

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 31 (1940)
Heft: 24

Artikel: Versuche über die elektrolytische Korrosion von in Erde verlegten metallenen Objekten unter konstanter Gleichspannung
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061395>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

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

10. *Lebensdauer.* Die Lebensdauer ist durch die Kathodenzerstäubung bedingt, die um so grösser wird, je grösser die Kathodenstromdichte und der Kathodenfall sind. Sie beträgt bei normalen Glimmlampen allermindestens einige 1000 Stunden Brenndauer. Für Relaiszwecke ist es sehr wesentlich, dass nur die Brenndauer, nicht aber wie bei einer Glühkathodenröhre, schon die Bereitschaft an der Lebensdauer zehrt.

11. *Zündleistung.* Die zur Zündung erforderliche Leistung liegt nach 1. und 2. zwischen 10^{-9} und 10^{-5} Watt ($= 10^{-2}$ bis 10^2 erg/s $\approx 10^{-5}$ bis 10^{-1} cm·g/s), wenn (10) gilt und kann bis 10^{-2} Watt ($= 10^5$ erg/s ≈ 100 cm·g/s) und mehr betragen, wenn (11) gilt. Sie ist also immer vergleichbar mit den empfindlichsten mechanischen Relais (Galvanometerrelais) und eine praktisch leistungslose Steuerung wie bei elektrostatischen Relais¹⁰⁾ ist nicht möglich.

12. *Zündenergie.* Infolge der raschen Aufbauzeit einer Glimmladung nach 8. ist die nötige Ener-

¹⁰⁾ Vgl. Bulletin SEV, Bd. 31 (1940), Nr. 9, S. 199.

giezufuhr, damit eine Glimmlampe mit geeigneter Kapazität parallel zu den Elektroden (wegen den dynamischen Vorgängen) zündet, trotz der nicht unerheblichen Zündleistung äusserst klein; sie liegt zwischen 10^{-14} und 10^{-10} Ws ($= 10^{-7}$ bis 10^{-3} erg $\approx 10^{-10}$ bis 10^{-6} cm·g), wenn (10) gilt. Damit stimmt überein, dass eine geeignete Entladung zum Beispiel mit einer Kapazität von 10 pF ($= 10^{-11}$ F), die auf eine Spannung aufgeladen ist, die weniger als 1 Volt über der Zündspannung liegt, gezündet werden kann. Dem entspricht ohne Berücksichtigung der Kapazität parallel zu den Elektroden eine Zündenergie von weniger als 10^{-11} Clb ($= 10^{-4}$ erg $\approx 10^{-7}$ cm·g). Die Zündenergie ist also sehr viel kleiner als die der mechanischen Relais und auch mit empfindlichsten Galvanometer- oder elektrostatischen Relais nicht vergleichbar.

Es soll später berichtet werden, wie es gelingt, diese ausserordentlich kleine Zündenergie trotz der erheblichen Zündleistung praktisch auszunutzen.

Versuche über die elektrolytische Korrosion von in Erde verlegten metallenen Objekten unter konstanter Gleichspannung.

Mitteilung der Aluminium-Industrie A.-G. und der Korrosionskommission.

621.3.014.6

Im Bulletin SEV 1939, Nr. 25, veröffentlichte die Kontrollstelle der Korrosionskommission (H. Bourquin) einen Bericht über zwei Versuchsserien, die in Zürich und in Neuhausen über die Korrosion von Leichtmetall im Vergleich zu Schwermetall in feuchter Erde bei konstanter Gleichspannung durchgeführt worden waren. Dieser Bericht gab Anlass zu verschiedenen Besprechungen zwischen der Aluminium-Industrie A.-G. und der Korrosionskommission, da sich jene mit der Auslegung der Versuche und den Schlussfolgerungen nicht einverstanden erklären konnte. Das Resultat dieser Besprechungen, bei dem eine vollständige Uebereinstimmung in der Auffassung und Weiterverfolgung der Versuche erzielt wurde, soll nun hier veröffentlicht werden.

Es ist verfrüht, aus den bisherigen Auslegungen der Versuche den Schluss zu ziehen, dass Aluminium oder dessen Legierungen sich im Erdboden unter Einfluss von Streuströmen ungünstiger verhalten als Schwermetalle wie Blei, Eisen oder Kupfer. Diese Auffassung wurde abgeleitet aus dem Vergleich der spezifischen Gewichtsverluste der Versuchsobjekte mit den nach Faraday errechneten. Den Praktiker interessiert aber nicht der Vergleich mit dem Faradayschen Gesetz, sondern nur die Frage, welches Metall sich unter gleichen Einflüssen am günstigsten verhält. Dieses Verhalten kommt aber zahlenmässig eher besser durch die bei den verschiedenen Metallen aufgetretene relative Volumeneinbusse zum Ausdruck. Allerdings wäre selbst die relative Volumeneinbusse erst dann für das Verhalten der Metalle stichhaltig, wenn der Korrosionsangriff auf der Gesamtoberfläche regelmässig stattfinden würde.

Da aber in Wirklichkeit die elektrolytische Korrosion bei allen technisch gebräuchlichen Metallen unregelmässig erfolgt, nämlich meistens in Form lokalisierter, punktförmiger, kraterähnlicher Anfressungen, die einen relativ sehr kleinen Teil der Rohr- bzw. Kabelmanteloberfläche berühren, kann natürlich, streng genommen, weder der Gewichtsverlust noch die Volumeneinbusse als Kriterium für das Verhalten der Metalle gegen Elektrolyse gelten.

Tabelle I im ersten Bericht gibt die Gewichtsverluste an von Platten gleicher Dimensionen ($200 \times 50 \times 2$ mm) aus verschiedenen Metallen, die in feuchtem Erdboden als Anode und Kathode hintereinander geschaltet einer Spannungsdifferenz von 20 Volt während 1 Jahr ausgesetzt waren. Auf Volumeneinbusse berechnet, kann die Tabelle auch folgendermassen geschrieben werden:

Tabelle I.

| Nr. | Material | Gewichtsverluste in g | | Volumenverlust in cm ³ | | | Prozentuale Volumenabnahme | | |
|-----|--------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------------|------|------|
| | | Anode | Kath. | Anode | Kath. | Total | An. | Kth. | Tot. |
| 1 | Eisen . . . | 110 ¹⁾ | 1,15 ¹⁾ | 14,1 | 0,15 | 14,25 | 70,5 | 0,7 | 35 |
| 4 | Blei . . . | 105,55 | 5,40 | 9,4 | 0,5 | 9,9 | 47 | 2,5 | 25 |
| 5 | Kupfer . . . | 122,90 | 1,83 | 13,7 | 0,2 | 13,9 | 68,5 | 1,0 | 35 |
| 6 | Al 99,99 % | 5,58 | 9,78 | 2,05 | 3,6 | 5,65 | 10,3 | 18 | 14 |
| 7 | Al 99,7 % | 9,60 | 10,50 | 3,55 | 3,9 | 7,45 | 17,7 | 19,5 | 18 |
| 11 | Anticorodal | 11,86 | 14,73 | 4,4 | 5,5 | 9,9 | 22 | 27,5 | 25 |

¹⁾ ungerechnet auf 365 Tage, Versuche nach 205 Tagen unterbrochen, weil Anschluss abkorrodiert.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die totale Volumenabnahme bei Al 99,99 % am niedrigsten ist. Sogar die Legierung Anticorodal

ist nicht ungünstiger als Blei und besser als Kupfer oder Eisen. Ausserdem verteilt sich bei Aluminium der totale Metallverlust annähernd gleich auf Anode und Kathode — im Gegensatz zu den übrigen Metallen, wo praktisch der Gesamtverlust auf die Anode allein entfällt — so dass ein gefährlicher Materialverlust theoretisch bei Leichtmetallen entsprechend später als bei Schwermetallen auftreten dürfte. Rein zahlenmässig ergibt sich somit aus den besprochenen Versuchen sogar ein besseres Verhalten der Leichtmetalle (unter Beachtung des oben gemachten Vorbehaltes bezüglich Stichthaltigkeit des Kriteriums «Volumeneinbusse»).

Da sich die Bleikabelmäntel in bezug auf ihr Korrosionsverhalten bisher bewährt haben, so darf nach den bisherigen Versuchsergebnissen logischerweise von den Aluminiummänteln ein mindestens ebenso gutes Verhalten erwartet werden. Es ist wichtig, diese Frage restlos abzuklären, denn die physikalischen und mechanischen Eigenschaften machen das Aluminium für die Herstellung von Kabelmänteln unbedingt geeignet. Neben dem kleinen spez. Gewicht besitzt Reinaluminium mit 99,8% Reinheit bei gleicher Verarbeitungsmöglichkeit wie Blei höhere Festigkeit, insbesondere eine höhere Fliessgrenze als Schwermetall und zeichnet sich durch eine höhere Rekristallisationstemperatur aus. Bei Reinblei kann schon bei gewöhnlicher Temperatur Rekristallisation eintreten, welche eine wesentliche Bedingung für die Grobkornbildung ist, die ihrerseits das Auftreten interkristalliner Brüche begünstigt. Die Herabsetzung des Gewichtanteils des Kabelmantels durch den Austausch von Blei und Aluminium bringt ferner namhafte Erleichterungen für die Herstellung, den Transport und die Verlegung der Kabel.

Für die Armierung von Kabeln haben sich bereits seit mehreren Jahren Aluminium-Legierungen eingeführt, insbesondere für Einphasenkabel, wo wegen zusätzlichen Verlusten auf magnetisches Eisen verzichtet werden muss. Bei dieser Verwendung spielt die Zerstörung durch Korrosion nicht dieselbe Rolle wie bei den Kabelmänteln, die einen dauernd vollständigen Feuchtigkeitsschutz der Papierisolation gewährleisten müssen. Die Aluminiumlegierungen in Form von Band oder Flachdraht werden aber voraussichtlich eine bedeutend längere Lebensdauer aufweisen als die üblichen Eisenarmierungen, die nicht nur einer stärkeren Korrosion durch Streuströme ausgesetzt sind, wie der vorstehenden Tabelle zu entnehmen ist, sondern auch schon bei Zutritt von Feuchtigkeit durch

Rost zerstört werden können, sofern sie nicht einen genügenden Schutz (Teeranstrich, Verzinkung) aufweisen.

Die bisherigen Versuche haben gezeigt, dass das Verhalten des Aluminiums wesentlich verschieden ist von demjenigen der anderen Metalle und die hier dargestellte Auslegung lässt den Schluss zu, dass das Studium über die Verwendung des Aluminiums für Kabelmäntel oder Armierung jedenfalls weiter verfolgt werden muss. Die Aluminium-Industrie A.-G. hat deshalb beschlossen, in Zusammenarbeit mit der Korrosionskommission weitere Versuche durchzuführen, die in jeder Beziehung weitgehend den *praktischen* Verhältnissen angepasst werden. In erster Linie soll dabei die Frage beantwortet werden, nach welcher Zeit Kabelmäntel aus Al oder Pb unter genau gleichen Einflüssen von Streuspannungen im Erdboden durchlöchert werden.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass es gelingen könnte, gerade den elektrolytischen Angriff des Aluminiums, zwecks Erhöhung des Uebergangswiderstandes gegen Erde, gewissermassen als Selbstschutz zunutze zu machen. Es wäre auch denkbar, durch geeignete Behandlung der Metalloberfläche die bekannten Verfahren zur Erzeugung von Schutzschichten durch anodische Oxydation zu verwerten, indem man absichtlich durch gleichmässige Korrosion eine widerstandsfähige Oxydhaut erzeugen würde, die das Aluminium vor weiteren Angriffen schützen könnte. (Man denke in diesem Zusammenhang z. B. an das bekannte Verfahren zur Herstellung elektrolytischer Kondensatoren aus Aluminium.)

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass Aluminium in bezug auf Korrosion sich wahrscheinlich im ganzen nicht ungünstiger verhält als die andern Metalle. Die bisherigen ersten Versuche in Zürich und in Neuhausen haben zwar die Empfindlichkeit dieses Metalles und seiner Legierungen gegen Elektrolyse dokumentiert. Nach näherer Betrachtung der sich hier abspielenden Vorgänge kommt man aber auch zum Schluss, dass die besonderen Eigenschaften dieses Metalles einen gewissen Selbstschutz erhoffen lassen. Ferner weisen die Schlussfolgerungen dieser ersten Versuche auf die Notwendigkeit hin, den ganzen Fragenkomplex weiter zu verfolgen, und zwar durch neue Versuche, die sich mehr als die bisherigen den wirklichen Bedingungen nähern, unter denen Kabel im Erdboden verlegt und betrieben werden.

Solche Versuche sind nun in Aussicht genommen; deren Resultate sollen später zur Veröffentlichung gelangen.