

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85/86 (1925)**

Heft 23

PDF erstellt am: **24.09.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

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

gabe eines Werkes von Funktionstafeln. Schweizer Mustermesse 1926. Erweiterungsbau des Zürcher Kunsthhauses. — 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 fussen auf Ver-suchen, die über das Verhalten von Baustoffen bei oft wiederholten Beanspruchungen (Schwingungsbeanspruchung) angestellt worden sind, und über die im Werkstoff Aus-schuss des Vereins deutscher Eisenhüttenleute unter Nr. 36 und 60, ferner in der „Schweizer. Bauzeitung“ vom 1. No-vember 1924 und in der Zeitschrift „Maschinenbau“ 1925, Heft 11 berichtet worden ist. Hier sei nur so viel nach-getragen, dass bei diesen Versuchen ein zylindrischer Probestab *a*, der an einem Ende festgehalten ist und am andern Ende die Schwung-masse *b* trägt (Abbildung 1) durch Verdrehungsschwin-gungen, d. h. durch Schub-spannungen 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 verbun-dene Erwärmung gemessen hat. Die Erwärmung des Stabes ist eine Folge da-von, dass die Formände-rungen bei grössern 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.

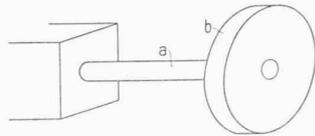


Abb. 1.

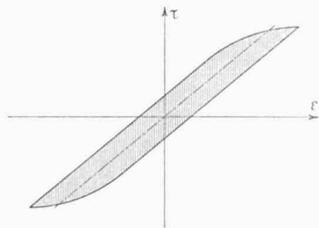


Abb. 2.

#### Festlegung der Dämpfungsgrössen.

Die Dämpfung kann aus der Temperaturerhöhung bestimmt werden, die der schwingende Stab im Beharrungs-zustand 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 Bau-stoffe 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  $\varepsilon$  (ausgedrückt durch den infolge der Schubspannung auftretenden Gleit-winkel) messen wir aber am Umfang des Stabes ( $\varepsilon_0$ ), da wir uns für irgend eine bestimmte Stelle entscheiden müssen. Solange wir uns im Gebiete des Hooke'schen Gesetzes befinden ist  $\varepsilon_0 = \tau_0/G$ , wobei *G* der Gleitmodul und  $\tau_0$  die Schubspannung am Stabumfang ist. Die  $\vartheta \varepsilon_0$  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 Ver-formung  $\varepsilon_0$  bestimmt wird — gelegenes Volumelement beziehen, was im folgenden geschehen soll:

Wir betrachten zwei benachbarte Punkte  $\varepsilon_0$  und  $\varepsilon_0 + \Delta \varepsilon_0$  der  $\varepsilon_0 \vartheta$  Kurve mit den zugehörigen mittleren Dämpfungen  $\vartheta$  und  $\vartheta + \Delta \vartheta$ . Die Verformungen  $\varepsilon$  innerhalb eines Quer-schnittes 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:  $\varepsilon = \varepsilon_0 \frac{r}{r_0}$ . Den Uebergang vom Werte  $\varepsilon_0$  zum Werte  $\varepsilon_0 + \Delta \varepsilon_0$  kann man sich theoretisch auch so durchgeführt denken, dass der Halbmesser des Probestabes bei *gleichem* Verdrehungswinkel  $\Delta \varphi$  von  $r_0$  auf  $r_0 \frac{\varepsilon_0 + \Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0}$  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  $r_0 \Delta \varepsilon_0 / \varepsilon_0$  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  $r_0 + r_0 \Delta \varepsilon_0 / \varepsilon_0$  im Verhältnis der Quadrate der Halbmesser, also im Verhältnis

$$\frac{\tau_0^2}{(r_0 + r_0 \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0})^2} = \sim \frac{1}{1 + 2 \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0}}$$

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

$$r_0^2 \left( 1 + \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0} \right)^2 (\vartheta + \Delta \vartheta) = r_0^2 \vartheta + \left[ r_0^2 \left( 1 + \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0} \right)^2 - r_0^2 \right] \vartheta_0 \quad (1)$$

$$\left( 1 + 2 \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0} \right) (\vartheta + \Delta \vartheta) = \sim \vartheta + 2 \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0} \vartheta_0;$$

und daraus unter Vernachlässigung des von der nächsten Ordnung kleinen Gliedes  $2 \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0} \Delta \vartheta$ :

$$\vartheta_0 = \frac{2 \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0} \vartheta + \Delta \vartheta}{2 \frac{\Delta \varepsilon_0}{\varepsilon_0}} = \vartheta + \frac{\varepsilon_0}{2} \frac{\Delta \vartheta}{\Delta \varepsilon_0} \quad (2)$$

Dabei ist mit  $\Delta \vartheta$  der Unterschied der *mittlern* Dämpfung bei Randverformungen  $\varepsilon_0$  und  $\varepsilon_0 + \Delta \varepsilon_0$  und mit  $\vartheta_0$  die zur Verformung  $\varepsilon_0$  gehörige Dämpfung der Baustoffgebiete am Stabumfang bezeichnet. Wir nehmen an, dass sich  $\vartheta = f(\varepsilon_0)$  durch eine Exponentialfunktion von der Art  $\vartheta = C \varepsilon_0^\kappa$  dar-stellen lässt. Dann ist  $\frac{d\vartheta}{d\varepsilon_0} = C \kappa \varepsilon_0^{\kappa-1}$  und deshalb

$$\vartheta_0 = \vartheta + \frac{\varepsilon_0}{2} C \kappa \varepsilon_0^{\kappa-1} = \vartheta + \frac{\kappa}{2} \vartheta = \frac{\kappa + 2}{2} \vartheta \quad (3)$$

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

$$\kappa = \frac{d\vartheta}{d\varepsilon_0} \frac{1}{C \varepsilon_0^{\kappa-1}} = \frac{d\vartheta}{d\varepsilon_0} \frac{\varepsilon_0}{\vartheta}, \quad (4)$$

d. h. als das Verhältnis der Kurventangente  $\frac{d\vartheta}{d\varepsilon_0}$  zur Pol-tangente  $\frac{\vartheta}{\varepsilon_0}$ .