Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 34 (1943)
Heft: 20

Artikel: Ist das Nachimprägnieren von Leitungsstangen wirtschaftlich?
Autor: Wecker-Frey, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057754

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

on pourrait également envisager la conversion en lignes de trolleybus de différentes lignes d'autobus exploitées par le PTT, en augmentant la tension à la ligne de contact jusqu'à 1500 V.

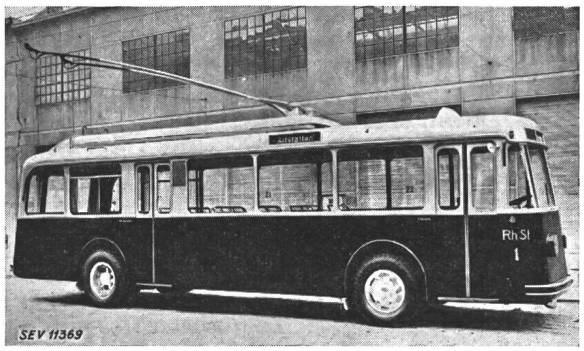

Fig. 42.
Trolleybus des Tramways du Rheintal
(Courant continu 1000 V)

Depuis longtemps déjà, notre pays a la réputation d'être la plaque tournante de l'Europe. Par là, en dépit de la petitesse de notre réseau ferroviaire, on a caractérisé l'importance de notre position centrale dans le système des voies ferrées européennes et la tâche toute particulière qui nous incombe au point de vue technique. Comme techniciens, nous avons eu particulièrement à cœur de mener à bien cette tâche. L'électrification de nos chemins de fer, dont nous venons de parler, en est une preuve éclatante.

Mais, si les apparences ne sont pas trompeuses, le moment paraît proche, où notre plaque tournante se trouvera devoir répondre à une toute autre mission et cela sur une échelle et à un degré d'importance encore inconnus jusqu'à ce jour. Cette tâche nouvelle relève d'un tout autre domaine, de nature morale et éthique. De même que les rails venus des quatre points cardinaux de l'Europe se rapprochent sur notre sol et s'y unissent, de même, dans un temps peut-être très proche, il nous sera donné, au cœur de notre continent si terriblement terrassé par l'épreuve, de rassembler et d'unir ce que séparent aujourd'hui l'hostilité et la haine. Mais cette tâche là ne dépendra pas seulement de nous autres techniciens, car il ne s'agit, ici, de rien moins que de la plus haute mission de la Suisse, le message sublime que notre patrie peut apporter au monde.

[14]) Bull. ASE 1941, No. 4, p. 66.

Ist das Nachimprägnieren von Leitungsstangen wirtschaftlich?

Von *F. Wecker-Frey*, Zürich

621.315.668.1.0044

Der Artikel behandelt die Kostenfrage beim Nachimprägnieren von Leitungsstangen. Der Autor geht von einer früher im Bulletin SEV veröffentlichten Kostengleichung aus, die er richtigstellt. Er betrachtet dabei nur die im Zeitpunkt der Imprägnierung auftretenden Kosten und stellt sie den Ausgaben für eine neue Leitungsstange, bezogen auf eine mittlere Lebensdauer, gegenüber. Bei der sogenannten mittleren Lebensdauer handelt es sich um eine durchschnittliche Zahl von Jahren, die eine neue Stange im Betrieb (ohne Nachimprägnierung) aushält. Je nach der Qualität der Stangen und den Witterungsverhältnissen am Verwendungsort kann die mittlere Lebensdauer von Werk zu Werk verschieden sein. Der Autor zeigt an einem Zahlenbeispiel, dass die Nachimprägnierung wirtschaftlich ist, wenn durch sie die Lebensdauer der Stange um rund 1 Jahr verlängert wird.

Eine Behandlung der Frage, wie weit sich die durchschnittlichen Jahreskosten einer Stange reduzieren lassen, unter Berücksichtigung der durch Anschaffung, Aufstellung und periodische Nachimprägnierung entstehenden Kosten, ist heute noch nicht möglich, da die Erfahrungen darüber, wie oft die Nachimprägnierung an einer Stange periodisch wiederholt werden kann, erst in einigen Jahrzehnten vorliegen werden. Immerhin hat die Praxis gezeigt, dass die Jahreskosten einer Stange durch eine einmalige Nachimprägnierung eine Reduktion erfahren.

Cet article est consacré à la question du coût des poteaux en bois réimprégnés. L'auteur se base sur un calcul publié dans le Bulletin ASE et qu'il rectifie. Il ne considère que les frais au moment de l'imprégnation et les compare au coût d'un nouveau poteau, compte tenu d'une durée d'utilisation moyenne. Cette durée est celle du nombre d'années que le poteau peut être employé sans imprégnation. Elle peut varier d'un réseau à l'autre, suivant la qualité du bois et les conditions atmosphériques. L'auteur prouve, par des exemples numériques, qu'une réimprégnation est économique lorsqu'elle prolonge d'environ une année la durée du poteau.

Il n'est toutefois pas encore possible de préciser la réduction des frais annuels moyens d'un poteau, en tenant compte du prix d'achat, des frais de montage et du coût des réimprégnations périodiques, car l'on ne saura guère que dans quelques dizaines d'années quel est le nombre des réimprégnations périodiques nécessaires. On sait néanmoins déjà que les frais annuels d'un poteau sont réduits par une seule imprégnation.

In seinem interessanten, an der Betriebsleiterkonferenz des VSE vom 16. Dezember 1932 in Olten gehaltenen Referat über «Betrieb und Unterhalt von Hochspannungsleitungen und Verteileranlagen» [1]) machte W. Köchli, Bern, u. a. Angaben über das Nachimprägnieren von Leitungsstangen. Bei dieser Gelegenheit hatte der Referent den verdankenswerten Versuch unternommen, zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Nachimprägnierungen eine Formel aufzustellen. Das Resultat dieser Formel steht jedoch mit den vom Referenten selbst genannten und für die BKW, als Beispiel, angeführten Zahlen im Widerspruch. Dies zeigt folgende Rechnung:

K Kosten des Ersatzes einer Leitungsstange
k Kosten der einmaligen Nachimprägnierung
n Zahl der Jahre zwischen 2 Nachimprägnierungen
T Lebensdauer der Stange ohne Nachimprägnierung
t Verlängerung der Lebensdauer durch die Nachimprägnierung (vom Referenten auf Grund gemachter Beobachtungen angenommen).

[1]) Bull. SEV 1933, Nr. 9, S. 185.

Es wird davon ausgegangen, dass Kostengleichheit bestünde, wenn

$$\frac{k}{n} \cdot (T + t) = \frac{K}{T} \cdot t$$

sei, woraus gefolgert wird, dass das Nachimprägnieren wirtschaftlich sei, wenn

$$t \geqq \frac{T^2 \cdot k}{K \cdot n - T \cdot k}$$

ist.

Aus den Erfahrungen der BKW nannte Köchli folgende Zahlen:

K = Fr. 125.—, k = Fr. 7.—, n = 6 Jahre, T = 17 Jahre und t = 6 Jahre.

Demzufolge ergibt sich, unter Einsetzen der BKW-Zahlen, dass das Nachimprägnieren wirtschaftlich ist, wenn eine Verlängerung der Lebensdauer von

$$t = \frac{17^2 \cdot 7}{125 \cdot 6 - 17 \cdot 7} = 3{,}2 \text{ Jahren erzielt wird.}$$

Machen wir nun, unter Berücksichtigung obiger Zahlen, folgende Ueberlegung:

Das Ersetzen einer Leitungsstange koste Fr. 125.—. Diese Stange habe eine Lebensdauer von 17 Jahren. Somit kostet die Stange pro Jahr 125 : 17 = Fr. 7.38. Wenn nun die Nachimprägnierung, wie oben angegeben, nur Fr. 7.— kostet, was also weniger als die Jahreskosten einer Stange ausmacht, so hat sich doch das Nachimprägnieren in weniger als einem Jahre amortisiert, d. h. das Nachimprägnieren rechtfertigt sich wirtschaftlich schon, wenn die Lebensdauer um nur schwach 1 Jahr und nicht, wie die Formel angibt, um 3,2 Jahre verlängert wird.

Dieser Widerspruch kann nur auf einen Fehler in der Formel zurückzuführen sein. Um ihn zu finden, soll die Formel im folgenden aufs Neue entwickelt werden.

Wenn die Kosten einer einmaligen Nachimprägnierung k Franken betragen und wenn die Nachimprägnierung nach n Jahren wiederholt werden muss, so belaufen sich die Kosten für die Nachimprägnierung auf jährlich $\frac{k}{n}$ Fr.

Analog gilt: Wenn die Kosten für das Ersetzen einer Stange K Franken betragen und wenn diese Stange (ohne Nachimprägnierung) eine Lebensdauer von T Jahren erreicht, so belaufen sich die Kosten jährlich auf $\frac{K}{T}$ Fr.

Es herrscht demnach Kostengleichheit, wenn

$$\frac{k}{n} = \frac{K}{T} \qquad (1)$$

Die jährlichen Kosten $\frac{k}{n}$ und $\frac{K}{T}$ ergeben nach x Jahren je den Gesamtbetrag von

$$\frac{k}{n} \cdot x \text{ bzw. } \frac{K}{T} \cdot x \text{ Fr.}$$

Es herrscht also wieder Kostengleichheit, wenn

$$\frac{k}{n} \cdot x = \frac{K}{T} \cdot x \qquad (2)$$

Setzen wir nun für x die durch die Nachimprägnierung bewirkte Verlängerung der Lebensdauer, also t ein, so erhalten wir Kostengleichheit bei

$$\frac{k}{n} \cdot t = \frac{K}{T} \cdot t \qquad (3)$$

Dieses ist die neue Ausgangsformel für die weitere Berechnung. Vergleicht man diese mit derjenigen des Referenten, so sehen wir, dass die linke Seite der Gleichung anders lautet.

Von diesem Punkt an beschreiten wir nun einen anderen Weg, indem wir die für die Praxis wichtige Frage stellen: In welchem Verhältnis stehen eigentlich n (Anzahl Jahre zwischen 2 Nachimprägnierungen) und t (Verlängerung der Lebensdauer durch die Nachimprägnierung) zueinander?

Es ist ohne weiteres klar, dass wenn eine Nachimprägnierung vorgenommen wird, solange die vorhergegangene noch wirksam ist, man die zweite eben zu früh gemacht hat. Das zeitliche «Uebereinanderschieben» der Nachimprägnierungen hat keinen Sinn und bedeutet nur unnütze Geldausgabe. Wird anderseits die Nachimprägnierung erst dann gemacht, wenn die erste schon ihre Wirksamkeit verloren hat, dann ist man mit der Nachimprägnierung eben zu spät gekommen. Denn: in der Zeit zwischen dem Aufhören der Wirksamkeit der ersten Imprägnierung und dem Anbringen der Nachimprägnierung wird die Stange durch Fäulnis angegriffen.

Daraus geht hervor, dass die Zeit zwischen zwei Imprägnierungen und die eigentliche Wirkungsdauer der Imprägnierung ein und dieselbe sein muss. In obigen Formeln wird also stets $n = t$ sein!

Ersetzen wir also in Formel 3 das n durch t, so erhalten wir

$$\frac{k}{t} \cdot t = \frac{K}{T} \cdot t \qquad (4)$$

aus dieser Formel den Wert für t ausgerechnet, ergibt

$$t = \frac{T \cdot k}{K} \qquad (5)$$

und damit kommen wir zu der neuen Formel, nach welcher das Nachimprägnieren wirtschaftlich gerechtfertigt ist, wenn

$$\boxed{t \geqq \frac{T \cdot k}{K}} \quad \text{ist.}$$

Wiederholen wir nun dasselbe Rechenbeispiel aus der Praxis, wie früher, indem wir die gleichen

(BKW-) Werte einsetzen, jedoch die neue Formel verwenden, so erhalten wir

$$t = \frac{17 \cdot 7}{125} = 0{,}95 \text{ Jahre.}$$

D. h. die Nachimprägnierung rechtfertigt sich wirtschaftlich, wenn die Lebensdauer um mindestens 0,95 Jahre verlängert wird. Dieses Resultat deckt sich genau mit der eingangs erwähnten Ueberlegung aus der Praxis.

Die damalige Annahme des Referenten, dass die Lebensdauer der Stange durch geeignete Nachimprägnierverfahren um 6 Jahre verlängert werden könne, ist inzwischen durch Tatsachen bestätigt worden. Somit darf die Frage, ob das Nachimprägnieren von Leitungsstangen wirtschaftlich sei, kräftig bejaht werden.

In diesem Zusammenhang bedarf die Kostenfrage des Bandagenverfahrens noch einer Berichtigung. Der Referent gab diese Kosten damals mit Fr. 16.— bis Fr. 17.— pro Stange an. Seither ist nun eine neue Bandage zu dem erheblich niedrigeren Preis von Fr. 6.50 pro Stück auf den Markt gekommen. Diese Bandage enthält die in der Holzimprägnierung seit 30 Jahren bekannten Basilit-Salze. Ihre Montage ist sehr einfach und dieselbe kann durch Leute aus dem eigenen Betrieb vorgenommen werden. Einschliesslich Montagelohn kommt das Bandagenverfahren heute somit auf Fr. 7.— bis Fr. 8.— pro Stange zu stehen. Mit diesen Bandagen behandelte Stangen stehen jetzt in der Schweiz im 5. Jahre und die bisher gemachten Beobachtungen lassen auf eine weitere Verlängerung der Lebensdauer schliessen, wodurch ihre Wirtschaftlichkeit erwiesen ist.

Wann soll die Nachimprägnierung vorgenommen werden?

Diese Frage lässt sich nicht mit allgemeiner Gültigkeit beantworten, denn gar willkürlich wirft die Natur oft alle menschlichen Berechnungen und Formeln über den Haufen. Es bleibt hier nichts anderes übrig, als den geeigneten Zeitpunkt auf Grund logischer Ueberlegungen zu ermitteln. Jedes Werk, welches über den Zustand seiner Stangen buchmässige Kontrolle führt, wird festgestellt haben, dass der eigentliche Stangenausfall etwa vom 10. Jahre der Standdauer an beginnt. Um den höchsten Wirkungsgrad zu erzielen, soll man die Nachimprägnierung bei einzelnen Stangen, deren Zustand es erfordert, schon nach 8 Jahren ausführen. Kostenmässig fällt es dabei nicht ins Gewicht, wenn bei schematischem Vorgehen einmal eine Stange «zu früh» behandelt worden sein sollte, denn auch hier gilt «Vorbeugen ist besser als Heilen».

Der Zusammenhang zwischen dem Lichtstrom und der aufgenommenen Leistung elektrischer Glühlampen

Von *W. Geiss*, Eindhoven (Holland)

621.326.089.6

Eine der wichtigsten Eigenschaften der elektrischen Glühlampe ist die spezifische Lichtausbeute, ausgedrückt in Dekalumen pro Watt. Dieser Wert ist aber nicht nur für jeden Typ ein anderer, er variiert ausserdem noch von Fabrikat zu Fabrikat.

Wenn beide Werte, Lichtstrom in Dlm und aufgenommene Leistung in W, auf die Lampe aufgestempelt sind, was nach den Prüfbedingungen des SEV vorgeschrieben ist, kann der Verbraucher sich wenigstens angenähert ein Bild machen über die Güte der verschiedenen Erzeugnisse. Es wird aber ein etwas verwickeltes Problem, wenn etwa das eine Fabrikat nach Dlm und das andere in Watt gestaffelt ist.

Zeichnet man die Watt-Dekalumenwerte eines bestimmten Fabrikates in ein doppelt-logarithmisches Koordinatensystem, so ergibt sich, dass die Werte mit genügender Genauigkeit auf einer Geraden liegen [1]).

Der Zusammenhang wischen der aufgenommenen Leistung P und dem Lichtstrom Φ lässt sich also durch die Formel:

$$b \cdot P = \Phi^{\alpha} \qquad (1)$$

oder auch

$$\log P + \log b = \alpha \log \Phi \qquad (2)$$

[1]) W. Geiss: Zur Frage der Dekalumenstaffelung elektrischer Glühlampen. Licht, Bd. 11 (1941), S. 156—157, Fig. 1, und Bulletin SEV 1942, Nr. 14, S. 400.

darstellen, wo α und b Konstanten bedeuten, die ein Fabrikat charakterisieren.

Wir haben aus einem grossen Versuchsmaterial über einen längeren Zeitraum von drei bekannten Fabrikaten die Konstanten berechnet, alle bezogen auf die mittlere Lebensdauer von 1000 Brennstunden. Es ergab sich, dass für gasgefüllte Doppelwendellampen der Exponent α eine Konstante ist, die *unabhängig* vom Fabrikat ist. Für die Typen 220...230 V, 40...150 Dlm bzw. 40...100 W ergibt sich

$$\underline{\alpha = 0{,}780.}$$

Die Güte eines Fabrikates in bezug auf die spezifische Lichtausbeute wird demnach durch die Konstante b eindeutig gekennzeichnet.

Für die drei untersuchten Fabrikate A, B und C fanden wir:

$$\begin{aligned} 220...230 \text{ Volt } b_A &= 0{,}482 \\ b_B &= 0{,}469 \\ b_C &= 0{,}467 \\ b_K &= 0{,}494 \end{aligned}$$

Zum Vergleich haben wir auch noch die Konstante b_K für handelsübliche Kryptonlampen gegeben.

Wie man aus den angegebenen Werten ersieht, hat das Fabrikat A im Mittel eine 3,2 % höhere Lichtausbeute als das Fabrikat C; der Unterschied für die Kryptonlampe beträgt 2,5 % bzw. 5,8 %,