

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: 33 (1955)

Heft: 4

Artikel: Beschreibung einer verbesserten Korrosionsprüfkammer = Description d'une chambre d'essai de corrosion améliorée

Autor: Hess, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874226>

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: 30.04.2026

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

Beschreibung einer verbesserten Korrosionsprüfkammer

Von W. Hess, Bern

Description d'une chambre d'essai de corrosion améliorée

Par W. Hess, Berne

620.19.05

Zusammenfassung. Die im chemischen Laboratorium der Generaldirektion PTT entwickelte verbesserte Korrosionsprüfkammer wird beschrieben, wobei der Verfasser auf die Problematik der bis heute üblichen Schnellprüfung und die dabei möglichen Fehler hinweist. Anschliessend werden die physikalischen Grundlagen sowie die apparativen Besonderheiten der neuen Prüfeinrichtung erläutert. Schliesslich wird anhand von praktischen Beispielen auf die Zweckmässigkeit des neuen Verfahrens und die gute Reproduzierbarkeit der Resultate hingewiesen.

Résumé. Dans cet article, l'auteur décrit la chambre d'essai de corrosion améliorée mise au point dans le laboratoire de chimie de la direction générale des PTT, en attirant l'attention sur le résultat problématique de l'examen rapide ordinaire en usage jusqu'ici et les erreurs qui peuvent se produire. Ensuite, il explique les principes physiques et les particularités concernant les appareils de la nouvelle installation d'essai. Pour terminer, il démontre, en se fondant sur des exemples pratiques, l'utilité de ce nouveau procédé et la bonne reproductibilité des résultats.

1. Einleitung

Bei kurzzeitigen Versuchen zur Ermittlung der Korrosionseigenschaften von Werkstoffen, metallischen Überzügen, Lacken, Farben und Kunststoffen spielt, ausser dem Tauchverfahren, der Salzsprühtest eine bedeutende Rolle. Es sind daher zu diesem Zwecke eine Reihe von Prüfmethoden und Einrichtungen entwickelt worden. Die wichtigsten derselben wurden sogar genormt^{1, 2, 3}. Auf diese Weise ist versucht worden, atmosphärische, klimatische und chemische Bedingungen zu schaffen, die reproduzierbare und vergleichbare Ergebnisse erwarten lassen. Um jedoch in kurzer Zeit die gewünschten Resultate zu erhalten, wurden die Prüfbedingungen gegenüber den naturgegebenen Verhältnissen verschärft. Es kann aber Vorgänge und chemische Umsetzungen geben, die sich in der Praxis nicht oder nicht im gleichen Masse einstellen. Da es ohnehin bei natürlichen Korrosionsangriffen nicht möglich ist, alle Komponenten zu erfassen, die bei der Materialzerstörung vorkommen, wird es noch weniger gelingen, diese in qualitativer und quantitativer Hinsicht in einem Prüfverfahren zu vereinigen. Aus diesem Grunde besteht heute noch keine Einrichtung, die es dem Materialprüfer erlauben würde, zwischen dem Verhalten seines Prüfgutes beim kurzzeitigen Versuch und den naturgegebenen Verhältnissen sichere Vergleiche anzustellen. Dessen ungeachtet haben wir uns nach ausgedehnten eigenen Untersuchungen entschlossen, eine Prüfeinrichtung zu entwickeln, die gegenüber den bisherigen verschiedene Fehlerquellen ausmerzen und Lücken überbrücken sollte. Die von uns konzipierte und gebaute Korrosionsprüfkammer steht in unserem chemischen Laboratorium seit bald drei Jahren in Betrieb und wird nachfolgend erläutert und beschrieben.

1. Introduction

A part le procédé par immersion, l'essai par brouillards salins joue un rôle important pour les essais de courte durée faits en vue de déterminer les propriétés corrosives de matériaux, de revêtements métalliques, de laques, de couleurs et de produits synthétiques. C'est pourquoi toute une série de méthodes d'essai et de dispositifs ont été mis au point à cet effet. Les plus importants d'entre eux ont même été normalisés^{1, 2, 3}. De cette manière, on a tenté de créer des conditions atmosphériques, climatiques et chimiques permettant d'escompter des résultats pouvant être reproduits et comparés. Mais pour obtenir les résultats désirés en un court laps de temps, on a rendu les conditions dans lesquelles se déroulent les essais plus sévères par rapport aux conditions naturelles. Il peut néanmoins se produire des phénomènes et des transformations chimiques qui, pratiquement, ne se règlent pas, ou pas de la même manière. Etant donné que, lorsqu'il s'agit d'attaques naturelles de corrosion, il n'est pas toujours possible de découvrir toutes les forces s'étant unies pour détruire le matériel, il est encore moins facile de les réunir pour un essai d'après la qualité et la quantité. C'est pour ce motif qu'il n'existe actuellement aucun dispositif permettant au contrôleur de matériel d'établir des comparaisons sûres entre le comportement de son objet à contrôler pendant un essai de courte durée et les conditions naturelles. Néanmoins, à la suite de nos propres investigations très étendues, nous avons résolu de mettre au point une installation d'essai qui, par rapport aux anciennes installations, devrait éliminer diverses sources d'erreurs et combler certaines lacunes. La chambre d'essai de corrosion, que nous avons conçue et construite, est en service depuis tantôt trois ans au laboratoire chimique de la direction générale des PTT. Nous en expliquons le fonctionnement et en donnons la description ci-dessous.

¹ ASTM Designation: B 117-44 T (1944)

² DIN-Blatt 50907 (1952)

³ CEI-Publikation 68 (1954)

¹ Désignation ASTM: B 117-44 T (1944)

² DIN, feuille 50907 (1952)

³ Publication CEI 68 (1954)

Medikamenten dient (Fig. 1). Mit diesem Gerät lässt sich ein Nebel von immer gleichem Dispersitätsgrad erzeugen. Einerseits wird es hierdurch möglich, die Prüfsubstanz, die sowohl eine echte kolloide als auch eine suspendierte Lösung sein kann, in einer definierten Form an die Proben heranzuführen. Andererseits sind die erzeugten Aerosole von ausserordentlicher Feinheit, so dass sie keine direkt benetzenden Eigenschaften mehr besitzen. Über die weiteren Eigenschaften der Aerosole orientiert die *Tabelle I*^{4,5}.

Infolge der im Verhältnis zum Gewicht grossen Oberfläche wirkt die Luft, bzw. die Reibung der Luft, der Schwerkraft der Aerosole entgegen. Dadurch

⁴ W. Hess, «technica» Nr. 8 (1954).

⁵ O. Acklin u. O. Schmid, *Therapeutische Umschau* 6 (1949), 4.

déjà grandement l'objet à essayer et, par conséquent, aussi le résultat final obtenu. C'est pourquoi, pour transformer le liquide d'essai en brouillard, nous avons remplacé les gicleurs par un appareil à aérosols tel qu'il sert à inhaler des médicaments (fig. 1). Cet appareil permet de produire un brouillard dont la dispersion est toujours la même. Il est, d'une part, ainsi possible d'amener aux échantillons à contrôler le liquide d'essai sous une forme définie qui peut aussi bien être une solution vraie, colloïdale, qu'une suspension. Les aérosols produits sont, d'autre part, si ténus qu'ils ne mouillent plus. Le *tableau I*^{4,5} renseigne sur les autres propriétés des aérosols.

Vu la grande surface par rapport au poids, l'air ou plutôt le frottement de l'air s'oppose à la force de gravitation des aérosols qui, suivant leur grandeur, se maintiennent en suspens dans l'air pendant un temps assez long. Par exemple, la vitesse de chute d'une particule de 1μ de diamètre n'est que de $10\text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$. Si 1 cm^3 de liquide est pulvérisé en aérosols de 10μ de diamètre, il en résulte en chiffre rond $2\cdot 10^9$ particules qui occupent une surface totale de 6280 cm^2 . Pour un diamètre de 1μ , la même quantité de liquide permet de constituer $2\cdot 10^{12}$ particules occupant une surface totale de $63\,000\text{ cm}^2$. Ces chiffres montrent combien il est intéressant d'employer les aérosols pour le contrôle du matériel.

La nouvelle méthode d'essai présente encore un autre avantage par rapport au principe à gicleurs: la circulation d'air est nettement réduite. L'appareil à aérosols envoie le produit d'essai dans la chambre d'essai sans grand courant d'air. En outre, il est possible de transporter, en même temps que les aérosols, de manière très simple dans la chambre d'essai, suivant les exigences, un gaz inerte ou agressif, ce qui crée toutes les conditions que nous rencontrons en pratique. Il est, par conséquent, possible de produire des atmosphères particulièrement corrosives, pour faire les essais de matériel nécessaires dans ces conditions.

3. Construction de la nouvelle chambre d'essai de corrosion

L'appareil à aérosols constitue, ainsi que nous l'avons déjà dit, le noyau de la nouvelle chambre d'essai de corrosion. La figure 2 le montre en coupe, ce qui facilite les explications à donner sur sa construction. L'axe (4) du moteur électrique (1) porte quatre disques centrifuges (6) sur lesquels est montée une buse d'aspiration (7) qui plonge dans le récipient contenant la provision (8) de la solution d'essai. Lorsque le moteur est en marche, la force centrifuge engendre un phénomène de succion qui aspire le liquide hors de la provision et l'envoie sur les disques centrifuges. Le liquide arrive en couches très minces au

⁴ W. Hess, «technica» N° 8 (1954).

⁵ O. Acklin u. O. Schmid, *Therapeutische Umschau* 6 (1949), 4.

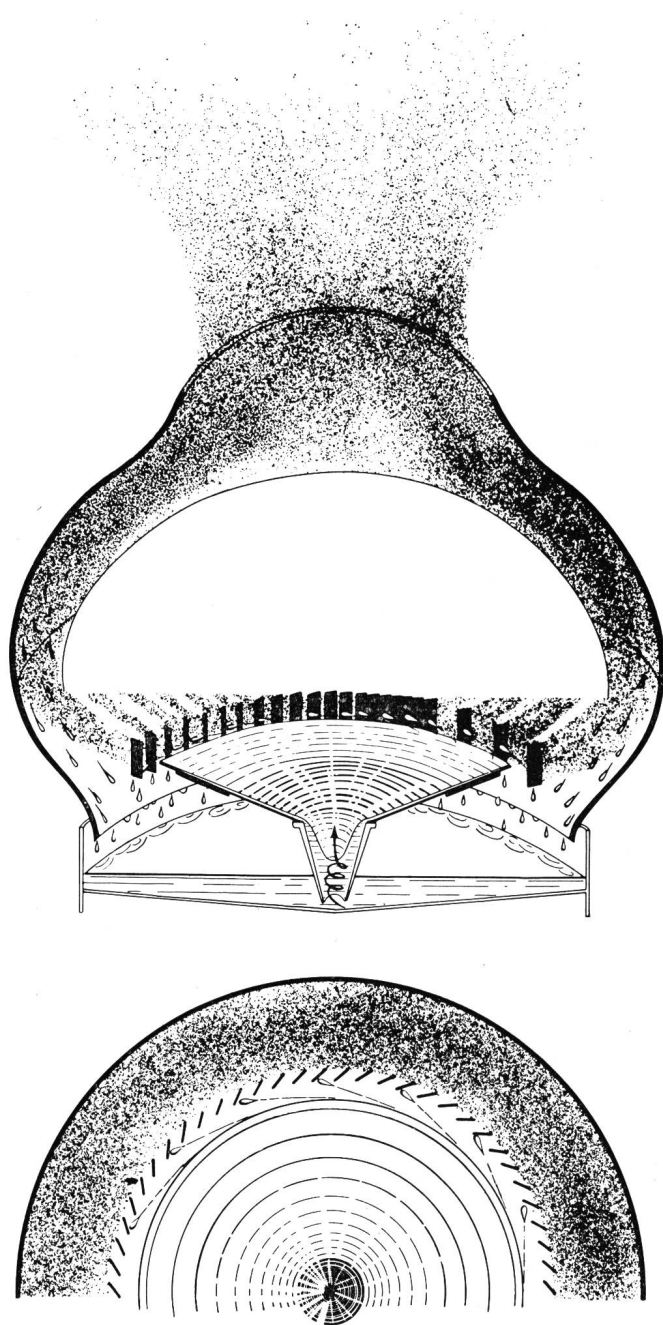


Fig. 3. Zerstäubungsvorgang

Procédé de pulvérisation

bleiben sie, je nach Grösse, längere Zeit in der Luft schweben. So beträgt zum Beispiel die Fallgeschwindigkeit eines Teilchens von 1μ Durchmesser nur $10 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Wird nun 1 cm^3 Flüssigkeit in Aerosole von 10μ Durchmesser zerstäubt, so entstehen rund $2 \cdot 10^9$ Teilchen, die insgesamt eine Oberfläche von 6280 cm^2 besitzen. Bei einem Durchmesser von 1μ bilden sich aus der gleichen Flüssigkeitsmenge $2 \cdot 10^{12}$ Teilchen, mit einer Gesamtoberfläche von $63\,000 \text{ cm}^2$. Diese Zahlen zeigen, wie interessant die Aerosole für den Einsatz in der Materialprüfung sind.

Als weiterer Vorteil gegenüber dem Düsenprinzip ist beim neuen Prüfverfahren der wesentlich geringere Luftumsatz anzuführen. Das Aerosolgerät bringt das Prüfmedium ohne grossen Luftstrom in die Prüfkammer. Zudem lässt sich mit den Aerosolen auf einfache Art und je nach Anforderungen ein inertes oder aggressives Gas transportieren. Dadurch lassen sich praktisch alle Bedingungen schaffen, die wir in der Praxis antreffen. Demzufolge ist es möglich, besonders korrosive Atmosphären zu erzeugen, um entsprechende Materialuntersuchungen bei diesen Verhältnissen durchzuführen.

3. Der Aufbau der neuen Korrosionsprüfkammer

Das Aerosolaggregat bildet, wie bereits erwähnt, den Kern der neuen Korrosionsprüfkammer. Es ist

bord des disques où un pulvérisateur (10) lamelliforme le saisit. Les grandes particules du liquide se condensent sur le pulvérisateur ou sur la paroi du boîtier (14) et retournent dans le récipient à provision. Le mouvement d'air que la rotation des disques centrifuges provoque, chasse les aérosols ténus (particules de $0,1$ à 10μ de diamètre) hors de l'appareil. Les aérosols aboutissent à la chambre d'essai par des tuyaux.

Le moteur électrique et son axe sont entièrement protégés contre toute attaque du liquide d'essai par un boîtier en matière synthétique résistant à la corrosion. Cet appareil à aérosols peut pratiquement pulvériser toutes les solutions agressives. La figure 3 représente schématiquement le procédé de pulvérisation.

Les autres parties de l'installation d'essai sont construites en plexiglas et ne présentent aucune jonction métallique. La chambre d'essai est entièrement transparente, de sorte qu'on peut, à tout instant, observer l'objet à contrôler sans devoir ouvrir ou démonter l'installation. Les échantillons d'essai sont placés sur un bâti ou suspendus à ce dernier qui n'est pas fixé dans la chambre d'essai.

Deux tubes de verre remplis d'anneaux de *Raschig* servent à la ventilation de la chambre d'essai. Pour que les aérosols soient répartis de manière aussi uniforme que possible dans la chambre d'essai, le courant entrant qui transporte les aérosols aboutit contre

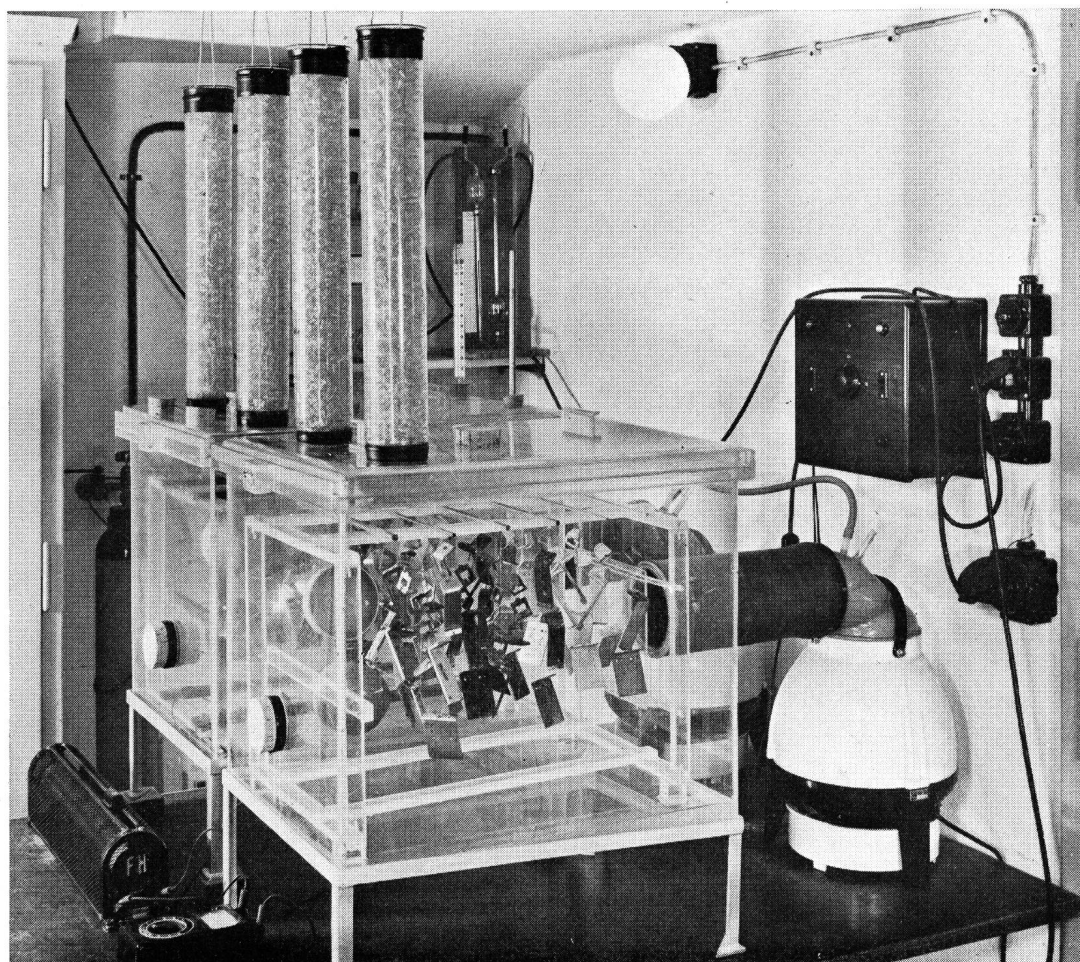


Fig. 4.
Prototyp der Korrosionsprüfkammer
Prototype de la chambre d'essai de corrosion

zur besseren Erklärung in der Figur 2 im Schnitt dargestellt. Der Elektromotor (1) trägt an seiner Achse (4) vier Schleuderteller (6). Auf diesen ist ein Ansaugstutzen (7) montiert, der in das Gefäß mit dem Vorrat (8) der Testlösung hineinragt. Wird der Motor in Betrieb gesetzt, entsteht durch die Zentrifugalbewegung eine Saugwirkung, wodurch die Flüssigkeit aus dem Vorrat hochgehoben und auf die Schleuderteller geleitet wird. In sehr dünnen Filmen gelangt sie nun an den Rand der Teller, wo sie gegen einen lamellenförmigen Zerstäuber (10) prallt. Die grossen Flüssigkeitsteilchen kondensieren an diesem Rechen oder an der Gehäusewandung (14) und fliessen wieder in den Vorratsbehälter zurück. Die Luftbewegung, die durch die Rotation der Schleuderteller entsteht, hebt nun die feinen Aerosole (Teilchen vom Durchmesser von 0,1 bis 10μ) aus dem Apparat. Die Aerosole werden durch Schläuche in die Prüfkammer geleitet.

Der Elektromotor und die Motorachse sind durch ein korrosionsbeständiges Kunststoffgehäuse gegen Angriff durch die Prüfsubstanz vollkommen geschützt. Mit diesem Aerosolapparat können praktisch alle aggressiven Lösungen versprüht werden. Der Zerstäubungsvorgang ist in Figur 3 schematisch dargestellt.

Die übrige Prüfeinrichtung ist aus Plexiglas hergestellt und weist nirgends eine Metallverbindung auf. Die Prüfkammer ist vollständig durchsichtig, so dass man das Prüfgut jederzeit beobachten kann, ohne die Anlage öffnen oder demontieren zu müssen. Die Prüfstücke werden auf einem besonderen Gestell montiert oder aufgehängt. Dieses steht frei in der Prüfkammer.

Die Entlüftung des Prüfraumes erfolgt über zwei mit *Raschig*ringen gefüllten Glasrohren. Damit die Aerosole möglichst gleichmässig im Raum verteilt werden, wird der eintretende Aerosolstrom gegen eine Prellwand geleitet. Anhand ausgedehnter Messungen konnte festgestellt werden, dass die Aerosolverteilung im ganzen Raum gleichmässig ist. Es konnten keine bevorzugten Strömungsrichtungen beobachtet werden. Das Prüfgut wird somit gleichmässig von den Aerosolen bestrichen. Die Kammer weist verschiedene Öffnungen auf, durch welche während des Betriebes die Temperatur und die relative Feuchtigkeit im Innenraum gemessen oder, wenn nötig, registriert werden können. Je nach dem Zweck der Prüfung lässt sich der Prüfraum noch mit einer Heizung ausrüsten. Die Heizleistung beträgt im Normalbetrieb 180 W. Sie genügt, um Tropenverhältnisse nachzubilden zu können. An den Proben schlägt sich dabei kein Kondensationswasser nieder, da infolge der erhöhten Temperatur der Taupunkt nicht unterschritten wird.

Die Anlage wird durch eine elektrische Schaltung geregelt. Dies ist besonders vorteilhaft, weil dadurch lange dauernde Prüfversuche vollständig automatisch gesteuert werden können. Je nach der Wahl der Regelorgane lässt sich die Luftfeuchtigkeit im Prüf-

raum von 10 bis 100 % einstellen. In der Praxis, eine paroi de protection. Sur la base de mesures étendues, on a pu constater que la répartition des aérosols était uniforme dans tout le local. L'échantillon d'essai est ainsi recouvert uniformément d'aérosols. La chambre d'essai est percée de diverses ouvertures qui permettent de mesurer et, si nécessaire, d'enregistrer la température et l'humidité relative intérieures pendant les essais. Selon le but de l'essai, on peut encore équiper la chambre d'essai d'un chauffage. En service normal, la puissance de chauffage est de 180 watts, ce qui est bien suffisant pour créer des conditions tropicales. L'eau de condensation ne se dépose jamais sur les échantillons, la température élevée ne descendant jamais au-dessous du point de condensation.

Une minuterie électrique règle l'installation, ce qui est particulièrement avantageux, des essais de longue durée pouvant être commandés de façon entièrement automatique. Selon le choix des organes de réglage, l'humidité de l'air dans la chambre d'essai peut être réglée à une valeur constante ou oscillante entre 40 et 100 % d'humidité relative. En utilisant le chauffage déjà mentionné, on peut amener la température à 55 degrés centésimaux. Il n'est pas recommandable d'obtenir une température plus élevée, les parois en plexiglas de la chambre d'essai risquant de se déformer. Pour des essais de longue durée, on peut intercaler un réglage du niveau du liquide d'essai, de sorte que le remplissage du récipient se fait aussi automatiquement.

Pour que des dommages ne se produisent pas dans le local de travail lorsque des agents très corrosifs sont utilisés pour les essais, la chambre d'essai est rendue étanche par une fermeture de gazomètre. Lorsqu'il s'agit de gaz toxiques ou dangereux qu'il faut utiliser pour certains essais, il est recommandé de placer un dispositif d'aspiration au-dessus des tubes de condensation.

La figure 4 montre le prototype de notre chambre d'essai de corrosion. Pour la fabrication en séries, il a été nécessaire de modifier quelque peu la construction de ce modèle. En outre, on a donné au couvercle de la chambre une pente de 30 degrés, ce qui oblige les dépôts d'eau de condensation, qui se forment lorsque les essais requièrent une humidité de l'air de 100 %, à s'écouler sans qu'ils puissent s'égoutter sur l'échantillon d'essai. La figure 5 représente l'exécution définitive de la chambre d'essai à aérosols.

4. Essais pratiques entrepris avec la chambre d'essai

Il s'est révélé que la méthode par aérosols permet d'obtenir de puissants effets corrosifs déjà avec des solutions d'essai très diluées. C'est pourquoi, pour l'essai de revêtements de couleurs et de presque tous les revêtements métalliques, nous avons travaillé avec une solution d'essai ne contenant que 0,05 % de chlorure de sodium (NaCl). Mais il est très important d'ajouter du gaz carbonique (CO_2) qui joue un rôle important dans les matériaux utilisés pratiquement

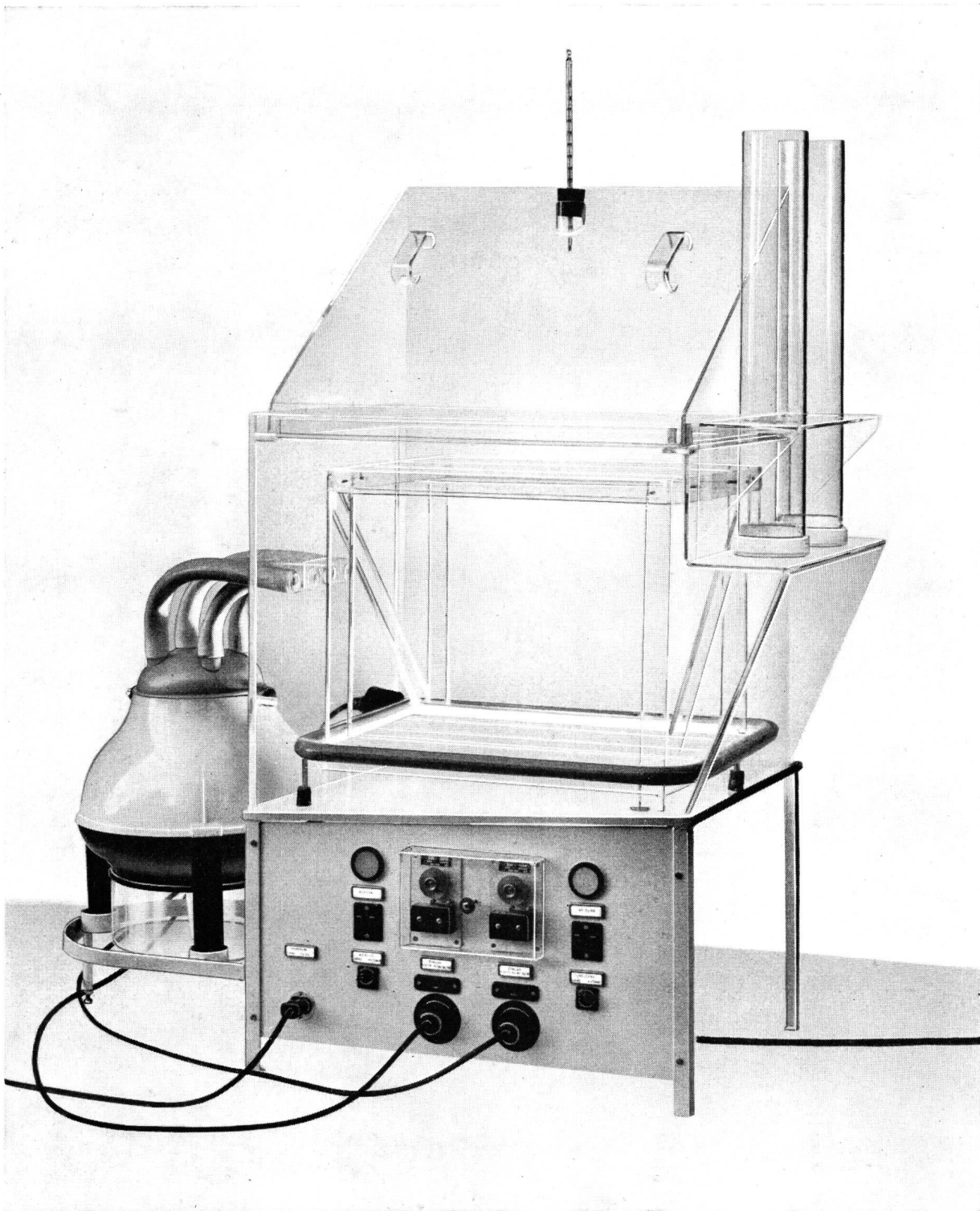


Fig. 5. Endgültige Ausführung der gesamten Aerosol-Korrosionsprüfeinrichtung
Exécution définitive de toute l'installation d'essai de corrosion à aérosols

Diese Anlage nimmt eine Grundfläche von 1030 cm × 470 cm ein und ist 1120 cm hoch. Der eigentliche Prüfraum besitzt ein Volumen von 152 l, der Nutzraum ein solches von 110 l. Seine Innenmasse betragen: Länge 550 cm, Breite 420 cm, und die Höhe 460...490 cm. Der Boden der Kammer weist ein gewisses Gefälle auf, wodurch kondensierte oder abgetropfte Niederschläge leicht herausgespült werden können. Die Entleerung erfolgt über einen Siphon, der zugleich einen gasdichten Abschluss gewährleistet. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass die ganze Korrosionsprüfeinrichtung auf ein fahrbares Untergestell montiert werden kann, wobei sich durch andere Anordnungen der Zusatzteile Platzeinsparungen erzielen lassen.

Cette installation occupe une surface de 1030 cm × 470 cm et sa hauteur est de 1120 cm. La capacité de la chambre d'essai proprement dite est de 152 litres, celle de la place utile de 110 litres. Les dimensions intérieures sont: longueur 550 cm, largeur 420 cm, hauteur 460 à 490 cm. Le plancher de la chambre présente une certaine pente permettant à l'eau de condensation ou dégouttante de s'écouler facilement. La vidange se fait par l'intermédiaire d'un siphon qui assure en même temps une fermeture imperméable aux gaz. Pour terminer, il faut encore mentionner que toute l'installation d'essai de corrosion peut être montée sur un support mobile permettant de réaliser des économies de place par d'autres dispositions des accessoires.

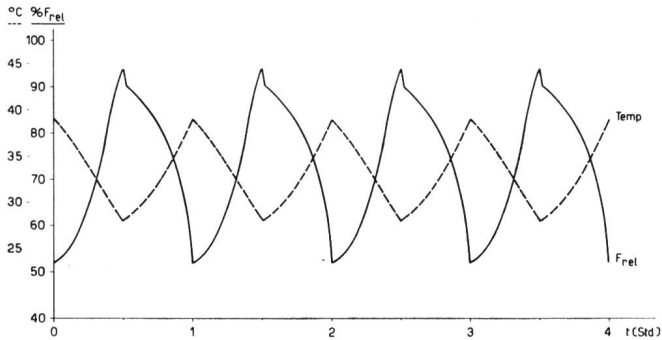


Fig. 6. Temperatur- und Feuchtigkeitskurve während des intermittierenden Betriebes der geheizten Prüfkammer

Courbes de température et d'humidité pendant le service intermittent de la chambre d'essai chauffée

F_{rel.} = relative Feuchtigkeit = humidité relative
 t(Std) = Zeit (Stunden) = temps (heures)
 Temp. = Temperatur = température

raum auf einen konstanten Wert oder pendelnd zwischen 40 und 100 % relative Feuchtigkeit einstellen. Mit der bereits erwähnten Heizung kann man die Temperatur bis auf 55° C steigern. Höhere Temperaturen sind nicht zu empfehlen, da sich sonst die Plexiglaswände des Prüfraumes verziehen. Bei länger dauernden Prüfungen kann eine Regulierung des

en plein air. Le gaz ne doit, toutefois, être introduit dans la chambre d'essai que lorsque les aérosols sont produits, ce qu'on a pu réaliser de façon très simple en conduisant le gaz carbonique dans le courant entraînant les aérosols. De cette manière, on est certain que le gaz exerce un effet absolument homogène dans la chambre d'essai et qu'un enrichissement quelconque n'y est pas possible. Suivant les conditions d'essai, on peut remplacer le gaz carbonique par de l'ammoniaque, de l'acide chlorhydrique, de l'anhydride sulfureux ou d'autres gaz.

La figure 6 donne les courbes de température et d'humidité relative pendant le service intermittent de la chambre d'essai chauffée, pour lequel nous avons choisi un cycle d'une heure: la chaleur et l'humidité pénètrent à tour de rôle pendant 30 minutes dans la chambre d'essai. Les conditions d'essai ont été rendues sensiblement plus difficiles par le fait que le matériel était soumis à des conditions climatiques changeant constamment. Nous avons pu constater lors de nos essais – ce qui est intéressant – que, dans ces conditions, la corrosion donne les mêmes résultats que pour les objets exposés en plein air. La preuve en est fournie par la figure 7 présentant des pièces de relais essayés: les unes (a) ont été exposées en plein air, les autres (b) ont été contrôlées dans la chambre

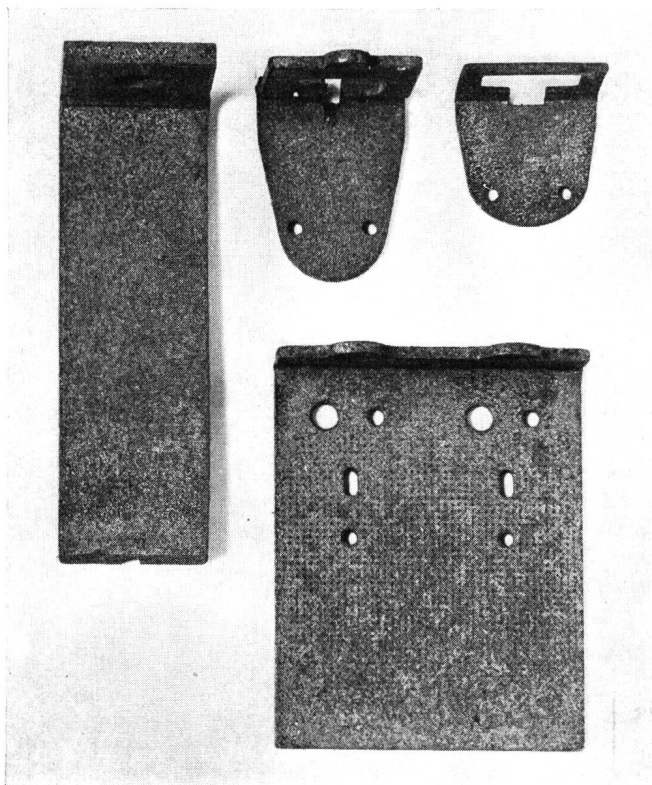


Fig. 7a. Relaisbestandteile drei Monate im Freien gelagert
 Pièces de relais exposées trois mois en plein air

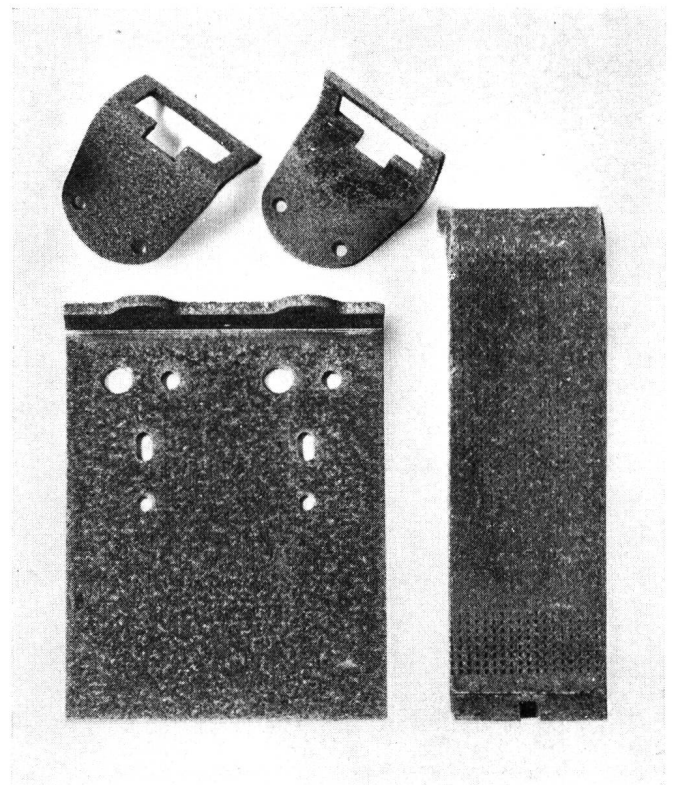


Fig. 7b. Relaisbestandteile 1½ Monate in der geheizten Korrosionsprüfkammer gelagert (schwarze Stellen = Korrosionsprodukte)

Pièces de relais exposées un mois et demi dans la chambre d'essai de corrosion chauffée (taches noires = produits de corrosion)

Niveaus der Testflüssigkeit eingebaut werden, so dass das Nachfüllen ebenfalls vollautomatisch erfolgt.

Um beim Arbeiten mit stark angreifenden Medien Schäden im Arbeitsraum zu vermeiden, ist die Kammer mit einem Gasometerverschluss abgedichtet. Bei giftigen oder sonst gefährlichen Gasen, die bei bestimmten Prüfungen verwendet werden, empfiehlt es sich, über den Kondensationsrohren eine Absaug-einrichtung anzubringen.

Der Prototyp unserer Korrosionsprüfkammer ist in Figur 4 dargestellt. Für die serienmässige Fabrikation waren einige konstruktive Änderungen notwendig. Ausserdem wurde dem Abschlussdeckel der Kammer eine Neigung von 30° gegeben. Dadurch werden Kondenswasserniederschläge, die beim Arbeiten bei 100%iger Luftfeuchtigkeit entstehen, abgeleitet, ohne dass sie auf das Prüfgut tropfen können. Die endgültige Ausführung der Aerosolprüfkammer ist in Figur 5 festgehalten.

4. Praktische Versuche mit der Prüfkammer

Es hat sich gezeigt, dass beim Aerosolverfahren bereits mit sehr verdünnten Prüflösungen starke Korrosionswirkungen erzielt werden können. Wir arbeiteten daher beim Prüfen von Farbüberzügen und nahezu allen metallischen Überzügen mit einer Testlösung von nur 0,05% Salzgehalt (NaCl). Von grösster Bedeutung ist jedoch ein Zusatz von Kohlendioxid (CO_2). Dieses spielt besonders bei Werkstoffen eine Rolle, die in der Praxis im Freien verwendet werden. Das Gas darf jedoch nur in den Prüfraum gelangen, wenn Aerosole erzeugt werden. Dies liess sich sehr einfach bewerkstelligen, indem die Kohlensäure direkt in den Aerosolstrom geleitet wurde. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass das Gas in der Kammer vollständig homogen zur Wirkung kommt. Eine Anreicherung im Prüfraum ist daher nicht möglich. An Stelle der Kohlensäure können, je nach Prüfbedingungen, auch Ammoniak, Salzsäure, Schwefeldioxyd oder andere Gase eingeführt werden.

Figur 6 zeigt den Verlauf der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit während des intermittierenden Betriebes in der geheizten Prüfkammer. Hierbei wurde ein einstündiger Zyklus gewählt und abwechselungsweise 30 Minuten geheizt und 30 Minuten befeuchtet. Durch die Wechselbeanspruchung des Prüfmaterials wurden die Prüfbedingungen wesentlich erschwert. Interessanterweise konnten wir bei unseren Versuchen feststellen, dass unter diesen Bedingungen das gleiche Korrosionsbild entstand wie bei der natürlichen Bewitterung. Dies beweist Figur 7, in der geprüfte Relaisbestandteile zu sehen sind, die (a) im Freien gelagert und solche (b), die in der Korrosionskammer geprüft wurden. Hierbei wiesen die Korrosionsprodukte nicht nur ähnliche Erscheinungsformen auf, sondern sie stimmten auch in ihrer chemischen Zusammensetzung überein.

d'essai de corrosion. Les produits de la corrosion ne présentaient pas simplement des phénomènes analogues, leur composition chimique était la même.

Deux morceaux de plomb recouverts de la même laque sont représentés sur la figure 8. L'échantillon *a* se trouvait immédiatement derrière la paroi de protection, donc en avant dans la chambre d'essai, tandis que l'échantillon *b* était placé tout en arrière, au-dessous des tubes de condensation. Les phénomènes de corrosion sont pratiquement les mêmes et font ressortir que la répartition des aérosols dans la chambre d'essai est uniforme. C'est pourquoi on peut, sans hésiter, laisser les échantillons au même endroit pendant toute la durée de l'essai. Il n'est pas non plus nécessaire de les retourner.

Enfin, la figure 9 confirme la bonne reproductibilité des résultats des essais. Les deux plaquettes sont de même matière (fer laminé) et ont été recouvertes de la même peinture (double couche). Elles ont été contrôlées dans les mêmes conditions, mais non lors du même essai. Un intervalle de presque deux ans sépare les deux essais. Comme le montre la figure 9, les deux résultats sont équivalents.

La figure 10 représente cinq plaquettes de fer qui ont été exposées pendant trois mois dans la chambre

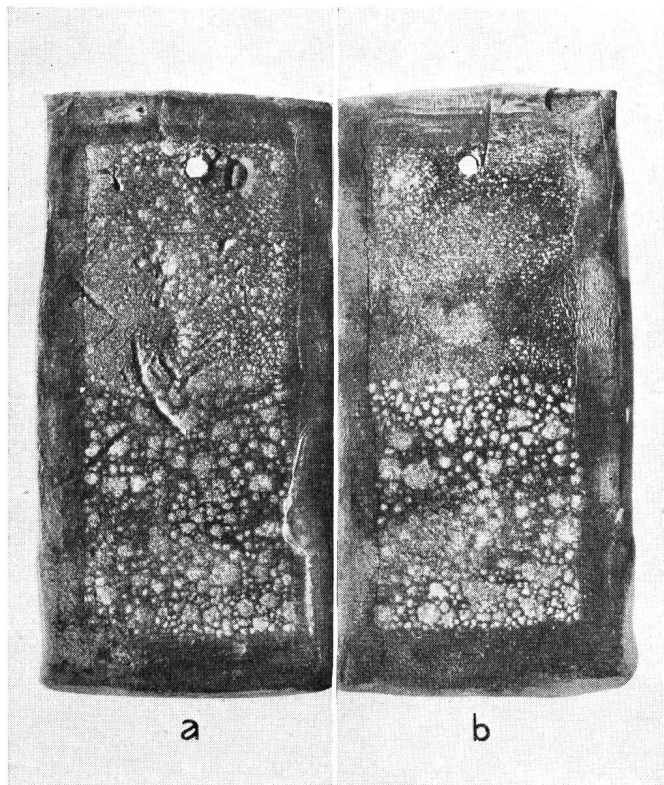


Fig. 8. Mit Lack geschützte Bleiprobe, die
 a) unmittelbar hinter der Prellwand und
 b) 40 cm von der Prellwand entfernt gelagert wurden
 Morceaux de plomb protégés par de la laque
 a) ce morceau se trouvait immédiatement derrière la paroi de protection
 b) ce morceau était à 40 cm de la paroi de protection

In Figur 8 sind zwei Bleistücke zu sehen, die mit dem gleichen Lack gestrichen wurden. Die Probe a befand sich unmittelbar hinter der Prellwand, also vorn in der Prüfkammer, während sich die Probe b ganz hinten, unterhalb der Kondensationsrohre befand. Die Korrosionserscheinungen sind praktisch die gleichen, woraus hervorgeht, dass die Verteilung der Aerosole in der Kammer gleichmässig ist. Man kann daher die Proben ohne Bedenken während der ganzen Prüfdauer am gleichen Ort belassen. Sie müssen auch nicht gewendet werden.

Schliesslich sei noch auf Figur 9 hingewiesen. Sie bestätigt die gute Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse. Die beiden Plättchen bestehen aus dem glei-

d'essai de corrosion non chauffée. Les peintures suivantes ont été, en l'occurrence, utilisées:

- Echantillon n° 1 Minium de plomb sur base d'huile de lin
- n° 2 Couche d'apprêt d'oxyde ferrique sur base de résine synthétique
- n° 3 Peinture de cyanamide de plomb avec résine synthétique
- n° 4 Peinture de cyanamide de plomb sur base d'huile de lin
- n° 5 comme n° 4, mais avec 2 couches de peinture d'oligiste mélangé à de l'huile de lin

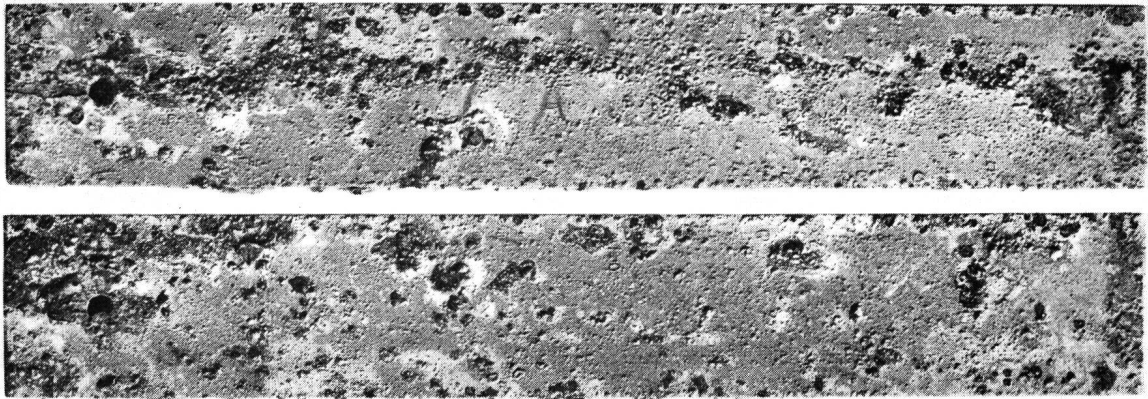
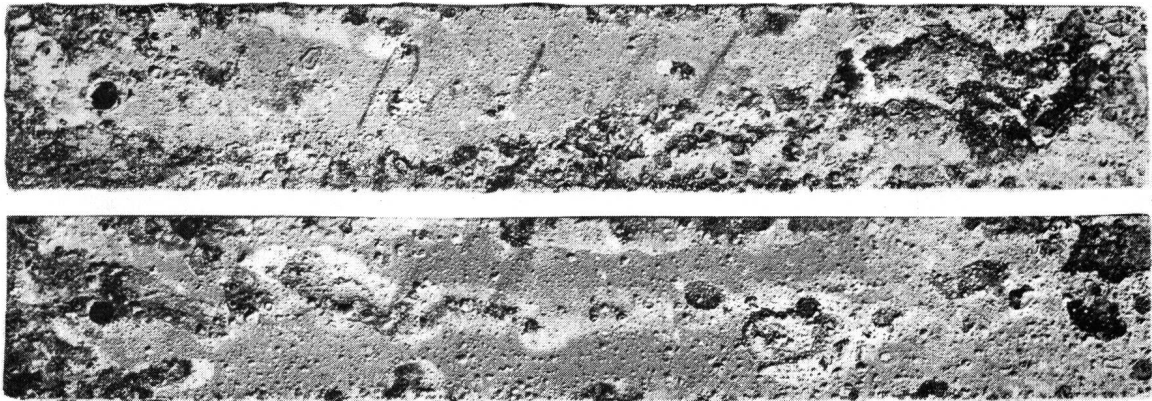


Fig. 9. Eisenbleche mit gleichem Farbaufbau
a) Mitte 1952 geprüft

Plaquettes de fer laminé recouvertes de la même peinture,
a) soumises aux essais au milieu de l'année 1952



b) im Sommer 1954 geprüft

b) soumises aux essais en été 1954

chen Material (Walzeisen) und wurden mit dem gleichen Farbanstrich (Doppelschicht) versehen. Sie sind unter denselben Bedingungen, jedoch nicht im gleichen Versuch geprüft worden. Zwischen den beiden Prüfungen liegt eine Zeitspanne von fast zwei Jahren. Wie aus Figur 9 zu ersehen ist, sind die beiden Ergebnisse gleichwertig.

Figur 10 zeigt noch fünf Eisenplättchen, die während drei Monaten in der ungeheizten Korrosions-

Comme la figure l'indique, le minium de plomb a donné les meilleurs résultats. L'échantillon n° 2 n'a pas résisté à l'épreuve; il présente de grandes taches de rouille. Pour les échantillons n° 3 et 4, leur surface s'est couverte d'innombrables petites bulles sous lesquelles le métal de base a rouillé. Une double couche de peinture (échantillon n° 5) n'a pas non plus empêché les bulles de se former à la surface de la couche de base (n° 4).

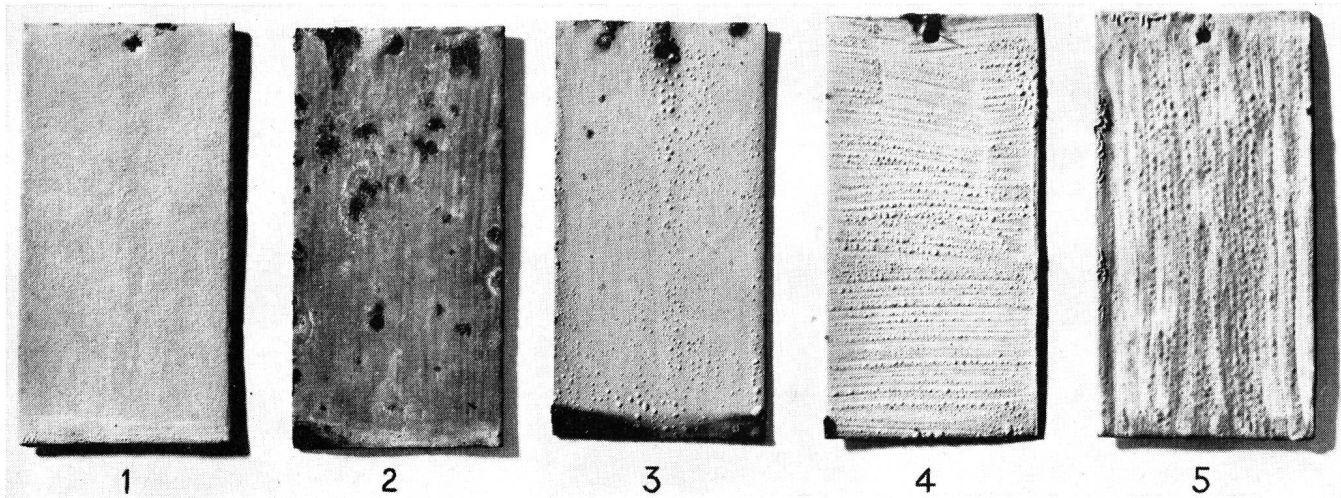


Fig. 10. Prüfung verschiedener Eisengrundierungen

Essai de diverses couches de peinture de base sur du fer

prüfkammer exponiert wurden. Es handelt sich dabei um folgende Anstriche:

- Probe Nr. 1 Bleimennige auf Leinölbasis
- Nr. 2 Eisenoxydgrundierung auf Kunstharzbasis
- Nr. 3 Bleicyanamid anstrich mit Kunstharz
- Nr. 4 Bleicyanamidfarbe auf Leinölbasis
- Nr. 5 wie Nr. 4, jedoch mit zwei Deckanstrichen von Eisenglimmer in Leinöl.

Wie das Bild zeigt, erzielten wir mit der Bleimennige die besten Resultate. Schlecht verhielt sich die Probe Nr. 2. Hier sind grössere Rostflecken zu erkennen. Bei den Proben Nr. 3 und 4 bildeten sich viele kleine Blasen, unter denen das Grundmetall rostete. Selbst ein doppelter Deckanstrich (Probe Nr. 5) verhindert

Dans la chambre d'essai de corrosion non chauffée, on obtient des résultats analogues à ceux que donne le procédé par immersion.

Le *tableau II* résume les divers genres de service et les conditions climatiques qui en résultent. Il est, en principe, possible d'établir à volonté beaucoup d'autres conditions de service. Mais, comme nous avons pu le constater en nous fondant sur de nombreux essais, les cinq programmes susmentionnés permettent de réaliser pratiquement toutes les conditions importantes pour résoudre nos problèmes d'essai.

Pour terminer, nous ajouterons que la nouvelle chambre d'essai ne convient pas seulement aux essais de corrosion, mais qu'elle peut être utilisée pour une foule d'autres recherches. Le procédé par aérosols présente une série d'avantages qui permettent de

Tabelle - *Tableau II*: Klimaverhältnisse bei den 5 Betriebszyklen der Korrosionsprüfkammer⁵
Conditions climatiques pour les 5 cycles d'exploitation de la chambre d'essai de corrosion⁵

	Betriebsart - Genre d'exploitation				
	1	2	3	4	5
Befeuchtungsdauer pro Stunde - Durée d'humidification par heure . . .	55 min.	45 min.	30 min.	15 min.	5 min.
Ruhe- bzw. Heizzeit pro Stunde - Temps de repos ou de chauffage par heure	5 min.	15 min.	30 min.	45 min.	55 min.
Feuchtigkeitsintervall ohne Heizung - Intervalle de temps d'humidité sans chauffage	100% rel. Feucht. humidité relative	100%	100%	95...100%	90...100%
Feuchtigkeitsintervall mit Heizung - Intervalle de temps d'humidité avec chauffage	90...100% rel. Feucht. humidité relative	72...100%	50...95%	ca. 30...85% env.	ca. 20...60% env.
Temperaturintervall mit Heizung - Intervalle de temps de température avec chauffage	20...22° C	23...29° C	28...40° C	30...48° C	33...55° C

⁵ Gemessen am Prototyp bei Zimmertemperatur. - Mesurées sur le prototype à la température de chambre.

die Blasenbildungen beim Grundanstrich (Nr. 4) nicht. In der ungeheizten Korrosionsprüfkammer erhält man ähnliche Resultate wie beim Tauchverfahren.

In *Tabelle II* sind die verschiedenen Betriebsarten und die sich daraus ergebenden Klimaverhältnisse zusammengestellt. Es ist grundsätzlich möglich, beliebig viele andere Betriebsbedingungen herzustellen. Wie wir aber anhand vieler Versuche feststellen konnten, lassen sich mit den fünf erwähnten Programmen praktisch alle Bedingungen herstellen, die für die Lösung unserer Prüfaufgaben von Bedeutung sind.

Abschliessend sei noch erwähnt, dass sich die neue Prüfkammer nicht nur für Korrosionsversuche eignet. Sie kann auch für eine Vielzahl von andern Untersuchungen benützt werden. Das Aerosolverfahren weist eine Reihe von Vorteilen auf, welche die Entwicklung weiterer oder neuer Methoden erlaubt. So verwenden wir diese neue Einrichtung beispielsweise bereits zum Prüfen und Eichen von Feuchtigkeitsmessgeräten.

Auch Bakteriologen, Hygieniker, Entomologen und Textilfachleute können diese Prüfkammer für verschiedenste Arbeiten verwenden.

Zur Frage der Eingrenzung von Kabelfehlern

Von F. Nüsseler, Bern

621.317.333.4:621.315.2

Zusammenfassung. Es wird gezeigt, wie bei einer Eingrenzung nach Varley der Einfluss der Ableitung der guten Hilfsader auf das Messresultat bestimmt werden kann.

Die klassische Methode nach Varley zur Eingrenzung eines Isolationsfehlers beruht auf dem Prinzip der Wheatstoneschen Brücke. Die Brückenschaltung wird gebildet aus zwei Widerstandsnormalen A und B, die das Brückenverhältnis bestimmen, sowie einer Meßschleife, bestehend aus einer fehlerhaften und einer möglichst hoch isolierten Ader (vgl. Fig. 1).

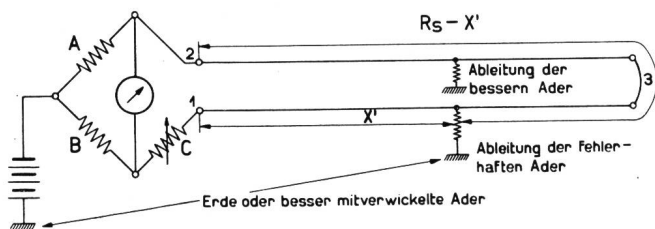


Fig. 1. Prinzip der Varleyschaltung
Principe de la méthode de Varley

Zwischen dem Galvanometer und der fehlerhaften Ader liegt ein variabler Widerstand C, mit welchem die Brücke ins Gleichgewicht gebracht wird. Den Widerstand der fehlerhaften Ader bis zum Fehlerort bestimmt man nach der bekannten Formel

$$X = \frac{R_s - C}{2}$$

für den Fall, dass $A = B$ gewählt wird.

mettre au point d'autres méthodes ou d'en découvrir de nouvelles. Par exemple, nous employons déjà cette nouvelle installation pour essayer et étalonner les hygromètres.

Les bactériologues, les hygiénistes, les entomologues et les spécialistes du textile peuvent aussi se servir de cette chambre d'essai pour différents travaux.

Contribution à l'étude de la localisation des défauts de câble

Par F. Nüsseler, Berne

Résumé. L'auteur montre comment, si la localisation se fait d'après la méthode de Varley, on peut déterminer l'influence de la dérivation du conducteur auxiliaire non affecté sur le résultat de la mesure.

La méthode, devenue classique, de Varley pour la localisation des défauts de câble est fondée sur le principe du pont de Wheatstone. Le pont est formé de deux résistances A et B, qui déterminent le rapport entre les deux branches du pont, ainsi que d'une boucle formée du conducteur défectueux et d'un autre conducteur aussi bien isolé que possible (v. fig. 1). Entre le galvanomètre et le conducteur défectueux se trouve une résistance variable C permettant d'équilibrer le pont. La résistance du conducteur défectueux jusqu'à l'endroit du défaut est déterminée d'après la formule suivante, lorsque A est égal à B:

$$X = \frac{R_s - C}{2}$$

Cette méthode simple ne peut être appliquée que lorsque l'un des conducteurs de la boucle de mesure est aussi bien isolé que possible et l'autre aussi mal que possible. Or, dès que la gaine d'un câble sous plomb isolé au papier n'est plus imperméable et que l'humidité pénètre dans le câble, chaque conducteur accuse, au bout d'un certain temps, une dérivation plus ou moins grande. Une méthode permettant d'obtenir des résultats suffisamment précis malgré la perte de conductance du conducteur auxiliaire est celle qui est connue en