

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Article, Published Version

**Palloks, Werner**

## **Dynamisches Verhalten von Verkehrsdämmen auf organogenen Schichten**

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106176>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Palloks, Werner (1979): Dynamisches Verhalten von Verkehrsdämmen auf organogenen Schichten. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau 41. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 84-90.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Dynamisches Verhalten von Verkehrsdämmen auf organogenen Schichten

---

Dipl.-Geophysiker Werner Palloks KdT  
Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin

Aus Untersuchungen der FAS über die Wirkung eingelagerter Schichten organogener Erdstoffe auf das Schwingungsverhalten darüberliegender Aufschüttungen ist bekannt, daß derartige Schichtenfolgen ausgeprägte schwingungsfähige Systeme bilden /2/.

Durch Schwingungsuntersuchungen an Abschnitten eines Bahndammes sollten die Eigenschaften derartiger schwingungsfähiger Systeme ermittelt und gegebenenfalls Kontrollmöglichkeiten für Sanierungsmaßnahmen abgeleitet werden.

### 1. Schwingungsanregung

Die Anregung des Dammes zu Schwingungen erfolgte sowohl durch Stoß (Sprung einer Person) als auch durch einen mechanischen Unwucht-Schwingungserreger. Die Stoßanregung des Dammes durch Sprung einer Person gelang außerordentlich gut. Es konnten saubere Ausschwingvorgänge registriert werden, aus denen die Eigenfrequenz  $f$  (Hz) und das logarithmische Dekrement  $\Lambda$  ermittelt werden konnte. Vergleichsmessungen mit Aufnahme vollständiger Amplituden-Frequenzkurven (Abb. 1) bestätigten die Ergebnisse aus der Stoßanregung.

### 2. Berechnung der Dammverformungen

Für die Berechnung der Bettungsziffer und der Biegelinie des als Balken mit trapezförmigen Querschnitt elastisch auf dem Boden (Torfschicht) gelagerten idealisierten Bahndammes wurde nach /1/ die Theorie von Rayleigh herangezogen. In Abb. 2 sind die Formeln für die Balkenbiegelinie und Näherungslösungen für die niedrigste Eigenfrequenz dargestellt. Nach Formel (1) ist die statische Verformung der Dammachse berechnet worden. Dafür wurde die Bedingung  $w(x)=0$  für  $x=0,97$  m aus der gemessenen Verformungskurve bei periodischer Anregung übernommen, so daß

für die Berechnung der statischen Verformung keine Annahmen über E-Modul und Flächenträgheitsmoment getroffen werden mußten. In Abb. 3 sind die errechneten statischen Verformungen der Dammlängsachse den gemessenen dynamischen Verformungen gegenübergestellt. Darüber hinaus konnte die Lage der Biegelinie des als Balken betrachteten Bahndammes durch Rechnung unter Berücksichtigung der E-Moduli der beteiligten Damnteile (Schiene, Schotter, Sandschüttung) und damit das Flächenträgheitsmoment recht genau erhalten werden. Damit kann unter Berücksichtigung der nachfolgend beschriebenen Beziehungen zwischen Balkenbettungszahl und Mächtigkeit der Torfschicht eine näherungsweise Berechnung des Verformungsverhaltens des Dammes ohne vorherige Schwingungsversuche erfolgen.

### 3. Dynamische Bettungsziffer des Torfes

Die Bettungszahl  $K$  wurde mit Hilfe der gemessenen Eigenfrequenz nach Formel (3), Abb. 2 berechnet. Der Zusammenhang zwischen der daraus ermittelten dynamischen Bettungsziffer  $C_z$  und der Mächtigkeit der Torfschicht ist in Abb. 4 dargestellt. Es ist eine direkte lineare Beziehung zwischen beiden Größen erkennbar. Einen Anhaltspunkt für die Richtigkeit der rechnerischen Erfassung der Geometrie des Dammes gibt der  $C_z$ -Wert für den Abschnitt, an dem die Mächtigkeit des Dammes  $h_A = 6,1$  m beträgt. Dieser Wert fügt sich trotz der großen Dammhöhe gut in diese Abhängigkeit (Abb. 4) ein.

### 4. Zugüberfahrten

Der Einfluß von Zugüberfahrten auf die Größe der erzeugten Schwingungen konnte an einigen Streckenabschnitten zu einem Zeitpunkt erfaßt werden, an dem eine Geschwindigkeitsbegrenzung bestand. Damit wurde der nicht genügend bekannte Einfluß der Zuggeschwindigkeit auf die Dammschwingungen aus diesen Messungen ferngehalten. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von ca. 30 km/h traten in Damm-Mitte maximale Schwinggeschwindigkeiten zwischen 1 und 5  $\text{mms}^{-1}$  auf, wobei die Größe der Erschütterungen offensichtlich durch die Baugrundbedingungen bestimmt wird.

Zwischen den maximalen Schwinggeschwindigkeiten aus Stoßanregung und Zugüberfahrt konnte in erster Näherung eine lineare Abhängigkeit festgestellt werden.

Mit höheren Zuggeschwindigkeiten vergrößerten sich auch die erzeugten Erschütterungen. Es wurden maximale Schwinggeschwindigkeiten um  $12 - 15 \text{ mms}^{-1}$ , mit vorherrschenden Frequenzen zwischen 3 und 5 Hz gemessen, was maximale Schwingamplituden von 0,8 mm entspricht. Es muß hierzu festgestellt werden, daß die gemessene erzwungene Bewegung aus dem Wechsel der Überfahrt der einzelnen Achsen resultiert. Die Gesamteinsenkung bei Annäherung und Überfahrt eines Zuges konnte meßtechnisch wegen der sehr niedrigen Frequenzen nicht ermittelt werden.

## 5. Schlußfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß die Mächtigkeit der dem Bahndamm unterlagerten Torfschichten einen direkten Einfluß auf das Schwingungsverhalten des gesamten Bahndammes hat. Die eingesetzten Methoden zur Bestimmung des Schwingungsverhaltens haben ihre Aussagefähigkeit bewiesen. Es sind weitere Untersuchungen erforderlich, um eine Korrelation der bodenphysikalischen Kennwerte des Torfes mit der dynamischen Bettungszahl zu ermöglichen.

## Literatur

### /1/ Heidrich, W.:

Entstörungsmöglichkeiten von Schwingungsquellen  
F/E-Abschlußbericht Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin 1975 (unveröff.)

### /2/ Palkos, W.:

Dynamische Einwirkung auf Bauwerke bei der Herstellung von Hammgründungen.

Bauplanung-Bautechnik 32 (1978) 3, S. 110 - 112



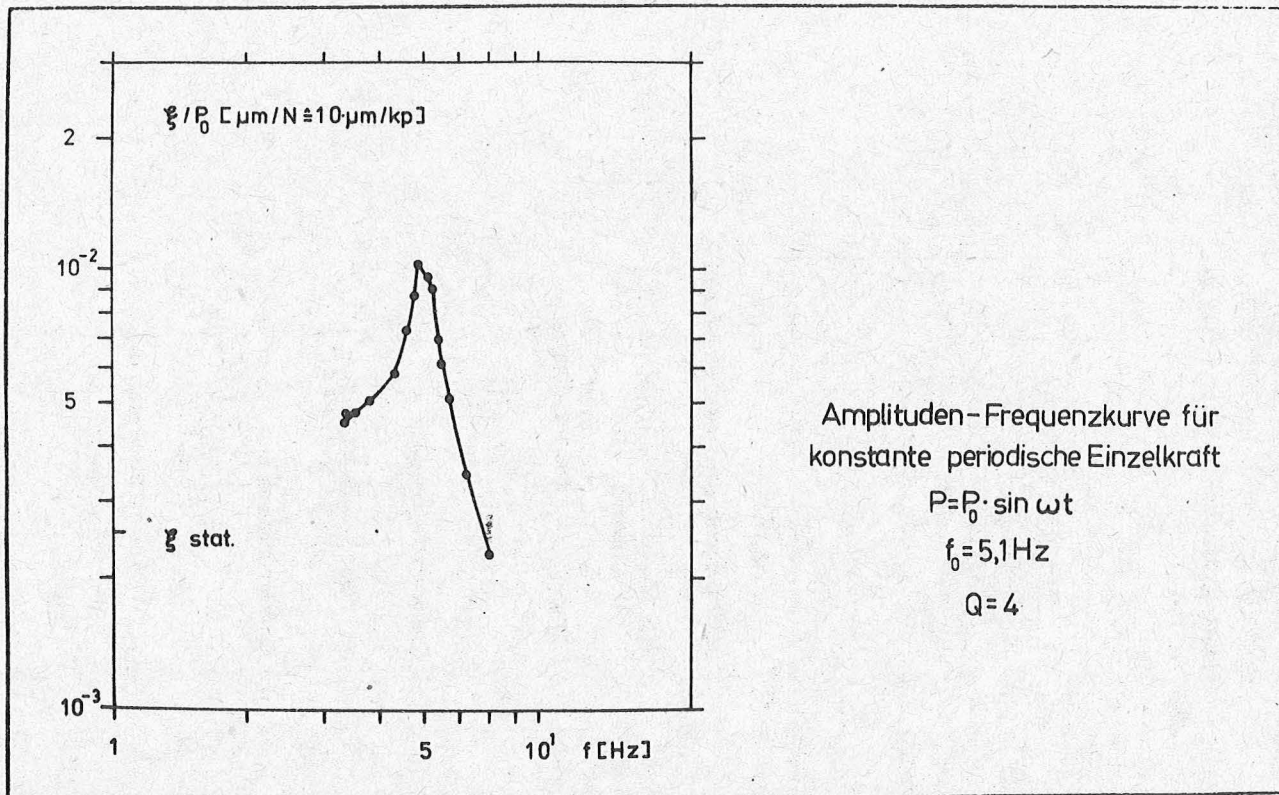
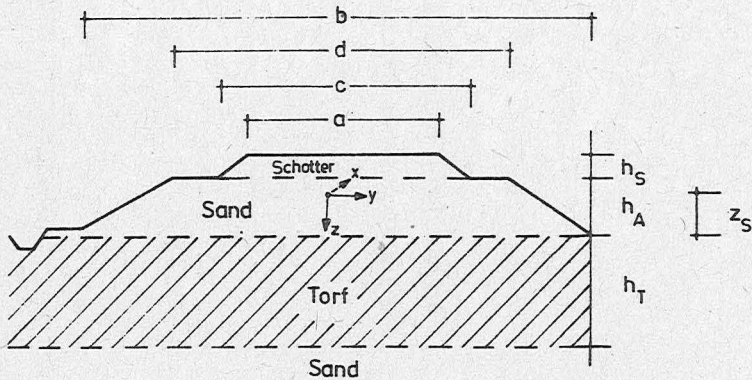


Abb. 1 Gemessene Amplituden-Frequenzkurve eines auf Torf geschütteten Bahndammes

## Balkenschwingung nach Rayleigh



### 1. Durchbiegung $w(x)$ unter Einzelkraft $P$

$$w(x) = \frac{P}{\sqrt{2} \cdot K \cdot L} \cdot e^{-\frac{x}{L}} \cdot \sin\left(\frac{x}{L} + \frac{\pi}{4}\right)$$

mit  $K = C_z \cdot b =$  Balkenbettungszahl

$$L = \left(\frac{4 E \cdot I_y}{K}\right)^{1/4}$$

### 2. Eigenkreisfrequenz $\omega_1$

$$\omega_1 = \left(\frac{16 E I_y K}{4 m L^3 K + 12 \rho F E I_y}\right)^{1/2}$$

### 3. Eigenkreisfrequenz $\omega_1$ für $m=0$

$$\omega_1 = \left(\frac{4 K}{3 \rho F}\right)^{1/2}$$

→ mit bekanntem  $\omega_1$

$$K = \frac{3 \rho F \omega_1^2}{4}$$

Abb. 2

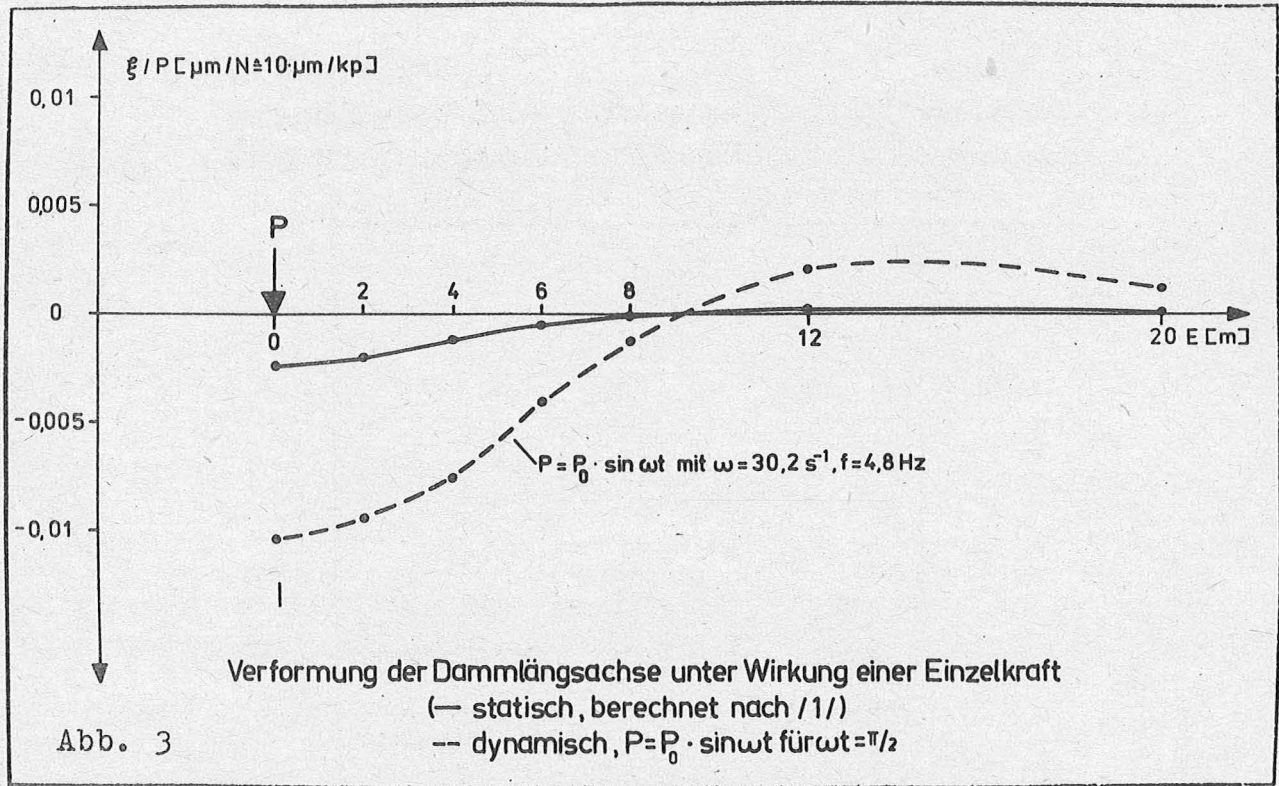
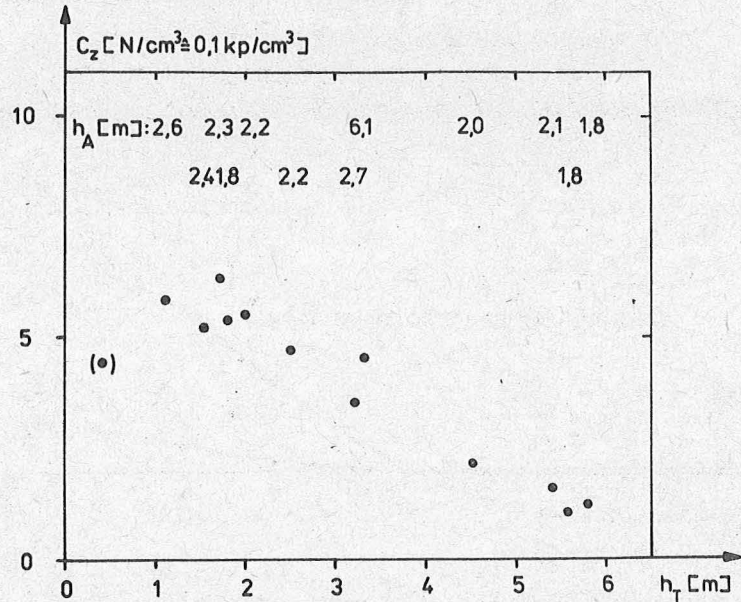


Abb. 3



Abhängigkeit der dynamischen Bettungsziffer  $C_z$  eines Dammes von der Mächtigkeit  $h_T$  der unterlagerten Torfschicht ( $h_A$  = Mächtigkeit der Aufschüttung)

Abb. 4