Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 26 (1935)
Heft: 18

Artikel: Expériences faites avec les poteaux en bois imprégnés
Autor: Leimgruber, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058474

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXVIe Année | N° 18 | Vendredi, 30 Août 1935

Expériences faites avec les poteaux en bois imprégnés.

Rapport présenté à l'Assemblée des chefs d'exploitation de l'UCS, à Bienne, le 2 mars 1935,

par *W. Leimgruber*, EKZ, Zurich.

621.315.668.1

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.

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.

Les services électriques qui sont propriétaires de réseaux électriques aériens ont un très grand intérêt à connaître la durée des poteaux installés et de ceux qui seront utilisés dans la suite. Cette connaissance leur permet, en effet, de tirer des conclusions à différents points de vue.

Au cours de ces dernières années, on a préconisé à diverses reprises de nouveaux procédés d'imprégnation pour les poteaux en bois, qui présenteraient certains avantages par rapport au procédé habituel. Nous croyons donc qu'il n'est pas inutile de considérer les résultats que nous avons obtenus avec les procédés d'imprégnation parvenus à notre connaissance.

Les expériences qui font l'objet de ce compte-rendu se rapportent uniquement à la Suisse et plus particulièrement aux conditions du réseau de distribution des Entreprises électriques du Canton de Zurich (EKZ).

On connaît, en Suisse, les procédés d'imprégnation suivants:

1° Imprégnation des poteaux au sulfate de cuivre par injection, selon le procédé Boucherie (1837). Ce procédé le plus courant en Suisse date d'environ 80 ans et permet l'imprégnation de tous les conifères de notre pays, tels que les

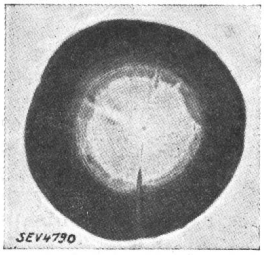

Fig. 1.

Epicéa, fin, imprégné au vitriol (sulfate de cuivre).

épicéas, les sapins, les pins et les mélèzes. La profondeur d'imprégnation dans l'aubier atteint quelques centimètres.

Dans ce qui suit, les poteaux traités selon ce procédé seront appelés *poteaux sulfatés.*

2° Imprégnation des poteaux au sublimé dans des bacs, selon le procédé dit de kyanisation (Kyan 1823). Il existe encore en Suisse une installation de ce genre (Spychiger, Nidau), qui exportait principalement en France. Ce procédé est surtout appliqué en Allemagne et en Autriche. Tous les

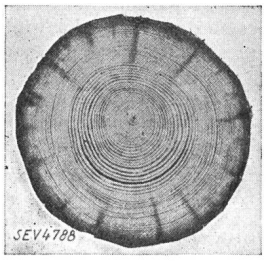

Fig. 2.

Epicéa, fin, imprégné au sublimé (kyanisé).

conifères peuvent être imprégnés selon ce procédé. L'imprégnation doit avoir lieu avec des bois aussi secs que possible. La profondeur d'imprégnation n'atteint que quelques millimètres.

Dans ce qui suit, les poteaux traités selon ce procédé seront appelés *poteaux kyanisés.*

3° Imprégnation des poteaux au goudron (Bethell 1838, environ 250 kg/m³ imprégnation complète; *procédé de Rüping 1905, environ 90 kg/m³).*

Il existe, en Suisse, quelques installations de ce genre, mais elles traitent surtout des traverses de chemins de fer. On a renoncé à imprégner de la sorte les poteaux pour lignes électriques, car l'imprégnation n'est suffisamment profonde

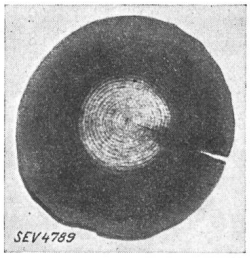

Fig. 3.

Pin sylvesre, extra-fin, imprégné au goudron.

que dans le cas du pin et du mélèze. Lorsqu'ils n'ont pas été longtemps stockés et séchés, les troncs d'épicéas et de sapins ne peuvent être imprégnés selon le procédé de Rüping que

comme des poteaux kyanisés, c'est-à-dire seulement jusqu'à une profondeur de 5 à 10 mm; aux entailles, au sommet et au pied, le goudron pénètre plus profondément. Pour remédier à ces inconvénients, qui proviennent de la nature de ces essences, on a essayé de sécher ces poteaux aussi longtemps que possible, voire même artificiellement, jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment fendillés pour que le goudron puisse pénétrer plus profondément dans l'aubier et se répartir, au moins sur une partie de la longueur, correctement sur toute la section. On a également essayé d'obtenir le même résultat en perçant des trous aux zones critiques.

Le pin sylvestre suisse de dimensions requises n'a pas une rectitude suffisante; il est trop noueux et présente trop de branches. Une certaine rectitude est en effet nécessaire au point de vue de la résistance mécanique (la droite qui joint les centres des sections du sommet et de l'encastrement ne doit pas sortir de l'intérieur du poteau). Nous ne sommes en outre pas habitués à voir des poteaux fortement distordus, comme c'est parfois le cas au Tessin où l'on utilise des poteaux en bois de châtaignier non-imprégné. En Suisse, le nombre des pins sylvestres est d'ailleurs par trop insuffisant. Les forestiers n'aiment pas abattre des pins trop jeunes à l'usage de poteaux, car les pins plus vieux sont payés à un prix sensiblement plus élevé, qui peut atteindre deux fois celui du bois pour poteaux. On pourrait songer à planter dorénavant un plus grand nombre de pins, afin que les générations futures puissent, dans 60 ou 70 ans, jouir de cet avantage. Des renseignements pris auprès des offices forestiers compétents ont toutefois abouti à des résultats négatifs

a) car les pins sylvestres ne sont pas très bien appropriés à notre climat, où les précipitations sont trop fréquentes;

b) pour des raisons d'économie forestière (bas prix des bois pour poteaux);

c) car, dans 60 ou 70 ans, les procédés de conservation du bois seront peut-être entièrement différents.

Quant au mélèze, il est trop peu répandu chez nous et d'un prix trop élevé pour en faire des poteaux. La profondeur d'imprégnation atteint quelques centimètres, c'est-à-dire presque tout l'aubier.

Nos monteurs n'aiment pas les poteaux imprégnés au goudron, car ils «transpirent» souvent légèrement par temps chaud, ce qui abîme les salopettes et peut parfois causer des inflammations des bras et des yeux lorsque le soleil brille très fortement.

Les fournisseurs de poteaux des EKZ tiennent généralement à disposition les essences suivantes:

Epicéas	env.	75 %
Sapins	»	20 %
Pins	»	5 %

Sur demande, le nombre des pins peut être augmenté de 5 à 10 % au maximum.

Durée moyenne des poteaux imprégnés, en années.

Tableau I.

	Selon				
	Postes allemandes 1903	Kiefer 1921	PTT 1928/34	Postes allemandes 1933	EKZ 1934
1° Poteaux sulfatés	11,7	13,4	21-23	17,8	19–20
2° Poteaux kyanisés	13,7	14,5	— —	16,5	18–19
3° Poteaux imprégnés au goudron	20,6	22,3	—[1]–	26,9	22[2]
4° Poteaux bruts non imprégnés	—	—	— —	—	3–6
5° Poteaux de mélèze non imprégnés	—	—	16 —	—	—
6° Poteaux de châtaignier non imprégnés	—	—	22 —	—	—

[1]) Sensiblement plus que pour les poteaux sulfatés.
[2]) Essai interrompu.

Les relevés des Postes allemandes[1]) se rapportent à 11,3 millions de poteaux et s'étendent sur une période de 80 années. 5,5 millions de ces poteaux sont sulfatés, 1,7 million kyanisés et 2,7 millions imprégnés au goudron.

Dans ces relevés, Winning signale que la durée moyenne des poteaux imprégnés au goudron sera plus longue et atteindra probablement *30 à 33 ans.*

Le tableau I montre que *les poteaux imprégnés au goudron sont tout particulièrement favorables au point de vue économique.* Le prix des pins imprégnés au goudron est d'environ 7 % plus élevé. En Suisse, on continue toutefois à utiliser principalement des poteaux sulfatés, car les expériences faites jusqu'ici ne sont pas mauvaises et puis nous sommes passablement conservateurs. En outre, la répartition des petites et moyennes installations de sulfatage présente, à notre avis, certains avantages, tandis que les frais élevés des installations d'imprégnation au goudron ne permettent de monter qu'un nombre restreint de grandes installations.

Si l'on veut s'en tenir à ces poteaux, il est absolument nécessaire que leur durée moyenne soit plus élevée, ce qui nous semble parfaitement possible. Nous reviendrons dans la suite sur ce sujet.

Les *poteaux kyanisés* selon l'ancien procédé n'ont pas donné en Suisse de très bons résultats, surtout par le fait qu'un très grand nombre de poteaux, dans les localités et aux environs de celles-ci, sont fortement vermoulus par les larves de certains coléoptères (bostriche). Ces larves attaquent le bois depuis le pied jusqu'à une hauteur de 1,5 à 2 m et provoque généralement de très gros dégâts. En traitant correctement les poteaux et en veillant entre autre à ce qu'ils ne soient pas traînés trop longtemps sur le sol, ni entaillés, les résultats que nous avons obtenus sont cependant satisfaisants.

Nous n'avons pas utilisé jusqu'ici de poteaux kyanisés selon le nouveau procédé, de sorte que nous ne pouvons donner aucune appréciation au sujet de leur durée. Les résultats obtenus à l'étranger ne sont d'ailleurs pas encore certains.

Les poteaux commandés en 1932 par les Postes allemandes se répartissent comme suit:

Poteaux imprégnés au goudron	74,8 %
Poteaux kyanisés	7,2 %
Procédé combiné au sublimé et fluorure de sodium	17,4 %
Procédés divers, dinitrophénol, thanalithe, imprégnation à vif	0,6 %
	100 %

En *Suisse,* les poteaux acceptés actuellement se répartissent approximativement comme suit:

Poteaux sulfatés	env.	92 %
Poteaux kyanisés ou imprégnés au goudron	»	5 %
Poteaux imprégnés par d'autres procédés	»	3 %

Voici maintenant quelques renseignements plus précis au sujet des expériences faites avec les *poteaux sulfatés,* qui sont utilisés le plus fréquemment par les EKZ.

[1]) ETZ, du 31 janvier 1935.

Les installations de distribution des EKZ atteignaient à fin 1934 3050 km de lignes, dont 1030 km pour la haute tension et 2020 km pour la basse tension. A la même époque, le nombre des poteaux de ligne était de 26 500 dans les réseaux à haute tension et de 45 500 dans ceux à basse tension, soit au total *72 000 poteaux*. Les lignes les plus anciennes des EKZ ont été construites de 1895 à 1900 et de 1903 à 1908; la plus grande partie des installations a été établie depuis 1910.

A fin 1934, ces poteaux se répartissaient comme suit, selon leur genre d'imprégnation:

Env.	60 000 poteaux sulfatés	= 83,5 %
»	8 000 poteaux kyanisés (tous d'avant 1920)	= 11 %
»	4 000 poteaux imprégnés au goudron	= 5,5 %

Le nombre des poteaux nécessaires pour les installations nouvelles et l'entretien est annuellement de 3435 (moyenne des 10 dernières années), dont 1175 pour les nouvelles installations et 2260 pour l'entretien.

Au cours de ces 4 dernières années, les EKZ n'ont acheté que des poteaux sulfatés. Depuis 1920, ils n'ont plus utilisé de poteaux kyanisés et depuis 1930 aucun poteau imprégné au goudron, ceci pour des raisons d'économie nationale. En effet, ces poteaux devaient en général être importés de l'étranger, soit entièrement terminés, soit seulement le bois (pin). Lors d'un accident d'automobile survenu en 1925, nous avons constaté ce qui suit: Un poteau imprégné au goudron avec contrefiche avait été renversé par un camion à remorque; l'endroit de la cassure, à environ 30 cm au-dessus du sol, était encore complètement huileux. L'enquête a montré que le poteau en question avait été acheté en 1909 avec 163 autres pièces (157 poteaux et 6 contrefiches). A l'époque de l'accident, 158 pièces étaient encore en service et on a pu constater par des perçages qu'elles étaient en parfait état. Trois de ces poteaux ont été démontés en raison d'un déplacement de ligne et 2 par suite de cet accident. Cette constatation nous a amenés à commander chaque année, de 1926 à 1930, 800 à 1000 poteaux imprégnés au goudron. En 1932, 149 de ces 163 poteaux étaient encore en service; il n'a pas été possible de déterminer avec exactitude la raison de la suppression de 9 poteaux.

Les frais de changement d'un poteau (amenée du nouveau poteau et du personnel avec outillage et transport de l'ancien poteau avec le personnel et l'outillage) atteignent en moyenne . . fr. 60.—
Un poteau de 12 m, y compris le transport, coûte . . . . . » 30.—
Le *remplacement* d'un poteau s'élève donc à . . . . . » 90.—

Les frais annuels d'un poteau mis en place s'élèvent à:

fr. 48.— au total = fr. 2.40 par an pour un poteau sulfaté: durée moyenne 20 ans;

fr. 50.— au total = fr. 1.85 par an pour un poteau imprégné au goudron: durée moyenne 27 ans.

On a constaté que la durée moyenne est d'environ 20 ans, lorsque le bois a été choisi correctement (croissance lente, bois à cercles annuels très serrés, bois de montagne âgé d'environ 60 ans). En outre, le bois doit être imprégné soigneusement sans que l'écorce soit abîmée et avant qu'il ait commencé à sécher. Dans les ateliers d'imprégnation, on ne doit jamais se servir d'outils pointus pour l'empilage des poteaux, sinon l'écorce pourrait être détériorée. Pour l'essai de réception, on utilise du ferrocyanure de potassium (solution: 1 partie de ferrocyanure dans 12 parties d'eau). L'expérience a également montré que les poteaux imprégnés ne doivent pas être plantés trop tôt, mais seulement lorsqu'ils sont bien secs ou qu'ils ont été stockés pendant un temps suffisant (½ à 1 année). Le sulfate de cuivre est alors moins facilement délavé par la pluie. On doit éviter un trop long empilage en plein air, car l'eau de pluie s'écoule moins facilement que lorsque les poteaux sont en position verticale et l'humidité facilite la formation des champignons. Il est également recommandable de tenir les poteaux neufs séparés des bois pourris.

On prétend que les nouveaux poteaux ne durent pas aussi longtemps que ceux d'avant-guerre. Cela provient probablement du fait qu'autrefois le choix d'un bois de croissance lente et sèche était plus sévère que de nos jours. En outre, on attachait sans doute une plus grande importance à ce que les poteaux destinés à l'imprégnation ne soient pas desséchés. Enfin, la plantation de poteaux neufs dans les anciens trous non désinfectés, comme cela se fait malheureusement trop souvent (surtout dans le réseau des EKZ), joue un grand rôle. Nous reviendrons dans la suite à ce sujet. Quand il s'agit de poteaux au goudron, l'huile dont le bois est imprégné a la tendance à s'écouler vers le sol, de sorte que l'endroit critique est toujours le plus saturé de liquide d'imprégnation. Enfin, le sol entourant le poteau est légèrement désinfecté par l'exsudation du poteau.

Pour des raisons bien connues, les poteaux imprégnés pendant les dernières années de la guerre et celles d'après-guerre n'entrent pas en ligne de compte (prix élevé et manque de vitriol).

Un chapitre très important pour la durée des poteaux est celui du *contrôle des poteaux*, c'est-à-dire la vérification du bon état des poteaux installés. Ce contrôle ne doit, sous aucun prétexte, être exécuté à l'aide de petits pics ou autres, car ces outils blessent le poteau précisément à son endroit le plus sensible et permettent aux champignons de pourriture de pénétrer à l'intérieur du poteau. Ces instruments percent généralement la couche protectrice imprégnée. Les EKZ ont d'ailleurs fait de très mauvaises expériences à ce point de vue. Les outils de contrôle appropriés sont un stilet, une tarière et, le cas échéant, un marteau pour frapper le poteau.

Ce dernier procédé ne doit être utilisé qu'avec beaucoup de circonspection, car le son du choc diffère selon l'état sec ou humide du poteau.

Le sol autour d'un poteau planté ne doit pas être dégarni déjà pendant les premières années pour procéder à un contrôle. Un dégarnissage trop fréquent du sol autour du poteau est mauvais, car les champignons s'établissent plus facilement lorsque le sol est mal tassé. Le sol entourant le poteau doit être toujours bien damné.

Un autre point important est celui de savoir *quand un poteau pourri* doit être remplacé. Cette question est en outre déterminante pour établir la durée moyenne des poteaux. Le chef d'exploitation du réseau doit être assuré qu'aucune perturbation de service, ni aucun accident ne pourront se produire du fait d'un bris de poteau pourri. Dans toutes les installations, il y a évidemment des endroits où les poteaux sont plus ou moins exposés. La décision du remplacement ou du maintien des poteaux doit donc être confiée à une personne qui connaisse aussi parfaitement que possible la question. L'état des poteaux voisins joue également un rôle, mais la sécurité de service doit être prédominante.

Les essais ont montré que les poteaux dont le cœur est pourri présentent encore un bon coefficient de sécurité contre la cassure, tant que l'aubier est sain.

Pendant l'ouragan du 23 février 1935, le nombre des poteaux brisés dans le réseau des EKZ a été de 9, dont 5 sur la basse tension et 4 sur la haute tension, c'est-à-dire 0,12 ‰ du nombre total des poteaux.

On a constaté que les *poteaux sulfatés* sont plus rapidement attaqués par les champignons et pourris, lorsqu'ils se trouvent à proximité de tas de fumier ou de fosses à purin, ainsi que dans les terrains qui sont souvent fumés. Les *eaux ammoniacales* délavent le cuivre et les *eaux carboniques* transforment le vitriol en carbonate de cuivre, qui est insoluble dans l'eau et n'a plus d'action contre les champignons. C'est un désavantage des poteaux sulfatés. Un autre désavantage est le fait que certains champignons *résistent à l'action du cuivre.*

D'une façon générale, on peut dire que les poteaux sulfatés pourrissent plus facilement dans les terrains légers, que dans les terrains lourds.

Pour *accroître la durée des poteaux sulfatés,* ce qui est nécessaire par rapport aux poteaux au goudron, et pour supprimer autant que possible les défauts connus, les consommateurs de poteaux devraient rechercher *sérieusement* une solution avec les installations d'imprégnation.

Nous proposons les méthodes suivantes pour atteindre ce but:

1° *Désinfection* des anciens trous d'encastrement par des moyens aussi simples que possible. Le désinfectant devrait être répandu sous forme de poudre dans le trou et aux abords ou projeté dans le trou sous forme de liquide à l'aide d'un pulvérisateur de vigneron, par exemple. Comme nous l'avons déjà dit, les poteaux neufs doivent malheureusement être plantés dans la plupart des cas dans le même trou que les anciens poteaux.

2° *Protection du pied des poteaux* sur une hauteur d'environ 1,2 m par de l'huile de goudron et de la poix (50 cm au-dessous du sol et 70 cm au-dessus). Le revêtement doit être élastique, c'est-à-dire ne pas devenir cassant en hiver, ni couler en été; il doit suivre les variations de volume du bois sans se fissurer et adhérer fortement au bois. Ce revêtement ne doit être appliqué que sur du bois absolument sec, sinon les poteaux se pourriraient depuis l'intérieur. Les applications de carbolinéum seul n'ont pas donné jusqu'ici de notables résultats.

Autres propositions:

1° Imprégnation supplémentaire de la zone critique par *injection* (thanalithe). Le poteau subit une seconde imprégnation avec un autre liquide, par exemple de la thanalithe, sur environ 3 m depuis l'extrémité du pied. Ce second liquide doit être difficilement soluble et ne pas contrarier l'action du sulfate de cuivre, mais bien la compléter. L'essai de cette imprégnation supplémentaire n'est pas aussi simple que pour les poteaux sulfatés, car le poteau doit être percé spécialement.

2° Imprégnation supplémentaire par *inoculation* ou par *bandages.* Ces procédés sont décrits ci-après.

3° *Imprégnation postérieure des poteaux en service* selon les procédés d'inoculation ou par bandages.

Procédé d'inoculation Cobra.

Au début de 1934, 197 poteaux kyanisés montés en 1911 sur la ligne *Grüningen-Pfaffhausen et ses dérivations* ont été imprégnés une seconde fois selon le procédé d'inoculation Cobra.

Ce procédé a été mis au point en Allemagne il y a 8 ans environ et est appliqué en Suisse par la Société Cobra, Imprégnation des Bois, à Berne, Hopfenweg 48.

Ce procédé consiste à inoculer le bois à l'aide d'un liquide d'imprégnation en se servant d'un appareil simple et aisément transportable. L'aiguille à inoculer pénètre à environ 50 mm dans l'aubier, sans réduire la résistance du poteau. Une zone imprégnée s'établit en peu de temps par diffusion sur le pourtour du poteau. Le liquide utilisé est du fluorure de sodium et du nitrate de phénol. Les poteaux sont inoculés à une soixantaine de reprises sur une zone allant d'environ 35 cm au-dessous du sol à 30 cm au-dessus. Avant de procéder à l'inoculation, on doit creuser autour du poteau jusqu'à une profondeur de 40 ou 50 cm et nettoyer le poteau. Après l'inoculation, le poteau reçoit deux couches de céloyde (matière pour conserver le bois, genre d'huile de goudron). Ce procédé garantit une prolongation de la durée du poteau de 6 ans.

Les lignes d'essai, comportant 490 poteaux et 24 contrefiches, ont été installées en 1911. Jusqu'au 1er juin 1934, le nombre de poteaux remplacés a été le suivant:

4 poteaux par suite d'un déplacement de ligne,
55 poteaux par suite d'une surélévation de ligne (nouveaux fils tirés en 1929),
55 poteaux par suite de pourriture.

Actuellement, il reste encore 400 poteaux de l'année 1911. Au début de l'essai, la durée moyenne était d'environ *21 ans.*

Afin d'obtenir des renseignements aussi sûrs que possible au sujet des résultats de l'imprégnation postérieure, on a choisi et désigné pour chaque poteau réimprégné un poteau de contrôle, dont l'état était autant que possible le même et qui avait été préalablement déchaussé et examiné attentivement. L'état des poteaux réimprégnés et des poteaux de contrôle était donc sensiblement le même au début de l'essai. On pourra ainsi constater dans la suite si l'imprégnation postérieure a réellement amené une augmentation de la durée des poteaux plantés dans des terrains pratiquement identiques. Nos organes de contrôle sont chargés de vérifier exactement les deux sortes de poteaux et de nous tenir au courant de leurs constatations. La réimprégnation s'est effectuée sous la surveillance de l'un de nos monteurs.

Les frais par poteau reviennent à fr. 8.—
Un poteau neuf de 11 m coûte . . » 25.50

Le procédé par bandages.

Ce premier essai a été suivi d'un second sur 192 poteaux de lignes à 8 kV. Ces poteaux avaient été préalablement imprégnés au vitriol.

Le procédé par bandages est connu depuis 8 ans et provient également d'Allemagne. A l'époque de l'essai, l'application de ce procédé était confiée pour la Suisse à la S. A. des Produits Electrotechniques Siemens, à Zurich. La matière d'imprégnation, constituée par des sels de Wolmann mélangés à des sels arsénieux (thanalithe), est placée dans un bandage en étoffe grossière, dont on entoure l'endroit à imprégner. Les poteaux sont tout d'abord déchaussés et nettoyés, puis le bandage est fixé à environ 30 cm au-dessous du sol et à 30 cm au-dessus par un ruban de fer et des clous à ergot. La pluie et l'humidité du sol tirent du bandage la matière d'imprégnation, la transforment en bouillie très nocive pour les champignons et imprègnent ainsi toute la zone critique du bois.

Les essais comportent, comme dans le premier cas, des poteaux de contrôle. Au début des essais, la durée des poteaux était d'environ *21 ans.* Les bandages ont été placés par nos monteurs.

Ce procédé revient à environ fr. 13.— par poteau. Les frais d'un poteau neuf de 11 m s'élèvent à fr. 25.50.

Il faudra donc attendre encore quelques années avant de pouvoir constater les résultats obtenus avec ces deux procédés.

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 (BKW): Auf Ende des Jahres 1933 waren in den Hoch- und Niederspannungsleitungen der BKW 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 BKW 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 ersetzten Stangen beträgt bei dieser Leitung 17,5 Jahre. Mit den noch vorhandenen 23 % des ursprünglichen Bestandes darf wohl eine gesamte mittlere

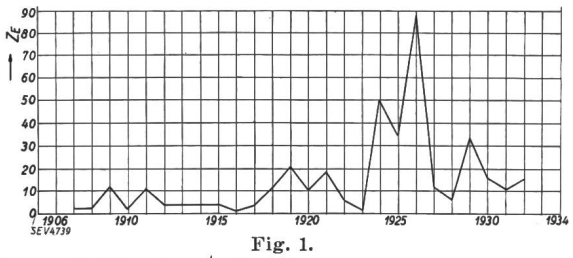

Fig. 1.
Leitung mit 512 extra starken Stangen.
Erstellungsjahr: 1906.
Ersetzt bis Ende 1932: 393 Stangen = 77 %.
Faul Ende 1933: Weitere 14 Stangen.
Angefault Ende 1933: 62 Stangen.
Mittlere Lebensdauer der ausgewechselten Stangen: 17,5 Jahre.
Standorte meist in Kiesboden mit dünner Humusschicht. Kandertal.
Z_E Zahl der ersetzten 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 ersetzten 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

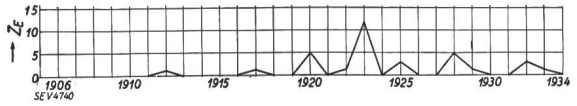

Fig. 2.
Leitung mit 114 extra starken Stangen.
Erstellungsjahr: 1907.
Ersetzt bis Ende 1933: 33 Stangen = 29 %.
Angefault Ende 1933: 8 Stangen.
Mittlere Lebensdauer der ersetzten Stangen: 17,2 Jahre. Standorte meistens in gutem Humusboden. Verbindungsleitung Spiez-Kallnach, Strecke Köniz-Stausee Mühleberg.
Z_E Zahl der ersetzten 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 ersetzten Stangen beträgt 19,4 Jahre. Bei dieser Leitung ist sicher eine durchschnittliche Lebensdauer der Stan-

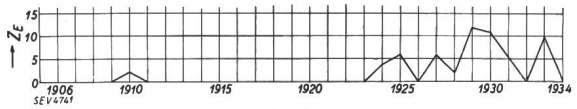

Fig. 3.
Leitung mit 341 extra starken Stangen.
Erstellungsjahr: 1909.
Ersetzt bis Ende 1933: 58 Stangen = 17 %.
Angefault Ende 1933: 17 Stangen.
Mittlere Lebensdauer der ersetzten Stangen: 19,4 Jahre. Leitung Mett-Reuchenette-Reconvilier. Standorte meistens in trockenem, kalkhaltigem Boden.
Z_E Zahl der ersetzten 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 ersetzten 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

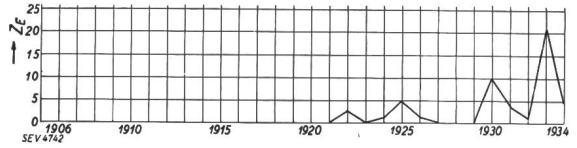

Fig. 4.
Leitung mit 288 normalstarken Stangen.
Erstellungsjahr: 1913.
Ersetzt bis 1934: 51 Stangen = 17,7 %.
Faul Ende 1934: 4 Stangen.
Angefault Ende 1934: 14 Stangen.
Mittlere Lebensdauer der ersetzten Stangen: 17,6 Jahre. Leitung Zollikofen-Burgdorf. Standorte meistens in schwerem Humusboden.
Z_E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

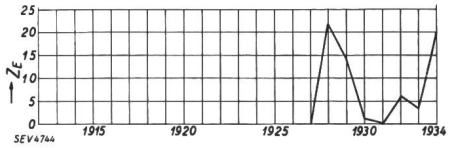

Fig. 5.
Leitung mit 261 extra starken Stangen.
Erstellungsjahr: 1917.
Ersetzt bis 1934: 68 Stangen = 26 %.
Faul Ende 1934: 16 Stangen.
Angefault Ende 1934: 31 Stangen.
Mittlere Lebensdauer der ausgewechselten Stangen: 13,6 Jahre. Standorte meistens in gutem Humusboden. Leitung Luterbach-Bätterkinden.
Z_E Zahl der ersetzten 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.

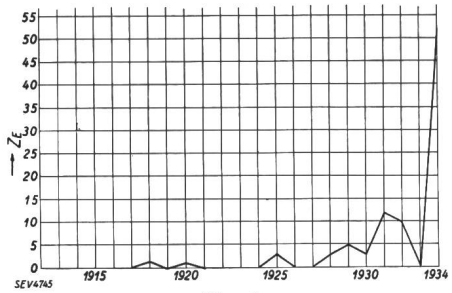

Fig. 6.
Leitung mit 456 extra starken Stangen.
Erstellungsjahr 1913.
Ersetzt bis Ende 1934: 90 Stangen = 19,7 %.
Angefault Ende 1934: 87 Stangen.
Mittlere Lebensdauer der ersetzten Stangen: 19 Jahre. Standorte meistens in gutem Humusboden. Leitung Kallnach-Mett.
Z_E Zahl der ersetzten Stangen.

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 ersetzten 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 Fäulniserreger 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 wenig 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

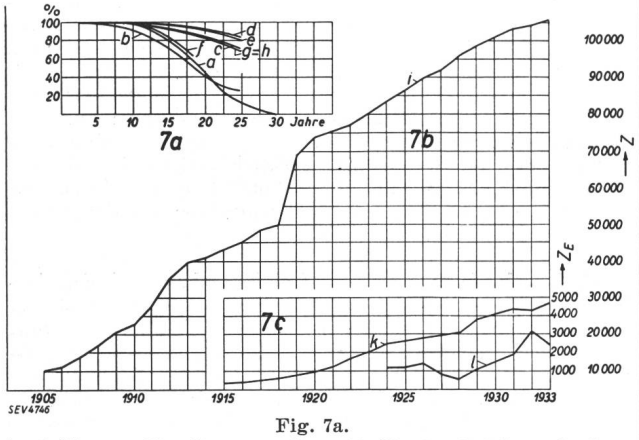

Fig. 7a.
Ausfallkurve für Stangen, die mit Kupfervitriol nach dem Boucherie-Verfahren imprägniert sind (Stangenbestand in %).
a Ausfallkurve nach Dräger, «Hochspannungsleitungen».
b bis *g* Ausfallkurve von Hochspannungsleitungen der BKW.
h Resultierende Ausfallkurve aus Kurven *b* bis *g*.

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

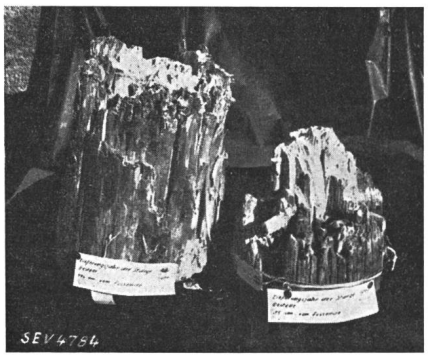

Fig. 8.
Stange, die nach 5 Jahren beim Austritt aus dem Boden schon vollständig durch Fäulnis zerstört ist.
Standort: Wiese.

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 Zieles 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 Kostenersparnis, abzüglich der Kosten für die Massnahmen, die zur Erreichung der längeren Lebensdauer aufgewendet worden sind. In unserem Fall würde eine Ein-

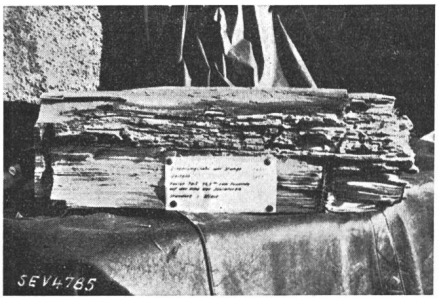

Fig. 9.
Stange, die nach 11 Jahren durch Käfer auf der Höhe der Isolatorenstützen ganz zerstört war.
Standort: Wiese.

sparung von jährlich 1400 Stangen eine jährliche Kostenersparnis 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, herrührend vom 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 fault. 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 ½ m betragen.

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

Vor dem Stellen werden die Stangen bei uns am Fussende auf eine Länge von 2½ m mit Teeröl angestrichen. Es ist zu empfehlen, diesen Anstrich heiss aufzutragen. Es wird damit bezweckt, 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 handelte 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 abgebürstet. Das zuerst am meisten angewendete 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 eingebrannt. 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 Imprägnieranstalten 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 erhaltener Abbruchstangen frei, die nach sorgfältiger Ausscheidung aller beschädigten und angefaulten Hölzer, nach gründlicher Reinigung und Verzäpfung, durch *Nachtränkung mit Teeröl* zur Wiederverwendung hergerichtet wurden. Diese Nachtränkung erfolgt im Kesselverfahren unter Druck, wobei aber hernach das überflüssige Oel 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 Stockschutzmittel, die als zweckmässig empfohlen werden, sei es zum Schutz neuer Stangen vor der Verwendung, sei es zur weitern 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 besondern elektrischen Gefahren ausgesetzt wäre. Bei Starkstromanlagen dagegen, und zwar sowohl bei Hochspannungs- als auch bei Niederspannungsanlagen, ist die Auswechslung einer Stange im Betriebe ausgeschlossen. Dies bedingt in den meisten Fällen, dass für die Auswechslung 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 % auswechslungsbedürftig 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 Auswechslungskosten, 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 Pilzlager 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 Fruchtträger, 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

$$C_6H_{10}O_5 + 12\,O = 5\,H_2O + 6\,CO_2$$
$$= \text{Cellulose} + \text{Sauerstoff} = \text{Wasser} + \text{Kohlensäure.}$$

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 fault.

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 Krankheitserscheinungen: Rotstreifigkeit, Trokkenfäule, 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 saepiaria:	rotrandig. Blättling	Fr
7. Lenzites abientina:	weissrand. Blättling	Fr
8. Coniphora cerebello:	Kellerschwamm oder mycelreicher Krustenpilz	H
9. Lentinus squamosus:	schuppiger Sägeblättling 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.:
Mahlke-Troschel: Handbuch der Holzkonservierung.
Emil Nüesch: Die gefährlichsten holzzerstörenden Pilze der Häuser.

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

a) unsachgemässes Liegenlassen und Lagern des Holzes auf dem Holzschlagplatz;
b) Vernachlässigung und Nichtreinhaltung des Bodens auf dem Lagerplatz der Imprägnieranstalt;
c) 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, trokkene 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.

Ueberall, 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 fault, zu Unterbrüchen der Energielieferung oder zu Störungen führt, wird versucht, die Ursachen dieser Erscheinung dem Einkauf zuzuschieben. 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 Krankheitsherde 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 auskristallisieren kann.

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 Imprägnieranstalten ein gewisses Vertrauen entgegenbringen dürfen. Anderseits sollten sich die Imprägnieranstalten 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 frühern 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 Auswechslung vorgemerkt werden. Die Kosten für die Auswechslung 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 ausgetrockneten 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 Imprägnieranstalten 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 innert 3 Jahren angefault und mussten ersetzt werden. Diese Stangen waren bei der Abnahme genau gleich geprüft worden wie alle andern 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 Myceliumansatz. 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 fäulniserregenden 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.

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.

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