

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 34 (1956)

Heft: 11

Artikel: Probleme der Bleikabelkorrosion. 3. Mitteilung, Bestimmung des Bleigehaltes von Kabelumhüllungen korrodierter Telephonkabel = La corrosion des câbles sous plomb. 3e communication, détermination de la teneur en plomb d'enveloppes de câbles téléphoniques...

Autor: Hess, W. / Dubuis, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874549>

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: 13.03.2026

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

Probleme der Bleikabelkorrosion

(3. Mitteilung)

Bestimmung des Bleigehaltes von Kabelumhüllungen korrodierter Telephonkabel

Von W. Hess und R. Dubuis, Bern

621.315.221:620.193

Zusammenfassung. Es wird über die Wasseraufnahme der Kabelumhüllungen berichtet. Anschliessend beschreiben die Verfasser eine Methode, die es erlaubt, quantitativ Blei in der Jute und im Papier der Schutzhülle von Telephonkabeln zu bestimmen. Sie weisen dabei darauf hin, dass es möglich ist, Korrosionen an Kabeln im Frühstadium zu erfassen.

1. Einleitung

Kabelkorrosionen werden im Betrieb erst dann bemerkt, wenn der Bleimantel so zerstört ist, dass Wasser oder Luftfeuchtigkeit in das Innere des Kabels eindringt. Die Korrosionsschäden der Bleikabel lassen sich in allen Zwischenstadien in bezug auf ihre Intensität nur visuell feststellen. Quantitativ lässt sich der Schaden kaum beurteilen, da der Angriff sich selten gleichmässig über die ganze Bleioberfläche erstreckt. Vor allem bei der sogenannten «Phenolkorrosion» tritt die Zerstörung in eng begrenzten Bezirken mit ausgeprägter Tiefenwirkung auf.

Bei laboratoriumsmässig geleiteten Korrosionen zeigen sich bei der Beurteilung die gleichen Schwierigkeiten. Wir entschlossen uns daher, eine Methode auszuarbeiten, die es gestattet, die Stärke eines Kabelangriffes abzuschätzen. Gleichzeitig versuchten wir festzustellen, ob eine Bleikorrosion im Anfangsstadium zu erkennen ist.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass jeder auf den Kabelmantel korrosiv wirkende Stoff zuerst die Kabelumhüllung zu durchdringen hat. Es war daher abzuklären, in welchem Masse diese Umhüllungen Wasser aufnehmen.

2. Die Wasseraufnahme der Kabelumhüllung

Zur Bestimmung der Wasseraufnahme der Kabelumhüllung trankten wir einige Kabelabschnitte an den Enden mit Paraffin, damit die Schnittflächen des Jutegarnes kein Wasser aufsaugen konnten. Die so präparierten Abschnitte lagerten wir anschliessend 22 Tage in der Korrosionsprüfkammer*. Die Prüfung erfolgte bei Zimmertemperatur mit folgendem Betriebszyklus: 30 Minuten aerosolieren, 30 Minuten Ruhe. Die Abschnitte befanden sich dauernd in wasserdampfübersättigter Luft. Den gleichen Bedingungen wurden auch eine Probe loser Rohjute und einige Proben imprägnierter Jute ausgesetzt. Dieses Material wurde uns von einem Kabelwerk aus der Fabrikation übergeben.

* Vgl. W. Hess, Techn. Mitt. PTT 1955 Nr. 4, S. 156...166.

La corrosion des câbles sous plomb

(3^e communication)

Détermination de la teneur en plomb d'enveloppes de câbles téléphoniques corrodés

Par W. Hess et R. Dubuis, Berne

Résumé. Le présent article traite de l'absorption d'eau par les enveloppes de câbles. Les auteurs décrivent ensuite une méthode qui permet de déterminer la quantité de plomb contenue dans le jute et le papier de l'enveloppe. Ils montrent qu'il est possible de reconnaître la corrosion des câbles déjà dans ses premiers stades.

1. Introduction

Les corrosions de câbles ne sont remarquées en service que lorsque la gaine de plomb laisse déjà pénétrer l'eau ou l'humidité de l'air à l'intérieur du câble. L'intensité des dégâts causés au plomb ne peut, aux stades intermédiaires, être constatée que visuellement. Il est difficile d'estimer l'étendue des dégâts, les attaques n'étant en général pas réparties régulièrement sur toute la surface du plomb. Dans la corrosion sous l'effet du phénol en particulier, les attaques se produisent sur d'étroites surfaces et ont un effet en profondeur bien marqué.

Les corrosions provoquées artificiellement en laboratoire présentent les mêmes difficultés quant à leur appréciation. C'est pourquoi nous nous sommes décidés à rechercher une méthode permettant d'estimer l'intensité de la corrosion du plomb. Nous avons essayé en même temps de déterminer si celle-ci peut être reconnue déjà en son début.

Etant admis que chaque agent exerçant une action corrosive sur la gaine de plomb doit premièrement traverser l'enveloppe du câble, il fallait déterminer d'abord dans quelle mesure cette enveloppe absorbe l'eau.

2. L'absorption d'eau par l'enveloppe du câble

Pour déterminer l'absorption d'eau par l'enveloppe du câble, nous avons imprégné de paraffine les extrémités de quelques tronçons de câbles, de manière que les sections du tissu de jute ne puissent absorber de l'eau. Nous avons placé ensuite les tronçons ainsi préparés dans la chambre d'essai de corrosion¹, où ils restèrent 22 jours. L'essai eut lieu à la température normale d'une pièce d'habitation et selon le rythme suivant: 30 minutes avec l'appareil à aérosols, 30 minutes de repos. Les tronçons se trouvaient constamment dans une atmosphère sursaturée de vapeur d'eau. Un échantillon ordinaire de jute brut et quelques échantillons de jute imprégné furent soumis aux mêmes conditions. Ce matériel, prélevé en cours de fabrication, nous fut fourni par une câblerie.

¹ Voir W. Hess, Bulletin technique PTT, 1955, n° 4, p. 156... 166

Nach der Lagerung in der Korrosionsprüfkammer wurden die paraffinierten Enden abgeschnitten und dann die Kabelumhüllungen abgewickelt. Diese, wie auch die losen Juteproben, wogen wir im feuchten und anschliessend im luftgetrockneten Zustand. Schliesslich bestimmten wir noch das Gewicht, nachdem die Proben im Vakuum noch vollständig entwässert waren. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der *Tabelle I* aufgeführt. Ihr ist zu entnehmen, dass 100 g Jutewicklung eines fabrikneuen Kabels 50,7 g Wasser aufgenommen haben. Die gleiche Menge des darunter liegenden, ebenfalls imprägnierten Papiers enthielt sogar 63,1 g Wasser. Ähnliche Werte zeigte auch ein während 20 Jahren im Boden verlegtes Kabel. Auffallend ist jedoch das hohe Speichervermögen dieser Jute nach der Trocknung an der Luft. Während die Umhüllung des fabrikneuen Kabels im lufttrockenen Zustand nur 3,5 g Wasser zurückhält, ist die im Boden gelagerte Jute in der Lage, noch 17,6 g zu speichern.

Tabelle I. Bestimmung der Wasseraufnahme von Kabelumhüllung fabrikneuer und alter Kabel

	Wasseraufnahme pro 100 g Kabelumhüllung in g	
	in Luft von 50% relativer Feuchtigkeit	im Sprühbad
Kabelumhüllung von fabrik- neuem Kabel	3,5	50,7
Papierumhüllung von fabrik- neuem Kabel	6,2	63,1
Kabelumhüllung eines vor 20 Jahren verlegten Kabels . .	17,6	51,7
Rohjute	6,5	66,1
imprägnierte Jute	5,5	60,0

In der Korrosionsprüfkammer nahm die Rohjute 66,1 g, die fabrikmässig imprägnierte Jute 60 g Wasser auf. Diese Zahlen zeigen deutlich, dass die Jute, obwohl sie durch die Imprägnierung hydrophob sein sollte, noch erhebliche Mengen Wasser aufnehmen kann. Im weiteren ist zu erwähnen, dass sich die Bitumen-Imprägnierung im Laufe der Zeit verändert und wasserlöslich wird. Auf diese Weise sind auch die Farbveränderungen zu erklären, die imprägnierte Kabel erleiden, die längere Zeit im Boden lagen. Die ursprünglich schwarzen, imprägnierten Jutefasern nehmen dabei eine dunkel- bis hellgelbe Färbung an.

Papier und Jute sind, trotz der Imprägnierung, gute Kapillarsysteme. Die durch Bodenwasser feuchte Kabelumhüllung bringt die aggressiven Stoffe auf die Oberfläche des Kabelmantels. Beginnt das Blei zu korrodieren, so entsteht auf der Kabeloberfläche ein dünner Film einer Bleisalz-lösung. Die Jute und das

Après séjour dans la chambre d'essai de corrosion, on coupa les extrémités paraffinées des câbles et on défit les enveloppes. On pesa celles-ci, de même que les échantillons de jute ordinaire, d'abord à l'état humide, puis après qu'ils eurent été séchés à l'air. On détermina encore leur poids après les avoir débarrassés de leur eau dans le vide poussé. Les résultats de ces essais sont exposés dans le *tableau I*. On voit que 100 g d'enroulement de jute d'un câble sortant de la fabrique ont absorbé 50,7 g d'eau. La même quantité du ruban de papier enroulé au-dessous contenait même 63,1 g d'eau. Un câble enfoui dans le sol durant 20 ans présentait les mêmes valeurs d'absorption. Il est frappant de constater le haut pouvoir d'absorption du jute de ce câble après séchage à l'air. Tandis que l'enveloppe du câble sortant de fabrique ne retient, après séchage à l'air, que 3,5 g d'eau, celle du câble ayant séjourné dans le sol peut encore en absorber 17,6 g.

Tableau I. Détermination de l'absorption d'eau d'enveloppes de câbles sortant de fabrique et de câbles anciens

	Absorption d'eau par 100 g d'enveloppe	
	dans une atmosphère présentant une humidité relative de 50%	dans une atmosphère sursaturée de vapeur d'eau
Enveloppe de câble sortant de fabrique	3,5	50,7
Enveloppe en papier de câble sortant de fabrique	6,2	63,1
Enveloppe d'un câble posé il y a 20 ans	17,6	51,7
Jute brut	6,5	66,1
Jute imprégné	5,5	60,0

Dans la chambre d'essai de corrosion, le jute brut absorba 66,1 g d'eau, le jute imprégné sortant de fabrique 60 g. Ces chiffres montrent clairement que le jute, quoique rendu hydrophobe par l'imprégnation, peut encore retenir d'appréciables quantités d'eau. Il y a lieu de mentionner encore que l'imprégnation au bitume se modifie et devient soluble dans l'eau avec le temps. C'est ainsi que s'expliquent les changements de couleur que subissent les câbles imprégnés séjournant longtemps dans le sol. Les fibres de jute imprégné, d'abord noires, prennent une teinte jaune foncé à jaune clair.

Malgré l'imprégnation, le papier et le jute constituent de bons systèmes capillaires. L'enveloppe du câble rendue humide par l'eau souterraine amène les substances agressives à la surface de la gaine. Si le plomb commence à se corroder, il se forme à la surface du câble un mince film d'une solu-

Papier sind hierbei noch frei von Blei-Ionen. Sie sind lediglich mit dem angreifenden Agens getränkt. Den Diffusionsgesetzen entsprechend, gleichen sich die Konzentrationen von zwei Lösungen mit verschiedenem Gehalt aus. In unserem Falle beginnen daher die auf der Kabeloberfläche gebildeten löslichen Bleisalze in das System Papier-Jute zu diffundieren. Aus diesem Grunde müssen bei korrodierten Bleikabeln Blei-Ionen in der Kabelumhüllung vorhanden sein. In der Tat gelang es uns, in der Jute die von korrodierten Kabeln stammenden Bleisalze nachzuweisen.

3. Die Ermittlung des Bleigehaltes in Kabelumhüllungen

Die Kabelumhüllungen von im Betrieb gestandenen, korrodierten Bleikabeln sind meistens stark verunreinigt. Sie enthalten mineralische Stoffe aus dem Erdreich sowie beträchtliche Mengen Eisen, die von den korrodierten Zoreisen stammen. Im weiteren sind die Umhüllungen noch mit Bitumen getränkt. Unter diesen Gegebenheiten ist es nicht möglich, das Blei direkt zu bestimmen. Die Verunreinigungen müssen entfernt und das Blei in eine lösliche Form übergeführt werden. Wir sind dabei folgendermassen vorgegangen:

Für die Bleibestimmung werden 5,0 g lufttrockene Kabelumhüllung (Jute und Papier) sorgfältig vom Bleikabel entfernt. Das Material gibt man in einen Porzellantiegel von 4 cm $\varnothing$ und verascht langsam in einer Bunsenbrenner-Flamme. Dabei ist darauf zu achten, dass während des Veraschungsprozesses der Tiegel nicht glühend wird. Bei Temperaturen über 650°C wird nämlich Bleioxyd von der Glasur des Porzellantiegels aufgenommen und ist für die Bestimmung verloren. Zur vollständigen Veraschung wird der Tiegel während zwei Stunden bei 600°C im Tiegelofen belassen und dann zum Erkalten in einen Exsikkator gegeben. Anschliessend fügt man etwa 10 Tropfen konzentrierte Salpetersäure dazu und erhitzt nochmals während 10 Min. auf 600°C. Der so behandelte Inhalt des Tiegels wird kurz mit 20 cm³ 2n-Salzsäure aufgekocht und heiss filtriert. Das Bleioxyd geht dabei in Lösung, während die störenden Metalloxyde (Fe₂O₃, Al₂O₃ usw.) zur Hauptsache abgeschieden werden. Um den Rest der Verunreinigungen zu entfernen, ist das Filtrat mit Kalilauge (20%) zu neutralisieren. Den Neutralpunkt erkennt man an den ausfallenden Hydroxyden von Eisen und Aluminium. Anschliessend werden 10 cm³ Kalilauge zugesetzt, um das mitgefällte Bleioxydhydrat in das lösliche Plumbit überzuführen. Nach kurzem Aufkochen ist die Lösung zu filtrieren und in einen geeigneten Messkolben zu geben.

Zur Bleibestimmung wählten wir eine polarographische Methode. Der zu polarographierende Elektrolyt muss neben der Bleilösung noch folgende Zusätze enthalten:

tion de sel de plomb. Le jute et le papier ne contiennent pas encore d'ions de plomb. Ils sont simplement imprégnés de l'agent agressif. Conformément aux lois de la diffusion, les concentrations de deux solutions de teneur différente s'équilibrent. Dans notre cas, les sels de plomb solubles qui se forment à la surface du câble commencent à se répandre dans le système papier-jute. Sur les câbles corrodés, des ions de plomb doivent par conséquent se trouver dans l'enveloppe. En fait, nous avons réussi à trouver dans le jute des sels de plomb provenant de câbles corrodés.

3. La détermination de la teneur en plomb des enveloppes de câbles

Les enveloppes de câbles sous plomb corrodés en service sont en général remplies d'impuretés. Elles contiennent des substances minérales provenant du sol ainsi que des quantités appréciables de fer de caniveaux zores corrodés. Elles sont en outre imprégnées de bitume. Dans ces conditions, il n'est pas possible de déterminer directement leur teneur en plomb. Il faut d'abord éliminer les impuretés et mettre le plomb sous une forme soluble. Nous avons procédé comme suit:

Une quantité de 5,0 g d'enveloppe de câble (jute et papier) séchée à l'air est enlevée soigneusement d'un câble sous plomb. Cette matière est placée dans un creuset de porcelaine de 4 cm de diamètre et réduite lentement en cendres à la flamme d'un bec Bunsen. Pendant cette opération, il faut veiller à ce que le creuset ne devienne pas incandescent. A la température de 650° C environ, la glaçure du creuset de porcelaine absorbe de l'oxyde de plomb, qui est alors perdu pour la détermination. Pour que la réduction en cendres soit complète, le creuset est laissé pendant deux heures dans un four à la température de 600° C et refroidi ensuite dans un exsiccateur. On ajoute environ 10 gouttes d'acide nitrique concentré et on chauffe de nouveau le mélange à 600° C pendant 10 minutes. On le fait bouillir ensuite pendant quelques instants avec 20 cm³ d'acide chlorhydrique 2n et on le filtre à chaud. L'oxyde de plomb est dissous, tandis que les oxydes métalliques gênants (Fe₂O₃, Al₂O₃, etc.) sont en grande partie précipités. Pour débarrasser le mélange de ses autres impuretés, il faut le neutraliser avec une lessive de potasse (20 %). On reconnaît le point de neutralisation à la précipitation d'hydroxydes de fer et d'aluminium. On ajoute ensuite 10 cm³ de lessive de potasse afin de faire passer l'hydrate d'oxyde de plomb en plumbite soluble. Après courte ébullition, la solution est filtrée et versée dans un ballon jaugé.

Pour déterminer la teneur en plomb, nous avons choisi une méthode polarographique. L'électrolyte à polarographier doit être additionné de

2 cm³ d'acide tartrique
2,5 % de KCl p.a.
0,005 % de gélatine

2 cm³ 2n-Weinsäure
2,5 % KCl p.a.
0,005 % Gelatine

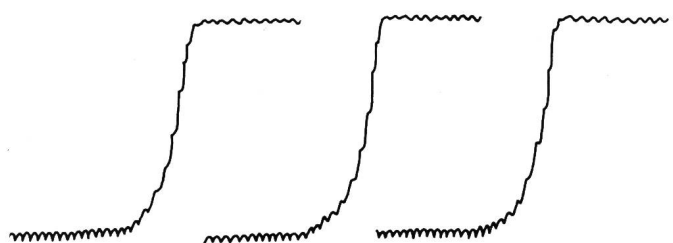
Da bei polarographischen Bestimmungen die Temperatur einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis hat, benützten wir ein Gefäß, wie es in der Figur 1 im Schnitt abgebildet ist. Der Aussenmantel wurde mit einem Thermostaten verbunden, wodurch es möglich war, konstant bei 20°C zu arbeiten.

In Figur 2 sind sechs Polarogramme von Bleilösungen angeführt. Es handelt sich dabei um Aufnahmen von veraschter Jute. Die ersten drei Polarogramme stammen von einem Bleikabel, das wenig korrodiert war, die übrigen von einem stark angegriffenen Kabel.

In Figur 3 sind fünf verschieden stark korrodierte Kabelabschnitte festgehalten. Von allen Kabeln wickelten wir die Umhüllung ab und bestimmten den Bleigehalt. Die Ergebnisse unserer Untersuchung sind in der *Tabelle II* zusammengestellt. Gleichzeitig ist darin auch der visuelle Befund über die Stärke des Kabelangriffes angeführt. Die Hülle eines fabrikneuen Kabels ist dagegen vollständig frei von Blei-Ionen.



a) Blei-Polarogramme einer Kabelumhüllung mit 0,006 % Blei
Polarogrammes d'une enveloppe de câble contenant 0,006 % de plomb



b) Blei-Polarogramme einer Kabelumhüllung mit 0,018 % Blei
Polarogrammes d'une enveloppe de câble contenant 0,018 % de plomb

Fig. 2. Polarogramme bleihaltiger Jute. Zu Kontrollzwecken werden von ein und derselben Lösung stets drei Polarogramme aufgenommen
Polarogrammes de jute contenant du plomb. Par mesure de contrôle, on a établi trois polarogrammes de chaque solution

Anhand von ausgedehnten Versuchen konnten wir uns von der Brauchbarkeit der beschriebenen Methode überzeugen. Sie ist einfach und erfordert wenig Zeit und Material. Die kleinste Bleimenge, die mit dieser Methode in der Jute quantitativ bestimmt werden konnte, beträgt 0,002 %. Infolge der ausserordentlichen Empfindlichkeit dieser Methode und der grossen Wasseraufnahmefähigkeit der Jute sind wir in der Lage, Bleikorrosionen bereits im Frühstadium zu erkennen. Dies ist nicht nur für Korrosionsver-

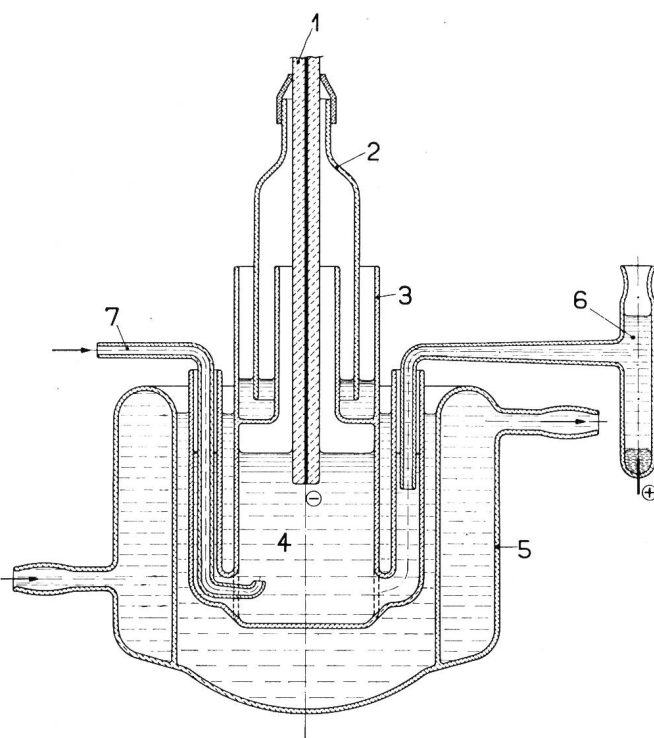


Fig. 1. Polarographiergefäß im Schnitt

- 1 = Quecksilber-Tropfkapillare
- 2 = Gasometerverschluss
- 3 = Polarographiergefäß
- 4 = zu polarographierende Lösung
- 5 = Kühl- bzw. Heizmantel
- 6 = Gegenelektrode
- 7 = Eintrittsrohr für Schutzgas

Coupe du récipient à polarographier

- 1 = Tube capillaire à mercure
- 2 = Fermeture du gazomètre
- 3 = Récipient à polarographier
- 4 = Solution à polarographier
- 5 = Manteau refroidissant ou chauffant
- 6 = Electrode de référence
- 7 = Tube d'entrée du gaz protecteur

La température ayant une influence non négligeable sur le résultat des mesures polarographiques, nous avons utilisé le récipient représenté en coupe à la figure 1. La partie extérieure a été reliée à un thermostat permettant de travailler constamment à la température de 20°C.

La figure 2 montre six polarogrammes de solutions de plomb provenant de jute réduit en cendres. Les trois premiers se rapportent à un câble faiblement corrodé, les autres à un câble gravement attaqué.

La figure 3 montre cinq tronçons de câbles fortement corrodés. L'enveloppe de tous ces câbles a été enlevée et la teneur en plomb déterminée. Les résultats de ce travail sont consignés dans le *tableau II*, qui montre aussi l'intensité des attaques subies par le plomb. L'enveloppe d'un câble sortant de fabrique est absolument libre d'ions de plomb.

Des essais très complets nous ont montré que la méthode décrite est parfaitement utilisable. Elle est simple et n'exige que peu de temps et de matériel. La plus petite quantité de plomb qu'elle ait permis de détecter dans le jute est de 0,002 %. Grâce à l'extrême sensibilité de cette méthode et à la grande capacité



sehr leicht korrodiert
très faiblement corrodé



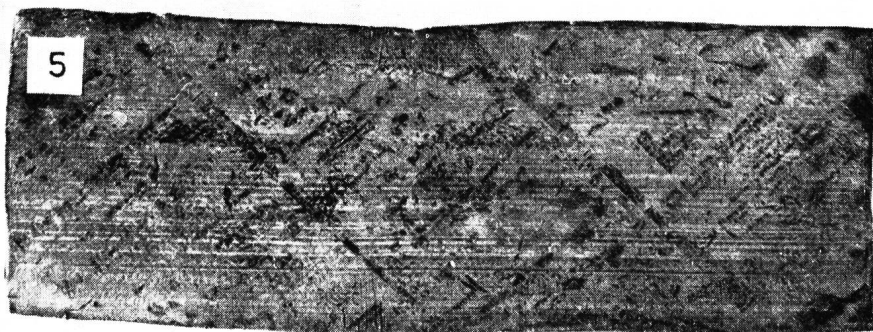
leicht korrodiert
faiblement corrodé



mittelmässig korrodiert
moyennement corrodé



stark korrodiert
fortement corrodé



sehr stark korrodiert
très fortement corrodé

Fig. 3. Phenolkorrodierte Kabelabschnitte. Die abgebildeten Proben sind nach der Stärke des Korrosionsangriffes geordnet. Bei allen Proben waren Löcher im Bleimantel vorhanden

Tronçons de câbles corrodés sous l'effet du phénol. Les échantillons représentés ici sont rangés d'après l'intensité des attaques. Sur tous les échantillons, la gaine de plomb était perforée

Tabelle II. Beispiele von polarographischen Bleibestimmungen in Kabelumhüllungen
Tableau II. Exemples de détermination polarographique de la teneur en plomb d'enveloppes de câbles

	Kabel Câble	Visuelle Beurteilung des Korrosionsgrades Constataion visuelle du degré atteint par la corrosion	Stufenhöhe des Polaro- grammes Variation du polaro- gramme	Empfindlich- keit des Polaro- graphen Sensibilité du polaro- graphe	Bleigehalt der Kabel- umhüllung Teneur en plomb de l'enveloppe
1	altes, sogenannt phenolkorrodiertes Kabel câble ancien, corrodé sous l'effet du phénol	sehr leicht korrodiert très faiblement corrodé	44,1 mm	1:5	0,20%
2	altes, sogenannt phenolkorrodiertes Kabel câble ancien, corrodé sous l'effet du phénol	leicht korrodiert faiblement corrodé	28,9 mm	1:20	0,44%
3	altes, sogenannt phenolkorrodiertes Kabel câble ancien, corrodé sous l'effet du phénol	mittelmässig korrodiert moyennement corrodé	34,7 mm	1:20	0,52%
4	altes, sogenannt phenolkorrodiertes Kabel câble ancien, corrodé sous l'effet du phénol	stark korrodiert fortement corrodé	39,2 mm	1:20	0,60%
5	altes, sogenannt phenolkorrodiertes Kabel câble ancien, corrodé sous l'effet du phénol	sehr stark korrodiert très fortement corrodé	61,5 mm	1:20	0,94%
6	fabrikneues Kabel câble sortant de fabrique	nicht korrodiert non corrodé	0 mm	—	vollständig bleifrei absolument sans plomb

suche, sondern auch für den Betrieb von Bedeutung. Zum Schluss sei nochmals festgehalten, dass für eine polarographische Bleibestimmung nur 5 g Kabelumhüllung benötigt wurden.

4. Schlussbemerkung

Die voranstehend beschriebene Methode hat sich bei Korrosionsversuchen im Laboratorium bewährt. Sie ist ausserdem auch für den Betrieb von Bedeutung, wenn man den Zustand eines Kabels beurteilen möchte. Dabei sind von verlegten Kabeln an verschiedenen Stellen Juteproben von je 5 g zu fassen, von welchen dann der Bleigehalt polarographisch bestimmt wird. Je näher die Entnahmestellen beieinander liegen, desto zuverlässiger sind die Aussagen über den Zustand des Kabels.

Es kommt oft vor, dass sogenannte Auszugskabel wieder verlegt werden müssen. Vor der Wiederverwendung kann nun ein solches Kabel in der gleichen Weise geprüft werden. Der Bleigehalt in den dem aufgerollten Kabel entnommenen Juteproben zeigt an, wie weit die Korrosion des Bleimantels schon fortgeschritten ist. Auf diese Weise wird es möglich, Kabel mit gefährlichen Korrosionsschäden vor dem Einsatz auszuschneiden.

d'absorption d'eau que présente le jute, nous pouvons déceler des corrosions déjà en leurs débuts, ce qui est important non seulement pour les essais, mais pour l'exploitation. Rappelons, pour terminer, que la détermination polarographique de la teneur en plomb ne nécessite que 5 g d'enveloppe de câble.

4. Conclusion

La méthode que nous venons de décrire a fait ses preuves lors des essais en laboratoire. Elle présente également de l'importance pour l'exploitation, lorsqu'il s'agit de se rendre compte de l'état d'un câble. En pareil cas, il faut prélever à plusieurs endroits du câble à examiner des échantillons de 5 g de jute, desquels la teneur en plomb est déterminée polarographiquement. L'état du câble est constaté d'autant plus sûrement que le jute est prélevé en des endroits plus rapprochés.

Il arrive fréquemment que des câbles retirés de canalisations doivent de nouveau être posés. On peut, avant de les réemployer, les contrôler de la même manière. La teneur en plomb des échantillons de jute prélevés sur les enveloppes montre dans quelle mesure la gaine de plomb est déjà corrodée. On peut ainsi éviter de mettre de nouveau en service des câbles dangereusement attaqués par la corrosion.