

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 43 (1952)
Heft: 24

Artikel: Beitrag zur Prüfung der Dicke und der Haftfestigkeit gespritzter Rostschutz-Zinkschichten
Autor: Oertli, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059206>

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>

eine Tastplatte (Eisenplatte mit Messingplättchen) das Instrument auf eine bei der Eichung bestimmte Marke einspielt.

Um eine möglichst gute Übereinstimmung der Messwerte mit den effektiven Schichtdicken zu erhalten, muss sowohl bei der Konstruktion und Eichung, als auch bei der Anwendung des Gerätes gewissen Fehlerquellen Rechnung getragen werden. Es betrifft dies in der Hauptsache den Einfluss von Unebenheiten und Rauigkeiten der Oberfläche, sowie der magnetischen Eigenschaften und Abmessungen der Schichtunterlage, also des Eisens. Der Einfluss von Unebenheiten sowie der Rauigkeit kann dadurch verringert werden, dass die Messung möglichst punktförmig vorgenommen wird und die Messfläche des Tasters daher eine dem Rauigkeitsgrad angepasste, nicht zu grosse Fläche aufweist. In dieser Hinsicht ist die an letzter Stelle beschriebene Messanordnung den beiden erstgenannten Anordnungen überlegen, da bei dieser, dank der grossen Empfindlichkeit, eine praktisch punktförmige Messung möglich ist, während bei den anderen Verfahren eine grössere Oberfläche in die Messung einbezogen werden muss.

Was nun den Einfluss der magnetischen Eigenschaften des Eisens anbetrifft, so besteht eine gewisse Möglichkeit, denselben bei der Konstruktion durch Wahl einer geeigneten Induktion zu verringern. Wichtiger ist aber, dass bei der Eichung die als Unterlage der Messingplättchen verwendete Eisenplatte hinsichtlich der Eisenqualität und den Abmessungen (Dicke) möglichst genau dem zu untersuchenden Material entspricht. Damit sowohl bei der Eichung als auch bei der Verwendung möglichst alle Streulinien des magnetischen Kreises erfasst werden, ist es zweckmässig, wenn die räumliche Ausdehnung dieses Feldes nicht zu ausgedehnt ist. Mit dieser Massnahme wird auch erreicht, dass benachbarte Konstruktionsteile das Messresultat nicht beeinflussen. Auch in diesem Punkt ist diese Anordnung den ersteren überlegen.

Über die Messgenauigkeit können einige im Eidg. Amt für Mass und Gewicht ausgeführte Versuche Aufschluss geben. Es handelt sich dabei um ein in der Brückenschaltung arbeitendes Gerät mit Netz-

anschluss²⁾. Dasselbe hatte zwei Messbereiche, einen von 0...0,5 mm und einen von 0...3 mm, wobei für die Messung von Zinkschichten nur der erstere von Interesse ist. Zur Prüfung wurden Plättchen bekannter Dicke aus Messing, die auf Eisenplatten verschiedener Provenienz aufgelegt wurden, nachgemessen. Als Eisenunterlage wurde sowohl gewöhnliches Walzeisen (Flacheisen, U-Profil, usw.) als auch magnetisch weiches schwedisches Eisen verwendet. Ferner wurde bei den Versuchen die Netzspannung um $\pm 5\%$ variiert. Es ergab sich dabei eine Streuung der Messresultate, entsprechend einer Unsicherheit der Dickenmessung von $\pm 0,01$ mm. Wenn dieses Resultat angesichts der vielen Fehlerquellen als nicht ungünstig bezeichnet werden kann, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dass noch eine Verbesserung, sowohl durch die Ausgestaltung des Tasters als auch des elektrischen Kreises, möglich ist.

Bei den vorgenannten Versuchen wurde mit ebenen, glatten Flächen gearbeitet, so dass dem Einfluss der Rauigkeit, wie er bei gespritzten Flächen auftritt, nicht Rechnung getragen wurde. Diese Fehlerquelle kann dadurch vermieden werden, dass man so vorgeht, wie im folgenden Artikel: «Beitrag zur Prüfung der Dicke und der Haftfestigkeit gespritzter Rostschutz-Zinkschichten» von H. Oertli angegeben ist. Ein anderer Weg wäre der, dass man wie bei der Eichung, eine mit Zink bespritzte Testplatte benützt, deren Zinkschichtdicke durch Wägung der Platte vor und nach dem Bespritzen bestimmt wurde. Mit dieser Testplatte würde das Gerät eingestellt, so dass dann die Messungen am Objekt unter gleichen Bedingungen erfolgen würden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei Beachtung und Festlegung gewisser Messbedingungen, die auf magnetischer Grundlage arbeitenden Dickenmess-Geräte ein wertvolles Hilfsmittel zur zerstörungsfreien Messung der Dicke von Zinkschichten darstellen.

Adresse des Autors:

F. Buchmüller, dipl. Elektroingenieur ETH, Seftigenstrasse 6, Bern.

²⁾ siehe Fig. 8, S. 976.

Beitrag zur Prüfung der Dicke und der Haftfestigkeit gespritzter Rostschutz-Zinkschichten

Von H. Oertli, Bern

621.793.7 : 669.5 : 620.17

Bei der zerstörungsfreien Bestimmung der Zinkmenge und der Zinkschichtdicke sind Meinungsverschiedenheiten möglich. Besteller und Metallisierwerk sollten deshalb rechtzeitig den konventionellen Zusammenhang zwischen Zinkmenge und Zinkschichtdicke und das Verfahren der Dickenmessung festlegen. Eine gute Haftfestigkeit ist noch wichtiger als das genaue Einhalten der verlangten Mindestschichtdicke. Zur Prüfung der Haftfestigkeit wendete der Verfasser an praktischen Objekten die «Hammerprobe» und in geringerer Zahl von Stichproben die «Meisselprobe» an.

Des divergences de points de vue peuvent se produire au sujet de la détermination de la quantité de zinc et de l'épaisseur de la couche de zinc, sans destruction de la matière. Le commettant et l'atelier de métallisation devraient donc convenir à l'avance du rapport entre la quantité de zinc et l'épaisseur de la couche. La qualité de l'adhérence a toutefois une plus grande importance que le maintien de l'épaisseur minimum de zinc exigée. Pour contrôler l'adhérence, l'auteur a procédé à l'essai au marteau sur des objets pratiques et à l'essai au ciseau sur un petit nombre d'échantillons.

Bei der Rostschutz-Spritzverzinkung ist es üblich, dass in Bezug auf die haftende Zinkmenge der Besteller verlangt und das Metallisierwerk garantiert: entweder a) nur die Mindest-Zinkschichtdicke

oder
oder

b) nur die Mindest-Zinkmenge in g/m^2
c) die Mindest-Zinkmenge in g/m^2 und dazu die entsprechende Mindest-Zinkschichtdicke.

Das Zink wird nicht auf eine vollkommen glatte Fläche aufgespritzt, sondern auf eine durch das Reinigungsverfahren (in der Regel Sandstrahlen), eventuell auch durch Rostanfressungen gerauhte Fläche. Die Oberfläche einer gespritzten Zinkschicht hat immer eine gewisse Rauigkeit. Die «Zinkschichtdicke» ist deshalb kein eindeutiger Begriff, und es sind Meinungsverschiedenheiten und Missverständnisse möglich. Das für die Garantie massgebende Messverfahren ist darum zwischen dem Besteller und dem Metallisierwerk zu vereinbaren.

0,22 mm oder 0,24 mm. Zeigte der Dickenmesser direkt auf die glatte Stahlplatte aufgesetzt Null, so zeigt er nun auf der sandgestrahlten Platte 0,02 mm bzw. 0,04 mm, je nach der Rauigkeit der sandgestrahlten Fläche. Die Einstellung des Dickenmessers kann so verändert werden, dass er, direkt auf die sandgestrahlte Stahlplatte aufgesetzt, Null zeigt (Fig. 2a), und die Dicke des Messingbleches, das auf diese Stahlplatte aufgelegt wird, richtig anzeigt (Fig. 2b).

Der entsprechend Fig. 2a und 2b eingestellte Dickenmesser werde nun statt auf das Messingblech

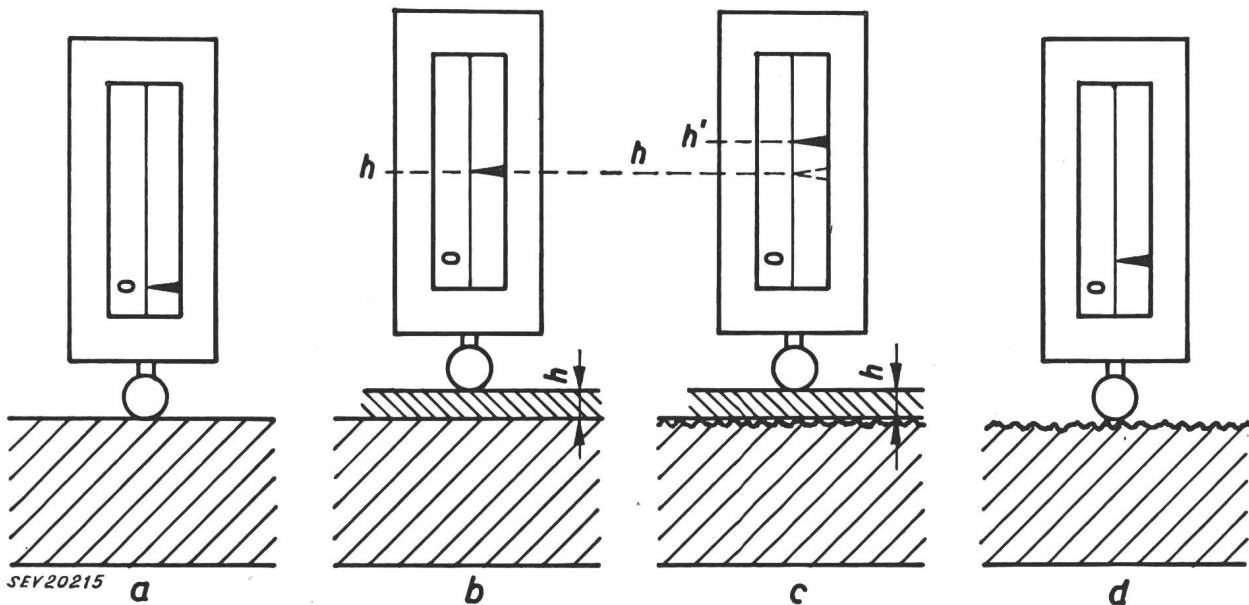


Fig. 1

Zeigerausschlag 0
 a und b Oberfläche der Stahlplatte glatt
 Dickenmesser unverändert eingestellt, derart, dass die Dicke des Messingbleches auf der glatten Stahlplatte genau gemessen wird
 (Dickenmesser schematisch dargestellt)

Zeigerausschlag entspricht der Blechdicke h
 b und c Messingblech von der Dicke h auf der Stahlplatte

Zeigerausschlag entspricht $h' > h$
 c und d Oberfläche der Stahlplatte sandgestrahlt

Zeigerausschlag > 0 entsprechend $h' - h$

Im folgenden wird nur die zerstörungsfreie Dickenmessung mit magnetischen oder elektromagnetischen Dickenmessern berücksichtigt.

Will man nichtmagnetische Überzüge auf einer glatten Stahlplatte messen, so muss der Dickenmesser Null anzeigen, wenn er direkt auf die Stahlplatte gesetzt wird (Fig. 1a).

Wird ein Messingblech von der Dicke h auf die Stahlplatte gelegt, so misst der Dickenmesser die Dicke h (Fig. 1b). Ist die Dicke des Messingbleches bereits bekannt — z. B. durch Messung mit einem mechanischen Mikrometer —, so kann der magnetische oder elektromagnetische Dickenmesser auf Genauigkeit geprüft, beziehungsweise so eingestellt werden, dass er eine Dicke h genau anzeigt. Soll in einem praktischen Fall die verlangte Dicke des Überzuges z. B. mindestens 0,20 mm betragen, so wird der Dickenmesser zweckmässig mit einem Messingblech von 0,20 mm Dicke kontrolliert.

Wird die Oberfläche der Stahlplatte durch Sandstrahlen gerauht, das gleiche Messingblech aufgelegt und der Dickenmesser in unveränderter Einstellung aufgesetzt, so zeigt er nicht 0,20 mm, sondern je nach der Rauigkeit der Stahlplatte z. B.

auf eine gespritzte Zinkschicht aufgesetzt (Fig. 2c); der Zeigerausschlag des Dickenmessers wird dann gleich gross wie beim Messingblech, wenn die auf die Flächen n und m bezogene Zinkschichtdicke h_z nach Fig. 3 gleich gross ist wie die Dicke h des Messingbleches. Ist hingegen der Dickenmesser entsprechend Fig. 1a und 1b eingestellt, so zeigt er für eine Zinkschichtdicke d_z — wie in Fig. 1c — eine Dicke h' an, die grösser als h_z ist (aber kleiner als die auf die Flächen n' und m bezogene Zinkschichtdicke h_z' (Fig. 3).

Wird eine bestimmte minimale Zinkschichtdicke verlangt bzw. garantiert, so ist festzulegen, ob sie für eine Einstellung des Dickenmessers nach Fig. 1b oder nach Fig. 2b gilt.

In der Praxis rechnet man üblicherweise für gespritzte Zinkschichten mit einem Raumgewicht von 5,0 g/cm³. Wird z. B. eine minimale Zinkschichtdicke $h_z = 0,20$ mm verlangt, so lässt sich daraus ableiten:

Zinkgewicht pro m²

$$0,020 \text{ cm} \times 10\,000 \text{ cm}^2 \times 5,0 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ g.}$$

Wenn überall $h_z = 0,20$ mm eingehalten und auch nicht überschritten würde, so wäre, wie nachste-

hend dargestellt wird, das Zinkgewicht grösser als 1000 g/m^2 bzw. das Zinkgewicht von 1000 g/m^2 wird bereits erreicht, wenn h_z kleiner als $0,20 \text{ mm}$ ist. Ist das Zinkgewicht pro m^2 und nicht eine bestimmte Zinkschichtdicke der massgebende Garantiewert (dessen Einhaltung durch zerstörungsfreie Messungen zu kontrollieren ist), so kann nach Er-

als 1000 g/m^2 , wie aus Versuchen an verzinkten Blechen hervorgeht, die vor und nach der Verzinkung gewogen und an sehr vielen Stellen abgetastet wurden. Die Marge gegenüber 1000 g/m^2 erlaubt, in der Zinkschichtdicke eine der Rauigkeit der bespritzten Fläche und der Messgenauigkeit angepasste Toleranz zuzulassen.

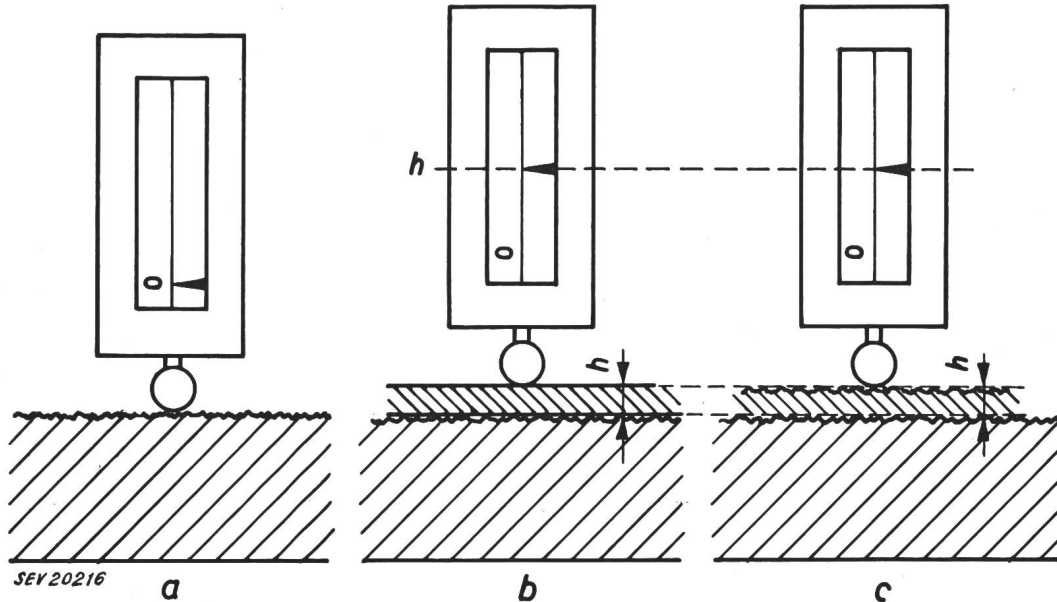


Fig. 2
Messingblech von Dicke h Zinkschicht, die denselben Zeigerausschlag gibt wie das Messingblech von der Dicke h

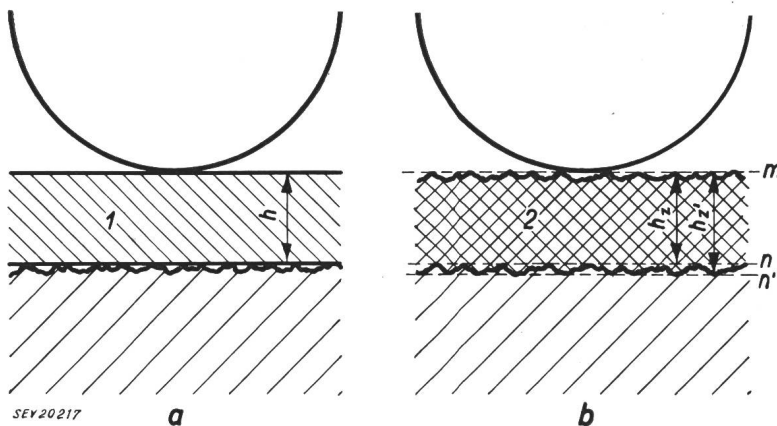
a, b und c Oberfläche der Stahlplatte sandgestrahlt
Dickenmesser unverändert eingestellt, derart, dass die Dicke des Messingbleches auf der sandgestrahlten Stahlplatte genau gemessen wird
(Dickenmesser schematisch dargestellt)

fahrungswerten die nötige Zinkschichtdicke abgeleitet werden.

Hat die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA) zu kontrollieren, ob auf einer sandgestrahlten Fläche eine gleichmässige Zinkmenge von 1000 g/m^2 vorhanden ist, so stellt sie ihren elektromagnetischen Präzisionsdickenmesser derart ein (entsprechend Fig. 1b), dass er $0,20 \text{ mm}$ anzeigt, wenn der Taster auf das auf einer glatten Stahlplatte liegende $0,20 \text{ mm}$ dicke Messingblech aufge-

Die EMPA leitete aus Wägungen und Dickenmessungen (mit Einstellung des Dickenmessers auf glatter Stahlplatte) folgende Raumgewichte gespritzter Zinkschichten von ungefähr $0,2 \text{ mm}$ Dicke ab:

- Zink auf glatte Fläche gespritzt . . . $6,3 \text{ g/cm}^3$
- Zink auf sehr fein sandgestrahltes Blech gespritzt . . . $5,8 \text{ g/cm}^3$
- Zink auf rauheres Blech gespritzt . . . $5,4 \text{ g/cm}^3$
- Zink auf rauhes Blech gespritzt . . . $5,2 \text{ g/cm}^3$



Wird eine bestimmte minimale Zinkmenge pro m^2 verlangt bzw. garantiert, so ist zwischen Besteller und Metallisierwerk festzulegen, welche Zinkschichtdicke dieser Zinkmenge entsprechen soll, wie die Zinkschichtdicke gemessen wird und welche minimale Dicke an einzelnen Stellen zugelassen wird.

Fig. 3
Vergleich der Dicke des Messingbleches mit der Dicke der Zinkschicht
 a Vergrösserung aus Fig. 2b; b Vergrösserung aus Fig. 2c
1 Messingblech; 2 gespritzte Zinkschicht
Weitere Bezeichnungen siehe im Text

setzt wird. Wird die spritzverzinkte Fläche abgetastet, und zeigt der Dickenmesser überall mindestens $0,20 \text{ mm}$ an, so beträgt die Zinkmenge mehr

Die Dauerhaftigkeit des Rostschutzes, den eine gespritzte Zinkschicht bietet, hängt wesentlich von deren Dicke ab. Es ist daher wichtig, dass die vor-

geschriebene Dicke überall vorhanden ist, und es ist wohl wert, die Zinkschichtdicke gründlich zu prüfen.

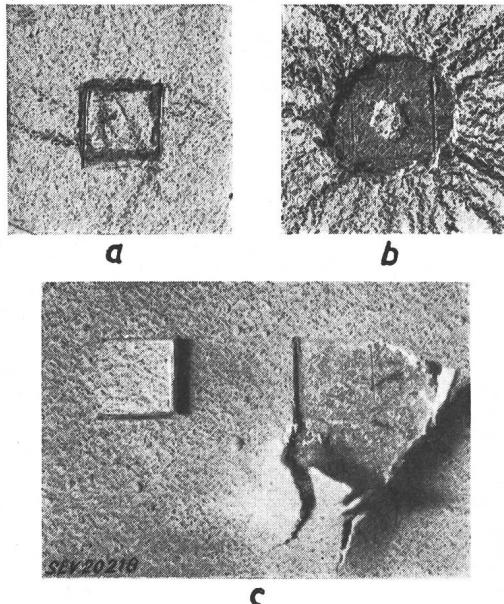


Fig. 4

Meisselproben an spritzverzinkten Blechen

Photographien in natürlicher Grösse

- a Zinkschichtdicke 0,2 mm. Sehr gute Haftfestigkeit. Die Zinkschicht lässt sich höchstens bis 1 mm von den Meisselhieben mit dem Messer vom Blech loslösen
- b Zinkschichtdicke 0,4 mm. Gute Haftfestigkeit. Die Zinkschicht lässt sich innerhalb des Quadrates grösstenteils ablösen, ausserhalb des Quadrates aber nur bis ca. 2 mm von den Meisselhieben. Die bei seitlich einfallendem Licht dunkel erscheinenden Strahlen sind die vom abgleitenden Messer hinterlassenen Spuren
- c Zinkschicht von 0,4 mm Dicke auf einem absichtlich schlecht sandgestrahlten Blech. Nach drei Meisselhieben löst sich das quadratische Stück Zinkschicht (links); bei einem ähnlichen weitem Versuch lässt sich die Zinkschicht vom Quadrat aus mit Hilfe des Messers beliebig weit ablösen (rechts)

Noch wichtiger als die Dicke der Zinkschicht ist aber ihre *Haftfestigkeit*; diese soll derart sein, dass keine Abblätterungen zu befürchten sind. Die Bernischen Kraftwerke A.-G. (BKW) schreiben bereits vor mehr als 20 Jahren für die Vollbadverzinkung vor: «Beim Beklopfen des verzinkten Eisens mit einem Handhammer ohne scharfe Kanten darf die Zinkschicht nicht abblättern.» Die BKW verlangen dasselbe auch bei spritzverzinkten Eisen.

An Probestücken, die zerstört werden dürfen, ist zur raschen Prüfung der Haftfestigkeit besonders der Biegeversuch gebräuchlich; *Reininger* (Gespritzte Metallüberzüge, S. 133¹⁾ beschreibt auch einen Scherversuch und einen Zugversuch. In der letzten Zeit wendete der Verfasser an Probestücken und stichprobenweise bei praktisch spritzverzinkten Objekten ausser der «Hammerprobe» auch die wesentlich schärfere «Meisselprobe» an. Mit einem 1 cm breiten Meissel wird ein Quadrat in die Zinkschicht geschlagen. Der Verfasser betrachtet die Haftfestigkeit als gut, wenn sich die Zinkschicht ausserhalb des Quadrates nicht oder nur in unmittelbarer Nähe der Meisselhiebe mit einem Messer loslösen lässt; siehe Fig. 4.

Bei der Meisselprobe wird der Zinküberzug auf einer kleinen Fläche zerstört, die bei praktischen Objekten auszubessern ist. Wird dabei sandgestrahlt, so muss durch geeignete Masken dafür gesorgt werden, dass der Sand nur die zu reinigende Fläche trifft; sonst besteht die Gefahr, dass die Zinkschicht gelockert wird.

Adresse des Autors:

Dr. H. Oertli, Ingenieur der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.

¹⁾ Buchbesprechung S. 1000.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Werkdemonstration bei Sprecher & Schuh

659.15 : 621.3(494)

Die für ihre Kundschaft bereits zur Tradition gewordene Werkdemonstration der Firma Sprecher & Schuh A.-G., Aarau, wurde dieses Jahr in der letzten Oktoberwoche durchgeführt. Rund 1300 Gäste, verteilt auf vier Besuchstage, folgten der Einladung nach Aarau.

Dr. h. c. A. Roth, Delegierter des Verwaltungsrates, führte in seiner Begrüssungsansprache über die Entwicklung der Firma im wesentlichen folgendes aus. Die Belegschaft ist auf rund 900 Personen angewachsen, wobei speziell der Ingenieur- und Technikerstab verstärkt wurde. Von den Sozialeinrichtungen sei die seit 1949 bestehende paritätisch geführte Pensionskasse für das gesamte Personal hervorgehoben. In organisatorischer Hinsicht hat sich die Durchleuchtung von weiteren Gebieten durch das betriebswissenschaftliche Institut der ETH als erfolgreich erwiesen. Der anfänglich mit Skepsis eingeführten Eignungsprüfung durch das psychotechnische Institut, welcher vor allem das neu einzustellende Personal sich zu unterwerfen hat, muss heute als unentbehrlich angesehen werden.

Der Maschinenpark wurde zur Erhöhung der Produktivität weiter modernisiert und erneuert. Die Verkaufspreise konnten mit wenigen Ausnahmen auf 47 % über dem Stand von 1939 gehalten werden. Das Gebiet der Forschung, die Grundlage aller Entwicklung, wurde ausgebaut. Den Laboratorien stehen die modernsten Instrumente, darunter verschiedene Kathodenstrahloszillographen, zur Verfügung. Das Hochspannungsprüffeld wurde auf 2 MV Stoßspannung ausgebaut. Die Krönung auf dem Gebiete der Forschung wird

das zur Zeit im Bau befindliche Kurzschlusshaus für eine Leistung von 750 MVA (3polig) sein. Erwähnenswert sind die in der Station Grande Puissance Villeurbanne und bei der holländischen Prüfanstalt (KEMA) durchgeführten Hochleistungsversuche. Neue Möglichkeiten bietet das im physikalisch-chemischen Laboratorium entwickelte Giessharz, das mit einer mechanischen Festigkeit von 3000 kg/cm² fast an jene von Eisen reicht.

Das Fabrikationsprogramm umfasst praktisch alles zwischen Elektrizitätserzeuger und Verbraucher vorkommende Schaltmaterial. Speziell zu erwähnen sind die Hochspannungsschalter, die sich äusserlich unwesentlich verändert haben, deren innerer Aufbau dafür um so intensiver entwickelt wurde. Die Kurzunterbrechung (Wiedereinschaltung) wurde fast bei allen Schaltertypen eingeführt. Die Betriebssicherheit beim Einschalten auf Kurzschluss konnte erhöht werden. Eingehende Studien wurden mit der Abschaltung von leerlaufenden Leitungen und Transformatoren durchgeführt. Die Versuche in Fontenay²⁾, einer Versuchsstation der Electricité de France, gaben zu besonderer Befriedigung Anlass, indem dort mit einem 220-kV-Schalter eine Kurzschlussleistung von 5000 MVA unter einer Aequivalenzspannung von 405 kV abgeschaltet wurde. Nach 48 Versuchen mussten weder das Öl erneuert noch die Kontakte überholt werden. An der Entwicklung der Überspannungsschalter wurde intensiv gearbeitet.

Auf dem Gebiete der Niederspannungsapparate wurde eine Verbesserung der Geräuschlosigkeit sowie eine Erhöhung der Schaltzahl (mech. Lebensdauer) der CA-Schütze

²⁾ vgl. Bull. SEV Bd. 43(1952), Nr. 18, S. 730...738.