Stangen mit weiten Jahrringen. Dieser Standpunkt bringt uns oft Kritik durch das Betriebspersonal, das nur schöne, gerade Stangen wünscht.

Die Qualität des Holzes wird speziell am Fussende genau untersucht; es wird nachgesehen, ob die Stange mit Stockfäule behaftet ist; eventuell lässt man eine Holzscheibe absägen. Stangen, bei denen die Wurzelanläufe noch sichtbar sind, geben wir den Vorzug.

Nach dieser allgemeinen Sichtkontrolle werden an den Zopfenden der Stangen Holzscheiben abgeschnitten. Das abgeschnittene Stück wird mit Blutlaugensalzlösung bestrichen, um das Durchdringen der Imprägnierung festzustellen. Nicht gut imprägnierte Stangen werden zurückgewiesen. Wir achten dabei besonders auf eine gleichmässige Sättigung des Holzes. Diese Prüfung wird an 80 bis 100 % der abgenommenen Stangen vorgenommen. In letzter Zeit haben wir an Stangenabschnitten häufig hellbraune Flecken festgestellt. Wir können nicht beurteilen, ob diese Flecken Krankheitserde darstellen oder nicht; die Sache wird zur Zeit von der Eidg. Techn. Hochschule untersucht. Wir haben diese Stangen zurückgewiesen.

Bei jeder Stangenabnahme und in der Zwischenzeit wird, ohne vorherige Anmeldung, bei den Imprägnieranstalten die Kupfersulfatlösung mit dem Aräometer gemessen. Periodisch lassen wir die Kupfersulfatlösung chemisch untersuchen.

Normalerweise nehmen wir die Stangen ungefähr sechs Monate nach der Imprägnierung ab. Wir lassen sie dann noch weitere sechs Monate liegen, damit das Kupfersulfat richtig auskristallisiert.

Leider wird häufig der Fehler gemacht, dass uns das Betriebspersonal für abnormale, nicht lagernde Stangen eine zu kurze Lieferfrist lässt. Wenn solche Stangen innert 2 Mona-

ten geliefert werden müssen, kann man nicht eine lange Lebensdauer erwarten.

Die Lagerung der Stangen erfolgt äusserst sorgfältig. Als Lager wird kein altes, faules Holz verwendet. Bei den Hauptlagern in den Betriebskreisen haben wir Zementsockel und Eisenschienen und sorgen für luftige Lagerung.

Es würde mich nun interessieren, zu erfahren, ob andere Werke in der Stangenabnahme strenger sind als wir, nach welchen Regeln die Abnahme vor sich geht.

Trotz diesen Abnahmebedingungen, die nach meiner Ansicht streng sind, hört man hin und wieder die Meinung, man sollte noch strenger sein. Es wird z. B. angeregt, die Stangen bereits im Walde abzunehmen. Um eine genaue Ueberwachung durchzuführen, müsste man schon beim Holzschlag dabei sein, um Stangen mit Stockfäule auszuscheiden, bevor sie abgesägt werden. Ich kann mir eine solche Ueberwachung beim Holzschlag, beim Transport und bei den Arbeiten auf dem Imprägnierplatz nur unter Aufwendung grosser Kosten vorstellen. Stangen, die im Innern mit Krankheitserregern behaftet sind, können wir auch bei dieser Ueberwachung nicht erkennen. Ich glaube, wir sollten auch den Imprägnieranstanstalten ein gewisses Vertrauen entgegenbringen dürfen. Anderseits sollten sich die Imprägnieranstanstalten noch in vermehrtem Masse zur Pflicht machen, nur gesundes Holz für Leitungsmasten zu kaufen. Holz, das wegen Stockfäule geschlagen werden muss, sollte nicht für unsere Zwecke zur Verwendung kommen.

Man behauptet heute, die früheren Stangen seien besser gewesen. In einer Leitung, die im Jahr 1899 erstellt wurde, befinden sich 587 Stangen; davon mussten bis heute 558 Stangen oder 95,1% ausgewechselt werden. Diese Stangen erreichten eine mittlere Lebensdauer von 18,8 Jahren. In den ersten 10 Lebensjahren mussten bereits 143 Stangen oder ca. 24% wegen vorzeitiger Fäulnis ausgewechselt werden. Die Behauptung, man wusste früher nichts über vorzeitigen Ersatz wegen Fäulnis, steht also auf schwachen Füßen. In einer andern Leitung, die im Jahr 1920 erstellt wurde und 371 extrastarke Stangen enthält, mussten in den ersten 10 Jahren 34 Stangen oder ca. 9% wegen Fäulnis ersetzt werden. Es handelt sich vorwiegend um Bellitstangen. Im letzten Herbst wurden in einem Betriebskreis 5320 Stangen kontrolliert; dabei mussten 86 Stangen bis zu einer Lebensdauer von 10 Jahren als faul zur Auswechselung vorgemerkt werden. Die Kosten für die Auswechselung betrugen rund 9500 Fr. Es waren Stangen dabei mit einer Lebensdauer von nur einem Jahr.

Diese letzte Tatsache rollt neuerdings die Frage auf, was getan werden soll, um das frühzeitige Faulen von Stangen zu verhindern.

Unsere Stangen werden vor dem Stellen durch das Monteurpersonal mit einem Stockschutz aus Teeröl versehen. Wir beabsichtigen, diesen Stockschutz künftig bei ausgetrock-

neten Stangen bereits auf dem Imprägnierplatz anbringen zu lassen. Die Frage, welches Imprägniermittel angewendet werden soll, ist noch offen.

Zum Schluss möchte ich anregen, es möchte das Generalsekretariat prüfen, ob vom VSE oder SEV einheitliche Abnahmebestimmungen für die Imprägnieranstanstalten aufgestellt werden könnten.

**E. Hohl, St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke (SAK):** Die SAK beziehen die Stangen z. T. von einer alten, zuverlässigen Imprägnieranstalt und waren mit den Lieferungen stets zufrieden. In den letzten Jahren zeigten sich plötzlich starke Ausfälle; eine Reihe von Stangen war innerst 3 Jahren angefault und mussten ersetzt werden. Diese Stangen waren bei der Abnahme genau gleich geprüft worden wie alle anderen Stangen, nach einem Verfahren, das sich mit demjenigen der BKW etwa deckt. Die bei der Abnahme am Stock und am Zopf entnommenen Abschnitte waren einwandfrei. Kurze Zeit, nachdem die Stangen gestellt waren, zeigten sich in der gefährdeten Zone beim Austritt aus dem Boden faule Nester mit Mycelien. Es muss daher ein Pilz angenommen werden, der trotz Anwesenheit von Kupfersulfat weiter existieren kann.

Die Organe der SAK untersuchten dann mit dem Kantonschemiker den Imprägnierplatz auf das Vorkommen von Pilzen und fanden an den dortigen Lagern und an dem zur Verarbeitung gelangenden Rohholz einen reichen Myceliumsatz. Es ergab sich auch, dass in der benachbarten Kirche in kurzer Zeit zweimal hintereinander der Kirchenboden ausgewechselt werden musste, weil er durch Pilze zerstört war.

Die Angelegenheit ist nun Herrn Lehrer Nüesch in St. Gallen, einem bekannten Pilzspezialisten, zur wissenschaftlichen Untersuchung übergeben worden, um zunächst den fäulnisregenden Pilz, der der Kupfersulfatimprägnierung widersteht, festzustellen und die Zusammenhänge zwischen den an den Stangen festgestellten Mycelien mit den auf dem Imprägnierplatz gefundenen abzuklären.

Der Vorsitzende dankt allen Diskussionsrednern für die wertvollen Beiträge. Aus der ausgiebigen Diskussion ergaben sich besonders zwei sehr beachtenswerte Vorsichtsmassnahmen: Sorgfältige Abnahme der Stangen und saubere Lagerung auf gesunden Lagern, möglichst auf Betonsockeln. Bei diesen Vorsichtsmassnahmen kann man auf eine mittlere Lebensdauer von 18 bis 20 Jahren rechnen. Durch Nachimprägnierung, z. B. mit dem Cobra-Verfahren, kann die Lebensdauer voraussichtlich wesentlich verlängert werden.

Die Werke sollten die Frage der Holzfäulnis sorgfältig verfolgen und ihre Beobachtungen im Bulletin laufend bekannt geben. In 5 bis 10 Jahren dürfte dann schon ein interessantes Tatsachenmaterial vorliegen. Mit besonderem Interesse darf den eingeleiteten Vergleichsversuchen mit nachimprägnierten Stangen entgegengesehen werden.

## Ueber die Steuerung von Stromrichtern durch Sperren der Anoden.

Von Rudolf Risch, Baden.

621.314.652

Quecksilberdampfstromrichter können dadurch gesteuert werden, dass man die einzelnen Anoden in jeder Periode bis zu einem gewünschten Zeitpunkt mit Hilfe eines Magneten, eines Gitters oder einer Aussenelektrode sperrt. Die Steuerung mit einem Magneten kann dadurch verbessert werden, dass man das Anodenfeld mit Hilfe eines Feldschwächgitters schwächt. Die beschriebenen Versuche zeigen, dass zwischen diesen verschiedenen Steuerarten sowohl in der Schaltung als auch in den Oszillogrammen weitgehende Analogie besteht. Bei Verwendung eines Feldschwächgitters können beliebig hohe Anodenspannungen mit mässigen Magnetfeldern gesperrt werden.

Stromrichter, z. B. Quecksilberdampfgleichrichter, können bekanntlich dadurch gesteuert werden, dass man den Zündpunkt der einzelnen Anoden innerhalb der Wechselstromperiode verschiebt. Das

On peut influencer le fonctionnement des redresseurs à vapeur de mercure en bloquant à chaque période les différentes anodes jusqu'à un moment déterminé, à l'aide d'un aimant, d'une grille ou d'une électrode extérieure. On peut améliorer la commande par aimant en affaiblissant le champ anodique à l'aide d'une grille spéciale. Les essais décrits ci-dessous font ressortir une forte analogie entre les différents modes de commande, aussi bien dans le couplage que dans les oscillogrammes. En utilisant une grille pour affaiblir le champ anodique, on peut bloquer les plus hautes tensions anodiques avec des champs magnétiques d'intensité moyenne.

wird dadurch erreicht, dass man jede Anode bis zum gewünschten Zeitpunkt sperrt. Auf diese Weise kann man bei Gleichrichtern die erzeugte Gleichspannung verändern, und nur so ist es möglich,