

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 79/80 (1922)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Elektrische Linearheizung, System Zweifel-Oerlikon  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-38058>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.02.2025

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

Bei Erdbebengefahr sind die Schwergewichtsmauern günstiger zu beurteilen als Gewölbestaumauern. Voraussetzlich würde, bei einer nennenswerten Bewegung der Talsohle und der Talabhänge, die Zerstörung der Gewölbestaumauer, deren Auflagerungen gleichzeitig unten und seitlich nachgeben, eher eintreten, als diejenige einer Schwergewichtsmauer, deren Widerstandsfähigkeit allein auf der unzerstörbaren Schwerkraft ihrer Masse beruht.

Die äusserst geringen Dislokationen, die in unseren Gegenden beobachtet worden sind, verliefen zwar bisher für gelenklose Brückengewölbe unschädlich. Wegen den weitaus grösseren Folgen der Zerstörung einer hohen Staumauer müssen indessen der Behandlung dieser Frage genaue Beobachtungen der seismischen Bewegungen zu Grunde gelegt werden.

\*

Die Ersparnisse, die sich an der Kubatur einer Gewölbemauer gegenüber einer Schwergewichtsmauer erzielen lassen, ergeben sich ganz roh aus der Gegenüberstellung der Abbildungen 13 und 14. Abbildung 13 zeigt den dreieckförmigen Querschnitt einer Schwergewichtsmauer, wofür

$$y = x \sqrt{\frac{1}{\gamma - m}}$$

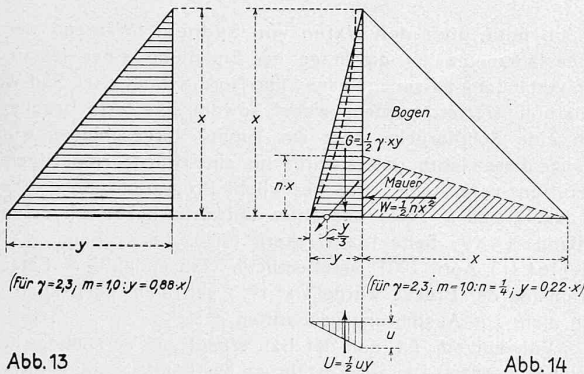


Abb. 13

Abb. 14

Abbildung 14 bringt den schematischen, ebenfalls dreieckförmigen Querschnitt einer Gewölbe-Staumauer zur Darstellung. In Wirklichkeit sollen solche Mauern, wie schon gesagt, möglichst schlank sein; nur ihre Anschlüsse an das Talprofil d. h. der Fuss der Mauern bzw. die Gewölbekämpfer müssen kräftig verstärkt werden.

Der Wasserdruck  $W = \frac{1}{2} x^2$  kann ganz roh etwa nach Abbildung 14, je dreieckförmig auf die beiden Systeme (Bogen und Mauer) verteilt werden, wobei die eventuell positiven und negativen Wasserbelastungen der obern Mauerteile im Koeffizienten  $n$  Berücksichtigung finden können.

Für den Unterdruck:

$$u = m I, 0 x$$

folgt die Mauerbreite  $y$ , bei Betrachtung der Stabilität der Mauerelemente bei Wasserdruck allein, aus:

$$(G-U) \frac{y}{3} - W \frac{1}{3} n x = 0$$

zu:

$$y = n x \sqrt{\frac{1}{\gamma - m}}$$

Bei dieser Bemessung des Mauerfusses werden eventuell geringe Armierungen in den Bogen- und Mauerelementen zur Aufnahme der Zugspannungen aus thermischen Einflüssen nötig sein.

Die Verteilung des Wasserdruckes und der Temperaturkräfte auf beide Systeme hängt von der Form des Talprofiles und der Schlankheit der Mauer ab. Wenn  $b$  die Kronenlänge,  $h$  die grösste Höhe einer V-förmigen Gewölbe-Staumauer bezeichnet, so wird für  $b: h = 1,1$  bis  $1,8$ ,  $n = \frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{2}$  betragen.

### Elektrische Linearheizung, System Zweifel-Oerlikon.

In Fällen, in denen die Energie auch während eines grösseren Teiles des Tages zur Verfügung steht, wird der elektrischen Zentralheizung mit Wärmeakkumulierung in Warmwasserboilern oder in Dampfspeicherkesseln oft die direkte elektrische Heizung vorzuziehen sein. Denn der Wirkungsgrad der Heizung ist natürlich dann am höchsten, wenn die elektrische Energie an dem Ort und zu der Zeit in Wärme umgesetzt wird, wo die Wärme benötigt wird. Eine interessante Lösung der direkten elektrischen Raumheizung, der bisher üblichen durch elektrische Einzelöfen wesentlich überlegen, ist die sogen. „Linearheizung“, die nach dem zuerst vom schweizerischen Techniker Zweifel-Zwicky in Bludenz angewendeten System von der Maschinenfabrik Oerlikon ausgeführt ist. Einem bezüglichen Artikel von Ingenieur F. Rutgers im „Bulletin Oerlikon“ Nr. 7 vom Januar 1922 entnehmen wir darüber die folgenden Einzelheiten.

Das System beruht darauf, dass im Raume lineare Heizleiter ausgespannt werden. Bei den ersten Anlagen, die der Erfinder in Baumwollspinnereien ausführte, waren es nackte Eisenbänder, wie sie während des Krieges von den Baumwollballen her in den Textilfabriken zur Verfügung standen. Diese Bänder wurden in etwa 2,5 m Höhe über Fussboden an Porzellanrollen aufgehängt, sodass eine direkte Berührung vom Fussboden aus nicht möglich war, und mit Strom beschickt. Die verwendeten Bänder hatten  $19 \times 1$  mm Querschnitt und konnten mit 100 bis 120 Amp. belastet werden, ohne dass Baumwollflug oder Papierabfälle daran zum Glimmen kamen. Nach diesem primitiven System wurden in kurzer Zeit für mehrere Tausend Kilowatt Leistung Linearheizungen in Betrieb gesetzt, wodurch reichlich Gelegenheit geboten wurde, Erfahrungen über die Heizwirkung zu sammeln. Eine originelle Art der Bureaueheizung wurde mittels dieser nackten Eisenbänder ausgeführt, indem in den Zwischenwänden der Bureaux eines ganzen Stockwerkes (rund  $1200 \text{ m}^3$ ) je drei Porzellan durchführungen angebracht wurden und durch diese Durchführungen drei blanke Heizbänder aus Eisen durchlaufend durch den ganzen Stock verlegt wurden, die bei kaltem Wetter in Dreieck, bei milderem Wetter in Stern geschaltet wurden. Es zeigte sich bald, dass mittels der elektrischen Linearheizung, die ursprünglich als Notbehelf gedacht war, ganz ausgezeichnete Heizresultate erzielt wurden, die die Resultate mit elektrischen Einzelöfen weit übertrafen. Eine Erklärung hierfür konnte nur in der gleichmässigen Verteilung der Heizung im ganzen Raume, unter Vermeidung starker örtlicher Erwärmung, gefunden werden.

Bei 20-stündiger Einschaltdauer pro Tag, also kontinuierlicher Heizung mit Ausnahme der Lichtzeit, wurden in grossen Hochbauten mit 10 bis 15 Watt pro  $\text{m}^3$  eine dauernde Uebertemperatur von etwa  $35^\circ\text{C}$  gegenüber der Aussenkälte gehalten, während bei grossen Shedbauten mit einfach verglasten Dächern, mit 25 bis 35 Watt pro  $\text{m}^3$  eine Temperaturdifferenz von etwa  $30^\circ\text{C}$  im Dauerbetrieb festgestellt wurde. Dabei wurde als besonderer Vorzug nur geringe Temperaturdifferenz in den einzelnen Teilen des Raumes konstatiert, die selten mehr als  $2$  bis  $3^\circ\text{C}$  ausmachten. Lokale, die bei der frühern Dampfheizung stets feuchte Ecken hatten, wurden nach einiger Zeit gleichmässig trocken. Bei Heizung mittels räumlich beschränkter Heizkörpern von ziemlich hoher Temperatur entstehen lokale Stellen mit starkem Luftauftrieb. Diese aufsteigende heisse Luft zirkuliert und gibt ihre Wärme zuerst an die Decke und auf ihrem weitem Wege an die kalten Fenster ab, wodurch die schlechtere Heizwirkung von Einzelkörpern gegenüber der Linearheizung teilweise erklärt wird.

Auf Grund dieser äusserst günstigen Heizergebnisse wurde die Konstruktion der Linearheizung von der Maschinenfabrik Oerlikon weiter ausgebaut. Während in einigen Ländern, wie z. B. Oesterreich, die nackten Heizkörper von den Fabrikbehörden und Feuerversicherungs-Gesellschaften genehmigt wurden, verlangten z. B. die Behörden in der Schweiz einen Schutz um den Heizleiter gegen Berührung der stromführenden Teile. Es wurden deshalb von der Maschinenfabrik Oerlikon verschiedene Konstruktionen ausgeführt, z. B. Heizbänder isoliert in Blechröhren von etwa 120 mm Durchmesser und später Heizbänder isoliert in Gasröhren, Metallschläuchen und Stahlpanzerröhren. Die Anforderungen, die an die elektrische Isolation gestellt werden, sind sehr hohe, da im Innern von Schutzhöhren die Heizleiter naturgemäss ziemlich hohe Temperaturen annehmen, auch wenn die äussere Temperatur der Schutz-

röhren nur 80, 120 oder 150 ° C beträgt, je nach dem Verwendungszweck der Röhren. Die Isolation muss deshalb aus sehr hitzebeständigem Material, wie z. B. Porzellan, bestehen. Die Maschinenfabrik Oerlikon besitzt in ihrer Konstruktion mit 1 1/4" - Gasröhren eine elektrische Heizung, die ähnlich wie die Röhren einer Warmwasser-Heizung in beliebigen Längen durchlaufend verlegt werden kann, indem die elektrische Verbindung von einem Rohr zum andern vermittelt Muffen, Winkelstücken und Endmuffen so erfolgt, dass die elektrischen Verbindungen aussen nicht bemerkbar sind.

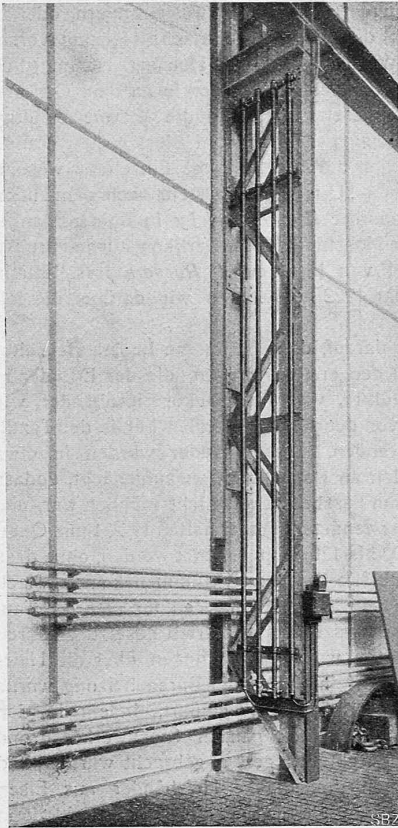


Abb. 1. Vertikale Linearheizungsrohre in einer Werkstätte.

Abb. 1 zeigt, wie diese Röhren an einem Pfosten zusammengestellt werden, wobei die Zuleitung des Stromes vom Schaltkasten her nur an beiden Enden des Rohrsystems geschieht. In Shedbauten werden die Rohrstränge meist unter dem Dach aufgehängt.

Die Maschinenfabrik Oerlikon stellt auch Linearheizleiter her, die aus einem hochwertigen Heizdraht bestehen, der mittels hitzebeständiger, biegsamer elektrischer Isolierung im Innern eines biegsamen Metallschlauches eingebettet ist. Dadurch entstehen Metallschlauchheizleiter, die für viele Zwecke mit Vorteil verwendet werden können (patentierter Konstruktion); der biegsame Heizleiter kann z. B. beliebig zwischen Maschinenteilen durchgeführt werden.

Abb. 2 zeigt eine solche Metallschlauchheizung in einem Wohnraum. Es konnte ein grosses, zu temperierendes, schwer heizbares Zimmer mit zwei Aussenwänden nach Nord und Ost und einer Wand gegen das kalte Treppenhaus, mit etwa 25 Watt/m<sup>3</sup> (Leistung 1770 Watt)

der mittels

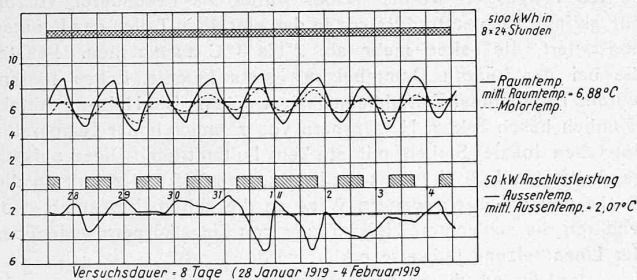


Abb. 3. Temperaturkurven in einem Bretterschuppen mit Linearheizung, wenn die Heizung nur ausserhalb der Arbeitszeit eingeschaltet wird.

dauernd um rund 15 ° C über der mittleren Aussen-Temperatur gehalten werden, wobei die Heizung während der Lichtzeit jeweils ausgeschaltet war und die Temperatur in diesen vier Stunden jeweils nur um etwa 2 ° C zurückging. Ein zu temperierendes Schlafzimmer mit zwei Aussenwänden konnte mittels etwa 21 Watt/m<sup>3</sup> (Leistung 1050 Watt) dauernd um etwa 15 ° C über der mittleren Aussen-Temperatur gehalten werden (mit Ausschaltung während der Lichtzeit). Die Linearheizung gibt hierdurch ein Mittel, um auch dort, wo nur geringe Leistungen, z. B. max. 700 Watt, für Heizung abgegeben werden, ein Zimmer leicht zu temperieren.

Eine der wichtigsten Anwendungen der Linearheizung besteht in der direkten Heizung von Baumwollspinnereien fast nur mit Nachtkraft. Solche Anlagen haben sich überall aufs beste bewährt, indem die gleiche Energie, die tagsüber für den Betrieb der Spinnerei und eventuelle Tagesheizung der Karderie benützt wird, ausserhalb der Arbeitszeit für die Heizung der Spinnmäle verwendet wird, womit erfahrungsgemäss an vielen Orten Tag und Nacht eine genügende Heizung erzielt wurde. Auch das Temperieren von grossen, oft schlecht gebauten Magazinen mit Waren, die nicht gefrieren dürfen, ist mittels der Linearheizung unter Verwendung von nur Nachtstrom möglich, wie Abb. 3 zeigt. Ein ganz leicht gebauter Bretterschuppen (provisorisches Motorenlager) von 4680 m<sup>3</sup> Inhalt wurde mit 50 kW Nachtstrom, ohne Strom während der Arbeitszeit, dauernd im Mittel um 9 ° C über der mittleren Aussentemperatur gehalten, mit einer grössten Abweichung von etwa 2 ° C vom Mittel nach oben und nach unten, trotz Unterbrechung der Heizung während der ganzen Arbeitszeit und trotz dünner Holzwände. Da bei der Linearheizung der Heizkörper den ganzen Raum durchzieht und nahe an seinen Anfangsort zurückgeführt werden kann, sind jeweils nur ganz kurze elektrische Zuleitungen im geheizten Raume zu erstellen. Auch hierin liegt ein wesentlicher Vorteil gegenüber elektrischen Einzelöfen mit den vielen erforderlichen Leitungen.

### Miscellanea.

**Brücke über den Hafen von Sydney.** Während der vier letzten Jahrzehnte ist die Frage der Erstellung einer festen Verkehrsverbindung zwischen Sydney und Nord-Sydney (Neu Süd-Wales) wiederholt erörtert worden, wobei sowohl eine feste Brücke, als auch eine Schiffbrücke oder ein Tunnel vorgeschlagen wurden. Anfangs dieses Jahrhunderts wurde für eine Brücke eine allgemeine Konkurrenz veranstaltet. Das bezügliche Programm und die beiden mit dem I. und II. Preis bedachten Entwürfe haben wir seinerzeit in Band XXXV, Seite 152 (7. April 1900), bzw. Band XXXVII, Seite 164 (13. April 1901) veröffentlicht. Ein endgültiger Entscheid zu Gunsten der Brücke wurde erst 1913 getroffen, doch auch dann noch nicht zur Ausführung geschritten.

Vor kurzem ist nun der Bau erneut zur Vergebung ausgeschrieben worden. Der zur Ausführung bestimmte, vom städtischen Chefindgenieur *Bradfield* ausgearbeitete neue Entwurf ist in „Engineering“ vom 30. Dezember 1921 veröffentlicht. Es handelt sich um eine Auslegerbrücke mit beidseitiger Ausraglänge von 152 m der beiden Aussenträger und rund 183 m langem Mittelträger, also von 487 m Hauptspannweite mit rund 790 m Gesamtlänge. Die Brücke ist zur Aufnahme von vier Eisenbahngleisen und einer 13,5 m breiten Haupt-Fahrbahn zwischen den, einen Axenabstand von 39,3 m aufweisenden Hauptträgern projektiert. Ausragend ist ferner auf der einen Seite ein 4,5 m breiter Fussgängersteg, auf der andern

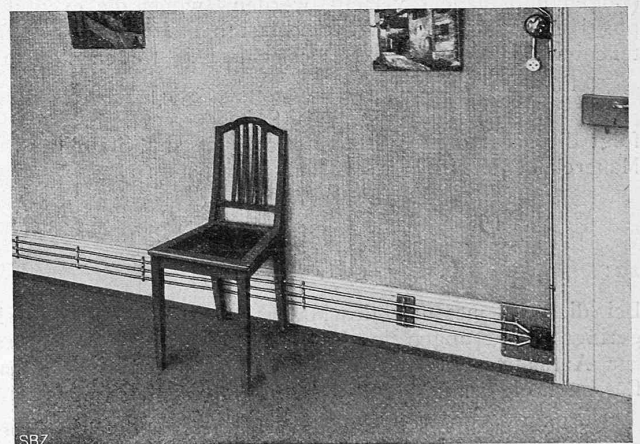


Abb. 2. Metallschlauch-Linearheizung in einem Wohnraum.

Seite eine 5,5 m breite Fahrbahn für Automobile vorgesehen. Ausser Lageplan, Längsansicht und Querschnitt der Brücke gibt die erwähnte Nummer des „Engineering“ auch die technischen Entwurfsgrundlagen aus dem Pflichtenheft bekannt.