

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73/74 (1919)
Heft: 12

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: 20.01.2026

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

INHALT: Ueber die Schüttelschwingungen des Kuppelstangentriebes. — Wettbewerb für die Röti-brücke 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 Siedlungswesen. — Elektrifizierung der Arlbergbahn. Denzler-Stiftung. Die Ausstellung für Friedhofskunst

in Lausanne. — Konkurrenz: Eisenbahnbrücke bei den Arsta-Inseln in Stockholm. Dekorativer Schmuck für den Museum-Neubau in St. Gallen. Grundsatzwidriger Wettbewerb. — Preisauftschreiben. Preisfragen der Schläfli-Stiftung. — Vereins-nachrichten: Bündnerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehem. Studierender: Geschäftsbericht des Generalsekretärs; Protokoll der XXXV. Generalversammlung mit 50-jähr. 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. Kummer¹⁾ 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. Buchli²⁾ 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. Meissner³⁾ die nötige mathematische Belehrung gegeben hat. Der nachfolgende erste Abschnitt der theoretischen Entwicklungen, die wir der Mitteilung der Versuchsergebnisse 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° gegenüber versetzt sind. Die verbindenden Stangen sollen massenlos (wie auch die Wellen) und deformierbar sein.

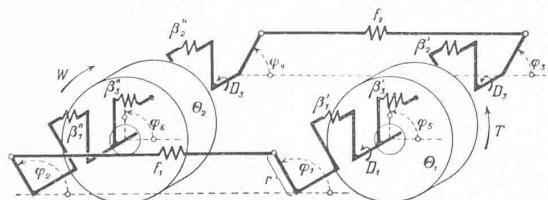


Abbildung 1.

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, deformed nun die Konstruktionsteile folgendermassen:

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 Schüttlerscheinungen in Systemen mit periodisch veränderlicher Elastizität. „Schweiz. Bauzeitung“, Band 72, 1918, Seite 95 bis 98.

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: $D_1 \beta_1'$ bzw. $D_1 \beta_1''$
Verdrehung der hinteren Wellenstücke: $D_3 \beta_2'$ bzw. $D_3 \beta_2''$

D_1 und D_3 bestimmen die Verteilung des Gesamtdrehmomentes auf die beiden Getriebekörper; 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

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

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 Bewegungsgleichungen berücksichtigt werden, die in unserem Falle lauten:

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

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)

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

woraus ferner

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.