Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **73/74 (1919)**

Heft 12

PDF erstellt am: **09.05.2024**

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.e-periodica.ch

INHALT: Ueber die Schüttelschwingungen des Kuppelstangentriebes. — Wettbewerb für die Rötibrücke in Solothurn. — Die Holzfeuerung der Lokomotiven. — Wettbewerb zur Ueberbauung des Obmannamt-Areals in Zürich. — Miscellanea: Mustergruppe von Kleinwohnhäusern in Zürich. Elektrifizierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen. Eine Ausstellung für Kleinwohnungsbau und Siedelungswesen. Elektrifizierung der Arlbergbahn. Denzler-Stiftung. Die Ausstellung für Friedhofkunst in Lausanne. — Konkurrenzen: Eisenbahnbrücke bei den Arsta-Inseln in Stockholm. Dekorativer Schmuck für den Museum-Neubau in St. Gallen. Grundsatzwidriger Wettbewerb. — Preisausschreiben. Preisfragen der Schläfli-Stiftung. — Vereins-nachrichten: Bündnerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehem. Studierender: Geschäftsbericht des Generalsekretärs; Protokoll der XXXV. Generalversammlung mit 50jähr. Jubiläum der G. e. P.; Stellenvermittlung.

Band 74. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 12.**

Ueber die Schüttelschwingungen des Kuppelstangentriebes.

Von *Dr. Karl E. Müller*, Ingenieur, Zürich.

Das vorliegende Problem und seine Wichtigkeit für den Bau elektrischer Lokomotiven ist den Lesern dieser Zeitschrift durch verschiedene Aufsätze von Prof. Dr. *W. Kummer*[1]) bekannt, der auch die Untersuchungen, über die hier berichtet werden soll, angeregt hat. Es handelt sich um die Vorausbestimmung von Bereichen von gefährlichen Drehzahlen („Schüttelgebieten"), die an Parallel-Kurbelgetrieben oder Kuppelstangentrieben elektrischer Lokomotiven beobachtet wurden. Die gleichen Erscheinungen zeigte ein Versuchmodell, das die A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden gebaut hat und das von *J. Buchli*,[2]) in qualitativer Hinsicht untersucht wurde. Die Firma war so freundlich, uns dieses Modell zwecks Vornahme von quantitativen Versuchen zur Verfügung zu stellen. Mit Rücksicht darauf musste die Theorie von Kummer verallgemeinert werden; dies führt auf Schwingungen eines Systems mit zeitlich veränderlicher Elastizität, für deren Behandlung *E. Meissner*[3]) die nötige mathematische Belehrung gegeben hat. Der nachfolgende erste Abschnitt der theoretischen Entwicklungen, die wir der Mitteilung der Versuchergebnisse vorausschicken, dürfte daher als technisches Beispiel für solche Schwingungen auch allgemeineres Interesse beanspruchen.

1. Die Instabilitätsgebiete des spielfreien Kuppelstangentriebes.

a) Ableitung der Differentialgleichung.

Wir betrachten zwei starre Massen mit den Trägheitsmomenten Θ_1 und Θ_2 (Abbildung 1), die federnd auf den als starr und spielfrei gelagert angenommenen elastischen Wellen befestigt sind. Jede Welle trägt zwei Kurbeln, die in spannungsfreiem Zustand des Getriebes um 90° gegeneinander versetzt sind. Die verbindenden Stangen sollen massenlos (wie auch die Wellen) und deformierbar sein.

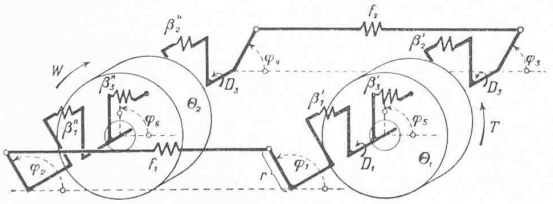

Abbildung 1.

Die elastische Deformierbarkeit ist in der Abbildung durch Federn schematisch angedeutet. Im Ruhezustand soll sein:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_5 = \varphi_6; \quad \varphi_3 = \varphi_4 = \varphi_1 - \frac{\pi}{2}$$

Ein treibendes Drehmoment T, an Θ_1 angreifend, dem im Stillstand ein widerstehendes, an Θ_2 angreifendes Drehmoment W das Gleichgewicht hält, deformiert nun die Konstruktionsteile folgendermassen:

Θ_1 eilt der Welle vor um $T \cdot \beta_3' = (D_1 + D_3) \cdot \beta_3'$

die Welle eilt Θ_2 vor um $T \cdot \beta_3'' = (D_1 + D_3) \cdot \beta_3''$

Verdrehung der vorderen Wellenstücke: $D_1 \beta_1'$ bezw. $D_1 \beta_1''$

Verdrehung der hinteren Wellenstücke: $D_3 \beta_2'$ bezw. $D_3 \beta_2''$

D_1 und D_3 bestimmen die Verteilung des Gesamtdrehmomentes auf die beiden Getriebehälften; es gilt stets

$$D_1 + D_3 = T$$

im Stillstand. Ferner bedeuten die Elastizitätskonstanten β die im Bogenmass ausgedrückte elastische Verdrehung der betreffenden Konstruktionsteile für ein Drehmoment 1 *cmkg*. Die Stangenkräfte S_1 und S_2 verlängern die Stangen um

$$\Delta l_1 = f_1 \cdot S_1 \text{ und } \Delta l_2 = f_2 \cdot S_2,$$

wodurch die Grössen f definiert sind. Da ferner, wenn r den Kurbelradius bezeichnet, die Beziehungen bestehen:

$$D_1 = S_1 \cdot r \cdot \sin \varphi_1; \quad D_3 = S_2 \cdot r \cdot \sin \varphi_3$$

so wird

$$\left.\begin{aligned}
\varphi_1 - \varphi_2 &= \frac{\Delta l_1}{r \sin \varphi_1} = \frac{D_1 \cdot f_1}{r^2 \sin^2 \varphi_1} = \frac{D_1 \cdot \gamma_1}{\sin^2 \varphi_1} \\
\varphi_3 - \varphi_4 &= \frac{\Delta l_2}{r \sin \varphi_3} = \frac{D_3 \cdot f_2}{r^2 \sin^2 \varphi_3} = \frac{D_3 \cdot \gamma_2}{\sin^2 \varphi_3} \\
\varphi_5 - \varphi_1 &= (D_1 + D_3)\, \beta_3' + D_1 \beta_1' \\
-\frac{\pi}{2} + \varphi_5 - \varphi_3 &= (D_1 + D_3)\, \beta_3' + D_3 \beta_2' \\
\varphi_2 - \varphi_6 &= (D_1 + D_3)\, \beta_3'' + D_1 \beta_1'' \\
+\frac{\pi}{2} + \varphi_4 - \varphi_6 &= (D_1 + D_3)\, \beta_3'' + D_3 \beta_2''
\end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (1)$$

worin man sich durch Einführung der neuen Konstanten γ_1 und γ_2 vom Kurbelradius r unabhängig macht. Wir möchten betonen, dass die Konstanten γ und β von allgemeinerer Bedeutung sind, als die schematische Abbildung erkennen lässt. Es sind vielmehr drei verschiedene Deformationen berücksichtigt, die der Stangenkraft, dem Drehmoment einer Getriebeseite und dem Gesamtdrehmoment proportional gesetzt werden. Beispielsweise könnte in γ die Durchbiegung der Lagerböcke mitgemessen werden.[1])

Es ist nun das Kennzeichen der statischen Betrachtungsweise, dass sie bei den Gleichungen (1) oder, je nach den konstruktiven Verhältnissen, bei analogen Beziehungen stehen bleibt; nach beliebiger Wahl von $D_1 + D_3$ findet man durch Probieren D_1 und D_3 so, dass diese Deformationsgleichungen erfüllt werden. Sobald jedoch das Getriebe in Bewegung ist, müssen richtigerweise Bewegungs-Gleichungen berücksichtigt werden, die in unserem Falle lauten:

$$\left.\begin{aligned}
T - (D_1 + D_3) &= \Theta_1 \frac{d^2 \varphi_5}{dt^2} \\
(D_1 + D_3) - W &= \Theta_2 \frac{d^2 \varphi_6}{dt^2}
\end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (2)$$

Nach Einführung der Abkürzungen

$$\beta_1 = \beta_1' + \beta_1''; \quad \beta_2 = \beta_2' + \beta_2''; \quad \beta_3 = \beta_3' + \beta_3''; \quad (3)$$

gewinnt man aus den Gleichungen (1)

$$\left.\begin{aligned}
\varphi_5 - \varphi_6 &= D_1 \beta_1 + \beta_3 (D_1 + D_3) + \frac{\gamma_1 D_1}{\sin^2 \varphi_1} \\
\varphi_5 - \varphi_6 &= D_3 \beta_2 + \beta_3 (D_1 + D_3) + \frac{\gamma_2 D_3}{\sin^2 \varphi_3}
\end{aligned}\right\} \quad . \quad (1a)$$

woraus ferner

[1]) Vergl. deren Zusammenfassung in Bd. LXVI, Seite 68 (7. Aug. 1915).

[2]) *J. Buchli*, Studien über den Kuppelstangenantrieb bei elektrischen Lokomotiven E. T. Z. 1914, Seite 612; im Auszug wiedergegeben in Bd. LXIV, Seite 136 der „Schweiz. Bauzeitung" (19. Sept. 1914).

[3]) *E. Meissner*. Ueber Schüttelerscheinungen in Systemen mit periodisch veränderlicher Elastizität. „Schweiz. Bauzeitung", Band 72, 1918, Seite 95 bis 98.

[1]) Es waren allerdings die Wellen als starr gelagert vorausgesetzt; bei vorhandener Deformation der Lager muss daher gefordert werden, dass die dabei auftretenden Trägheitskräfte genügend klein bleiben.