

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 57 (1966)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Ergebnisse mit dem Bohrlochverfahren zur Nachbehandlung von Leitungsstangen  
**Autor:** Wälchli, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916568>

### **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:** 03.04.2026

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

Den grössten Nutzen bringt uns die Netzkommando-Anlage jedoch durch die Möglichkeit der Steuerung, beziehungsweise Sperrung von Verbrauchergruppen.

Wie im Vorherigen erwähnt, werden in den Nachtstunden Heisswasserspeicher in Gruppen freigegeben, um die Energie während der Schwachlastzeit auszunützen. Die geschaltete Last beträgt durchschnittlich jede Nacht 11 000 kW, währenddem der Anschlusswert der Boiler 13 200 kW beträgt. Der Gleichzeitigkeitsfaktor kann somit zu 0,84 angegeben werden. Als durchschnittlichen Anteil an der Netzbelastung können wir pro Speicher 1,5 kW annehmen.

Zum Schluss möchte ich Ihnen noch die Resultate einiger sehr interessanter Messungen bekanntgeben, die auch für Sie wertvoll sein dürften. Dank unserer Eigenerzeugung sind wir in der Lage, die Waschmaschinen während der Sommermonate durchgehend freizugeben. Unsere Abonnentinnen benützten ihre Wascheinrichtungen in dieser Zeit uneingeschränkt, und wir besitzen dadurch die Möglichkeit, anhand einer kurzen Sperrung — sie dauert genau die Zeit eines Senderumlafes, also 30 Sekunden — den verursachten Waschmaschinen-Spitzenanteil zu messen. Der Rückgang der mittleren Leistung während der Stunde unserer Netzhöchstlast beträgt 2800 kW. Die Berechnung des uns dadurch entstehenden Nutzens kann ich Ihnen überlassen.

Der Anteil einer Waschmaschine an der Netzspitze kann bei einem Bestand von 3859 Waschmaschinen zu 0,725 kW errechnet werden.

Die Messungen haben wir in der Folge über zwei Tage stündlich ausgeführt, um die zeitliche Verteilung der Waschmaschinenlast im Tagesablauf feststellen zu können. Die Resultate scheinen die Beobachtungen, die die Herren Morel

und Pfähler im Bulletin Nr. 1 Jahrgang 1956 veröffentlichten, zu bestätigen (Fig. 11).

Die Waschmaschinenspitze tritt in den ersten Morgenstunden auf. Vielleicht ist die Frühjahrszeit daran schuld, dass sich die Höchstlast etwas später einstellte als im erwähnten Artikel. An dieser Spitze ist jede installierte Maschine mit 1,14 kW beteiligt. Recht interessant ist auch der Vergleich der zwei verschiedenen Wochentage. Der Montag scheint doch noch der stark bevorzugte Waschtage zu sein, steht doch die Waschmaschinenleistung gegenüber dem Mittwoch in einem Verhältnis von 2,5 zu 1.

Wie sich die Waschmaschinenbelastungen im städtischen beziehungsweise halbstädtisch bis ländlichen Netz verhalten, möchte ich Ihnen anhand folgender Kurven vorführen. (Fig. 12).

Die Kurvencharakteristik ist für beide Netzteile ungefähr dieselbe. Die Waschmaschinenhöchstlast in den Morgenstunden stellt sich auf dem Lande etwas früher ein als in der Stadt. Der Maschinenanteil an dieser Höchstlast beträgt auf dem Lande 1,25 kW, in der Stadt 1,0 kW, dagegen sind die Werte für den Netz-Spitzenanteil mit 0,73 kW für das Land und 0,72 kW für das Stadtnetz praktisch ausgeglichen.

Mit den letzten Messresultaten, meine sehr geehrten Herren, wollte ich Ihnen zeigen, dass eine Netzkommandoanlage auch für solche Zwecke recht nützlich und brauchbar sein kann, und damit habe ich meine Ausführungen geschlossen.

#### Adresse des Autors:

U. Meyer, dipl. Elektrotechniker, Industrielle Betriebe der Stadt Aarau, 5000 Aarau.

## Ergebnisse mit dem Bohrlochverfahren zur Nachbehandlung von Leitungsstangen

von O. Wälchli, St. Gallen

621.315.668.1 : 674.048

### Einleitung

Die Idee, den Leitungsmasten in der Einbauzone durch ein oder mehrere Löcher Holzschutzmittel einzuverleiben, ist nicht neu. Diese verhältnismässig einfache Imprägniermethode ist bis heute an den zur Verwendung gelangten Imprägniermitteln gescheitert. In den Feldversuchen des Verbandes schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) geprüfte ölige Schutzmittel, welche in Bohrlöcher eingefüllt wurden, konnten sich in den feuchten im Boden eingebauten Stangenpartien nicht ausbreiten, so dass die Stangen rasch von Pilzen zerstört werden konnten. In Bohrlöcher eingefüllte Salzpasten ergaben ebenfalls nicht voll befriedigende Resultate. Nachdem das in den Pasten enthaltene Wasser in das Holz eingedrungen war, blieben in den Löchern Salzzapfen zurück, von denen aus keine Salzdifffusion mehr ins Holz hinein erfolgte. Ein guter Erfolg kann mit Imprägniermitteln erwartet werden, die aus einem nur wenig Wasser enthaltenden und flüssig bleibenden Salzgemisch bestehen.

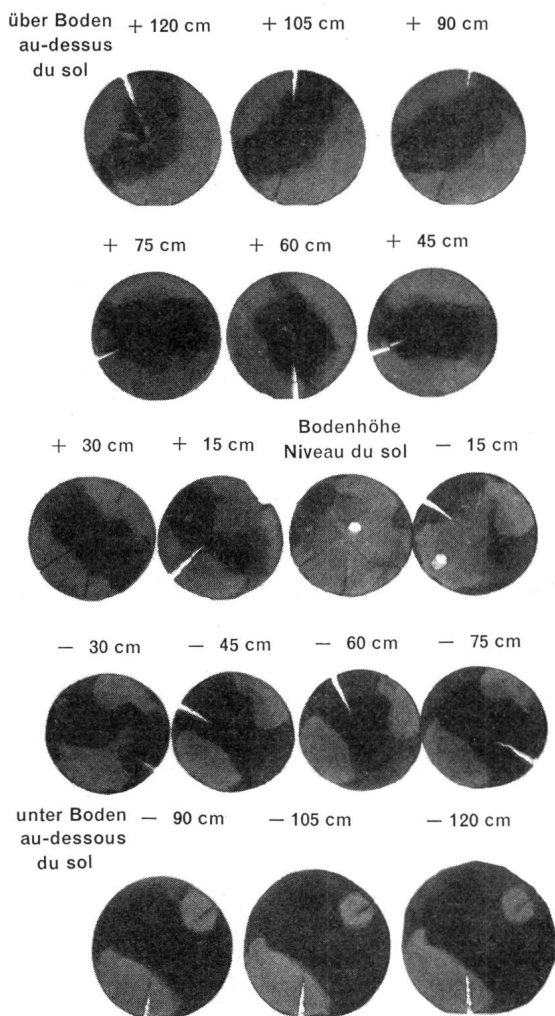
Das sogenannte Zentralbohrverfahren wird für die zusätzliche Imprägnierung des Stangenfusses auf dem Imprägnierwerk, also vor dem Einbau der Stangen in die Netze, empfohlen. Die von uns durchgeführten Versuche haben aber die Nachbehandlung schon stehender Stangen, die bis-

her noch nicht auf diese Weise behandelt wurden, zum Gegenstand. Dieses Bohrlochverfahren, bei dem an der stehenden Stange Bohrlöcher angebracht werden, hat gegenüber andern Nachbehandlungsverfahren den Vorteil, dass sich spätere Nachbehandlungen sehr einfach durchführen lassen. In die bestehenden Bohrkanäle kann jederzeit neues Schutzmittel nachgefüllt werden.

### Untersuchungsmethodik

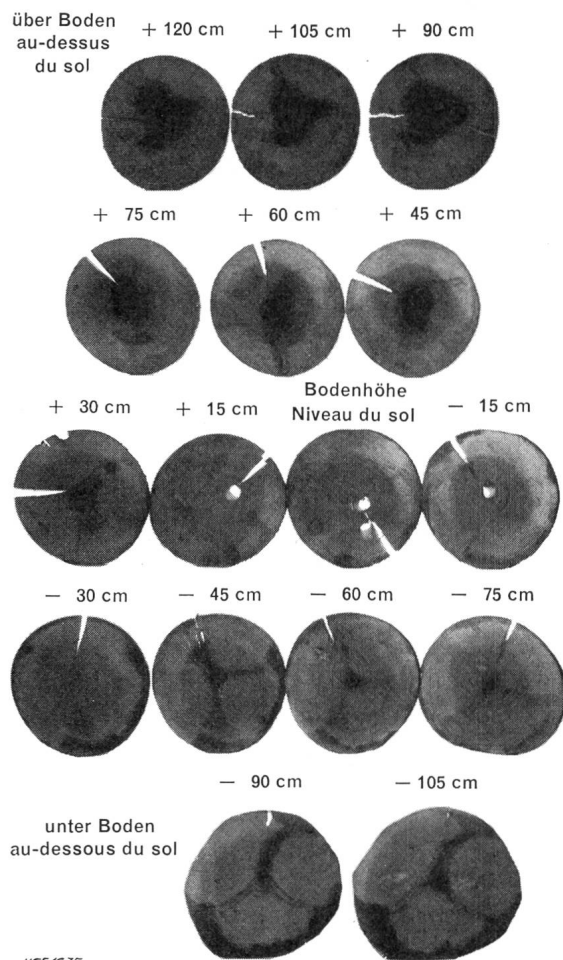
Im Versuchsfeld Rathausen (Emmenbrücke) wurden am 26. Oktober 1962 acht rohe, nicht imprägnierte Stangenabschnitte von 3 m Länge eingesetzt und mittels Bohrlochtränkverfahren nachgepflegt\*). Für die Versuche wurde Fluralsil BFB verwendet. Zwei Stangen wurden 15 cm über Boden mit je einem schräg nach unten gegen die Stangenachse verlaufenden Bohrloch von 20 resp. 24 mm Durchmesser und etwa 34 cm Länge versehen. Bei drei weiteren Stangen wurden 15 cm über Boden zwei seitlich um 180° versetzte Bohrlöcher von 20 mm Durchmesser angebracht. Schliesslich wurden zwei Stangen mit drei seitlich um 120° und in der Höhe um 15 cm versetzten Löchern von 20 mm Durchmesser und 30—35 cm Länge versehen. Die mit 1

\*) Die Nachpflegebehandlungen wurden durch die Fa. Christen und Frey, Zürich, durchgeführt.



VSE 1974

Fig. 1  
Schutzmittelverteilung bei einem Bohrloch  
helle Zone = fluorhaltig  
dunkle Zone = ohne Fluor



VSE 1975

Fig. 2  
Schutzmittelverteilung bei 3 Bohrlöchern  
helle Zone = fluorhaltig  
dunkle Zone = ohne Fluor

und 2 Bohrungen versehenen Stangen nahmen gesamthaft 1,4–1,5 dl und die mit 3 Bohrungen versehenen Stangen 2,5 dl Fluralsil BFB auf. Die Bohrlöcher wurden hierauf mit Schraubdeckeln verschlossen.

Am 18. Oktober 1963, etwa 1 Jahr nach Beginn der Versuche, wurden drei Stangen, nämlich Nr. 617, 618 und 622 mit 1, 2 resp. 3 Bohrungen ausgegraben und auf die Verteilung des Schutzmittels untersucht. Dazu wurden die Stangen in 15 cm lange Abschnitte zersägt und von diesen je eine 2 cm dicke Scheibe abgesägt.

An den Querschnittsflächen der Scheiben wurde mit dem Zirkon-Alizarin-Reagens die Fluorverteilung bestimmt, die ein gutes Bild für die Schutzmittelverteilung ergibt. Die Reagenslösung wurde so eingestellt, dass nach 20 Minuten eine Mindestmenge von 0,2 % Natriumfluorid angezeigt wurde. Die von Fluor durchsetzten Anteile der Querschnittsflächen wurden mittels Planimeter ausgemessen und die fluorhaltigen prozentualen Anteile der Querschnittsflächen berechnet.

Von allen drei Stangen wurden ferner Stangenscheiben, die auf Bodenhöhe, 15 cm und 30 cm unter Boden entnommen wurden, einer Prüfung der pilzwidrigen Wirkung der Imprägnierung mit dem das Holz stark zerstörenden Pilz *Poria incarnata* unterworfen. Die einzelnen Scheiben wurden in 8 Teile geteilt und in Kolleschalen getrennt geprüft.

## Ergebnisse

Das Verteilungsbild der Fluorkomponente des Fluralsil BFB bei einem Bohrloch ist aus der Abb. 1 und bei drei Bohrlöchern aus Abb. 2 ersichtlich. Zwei einander gegenüberstehende Bohrlöcher ergaben eine ähnliche Verteilung wie sie bei einem Bohrloch festgestellt wurde. Die prozentualen vom Holzschutzmittel durchtränkten Anteile der Querschnittsflächen in Abhängigkeit von der Höhe über resp. Tiefe unter Boden sind in der Abb. 3 graphisch dargestellt.

Die Schutzmittelverteilung ist bei den drei Anordnungen der Bohrlöcher verschieden ausgefallen. Die Tränkung durch ein und zwei Löcher führte zu einer ähnlichen, ziemlich guten Durchdringung der Stangenquerschnitte, wenigstens im Bereich der Bohrlöcher. Sehr wahrscheinlich ergäben zwei Bohrungen, die seitlich um 90° versetzt angebracht und sich dabei in der horizontalen Projektion kreuzen würden, eine bessere Verteilung als zwei einander gegenüberstehende.

Die beste und gleichmässigste Durchtränkung durch Diffusion ist mit drei Bohrlöchern erreicht worden (Abb. 2 und 3). Im Bereich von 60 cm über und 15 cm unter Bodenhöhe sind 80–90 % des Stangenquerschnittes vom Schutzmittel, resp. Fluor, entsprechend einem Gehalt von wenigstens etwa 0,2 % Natriumfluorid durchtränkt worden. In

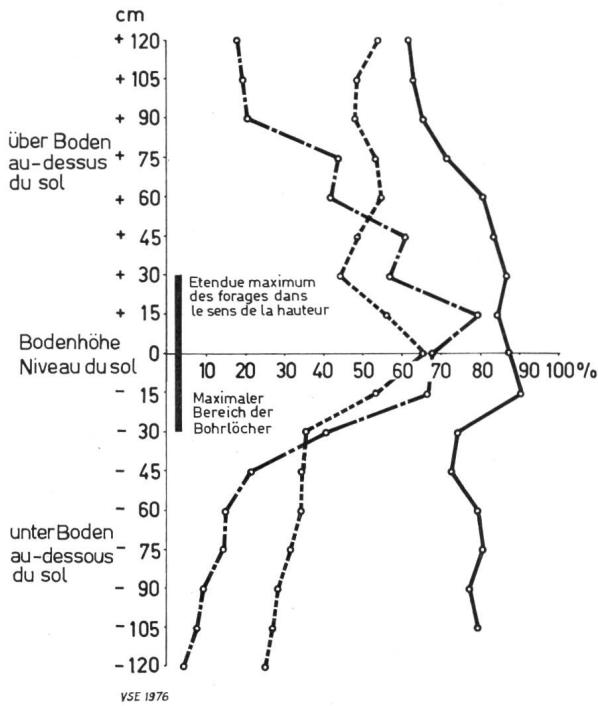


Fig. 3

Fluorhaltige Flächenanteile bei verschiedener Anzahl Bohrlöcher

- 1 Bohrloch
- · - · - 2 Bohrlöcher
- 3 Bohrlöcher

der Zone von 75 cm über bis 75 cm unter Boden sind immer noch durchwegs über 70 % der Querschnittsflächen imprägniert. In der gesamten untersuchten Zone von 120 cm über bis 105 cm unter Boden ist der durchtränkte Querschnittsanteil nie auf unter 60 % gefallen.

Wie die Abbildungen 1–3 zeigen, ist die Schutzmittelausbreitung nicht nur in der Bohrlochzone gut, sondern auch oberhalb und unterhalb dieser Zone beträchtlich. Die Diffusion verläuft in der Richtung der Stangenachse wesentlich rascher als in den Querrichtungen des Holzes. Im Kernholz verläuft sie langsamer als im Splintholz. Neben der an sich schlechteren Imprägnierbarkeit des Kernes hat auch der geringere Feuchtigkeitsgehalt einen hemmenden Einfluss auf die Schutzmittelverteilung.

Nebst einer guten Durchdringung des Holzes mit dem Schutzmittel ist auch die pilzwidrige Wirkung desselben für den Schutz von ausschlaggebender Bedeutung. Die Grenzwerte des untersuchten Schutzmittels wurden nicht bestimmt. Hingegen wurden mit Stangenscheiben aus den imprägnierten Zonen Versuche zur Bestimmung der pilzwidrigen Wirkung durchgeführt. Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, dass alle Querschnittsscheiben, bei denen die fluorhaltigen Flächenanteile etwa 80 % und mehr ausmachten, vom Prüfpilz *Poria incarnata* nicht angegriffen werden konnten. Daraus kann geschlossen werden, dass die Zonen mit negativ ausgefallener Fluorreaktion durch nachträgliche Diffusion ebenfalls noch einen ausreichenden Schutz erhielten. Bei den aus der Stange mit 3 Bohrlöchern auf Bodenhöhe, sowie 15 und 30 cm unter Boden entnommenen Scheiben traten keine Pilzschäden ein. Die Proben aus der Stange mit zwei Bohrlöchern zeigten nur vereinzelte schwache, und diejenigen der Stange mit einem Bohrloch stärkere lokale Schäden. Die Tränkung durch 3 Bohrlöcher ergab also einen wirksamen Schutz.

Die Resultate zeigen, dass sich die Bohrlochtränkung für die Nachpflege eignet, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Das Imprägniermittel muss ein gutes Diffusionsvermögen aufweisen. Diese Bedingung wird vom Fluralsil BFB erfüllt.
- Genügende Holzfeuchtigkeit, die eine gute Diffusion erleichtert.
- Geeignete Anordnung der Bohrlöcher. Die Versuche zeigten, dass mit drei Bohrungen, die seitlich um 120° versetzt sind, von den drei geprüften Anordnungen die besten Resultate erreicht wurden.
- Gute pilzwidrige Wirkung.

Bei der Ausführung der Bohrlochtränkung muss auch mit gewissen Störungen gerechnet werden. Vor allem ist es in trockenen Böden möglich, dass ein Bohrloch mit einem Schwindriss zusammentreffen kann, was das Ausfließen der eingefüllten Lösung zur Folge haben könnte. Eine jeweilige Kontrolle der Dichtigkeit der Bohrung ist deshalb unerlässlich. In feuchten Böden ist diese Gefahr kleiner, weil eventuell vorhandene Schwindrisse infolge des Quellungs-zustandes des Holzes weitgehend geschlossen sind.

Wie eingangs erwähnt, wurden für die im Jahr 1962 angesetzten Feldversuche 8 Stangenproben verwendet, von welchen nach einem Jahr 3 Abschnitte in unversehrtm Zustand ausgebaut und untersucht wurden. Die restlichen Proben stehen noch im Versuchsfeld und zeigten bei den bisherigen jährlichen periodischen Kontrollen keine Schäden. Es ist vorgesehen, die Prüfungen und Kontrollen bei diesen Stangen fortzusetzen.

Prüfung der pilzwidrigen Wirkung mit *Poria incarnata*.

Tabelle I

Stangenproben	Proben	Gewichtsverluste <sup>1)</sup> durch Pilzangriffe auf		
		Bodenhöhe	15 cm unter Boden	30 cm unter Boden
Nr. 617 mit 1 Bohrloch	1	1,0	0,7	1,2
	2	0,4	1,2	6,1
	3	1,6 <sup>1)</sup>	17,4	21,6
	4	7,7	1,1	28,5
	5	7,4	0,9	18,5
	6	7,4	1,1	13,8
	7	0,9	14,4	1,1
	8	1,0	10,3	1,3
Nr. 618 mit 2 Bohrlöchern	1	1,4	1,4	1,3
	2	0,9	1,4	7,1
	3	1,8	0,9	1,1
	4	1,4	1,4	1,2
	5	1,1	0,9	1,3
	6	0,9	1,4	4,8
	7	0,8	1,6	1,1
	8	0,6	4,8	1,5
Nr. 622 mit 3 Bohrlöchern	1	1,3	0,6	0,9
	2	0,8	0,5	1,3
	3	0,8	0,2	1,1
	4	1,0	0,6	1,6
	5	1,2	0,9	0,6
	6	0,9	0,5	0,5
	7	0,7	0	1,2
	8	1,2	0,8	1,6

<sup>1)</sup> Kursiv gesetzte Gewichtsverluste sind durch Pilzangriffe verursacht worden. Alle andern Gewichtsänderungen sind zufällig.

Adresse des Autors:

Dr. sc. nat. O. Wälchli, Leiter der Biologischen Abteilung der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, 9000 St. Gallen.