Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = 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 Telegrafenbetriebe

Band: 32 (1954)

Heft: 11

Artikel: Fehler bei der Oberflächenveredelung von Metallen

Autor: Hess, W. / Mauch, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874499

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: 09.12.2025

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

Die Erfahrungen zeigten, dass in Anlagen, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen, keine störende Beeinflussung zu befürchten ist, wenn die Steuerspannungen die durch die Kurve b (Fig. 1) bezeichneten Werte nicht überschreiten.

Es ist aus dieser Kurve ersichtlich, dass durch die Wahl einer niedrigen Steuerfrequenz die Störungen stark vermindert werden können. Dazu kommt als zusätzlicher Vorteil die bessere Spannungskonstanz im Netz als Folge der kleineren Spannungsabfälle in Transformatoren und einer Verminderung der Resonanzüberhöhung in Kabeln.

Die Forderung nach einer bestimmten Maximalspannung im ganzen Verteilnetz wird in Ausnahmefällen für bestimmte Netzteile den Einbau von tonfrequenten Dämpfungsgliedern oder Vorbelastungen erfordern, um besonders während Zeiten mit kleiner Belastung die Steuerspannung überall innerhalb der zulässigen Grenzen zu halten.

Treten trotzdem Störungen auf, so wird es praktisch immer möglich sein, sie durch eine Instandstellung der Schwachstromanlage auf ein unschädliches Mass zu reduzieren; bei Radioempfängern genügt oft ein Umpolen des Netzsteckers.

Cette courbe indique que, en choisissant une fréquence de commande basse, on peut fortement diminuer les perturbations, avantage auquel s'ajoute celui d'une meilleure constante de tension dans le réseau, provenant des faibles chutes de tension dans les transformateurs et d'une diminution de la surélévation de résonance dans les câbles.

En exigeant une tension maximum déterminée dans l'ensemble du réseau de distribution, on obligera les entreprises électriques à intercaler, excepté dans quelques parties du réseau bien délimitées, des atténuateurs à fréquence musicale ou des charges préliminaires, pour que, spécialement pendant les heures de faible charge la tension de commande se maintienne partout dans les limites admises.

Si, malgré cela, des perturbations surviennent, il sera pratiquement possible de les ramener à un degré tel qu'elles ne puissent plus avoir d'influence en revisant l'installation à courant faible; pour les récepteurs de radiodiffusion, il suffit souvent d'inverser les pôles de la prise de courant du secteur.

Fehler bei der Oberflächenveredelung von Metallen

Von *W. Hess* und *H. Mauch*, Bern 620.197.5

Oberflächen von bearbeiteten Metallgegenständen werden nicht allein aus ästhetischen Gründen mit einer Schicht eines andern Metalles bedeckt. Viel wichtiger ist der Überzug als Korrosionsschutz. Es gibt eine grosse Zahl verschiedener Verfahren. Die Auswahl ist hie und da recht schwierig zu treffen. Wir beobachteten öfters Metallüberzüge, die, anstatt zu schützen, verheerende Korrosionen verursachten. In solchen Fällen sind offensichtlich wichtige elektrochemische Grundsätze nicht beachtet worden. Wir möchten daher für den Konstrukteur und den Hersteller die Grundlagen der Metalloberflächenveredelung kurz erläutern.

Wegleitend für alle Metallüberzüge ist die elektrochemische Spannungsreihe. Hier sind die Metalle nach der Grösse ihrer Normalpotentiale geordnet. An erster Stelle stehen die am stärksten negativen oder unedlen Metalle. Mit steigendem Normalpotential werden die Metalle reaktionsträger, das heisst, edler. In der *Tabelle I* sind die wichtigsten Metalle und ihre Normalpotentiale angeführt. Über die Definition und die Messung der Normalpotentiale berichtete Hornung[1]) bereits an dieser Stelle.

Die Auffassung ist weit verbreitet, dass ein Überzug eines edleren Metalles den besten Schutz gegen Korrosionen biete. Dies trifft nur bei einer absolut porenfreien Schutzschicht zu. Eine solche erhält man, indem der zu schützende Gegenstand in ein geschmolzenes Metall eingetaucht wird, wie zum Beispiel bei der Feuerverzinnung von Eisen. Dieses Verfahren ist daher als gut zu bezeichnen, weil die Zinnschicht dick (etwa 100 μ) und porenfrei ist.

Tab. I. Elektrochemische Spannungsreihe der wichtigsten Metalle

Metall	Potential-bestimmender Vorgang	Normalpotential in Volt
Magnesium . .	$Mg \rightarrow Mg^{\cdot\cdot} + 2e$	—1,6 (?)
Aluminium . .	$Al \rightarrow Al^{\cdot\cdot\cdot} + 3e$	—1,3 (?)
Zink	$Zn \rightarrow Zn^{\cdot\cdot} + 2e$	—0,76
Chrom	$Cr \rightarrow Cr^{\cdot\cdot} + 2e$	—0,56
Eisen	$Fe \rightarrow Fe^{\cdot\cdot} + 2e$	—0,44
Cadmium . . .	$Cd \rightarrow Cd^{\cdot\cdot} + 2e$	—0,40
Nickel	$Ni \rightarrow Ni^{\cdot\cdot} + 2e$	—0,22
Zinn	$Sn \rightarrow Sn^{\cdot\cdot} + 2e$	—0,14
Blei	$Pb \rightarrow Pb^{\cdot\cdot} + 2e$	—0,13
Wasserstoff . .	$H2 \rightarrow 2H^{\cdot} + 2e$	0,00
Kupfer	$Cu \rightarrow Cu^{\cdot\cdot} + 2e$	+0,34
Silber	$Ag \rightarrow Ag^{\cdot} + e$	+0,80
Platin	$Pt \rightarrow Pt^{\cdot\cdot\cdot\cdot} + 4e$	+0,86
Gold	$Au \rightarrow Au^{\cdot} + e$	+1,4

Elektrolytische Überzüge fallen selten porenfrei aus. Daher ist es falsch, auf galvanischem Wege ein unedleres Metall durch ein edleres schützen zu wollen. In einem solchen Falle bildet sich ein galvanisches Element zwischen der edleren Schutzschicht und dem unedleren Grundmetall. In Berührung mit einem

[1]) Hornung R., Techn. Mitt." PTT **29** (1951), 406.

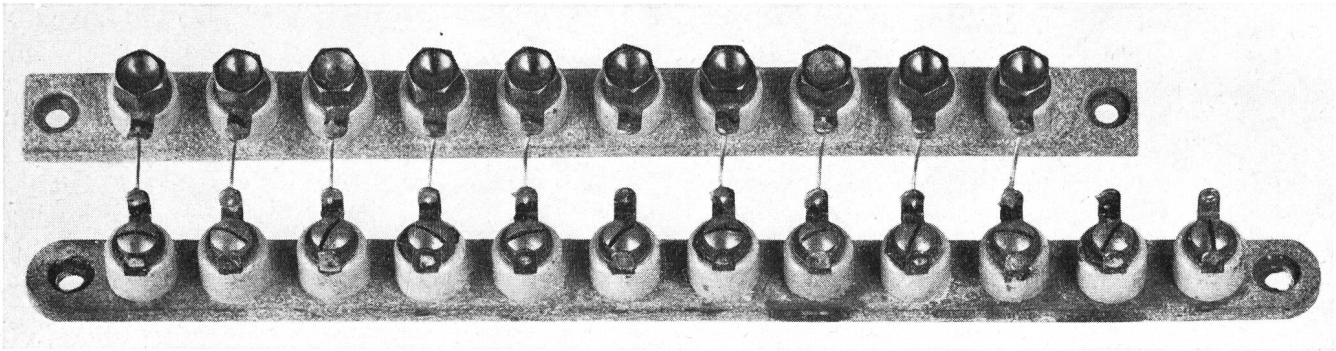

Fig. 1. Korrodierte Schienen aus Sicherungskästen

Elektrolyten geht das unedlere Metall in Lösung, das heisst, es entstehen Korrosionsschäden. Ist das Grundmetall Eisen, so wird diese Erscheinung Unterrostung genannt. Hierzu möchten wir noch einen von uns untersuchten Korrosionsfall erwähnen.[2]) Während des letzten Krieges wurden infolge Materialmangels die Schienen in Sicherungskästen, die als Träger für die Isolatoren dienten, aus Zink hergestellt. Zum «Schutz» sind sie vernickelt worden. Nach einiger Zeit zeigten sich an den Schienen ausserordentlich starke Korrosionserscheinungen. Unter der Nickelschicht, die stellenweise unverändert blieb, liess sich eine millimeterdicke Schicht von basischem Zinkkarbonat beobachten. Figur 1 zeigt eine der korrodierten Schienen.

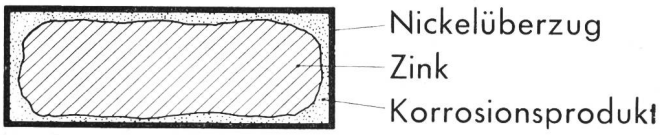

Fig. 2. Korrodierte Schiene im Querschnitt

Diese Korrosion lässt sich anhand der *Tabelle I* sehr gut erklären. Zink ist mit seinem negativen Normalpotential von – 0,76 Volt sehr unedel. Gegenüber Nickel (Normalpotential = – 0,22 V) beträgt die Potentialdifferenz mehr als 0,5 Volt. Nickelüberzüge sind mehr oder weniger porös und ermöglichen daher den Zutritt eines Elektrolyten zum Grundmetall. In unserem Falle genügte die Luftfeuchtigkeit und die Kohlensäure der Luft, um das Zink anodisch in basisches Zinkkarbonat umzuwandeln. In Figur 2 ist die korrodierte Schiene im Querschnitt schematisch festgehalten. An dieser Stelle ist noch ein ähnlicher Korrosionsfall[3]) anzuführen. Bei einer Abnahmeprüfung von Telephonapparaten wurden an verschiedenen Wählerbestandteilen weisse Niederschläge festgestellt. Einer dieser Teile ist in Figur 3 wiedergegeben. Beim Grundmetall handelt es sich um eine Zink-Spritzgusslegierung. Diese ist mit einer Nickelschicht bedeckt worden. Beide Korrosionsfälle zeigen, dass ein Überzug eines edleren Metalles keine Gewähr für einen zuverlässigen Korrosionsschutz bietet. Vor allem unedle Metalle, wie Zink, Aluminium und auch Eisen, dürfen nicht mit einem edlen Metallüberzug versehen werden. Bei edleren Metallen, wie zum Beispiel Kupfer, besteht diesbezüglich keine so grosse Gefahr. Kupfer darf zum Beispiel ohne weiteres versilbert oder vergoldet werden.

Den besten Korrosionsschutz erreicht man durch einen Überzug mit einem unedleren Metall. Eisen wird am besten durch das etwas unedlere Zink geschützt (galvanisieren, feuerverzinken). Jedoch darf auch hier die Potentialdifferenz zwischen den beiden Metallen nicht allzu gross sein, da sonst der Überzug angegriffen wird. In einem kürzlich bearbeiteten Falle[4]) stellten wir diesen Fehler fest. In einem Verteilerkästchen sind die in eine Kunstharzplatte eingegossenen Kontaktstifte elektrolytisch kadmiert worden. In kürzester Zeit verwandelte sich die

[2]) Prüfbericht Nr. 12.619 der Forschungs- und Versuchsanstalt GD PTT.

[3]) Prüfbericht Nr. 12.884 der Forschungs- und Versuchsanstalt GD PTT.

[4]) Prüfbericht Nr. 12.1119 der Forschungs- und Versuchsanstalt GD PTT.

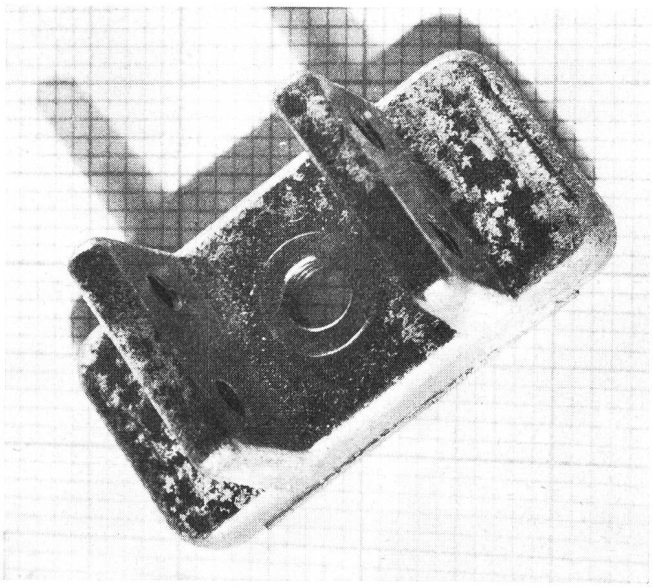

Fig. 3. Korrodierter Wählerbestandteil

Kadmiumschicht vollständig in ein lockeres, weisses Korrosionsprodukt. Beim Grundmetall handelte es sich um Messing. Dieses ist ungefähr gleich edel wie Kupfer. Durch einen Versuch ermittelten wir zwischen einer Messing- und einer Kadmiumelektrode eine Potentialdifferenz von 0,73 Volt. Es ist daher leicht verständlich, dass das unedlere Kadmium rasch korrodierte. Dieses Beispiel zeigt, dass die korrosionsschützende Wirkung eines Metallbelages sehr vom Grundmetall abhängig ist. Kadmium ist ein vorzüglicher Überzug für Eisen, wogegen es für Kupfer und seine Legierungen sehr ungeeignet ist.

Um eine Übersicht über diese Verhältnisse zu geben, haben wir in *Tabelle II* die wichtigsten zu schützenden Metalle angeführt und die jeweils gebräuchlichsten Überzüge kurz beurteilt.

Tabelle II Die wichtigsten metallischen Überzüge

Grundmetall	Überzug	Beurteilung
Eisen und Stahl	Zink	Sehr guter Korrosionsschutz, vor allem wenn die Zinkoberfläche anschliessend noch passiviert wird (Promat- und Preflex-Verfahren) *)
	Kadmium	Sehr guter Korrosionsschutz; obwohl das Normalpotential etwas höher ist als das von Eisen, nimmt Kadmium in verdünnten, wässerigen Lösungen ein negativeres Potential an.
	Zinn	Guter Korrosionsschutz. Der Überzug muss aber vollständig dicht sein, da Zinn etwas edler als Eisen ist.
	Blei	Guter Korrosionsschutz, vor allem gegen schwefelsäurehaltige Lösungen. Auch hier muss der Überzug porenfrei sein.
	Nickel	Korrosionschützende Wirkung nur bei absolut porenfreien Überzügen. Neigt wegen Unterrostung zum Abblättern.
	Chrom	Guter Korrosionsschutz. Chrom ist trotz seines niedrigen Normalpotentials sehr beständig gegen chemische Einflüsse; da es mit einer passivierend wirkenden, dichten Oxydhaut bedeckt ist. Die Überzüge sind auch sehr hart.
	Aluminium	Gut. Dient im allgemeinen für besondere Zwecke (z. B. Küchengeräte).
	Kupfer	Kupferschichten allein sind ein schlechter Korrosionschutz, da Kupfer sehr edel ist. Nur von Bedeutung als Zwischenschichten für Nickel- und Chrom-Überzüge (bessere Haftung).
Kupfer und seine Legierungen, wie Messing, Tombak, Bronzen, Neusilber, Kupfer-Nickel	Nickel	Guter, am meisten verwendeter Korrosionsschutz.
	Chrom	Gut, dank der sehr passiven Oberfläche.
	Zinn	Wichtig in der Elektrotechnik, da verzinnte Drähte leicht gelötet werden können. Zugleich guter Korrosionsschutz.
	Kadmium	Keine Schutzwirkung, da zwischen dem Grundmetall und dem Überzug eine zu grosse Potentialdifferenz besteht.
	Silber	Gut, da das Grundmetall schon sehr edel ist.
Aluminiumlegierungen	Aluminium	Gut. Dient vor allem für unbeständige Aluminiumlegierungen. Besonders wirksam, wenn der Überzug aus reinstem Aluminium hergestellt wird.
Zink und Zink-Spritzgusslegierungen	Nickel	Wird gelegentlich verwendet. Ist aber nur brauchbar, wenn der Überzug absolut dicht ist, was selten zutrifft. Durch poröse Nickelschichten wird die Korrosionsgefahr stark erhöht.

*) Über die beiden erwähnten Verzinkungsverfahren werden wir in nächster Zeit berichten.

Wie der an sich arme Kleinstaat der Ort ist, wo sich das Höchstmass an bürgerlicher Freiheit und Pflicht realisieren, muss er auch aus rein machtpolitischen Gründen die Stätte sein, in der der Einzelne dazu erzogen wird, die grösste Verantwortung im beruflichen Leben zu übernehmen, kraft einer fachlich einwandfreien Ausbildung und eines das Ganze im Auge behaltenden Kulturbewusstseins.

PROF. DR. PAUL NIGGLI
In: Vom Nutzen der wissenschaftlichen Forschung
Zürich 1947. S. 17