

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 85/86 (1925)  
**Heft:** 23

## **Inhaltsverzeichnis**

### **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:** 18.01.2026

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

INHALT: Die technische Bedeutung der Dämpfungsfähigkeit eines Baustoffes. — Das Kraftwerk Amsteg der Schweizerischen Bundesbahnen. — Zum „Mes-ehaus“. Wettbewerb in Hamburg. — Miscellanea. Fahrbare Maschine für Zement-Hinterpresungen. Bund Schweizerischer Gartengestalter. Syndicat Suisse pour l'Etude de la Voie navigable du Rhône au Rhin. Die Wasserstands-Verhältnisse in der Schweiz. Heraus-

gabe eines Werkes von Funktionstafeln. Schweizer Mustermesse 1926. Erweiterungsbau des Zürcher Kunsthause. — Preisau-schreiben zur Erlangung eines Spannungs- und Schwingungsmessers. — Literatur. — Eidgen. Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ing.- u. Arch.-Verein. Sektion Bern des S. I. A. Basler Ing.- und Arch.-Verein. Zürcher Ing.- u. Arch.-Verein. S. T. S.

Band 86.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 23

## Die technische Bedeutung der Dämpfungsfähigkeit eines Baustoffes.

Von Prof. Dr. Ing. OTTO FÖPPL, Braunschweig.

Die nachfolgenden Ueberlegungen fassen auf Versuchen, die über das Verhalten von Baustoffen bei oft wiederholten Beanspruchungen (Schwingungsbeanspruchung) angestellt worden sind, und über die im Werkstoff Ausschuss des Vereins deutscher Eisenhüttenleute unter Nr. 36 und 60, ferner in der „Schweizer. Bauzeitung“ vom 1. November 1924 und in der Zeitschrift „Maschinenbau“ 1925, Heft 11 berichtet worden ist. Hier sei nur so viel nachgetragen, dass bei diesen Versuchen ein zylindrischer Probestab  $a$ , der an einem Ende festgehalten ist und am andern Ende die Schwungmasse  $b$  trägt (Abbildung 1) durch Verdrehungsschwingungen, d. h. durch Schubspannungen zwischen den Grenzen  $+\tau_0$  und  $-\tau_0$  in millionenfachem Wechsel beansprucht worden ist und dass man einerseits die grösste Beanspruchung  $\tau_0$  am Umfang des Stabes und andererseits die mit dem Spannungswechsel verbundene Erwärmung gemessen hat. Die Erwärmung des Stabes ist eine Folge davon, dass die Formänderungen bei grösseren Verformungen nicht von rein elastischer Art sind, und dass ein — wenn auch geringer — Bruchteil der Gesamtverformung in plastischer Weise vor sich geht. Das Spannungs-Verformungsdiagramm, das bei einer rein elastischen Schwingung durch eine Gerade wiedergegeben wird, ist bei grösseren Verformungen eine Hysteresis-Schleife von der in Abbildung 2 dargestellten Art. Der Inhalt der Hysteresis-Schleife ist der auf eine Schwingung in Wärme umgesetzte Arbeitsbetrag oder die Dämpfung des Baustoffes.

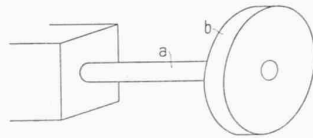


Abb. 1.

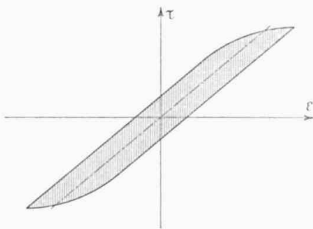


Abb. 2.

### Festlegung der Dämpfungsgrössen.

Die Dämpfung kann aus der Temperaturerhöhung bestimmt werden, die der schwingende Stab im Beharrungszustand erfährt. Im Beharrungszustand ist die auf jede Schwingung durch Dämpfung erzeugte Wärme gleich der an die Umgebung abgegebenen Wärme. Diese letzte lässt sich durch einen Auslaufversuch in Abhängigkeit von der Temperatur des Probestabes ermitteln. In den bisherigen Veröffentlichungen haben wir die Dämpfung auf 1 kg des Probestabes bezogen und mit  $\gamma$  cm kg/kg Schwingung bezeichnet. Sobald man in die Betrachtungen auch Baustoffe mit sehr verschiedenem spezifischem Gewicht (z. B. einerseits Stahl, andererseits Leichtmetalle) hineinbezieht, ist es zweckmässiger, die Dämpfung nicht für 1 kg, sondern für 1 cm<sup>3</sup> aufzustellen. Wir wollen diese Grösse mit  $\vartheta$  (Dimension cm kg/cm<sup>3</sup> Schwingung) bezeichnen und im nachfolgenden weiter verwenden.

Bei der Verdrehung des Stabes sind die äusseren Fasern am stärksten verformt; nach der Mitte zu nimmt die Verformung linear ab. Infolgedessen wird die grösste Dämpfung aussen erzeugt werden. Der Stab hat aber an jeder Stelle seines Querschnittes etwa gleiche Temperatur und aus der Temperatur bestimmen wir die Grösse der Dämpfung. Wir beziehen deshalb die Dämpfung  $\vartheta$  auf den gesamten Querschnitt (mittlere Dämpfung). Die zu einer

bestimmten Dämpfung  $\vartheta$  gehörige Verformung  $\epsilon$  (ausgedrückt durch den infolge der Schubspannung auftretenden Gleitwinkel) messen wir aber am Umfang des Stabes ( $\epsilon_0$ ), da wir uns für irgend eine bestimmte Stelle entscheiden müssen. Solange wir uns im Gebiete des Hooke'schen Gesetzes befinden ist  $\epsilon_0 = \tau_0/G$ , wobei  $G$  der Gleitmodul und  $\tau_0$  die Schubspannung am Stabumfang ist. Die  $\vartheta/\epsilon_0$  Kurve baut auf zwei nicht zusammengehörigen Begriffen auf — mittlere Dämpfung und grösste Verformung. — Dieser Misstand kann leicht beseitigt werden, wenn man aus den unmittelbar gemessenen  $\vartheta$  Werten die Werte  $\vartheta_0$  ermittelt, die sich auf ein am Umfang — also dort, wo die Verformung  $\epsilon_0$  bestimmt wird — gelegenes Volumelement beziehen, was im folgenden geschehen soll:

Wir betrachten zwei benachbarte Punkte  $\epsilon_0$  und  $\epsilon_0 + \Delta\epsilon_0$  der  $\epsilon_0/\vartheta$  Kurve mit den zugehörigen mittleren Dämpfungen  $\vartheta$  und  $\vartheta + \Delta\vartheta$ . Die Verformungen  $\epsilon$  innerhalb eines Querschnittes sind proportional dem Abstände des Elements von der Mittellinie oder dem Halbmesser  $r$ . Bezeichnen wir mit  $r_0$  den äusseren Halbmesser des Stabes, dann ist:  $\epsilon = \epsilon_0 \frac{r}{r_0}$ . Den Uebergang vom Werte  $\epsilon_0$  zum Werte  $\epsilon_0 + \Delta\epsilon_0$  kann man sich theoretisch auch so durchgeführt denken, dass der Halbmesser des Probestabes bei gleichem Verdrehungswinkel  $\Delta\varphi$  von  $r_0$  auf  $r_0 \frac{\epsilon_0 + \Delta\epsilon_0}{\epsilon_0}$  angewachsen ist. Dann ist die innere Seele des neuen Stabes bis zum Halbmesser  $r_0$  ebenso beansprucht und verformt wie vorher, und die Zunahme  $\Delta\vartheta$  der Dämpfung rührt nur von der äusseren Schicht her, die  $r_0 \Delta\epsilon_0/\epsilon_0$  Wandstärke hat. Beachtet man ferner noch, dass sich  $\vartheta$  auf 1 cm<sup>3</sup> des Stabes bezieht, und dass das Volumen des Stabes bei der Verstärkung vom Halbmesser  $r_0$  auf  $r_0 + r_0 \Delta\epsilon_0/\epsilon_0$  im Verhältnis der Quadrate der Halbmesser, also im Verhältnis

$$\frac{\tau_0^2}{(r_0 + r_0 \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0})^2} = \sim \frac{1}{1 + 2 \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0}}$$

vergrössert worden ist, so folgt für die auf 1 cm<sup>3</sup> Baustoff bezogene Dämpfung  $\vartheta_0$  der äusseren Schicht:

$$\left. \begin{aligned} r_0^2 \left( 1 + \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0} \right)^2 (\vartheta + \Delta\vartheta) &= r_0^2 \vartheta + \left[ r_0^2 \left( 1 + \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0} \right)^2 - r_0^2 \right] \vartheta_0 \\ \left( 1 + 2 \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0} \right) (\vartheta + \Delta\vartheta) &\sim \vartheta + 2 \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0} \vartheta_0; \end{aligned} \right\} (1)$$

und daraus unter Vernachlässigung des von der nächsten Ordnung kleinen Gliedes  $2 \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0} \Delta\vartheta$ :

$$\vartheta_0 = \frac{2 \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0} \vartheta + \Delta\vartheta}{2 \frac{\Delta\epsilon_0}{\epsilon_0}} = \vartheta + \frac{\epsilon_0}{2} \frac{\Delta\vartheta}{\Delta\epsilon_0} \quad (2)$$

Dabei ist mit  $\Delta\vartheta$  der Unterschied der mittleren Dämpfung bei Randverformungen  $\epsilon_0$  und  $\epsilon_0 + \Delta\epsilon_0$  und mit  $\vartheta_0$  die zur Verformung  $\epsilon_0$  gehörige Dämpfung der Baustoffgebiete am Stabumfang bezeichnet. Wir nehmen an, dass sich  $\vartheta = f(\epsilon_0)$  durch eine Exponentialfunktion von der Art  $\vartheta = C \epsilon_0^{\kappa-1}$  darstellen lässt. Dann ist  $\frac{d\vartheta}{d\epsilon_0} = C \kappa \epsilon_0^{\kappa-2}$  und deshalb

$$\vartheta_0 = \vartheta + \frac{\epsilon_0}{2} C \kappa \epsilon_0^{\kappa-2} = \vartheta + \frac{\kappa}{2} \vartheta = \frac{\kappa+2}{2} \vartheta \quad (3)$$

Den Wert  $\kappa$  erhält man aber in bekannter Weise durch

$$\kappa = \frac{d\vartheta}{d\epsilon_0} \frac{1}{C \epsilon_0^{\kappa-1}} = \frac{d\vartheta}{d\epsilon_0} \frac{\epsilon_0}{\vartheta}, \quad (4)$$

d. h. als das Verhältnis der Kurventangente  $\frac{d\vartheta}{d\epsilon_0}$  zur Poltangente  $\frac{\vartheta}{\epsilon_0}$ .