

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 42 (1951)  
**Heft:** 14

**Artikel:** La mesure de la circulation d'air dans les étuves  
**Autor:** Zürcher, M. / Lüder, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056874>

### **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:** 10.02.2026

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

Bei einem mit VWS-Fahrleitung ausgerüsteten, elektrischen Bahnbetrieb ist eine von der Hasler A.-G., Bern, gelieferte Hochfrequenzanlage installiert, durch welche die Telefonverbindung zwischen Lokomotivführer und Stationen über die Fahrleitung erfolgt. Auf Grund der einwandfreien Stromabnahme-Verhältnisse bei der VWS-Fahrleitung ist es möglich, solche Telefongespräche auch während der Fahrt störungsfrei zu führen (max. Fahrgeschwindigkeit auf dieser Strecke 60 km/h).

Der Bau von VWS-Fahrleitungen wurde wegen ihrer Radiostörfreiheit in der Schweiz durch die PTT subventioniert.

#### 4. Zusammenfassung

Zahlreiche langjährige Betriebserfahrungen mit und Messungen an den von der A.-G. Kummeler & Matter entwickelten und gebauten, vollelastischen VWS-Fahrleitungen haben folgendes ergeben:

a) Unterbruchlose, funkenfreie Stromabnahme und gleichbleibender Kontaktdruck bei allen Geschwindigkeiten infolge gleichbleibender Elastizitätsverhältnisse entlang der ganzen Fahrleitung. Die Rekuperation z. B. kann auf Grund des funkenfreien Arbeitens der VWS-Fahrleitung ohne die bisherigen Schwierigkeiten angewendet werden.

b) Billige Bauweise durch den Wegfall von Spurhaltern und infolge grosser Spannweiten, speziell in Kurven (Einsparung von Masten).

c) Billige Bauweise ausserdem, da es der starke Zickzack des Trageils gemäss Fig. 12 ermöglicht, bei wechselseitig gestellten Masten sehr kurze Ausleger zu verwenden oder diese ganz wegzulassen.

d) Praktisch unbegrenzte Lebensdauer des elastisch aufgehängten Fahrdrahtes, bedingt durch die stoss- und schwingungsdämpfende Wirkung der VWS-Fahrleitung. Nach einer Betriebszeit von 5 Jahren und 20 Stromabnehmerdurchgängen pro Tag ergab sich ein Fahrdrahtdurchmesser, welcher noch innerhalb der Fabrikationstoleranz lag. Eine Fahrdrahtabnutzung konnte somit nicht festgestellt werden. Die durchschnittliche Lebensdauer des Kohle-Schleifstückes am Pantograph betrug mehr als 200 000 km. Diese Tatsachen ermöglichen eine kupfersparende Bauweise mit Kupferpanzer-Fahrdrabt (Yverdon-Ste-Croix-Bahn).

e) Übersichtlicher, solider Aufbau der Fahrleitung, besonders kein Ersatz von Hängedrähten, da diese sowohl in Ruhe- als auch in Arbeitslage stets unter Zugspannung stehen.

f) Gutes Temperatur-Verhalten, d. h. horizontale Fahrdrablage im Winter und im Sommer.

#### 5. Mit VWS-Fahrleitung ausgerüstete Bahnbetriebe

Verkehrsbetriebe Winterthur (Strassenbahn),  
Yverdon-Ste-Croix-Bahn,  
Wynentalbahn,  
Bremgarten-Dietikon-Bahn,  
Städt. Strassenbahn Schaffhausen (Strecke Engenhof-Beringen),  
Schwyzer Strassenbahn,  
Sernftal-Bahn,  
PSC-Bahn (La Chaux-de-Fonds-Les Ponts de Martel),  
Basler Verkehrsbetriebe (Strecke Höllebach).

Adresse des Autors:

M. Wittgenstein, Dipl. Ing., Scheideggstrasse 124, Zürich 38.

## La mesure de la circulation d'air dans les étuves

Par M. Zürcher et J. Lüder, Zurich

542.47

*Les auteurs décrivent une méthode permettant de comparer la circulation d'air, respectivement l'effet de séchage de différentes étuves. Elle consiste à déterminer la quantité de naphthaline qui, par unité de temps et de surface, s'évapore d'une surface de naphthaline déterminée; cette quantité est une mesure de l'effet dessiccatoire auquel est soumis l'éprouvette dans une étuve. Les essais effectués montrent que, pour différentes étuves d'utilisation courante, l'effet de séchage peut varier de manière appréciable d'une étuve à l'autre.*

*Es wird eine Methode angegeben, welche gestattet, die Luftumwälzung bzw. den Trocknungseffekt verschiedener Trockenschränke miteinander zu vergleichen. Sie besteht in der Messung der von einer Naphthalinoberfläche pro Flächen- und Zeiteinheit verdampften Menge Naphthalin als dem Mass für die verdampfende Wirkung, die ein Trockenschränk auf das Prüfobjekt ausübt. Versuche zeigen, dass hinsichtlich Verdampfungswirkung zwischen verschiedenen gebräuchlichen Trockenschränken beträchtliche Unterschiede auftreten können.*

### Introduction

Lors de l'utilisation d'une étuve, l'on peut se proposer les deux buts suivants:

1. soit de soumettre l'éprouvette à la chaleur sans que s'établisse pour autant un échange sensible de matière avec le milieu environnant, échange de substances volatiles par exemple. Tel est le cas lorsqu'il s'agit d'accélérer par la chaleur certaines réactions, de polymérisation par exemple, entre des composants non volatils de l'éprouvette, ou encore d'effectuer des mesures de courte durée à une température donnée;

2. soit, et ceci dans la presque totalité des cas, d'éloigner de l'éprouvette certains corps volatils. Ceci vaut lors de la dessiccation, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit d'éloigner l'eau ou quelqu'autre solvant volatil, ou, en particulier, lors des vieillissements artificiels dans lesquels la volatilité de certains

composants de l'éprouvette, tels les plastifiants, joue un rôle prépondérant.

Afin de réaliser une répartition homogène de la température dans l'étuve, une certaine circulation d'air est nécessaire; cette dernière peut être entretenue soit par le jeu des convections naturelles, soit artificiellement au moyen de ventilateurs. Il est clair que, dans tous les cas où il y a évaporation de substances volatiles, l'intensité de la circulation d'air dans le voisinage immédiat de l'éprouvette est d'une importance primordiale, et que des prescriptions se bornant à définir la température et le temps de dessiccation ne peuvent avoir un sens que si elles réglementent simultanément cette intensité de circulation, ne serait-ce qu'en définissant le temps de séchage comme le temps nécessaire à l'évaporation quantitative de toutes les substances volatiles. Comme une mesure volumétrique de la circulation d'air est difficilement réalisable la plupart du

temps, on doit avoir recours à une grandeur bien définie et facilement mesurable qui soit caractéristique de la circulation d'air, et permette par là de comparer le pouvoir desséchant de différentes étuves.

### Principe

Une substance-témoin de forme et surface bien définies, facilement volatile et chimiquement homogène, est suspendue en un lieu bien déterminé de l'étuve. La perte de poids due à l'évaporation et exprimée par unité de surface et par unité de temps est déterminée par double pesée, et est une mesure de la vitesse de vaporisation, laquelle est elle-même fonction du degré de circulation d'air. Les indices de vaporisation ainsi mesurés sont des nombres de comparaison permettant de caractériser des étuves différentes.

Comme substance-témoin a été choisie la naphthaline (P. F. 80, 2 °C), coulée en forme de cylindre d'environ 75 mm de longueur et 15 mm de diamètre, ce qui correspond à une surface totale d'environ 40 cm<sup>2</sup> et à un poids d'environ 15 g.

Les essais ont été effectués à la température de 70 °C, d'une part parce que c'est la température généralement adoptée pour le vieillissement artificiel du caoutchouc et des produits thermoplastiques, et d'autre part en considération des valeurs spécialement favorables que fournit la naphthaline à cette température. On peut d'ailleurs admettre que les conditions de circulation relatives restent essentiellement les mêmes à d'autres températures.

### Méthode

#### Préparation des témoins

Une feuille d'étain est enroulée autour d'un tube à essais d'environ 15 mm de diamètre de telle sorte qu'il n'y ait pas de vide entre elle et les parois du tube. Ce dernier est alors retiré de son enveloppe d'étain jusqu'à ce que le cylindre creux ainsi formé ait la profondeur voulue. Après léger fixage, tube à essais et cylindre d'étain sont placés verticalement dans un récipient plein d'eau, de telle manière que l'extrémité ouverte du cylindre ne dépasse la surface de l'eau que de 1 cm environ. La naphthaline fondue est coulée dans ce moule d'étain en plusieurs portions de quelques cm<sup>3</sup> chacune, et se solidifie rapidement en cristaux microscopiques sous l'effet du refroidissement d'eau. Afin d'éviter la formation de vides intercrystallins, il est préférable d'attendre, avant d'ajouter une nouvelle portion, que la portion précédente soit presque complètement solidifiée. Avant de couler la naphthaline, un fil de cuivre étamé, enroulé en spirale à son extrémité inférieure, est fixé dans l'axe du cylindre d'étain et sert par la suite à suspendre le témoin. Après refroidissement, le cylindre de naphthaline est débarrassé de son enveloppe d'étain et aplani aux extrémités, à chaud, au moyen d'une lame de couteau. Si nécessaire, sa surface cylindrique est polie par passage rapide à la flamme.

Des essais ont confirmé le fait que, à partir du moment où le témoin a atteint la température de

### Comparaison des évaporisations mesurées dans différentes étuves

Tableau I

Etuve n° 1		
Dimensions intérieures: largeur 36 cm, profondeur 25 cm, hauteur 30 cm; sans circulation d'air artificielle.		
Position du témoin	Température °C	Quantité évaporée mg/cm <sup>2</sup> /30 min
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	70	8,1
		8,4
		8,5
Plan moyen, arrière droite, à 5 cm des parois	71	9,5
	69	7,4
Etuve n° 2		
Dimensions intérieures: largeur 65 cm, profondeur 45 cm, hauteur 58 cm. Légère circulation d'air artificielle par ventilateur. Entrée de l'air de circulation: ouverture de 10 × 40 cm le long de l'arête inférieure de la paroi de gauche. Sortie de l'air de circulation: ouverture de 10 × 40 cm le long de l'arête supérieure de la paroi de gauche. Cette étuve correspond à l'étuve de Geer que l'on utilise pour le vieillissement artificiel du caoutchouc.		
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	72	19,5 19,7
Plan moyen horizontal, arrière droite, à 5 cm de chaque paroi	72	19,3 19,9
Plan moyen horizontal, avant gauche, à 5 cm de chaque paroi	72	17,5 16,7
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	72	19,5
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	71	18,7 19,6
Plan moyen horizontal, arrière droite, à 5 cm de chaque paroi	71	18,5 18,5
Plan moyen horizontal, avant gauche, à 5 cm de chaque paroi	71	17,1 16,2
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	70	16,5
Etuve n° 3		
Dimensions intérieures: largeur 60 cm, profondeur 48 cm, hauteur 62 cm. Intense circulation d'air artificielle par ventilateur. Entrée de l'air de circulation par une ouverture an- nulaire grillagée de 40 cm de diamètre extérieur et 16 cm de diamètre intérieur, pratiquée dans le plafond. Sortie de l'air de circulation par deux ouvertures rectangulaires de 4 × 60 cm pratiquées dans le plancher et confinant respectivement aux parois avant et arrière.		
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	72	39,2
Partie inférieure, 5 cm au-dessus du plancher, dans l'axe central vertical	72	33,9
Partie supérieure, 5 cm au-des- sous du plafond, dans l'axe central vertical	72	54,3
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	72	37,0

Position du témoin	Température °C	Quantité évaporée mg/cm <sup>2</sup> /30 min
Plan moyen horizontal, arrière droite, à 5 cm des parois	72	56,1
Plan moyen horizontal, avant gauche, à 5 cm des parois	72	42,0
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	71	36,9
Plan moyen horizontal, arrière droite, à 5 cm des parois	71	50,0
Plan moyen horizontal, avant gauche, à 5 cm des parois	71	43,3
Centre, point d'intersection des diagonales d'espace	71	27,3
		27,5
		28,8

l'étuve, sa diminution de poids est linéairement proportionnelle au temps. Lors des

#### mesures pratiques,

le procédé suivant s'est révélé comme parfaitement adapté au but poursuivi: Tout d'abord, on détermine au moyen d'un calibre la surface du témoin. Puis ce dernier est suspendu librement en un lieu donné de l'étuve portée à 70 °C exactement, jusqu'à ce qu'il ait atteint cette température, soit environ pendant 10 minutes. On détermine alors son poids exact le plus rapidement possible, au moyen d'une balance à amortisseurs, et on le ramène aussitôt après dans l'étuve. La pesée ne doit pas durer plus d'une minute, ceci afin d'éviter un refroidissement considérable du témoin pendant cette opération. La deuxième pesée se fait après 30 minutes. Il est recommandé de n'utiliser chaque témoin qu'une fois, car la sublimation d'une quantité notable de naphthaline entraîne la formation d'une surface poreuse dont on ne peut plus déterminer la grandeur avec suffisamment d'exactitude.

### Résultats

La quantité évaporée est donnée en mg/cm<sup>2</sup>/30 min.

Les résultats suivants, communiqués à titre d'exemples, ont été obtenus de 3 étuves de constructions différentes, telles qu'on les rencontre couramment dans le commerce.

### Conclusions

Les mesures ci-dessus conduisent aux conclusions suivantes, conclusions dont il faut tenir compte dans tous les cas où l'évaporation lente de substances volatiles joue un certain rôle.

L'effet de séchage de 3 étuves telles qu'on les rencontre couramment dans le commerce, est dans le rapport de 8:16:36, mesuré au centre de chaque étuve.

Pour les étuves 1 et 2 à faible circulation d'air, l'évaporation est du même ordre de grandeur en tous leurs points.

Concernant l'étuve n° 3, l'évaporation peut varier d'un point à l'autre de l'étuve dans le rapport de 3:5, alors même que le thermomètre indique partout la même température. Cette dispersion provient de différences locales de circulation dues à la formation de tourbillons causés eux-mêmes par l'arrangement propre des entrées et sorties de l'air de circulation.

Dans le cas d'une circulation intense, de petites variations de température peuvent provoquer des variations relativement grandes de l'évaporation.

#### Adresse des auteurs:

M. Zürcher, Dr ès sc. techn., ingénieur-chimiste dipl., Station d'essai des matériaux de l'ASE, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8.  
Jean Lüder, ingénieur-chimiste dipl., Station d'essai des matériaux de l'ASE, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8.

## Kabelringwandler für Erdschlussschutz \*)

Von Eric T. B. Gross, Chicago

621.314.222.08:621.316.925

*Zur selektiven Anzeige und Abschaltung von Erdschlüssen in Hochspannungsnetzen werden Erdschlussrelais verwendet. Es wird gezeigt, dass Ringwandler in Kabelnetzen zur Erhöhung der Empfindlichkeit mit Vorteil verwendet werden, dass es jedoch notwendig ist, den Fehlwinkel dieser Kabelringwandler zu korrigieren. Auch beim Gehäuseschlussschutz elektrischer Generatoren ermöglichen Kabelringwandler eine Steigerung der Empfindlichkeit; ein wattmetrisches Erdschlussrelais neuer Anschlussart wird beschrieben.*

*La signalisation et le déclenchement sélectifs de mises à la terre accidentelles dans les réseaux à haute tension s'opère au moyen de relais. L'auteur montre que la sensibilité de ces relais peut être augmentée, dans les réseaux en câbles, par l'emploi de transformateurs toroïdaux, mais qu'il est nécessaire d'en corriger l'angle d'erreur. Ces transformateurs augmentent également la sensibilité des relais de protection contre les mises accidentelles à la masse des générateurs. L'auteur décrit un relais wattmétrique branché selon ce nouveau système.*

### I. Vorteile

#### der Verwendung von Kabelringwandlern

Erdschlussrelais, welche für die Abschaltung oder für die Anzeige von Erdschlüssen in Hochspannungsnetzen verwendet werden, erhalten den Unsymmetriestrom zugeführt. Der Unsymmetriestrom eines Zweiges kann auf verschiedene Arten gewonnen werden. Allgemein verwendbar ist der Zusammen-

schluss der Messwicklungen von Stromwandlern in jeder Phase (Unsymmetrie- oder Summenschal-

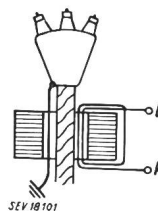


Fig. 1

Kabelringwandler

tung). In Kabelnetzen sind aber auch Kabelringwandler (Fig. 1) geeignet, die besonders bei klei-

\*) Das Manuskript wurde uns vor einigen Jahren eingebracht, konnte aber wegen Raumangels nicht früher veröffentlicht werden. Red.