

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 25 (1934)
Heft: 14

Artikel: Versuche mit Rostschutzanstrichen unter besonderer Berücksichtigung von Unterwasseranstrichen
Autor: Blom, A.V.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060159>

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>

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

VERLAG UND ADMINISTRATION:
A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zürich 4
Stauffacherquai 36/40

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXV. Jahrgang

N^o 14

Mittwoch, 4. Juli 1934

Versuche mit Rostschutzanstrichen unter besonderer Berücksichtigung von Unterwasseranstrichen.

620.197:627.8

Berichtersteller: A. V. Blom, Zürich.

(Mitteilung der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt (EMPA) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.)

Bericht über dreijährige Versuche mit einer Reihe von Anstrichsystemen auf 16 Prüfstationen. Die Beanspruchung geschah entweder durch dauerndes Eintauchen in verschiedene Wässer, durch Pendelung zwischen Wasser und Luft oder durch reine Bewitterung in verschiedenem Klima. Der Anwendungsbereich verschiedenartiger Anstrichsysteme wird gegeneinander abgegrenzt, um der Praxis gewisse Richtlinien für den Korrosionsschutz der Eisenbauten über und unter Wasser zu liefern.

Ce rapport décrit des expériences d'une durée de 3 ans, effectuées avec une série de différents vernis et couleurs dans 16 stations d'essais. Les couches ont été soumises soit à une immersion de longue durée dans des eaux variées, soit à une alternance d'expositions à l'air et à l'eau, soit encore à l'influence des intempéries sous différents climats. Il a été possible de délimiter ainsi les domaines d'application de ces couleurs et vernis et d'édicter certaines prescriptions, intéressantes pour la pratique, concernant la protection contre la rouille des constructions aériennes ou immergées.

1. Einleitung.

Die Kosten, welche die schweizerischen Elektrizitätswerke jährlich für Anstricharbeiten aufwenden, können auf mindestens 600 000 Fr. geschätzt werden; die Hälfte davon dürfte auf Neuanstriche entfallen. Dabei beträgt der Kostenanteil für die Farben selber im allgemeinen wohl nicht über 15 % der Gesamtkosten. Es lohnt sich daher, ein wesentlich teureres Material zu verwenden, wenn dabei die Anstriche einige Jahre länger halten. Hülsenkamp hat zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer Farbe folgende Formel vorgeschlagen¹⁾:

$$R = \frac{K_1 + K_2}{n} = \frac{k_1 \cdot a \cdot b + K_2}{n}$$

Hierin bedeuten K_1 die Kosten der Farbe für den Anstrich des Objektes, k_1 den Kilopreis der Farbe, K_2 die Kosten für Entrostung und Anstricharbeit, a die Anstrichfläche, b den Farbbedarf pro Flächeneinheit und n die Lebensdauer. Da K_2 fünf- bis sechsmal so gross geschätzt werden kann als K_1 , so darf man bei einer Lebensdauer des Anstriches von etwa 10 Jahren um 65 % höhere Farbkosten aufwenden, sofern dadurch die Lebensdauer nur um ein Jahr verlängert wird. Die Durchführung von Vergleichsversuchen zur Ermittlung der Haltbarkeit von Anstrichen ist daher wertvoll, wenn man die wirtschaftlichsten Farben herausfinden will. Diese Versuche müssen über eine Reihe von

Jahren ausgedehnt werden, um abschliessende Urteile zu ermöglichen. Gelingt es, die mittlere Lebensdauer der Anstriche nur um wenige Jahre zu verlängern, so sollten sich nach dieser Berechnung beim Unterhalt von Eisenbauten der schweizerischen Elektrizitätswerke jährlich mehr als hunderttausend Franken einsparen lassen.

2. Disposition der Versuche.

Um den verschiedenen klimatischen und hydrologischen Verhältnissen in der Schweiz Rechnung zu tragen, wurden 16 Beobachtungsstationen eingerichtet. Fig. 1 zeigt die Station in Mühleberg, Fig. 2 diejenige in Spiez. Das Verzeichnis der Stationen ist in Tabelle I wiedergegeben. Die Versuchsanstriche waren auf geschmirgelten Eisenplatten von 20×30 cm sachgemäss aufgetragen, die dann in grossen Eisenrahmen auf den Stationen ausgesetzt wurden (siehe Fig. 3 und 4). Das Eisen stammte für sämtliche Versuche von derselben Fabrikationsserie, so dass es sicher überall die gleiche Neigung zum Rosten aufwies.

In Zürich und in Clavadel blieben die Anstriche ständig nur der Witterung gemäss den Richtlinien des Schweizerischen Verbandes für Materialprüfungen der Technik (SVMT), Komm. 15, Blatt 80, ausgesetzt. Im Ritomsee, in Piotta, im Stausee Pfaffensprung und bei Lavorgo befanden sie sich dauernd im Wasser, und zwar teils im strömenden, teils im ruhenden. In Rodi waren die Rahmen abwechselnd drei Wochen in der Luft und drei Wochen im Was-

¹⁾ Bautechn., Bd. V (1927), S. 672.

Verzeichnis der Prüfstationen.

Tabelle I.

Nr.	Gruppe ¹⁾	Bezeichnung	Höhe m ü. M.	Art des Wassers	Beanspruchung	
					W = Wasser;	L = Luft
1	A	Ritomsee	1807	Seegrund, ruhend	dauernd eingetaucht	
2	A	Piotta	1012	strömend	" "	
3	A	Pfaffensprung	792	Stausee, ruhend	" "	
4	B 2	Trient	1295	schwach strömend	W: 3 Wochen	L: 1 Woche
5	B 1	Handeck	1161	stark strömend	W: 3 Wochen	L: 1 Woche unter Dach
6	B 2	Spiez	624	stark strömend	W: 3 Wochen	L: 1 Woche
7	B 2	Mühleberg	485	ruhend	dito	dito
8	B 2	Niederried	461	stark strömend	dito	dito
9	B 2	Eglisau R	345	ruhend	dito	dito
10	B 2	Eglisau S	334	stark strömend	dito	dito
11	B 2	Beznau R	327	ruhend	dito	dito
12	B 2	Beznau S	327	stark strömend	dito	dito
13	A	Lavorgo	622	stark strömend	dauernd eingetaucht	
14	B 2	Rodi	945	schwach strömend	W: 3 Wochen	L: 3 Wochen
15	C	Clavadel	1667	—	Gebirgsklima	
16	C	Zürich EMPA	480	—	Stadtklima mit Rauchgasen	

¹⁾ Die Gruppierung wurde nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen:
 Gruppe A Dauernd im Wasser gelagert.
 Gruppe B1 Pendelnd in Wasser und in Luft ohne Sonne.
 Gruppe B2 Pendelnd in Wasser und in Luft mit Sonne.
 Gruppe C Dauernd nur dem Wetter ausgesetzt.

ser. Auf den übrigen Stationen (Trient, Handeck, Spiez, Mühleberg, Niederried, Eglisau und Beznau) tauchten die Bleche jeweils drei Wochen ins Wasser und eine Woche lang wurden sie an der Luft gelagert. In Handeck blieben sie im Maschinen-

durch neue Versuche, so dass nicht alle Anstriche bis jetzt drei Jahre lang geprüft worden sind.

3. Anstrichsysteme.

Erfahrungsgemäss bieten besonders diejenigen Eisenkonstruktionen für den Korrosionsschutz



Fig. 1.

Fig. 1.
Der Rahmen mit den Versuchsblechen in Mühleberg wird für die Luftperiode hochgezogen (Stat. Nr. 7).

Fig. 2.
Der Rahmen mit den Versuchsblechen taucht in den stark strömenden Kandereinlauf beim Akkumulierweiher des Kraftwerkes Spiez (Stat. Nr. 6). Im Winter starke Stossbeanspruchung durch Grundeis.

Fig. 3.
Ein Rahmen mit den Bezeichnungen auf der Rückseite der Versuchsbleche (Stat. Nr. 7).

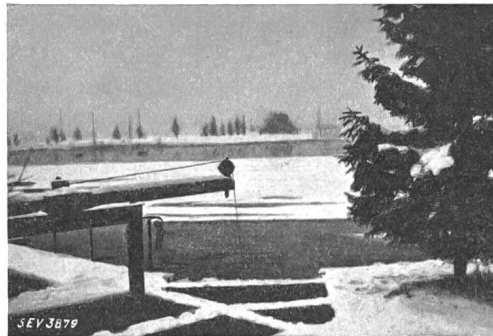


Fig. 2.



Fig. 3.

haus und waren somit vor der Sonne geschützt; auf den übrigen Stationen konnte die Witterung ungehindert einwirken. In Eglisau und in Beznau befand sich je ein Rahmen im ruhenden und einer im strömenden Wasser, damit die Wirkung der Wasserbewegung gesondert erfasst werden konnte.

Die Versuche begannen im Januar 1931. Die Bleche mit Anstrichen, die sich nicht bewährt hatten, wurden bei den Kontrollen jeweils ersetzt

durch Anstriche Schwierigkeiten, die sich nur zeitweise im Wasser befinden. Wir wollten einerseits die grundsätzliche Frage abklären, welche Klassen von Anstrichstoffen für pendelnde Beanspruchung überhaupt in Frage kommen; andererseits sollten die geeignetsten Anstrichstoffe für spezielle Beanspruchungsarten ausgesucht werden. Bisher wurden folgende Klassen geprüft:

a) fette Bitumenlacke (mit verhältnismässig hohem Oelzusatz);

- b) magere Bitumenlacke (mit wenig oder gar keinem Oel);
- c) Bitumenemulsionen;
- d) Oelfarben;
- e) Kunstharzlacke.

Als Grundierung wurden Kristallmennige, Dispersmennige, Mennige mit Ockerzusatz, Nitrocelluloselack (auch als Sperrschicht) und Spezialgrundierungen verwendet. Diese Anstrichstoffe wurden in mannigfaltiger Weise miteinander kombiniert, um festzustellen, welche Grundierungen für die verschiedenen Deckanstriche geeignet seien. Einige Bitumenlacke wurden direkt auf Eisen aufgetragen. Die Bleche waren zum Teil nur einmal, zum Teil zwei oder dreimal gestrichen, was bei der Beurteilung der Lebensdauer von Wichtigkeit ist. Bei den Bitumenemulsionen wurde eine Schichtdicke von 2 mm eingehalten.

Mit Ausnahme der Bitumenemulsionen, die wir absichtlich bei feuchtkaltem Wetter im Freien auf nasses Eisen auftrugen, wurden die frisch geschmirgelten Bleche im Laboratorium bei niedriger Luftfeuchtigkeit sorgfältig gestrichen. Zwischen den einzelnen Schichten lagen jeweils 14 Tage Trockendauer im gedeckten Raume.

Da erfahrungsgemäss bei pendelnder Beanspruchung Bitumenlacke auf Mennigegrundierung zu Rissbildung neigen, schalteten wir bei einigen Kombinationen Sperrschichten von Nitrolack zwischen Grundierung und Deckanstrich ein.

In die bisherigen Versuchsreihen wurde phosphatiertes (Parker-Verfahren) oder mit Zementmilch vorbehandeltes Eisen nicht aufgenommen, weil diese Rostschutzmassnahmen sich nur in speziellen Fällen anwenden lassen.

4. Beurteilungsschema.

Um die Versuchsergebnisse übersichtlich und einfach darstellen zu können, drücken wir den Erhaltungszustand der Anstriche nach dem in Tabelle II gegebenen Schema aus.

Tabelle II.

Klasse	Beschaffenheit des Anstriches
0	Keine merkliche Veränderung.
I	Oberflächliche Veränderungen, wie Adern oder Flecken, die den Schutzwert des Anstriches nicht beeinträchtigen, sondern nur als Schönheitsfehler zu bewerten sind.
II	Risse oder tiefe Adern, die bis auf die Grundierung reichen; schliesslich völliges Ablösen des Deckanstriches, so dass der Schutz nur mehr von dem Zustande der Grundierung abhängig ist.
III	Risse durch den ganzen Anstrich bis auf das Eisen oder Bildung von Blasen unter der Grundierung. Auftreten von Rost.
IV	Völlige Zerstörung des Anstriches.

Die Anstriche der Klassen 0 und I können als gut bezeichnet werden. Bei den Anstrichen der

Klasse II hängt der Rostschutz nur von der Grundierung ab, so dass der Deckanstrich ungenügend ist. Unter die Klassen III und IV fallen die völlig ungeeigneten Anstrichsysteme.

Für jeden Versuch wurde ein gesondertes Protokoll nach diesem Beurteilungsschema aufgenommen, das von Interessenten bei der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt, Abteilung Farben und Lacke, eingesehen werden kann. Es ist geplant, alle Einzelergebnisse in Tabellenform zusammenzufassen und herauszugeben.

5. Versuchsergebnisse.

Nach dreijähriger Beobachtung haben wir die in Tabelle III niedergelegten summarischen Feststellungen machen können.

Tabelle III.

	A Dauerwässerung	B		C Wetterbeanspruchung
		B 1	B 2	
		Pendelwässerung		
		ohne Sonne	mit Sonne	
a) Fette Bitumenlacke, ohne Grundierung direkt auf Eisen . . . auf Mennige	I-IV I-IV	0 0	II-IV III-IV	II-IV II-IV
b) Magere Bitumenlacke ohne Grundierung direkt auf Eisen . . . auf Mennige	II-IV II-IV	I I	IV IV	I-III I-III
c) Bitumenemulsionen, ohne Grundierung direkt auf Eisen . . . auf Mennige	0 0	0 I	I I	I I
d) Oelfarben mit Aluminium (nur 2 Jahre Prüfdauer), ohne Bleifarbengrundierung mit Bleifarbengrundierung	IV I-III	IV 0	IV I-IV	I I
e) Kunstharzlack mit Aluminiumpigment, auf roter Spezialgrundierung	I	0	I	0

Dauernd unter Wasser (A) hielten sich die Bitumenemulsion und der Kunstharzlack überall gut. Bei den Bitumenlacken schwankten die Resultate in weiten Grenzen. Aus ihrer chemischen Zusammensetzung liessen sich die Unterschiede bisher nicht erklären. Im allgemeinen sind die gebläsen Bitumina weniger wasserfest als die Asphaltite.

Bei *pendelnder Beanspruchung* hielten sich die meisten Anstrichsysteme nur dann gut, wenn die Luftperiode unter Dach verlief (B₁). Sobald die Anstriche zeitweise der Witterung ausgesetzt waren (B₂), bekam man schwankende Ergebnisse. Bitumenemulsionen und Kunstharzlack befriedigten bisher unter den verschiedensten klimatischen Bedingungen bei der Pendelbeanspruchung.

Blieben die Anstriche *dauernd dem Wetter ausgesetzt* (C), so bewährten sich gute Oelfarben auf Grundierungen mit basischen Bleifarben, Bitumenemulsionen und Kunstharzlacke mit Aluminiumpigment im Deckanstrich. Unter den Bitumenlacken fanden wir gute und schlechte. Durch Sonnenstrahlen wird Bitumen oberflächlich angegriffen und bekommt Risse oder kreydet ab. Je nach der Schichtdicke und der Zersetzungsgeschwindigkeit führt der Substanzverlust (Abwaschen durch Regen und Abscheuern durch Schnee) früher oder später zur Blosslegung des Eisens. Soweit unsere Versuche bisher zeigten, kann dieser Gefahr durch Zusatz von Aluminiumpigment zum letzten Deckanstrich meist vorgebeugt werden. Damit wird gleichzeitig die Erwärmung der Oberfläche durch Einstrahlung und das dadurch verursachte Abfließen weicher Bitumenschichten vermindert. Auffällig war, dass das Abkreiden in Zürich stärker auftrat als im Gebirgsklima von Clavadel. Es ist also nicht eine reine Funktion der Strahlung.

Die Uebersichtlichkeit der Resultate leidet darunter, dass einerseits ähnlich zusammengesetzte Anstrichstoffe sich auf ein und derselben Station ganz verschieden verhielten, andererseits ein Anstrichstoff auf verschiedenen Stationen unter ähnlichen Beanspruchungsverhältnissen ungleiche Haltbarkeit aufwies. Greifen wir als Beispiel einen bestimmten fetten Bitumenlack heraus, der nur in einfachem, dünnem Anstrich aufgetragen war. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV zusammengestellt.

Tabelle IV.

Beanspruchung	Station	Zustand des Anstriches nach		
		1 Jahr	2 Jahren	3 Jahren
A (dauernd im Wasser)	2 (Piotta)	0	0	I
	3 (Pfaffensprung)	0	0	III
	13 (Lavorgo)	II	IV	IV
B 1 (pendelnd ohne Sonne)	5 (Handeck)	0	0	0
B 2 (pendelnd mit Sonne)	7 (Mühleberg)	0	II	IV
	9 (Eglisau)	0	III	IV
	10 (Eglisau)	0	IV	IV
	11 (Bezau)	0	IV	IV
	14 (Rodi)	I	I	IV
C (Wetterprüfung)	15 (Clavadel)	II	II	II
	16 (Zürich)	I	II	II

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass der Zusammenbruch eines Anstriches manchmal erst im dritten Jahre erfolgt, so dass selbst eine zweijährige Prüfdauer nicht immer sichere Resultate ergibt. Bei den Stationen 3, 13 und 14 haben vielleicht vagabundierende Ströme die Resultate beeinflusst; die Untersuchungen darüber sind noch nicht abgeschlossen.

Sicher ist oft die Beschaffenheit des Wassers von grossem Einfluss auf die Haltbarkeit der Anstriche. Im Rhein fanden wir recht günstig wir-

kende natürliche Kalkschuttschichten auf den Anstrichen, welche die Haltbarkeit erhöhten, während in stark aggressivem Wasser im Tessin manche Anstriche frühzeitig zugrunde gingen, die auf den übrigen Stationen gehalten haben. Auch in dieser Beziehung müssen die örtlichen Verhältnisse bei der Auswahl der Anstrichstoffe wohl berücksichtigt werden. Wieweit städtische Abwässer auf die Haltbarkeit von Anstrichen von Einfluss sind, wurde bisher nicht geprüft.

An Hand einiger photographischer Aufnahmen sollen nun typische Zerstörungserscheinungen kurz besprochen werden. Das schlechte Haftvermögen von Bitumenlack auf Nitrocellulosegrundierung zeigt die linke Hälfte von Bild 5; auf der rechten Seite erkennt man die Netzkrisse, die sich auf Menniggrundierung bei warmem Wetter an der Luft zu bilden pflegten. Blieben die Anstriche dauernd im Wasser, so traten diese Risse gewöhnlich nicht auf. Oft beschränkte sich die Netzkrisse auf den Deckanstrich (Beurteilungsklasse II), so dass wenigstens noch die Mennige vor Rost schützte. Haftete der Decklack aber sehr fest, so griff die Rissbildung auf die Grundierung über und das Eisen rostete, wo es blossgelegt war (Beurteilungsklasse III). Bild 6 stellt diesen Fall dar. Haftete der Decklack dagegen schlecht auf der Grundierung, dann wurde er nach anfänglicher Netzkrissebildung schliesslich in stark strömendem Wasser völlig weggewaschen.

Konstruktionsteile, die dauernd oder zeitweise ganz in Wasser tauchen, dürfen mit Oelfarben nicht gestrichen werden. Der Leinölfilm quillt unter diesen Umständen, lässt Wasser bis aufs Eisen durchdiffundieren und schützt dann nicht mehr vor Rost. Fig. 7 zeigt einen Anstrich von einer Oelfarbe nach zwei Jahren Wasserbeanspruchung, die uns als besonders wasserfest zur Prüfung übergeben worden war. Sogar der dreifache Anstrich ist erledigt. Manche Gewässer wirken so korrosiv, dass selbst wasserfeste Lacke auf Menniggrundierung nach zwei Jahren schwere Unterrostungen nicht verhindern konnten. Bei Lavorgo haben wir die stärksten Rosterscheinungen festgestellt. In solchen Fällen half gelegentlich ein spezielles Rostschutzpigment, das eingedrungenes Wasser auf chemischem Wege unschädlich machte und die Unterrostung wirksam verhütete, wie auf der rechten Seite der Platte des Bildes 8 zu sehen ist.

In der Nähe von Elektrizitätswerken oder elektrifizierten Bahnlinien beachte man die Gefahr vagabundierender Ströme. Welche Verheerungen sie hervorrufen können, zeigt Fig. 9. Isolierend wirkende bituminöse Anstriche sind in solchen Fällen angezeigt.

6. Schlussfolgerungen.

Der Korrosionsschutz durch Anstrich verlangt als Grundbedingung eine zweckmässige Konstruktion. Alle Teile müssen für Pinsel oder Pistole gut zugänglich sein. Wassersäcke sollten nicht vorkom-

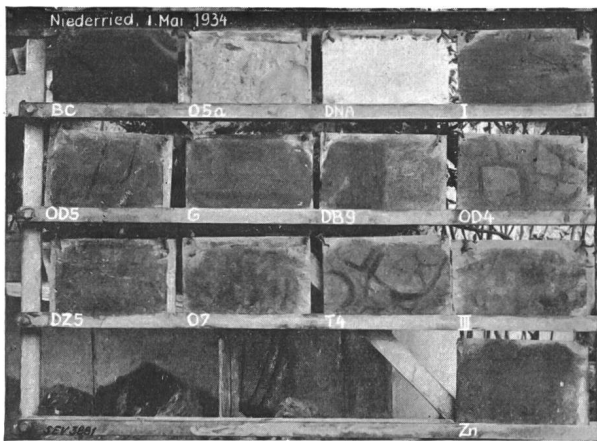


Fig. 4.

Versuchsbleche nach dreijähriger Pendelwässerung. Einige Bleche mussten bereits im ersten Jahre entfernt werden, weil die Anstriche erledigt waren (Station Nr. 8).

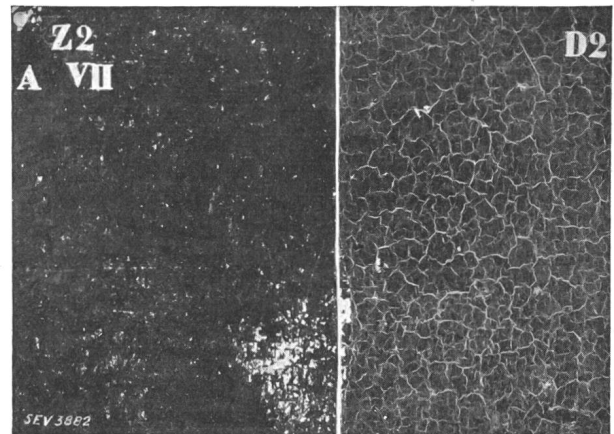


Fig. 5.

Magerer Bitumenlack, links auf Nitrocellulosegrundierung, rechts auf Dispersmennige. Ein Jahr lang pendelnd beansprucht. Auf der linken Seite blättert der Anstrich ab und das Eisen rostet; auf der rechten Hälfte zeigen sich Netzrisse bis auf die Mennige, aber kein Rost.

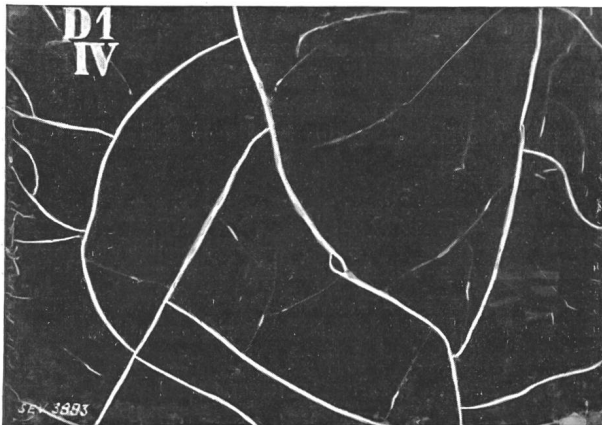


Fig. 6.

Fetter Bitumenlack auf Mennigegrundierung. Zwei Jahre lang in Trient (Station Nr. 4) pendelnd beansprucht. In den Rissen beginnt die Bildung von Rost, weil die Mennigeschicht auseinander gezogen worden ist.



Fig. 7.

Oelfarbe, die wasserfest sein soll, links einmal, Mitte zweimal, rechts dreimal gestrichen, Zustand nach zwei Jahren dauernder Wasserlagerung. Bei pendelnder Beanspruchung war das Ergebnis ähnlich.

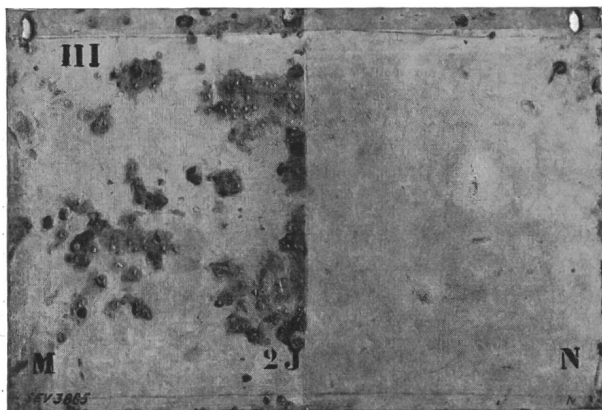


Fig. 8.

Wasserfester Lack mit Aluminiumpigment, links auf Mennige, rechts auf Bleifarbe N. Zustand nach zwei Jahren dauernder Wasserlagerung. Die Mennige ist von Rostwucherungen durchbrochen.



Fig. 9.

Rückseite eines Bleches aus dem Pfaffensprungtausee, wo sehr wahrscheinlich vagabundierende Ströme schwere Korrosionserscheinungen auslösten, die teilweise die Bleche von der Rückseite her vollständig durchlöcherten.

men. Der Baustahl muss möglichst geringe Tendenz zum Rosten aufweisen.

Ein Universalanstrichmittel gibt es nicht. Bei jedem Einzelfall überlege man, welche Beanspruchungen zu erwarten sind, und treffe darnach die Auswahl. Von wesentlichem Einfluss auf die Haltbarkeit ist die sachgemässe Ausführung der Anstriche. Nur auf sorgfältig entrostetem und gereinigtem Eisen kann man ein gutes Haftvermögen erwarten. Während des Trocknens darf der Film weder durch grelle Sonne noch durch Schlagregen in seiner Entwicklung gestört werden.

Aus den bisherigen Versuchen können vorläufig etwa folgende Schlüsse gezogen werden:

Bitumenlacke, direkt auf Eisen gestrichen, halten sich bei pendelnder Beanspruchung und dauernd unter Wasser gut, vorausgesetzt, dass sie nicht zu spröde sind und hinreichend dick aufgestrichen werden. In der Sonne kreiden sie ab, wenn nicht eine Deckschicht mit Aluminiumpigment die Strahlen abhält. Auf Mennigegrundierung besteht die Gefahr der Rissbildung, die durch eine Sperrschicht aus Nitrocelluloselack nicht behoben wird. Die Qualität des verwendeten Bitumens ist für die Haltbarkeit der Anstriche natürlich von ausschlaggebender Bedeutung. Sie kann nur durch technologische Prüfungen festgestellt werden. Da Bitumenlacke meist giftig wirkende flüchtige Anteile enthalten, so ist bei deren Verarbeitung für gute Lüftung zu sorgen.

Wo mit starken mechanischen Beanspruchungen zu rechnen ist, leisten *Heissbitumenmassen* gute Dienste. Sie geben dicke und stoffsteife Ueberzüge. Zur Verbesserung der Haftfestigkeit grundiere man mit einem Bitumenlack vor. Die Auftragsweise bringt es mit sich, dass sie vorzugsweise für grosse, zusammenhängende Flächen in Betracht kommen. Für Gitterkonstruktionen eignen sie sich nicht.

Einen ähnlichen Anwendungsbereich finden *Bitumenemulsionen*. Sie besitzen den grossen Vorteil, dass man sie auf nasses Eisen streichen darf, ohne spätere Unterrostungen befürchten zu müssen. Durch Zusatz von Faserasbest und Zement lassen

sich stoffsteife Ueberzüge erzielen, die doch noch genügend Dehnbarkeit haben, den Bewegungen des Eisens zu folgen. Weder bei Heissbitumenmassen, noch bei Bitumenemulsionen haben wir bei der Bewitterung die Aderbildung beobachtet, wie bei vielen Bitumenlacken.

Mit einem wasserfesten *Kunsthartzlack* haben wir unter den verschiedensten Beanspruchungen gute Resultate erzielt. Die Anstriche sind von bemerkenswerter Härte, ohne spröde zu werden. Da die Schichtdicke gering ist, kommt dieser Anstrichstoff auch für Gitterkonstruktionen in Frage. Er muss aber bei gutem Wetter aufgetragen werden, braucht mehr als acht Tage zur völligen Durchtrocknung und kommt nur silbergrau pigmentiert in den Handel.

Die *Oelfarben* bewähren sich im Wetter nur, wenn eine Grundierung mit basischen Bleifarben die Unterrostung verhindert. Anstriche, die sich ganz oder vorzugsweise im Wasser befinden, müssen einen wasserfesten Deckanstrich (Bitumen, Kunsthartz) bekommen, damit das Eindringen des Wassers gehemmt wird.

Die bisherigen Ergebnisse über die Eignung der verschiedenen Grundierungen und den Anstrichaufbau reichen noch nicht hin, um endgültige Schlussfolgerungen zu ziehen. Es ist geplant, die Versuche fortzusetzen, um in dieser Richtung Klarheit zu schaffen.

Die Untersuchungen wurden in der Kommission 15 des SVMT besprochen und mit finanzieller Unterstützung des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke und des Verbandes Schweizerischer Farben- und Lackfabrikanten und -händler durchgeführt, denen wir daher zu Dank verpflichtet sind. Den beteiligten Werken und speziell den Herren Dr. Oertli (BKW) und Ing. Bindschedler (NOK) sei für die tatkräftige Mithilfe bei Organisation, Durchführung und Auswertung der Versuche besonders gedankt. Nur durch gemeinsame Arbeit war es möglich, ein objektives Bild vom Verhalten der Anstriche unter den verschiedenen Bedingungen zu gewinnen.

Auslösebürde und Ueberstromziffer von Stromwandlern*).

Von Ernst Billig, Berlin.

621.314.224.08

In vorliegender Arbeit wird gezeigt, nach welchen Gesichtspunkten Wandler zu bauen sind, wenn sie bestimmte Werte von Auslösebürde oder Ueberstromziffer treffen sollen. Es wird eine einfache Methode für die Vorausberechnung dieser Grössen angegeben, die auch dem Betriebsmann Anhaltspunkte für die Belastbarkeit seiner Wandler liefern bzw. ihm eine Kontrolle gestatten soll, inwieweit die Wandler den an sie gestellten messtechnischen Anforderungen bei Kurzschluss genügen.

L'auteur expose comment il faut construire les transformateurs d'intensité lorsqu'ils doivent remplir des conditions déterminées quant à la charge de déclenchement et aux surintensités. Une méthode simple permet de prédéterminer ces valeurs. Cette méthode fournit à l'exploitant des indications sur la charge qu'il peut imposer à ses transformateurs de mesure et lui permet de contrôler jusqu'à quel point les transformateurs répondent aux exigences des mesures lors de courts-circuits.

Einleitung.

Durch die Regeln des VDE für Wandler (REW/1932) sind zwei neue Begriffe eingeführt worden, welche die Eignung der Stromwandler für Auslöse-

zwecke betreffen: Es soll angegeben werden, unter welchen Umständen der Sekundärstrom dem primären nicht mehr folgen kann, also eine wesentliche Abweichung desselben von seinem Sollwert eintritt. Ein solches Abfallen des Sekundärstromes

*) Eingegangen am 28. August 1933.