

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **113/114 (1939)**

Heft 5

PDF erstellt am: **26.09.2024**

### **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: Schwingungsablenkung durch permanente Teilresonanz. — Die Spaltung des Uran. — Kirche in Merligen am Thunersee. — Internat. Vereinigung für Brücken- und Hochbau. — Krematorium mit Abdankungshalle Thun. — Mitteilungen: Neue Brücken und Hochbauten in Finnland. Georg Simon Ohm. Pneumat. Flüssigkeitsstandanzeiger. Sprachmaschine.

Die Abteilung «Soll und Haben». Walensestrasse. Ein internat. Kongress für Gartenkunst. Elektrische Ae<sup>1/8</sup> Lokomotive der BLS. Internationale Tagung für Physik. — Wettbewerbe: «Wohnbedarfs-Möbelwettbewerb». — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortragskalender.

Band 114

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich  
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 5

### Schwingungsablenkung durch permanente Teilresonanz

1. *Das Problem.* Unter stationären Verhältnissen ist das vom Propeller eines Flugzeugs zu überwindende Moment  $-C_0$  konstant, während das Antriebsmoment  $C(t)$  des Motors um den Mittelwert  $C_0$  periodisch schwankt. Die mit der mittleren Winkelgeschwindigkeit  $\Omega$  umlaufende Kurbelwelle denken wir uns, um die grösste der zu treffenden Vereinfachungen gleich zu nennen, ersetzt durch ein  $C(t)$  unterworfenen Schwungrad vom Trägheitsmoment  $I$  und eine Welle von der Federkonstanten  $c$ , an deren andern Ende die  $-C_0$  ausgesetzte Luftschraube vom Trägheitsmoment  $I_1$  sitzt. Ein konstantes Antriebsmoment  $C(t) = C_0$  würde eine feste Verdrehung  $\zeta_0 = -C_0/c$  des Propellers gegenüber dem Schwungrad bewirken, ein Antriebsmoment von der Form  $C(t) = C_0(1 + a \sin v\Omega t)$  hingegen eine im gleichen Takt wiederkehrende Verdrehung  $\zeta = C_0 \left[ -\frac{1}{c} + b \sin v\Omega t \right]$ , mit der (theoretischen) Schwingungsamplitude

$$b = \frac{a}{I(v^2\Omega^2 - \omega_0^2)} \dots \dots \dots (1)$$

Hierin ist

$$\omega_0 = \sqrt{c \left( \frac{1}{I} + \frac{1}{I_1} \right)} \dots \dots \dots (2)$$

die freie Pulsation des Verbandes. Diese in Resonanznähe ( $\omega_0 \approx v\Omega$ ) gefährliche Schwingung gilt es von der Kurbelwelle fernzuhalten.

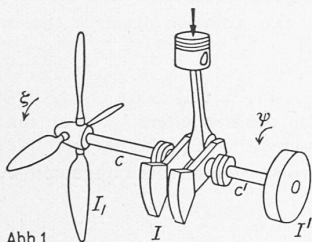


Abb. 1  
Drehzahlbedingter Resonator

2. *Ein drehzahlbedingter Resonator.* Nach Abb. 1<sup>1)</sup> kann man versuchen, die Schwingung auf ein federnd angesetztes zweites Schwungrad abzulenken (Federkonstante  $c'$ , zusätzliches Trägheitsmoment  $I'$ ), dergestalt, dass, bei gleicher, konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\Omega$  der Luftschraube  $I_1$  und des Schwungrads  $I$ , also  $f$ -ter Verdrehung  $\zeta_0 = -C_0/c$ , das Moment  $C_0 a \sin v\Omega t$  durch das von der Feder  $c'$  ausgeübte ständig aufgehoben wird:

$$-C_0 a \sin(v\Omega t) = c' \psi; \dots \dots \dots (3)$$

$\psi$  = Verdrehung, gegenüber  $I$ , des Schwungrads  $I'$ . Da dieses andererseits, dem Drallsatz

$$-c' \psi = I'(\Omega + \dot{\psi}) = I' \ddot{\psi}$$

gehorchend, relativ zu  $I$  eine harmonische Schwingung der Pulsation  $\sqrt{\frac{c'}{I'}}$  vollführt, ist die Beziehung (3) nur erfüllbar, wenn

$$v\Omega = \sqrt{\frac{c'}{I'}} \dots \dots \dots (4)$$

d. h. nur dann, wenn die anregende mit der Eigenfrequenz des zusätzlichen Schwingers  $c', I'$  (bei fester Aufhängung) übereinstimmt. Dieses Zusammentreffen, wo die getroffene Frequenz nicht, wie bei eigentlicher Resonanz, eine Eigenfrequenz des Verbandes, sondern eines Teils desselben ist, nenne ich eine *Teilresonanz*. Der zugefügte Resonator, der sie ermöglicht, erhöht zugleich die Zahl der Eigenfrequenzen des Verbandes von 1 auf 2. Da die Teilresonanzbedingung (4) die Drehschnelle  $\Omega$  enthält, bedeutet Teilabstimmung bei einer Umlaufzahl des Motors Verstimmung bei jeder anderen. Bei variabler Drehzahl versagt der Resonator.

3. *Ein permanenter Resonator.* Aus (4) würde  $\Omega$  herausfallen, wenn dieser Grösse auch die Eigenfrequenz des zusätzlichen Schwingers proportional wäre. Das trifft aber, bei vernachlässigter Schwerkraft, für kleine Schwingungen eines Pendels zu, dessen Aufhängepunkt eine gleichförmige Kreisbewegung mit der Winkelgeschwindigkeit  $\Omega$  ausführt: Denken wir uns in Abb. 1 den Schwinger  $c', I'$  ersetzt durch ein nach Abb. 2 an dem Schwungrad  $I$  im Punkt  $Z$  vom Axabstand  $r$  aufgehängtes mathematisches Pendel von der Länge  $l$  und der im Punkt  $S$  konzentrierten Masse  $M$ : Ist es wirksam, so rotieren Propeller

<sup>1)</sup> Entnommen dem Aufsatz von O. Kraemer «Schwingungstilgung durch das Taylor-Pendel» in Z.VDI, Bd. 82 (1938), Nr. 45.

und Kurbelwelle wiederum mit konstanter Drehschnelle  $\Omega$ ; unter dem Einfluss der in Abb. 2 eingezeichneten Trägheitskräfte, d. h. der Bewegungsgleichung  $l\ddot{\psi} + R\Omega^2 \sin \gamma \approx l\ddot{\psi} + r\Omega^2 \psi = 0$ , ist die kleine relative Schwingung des Pendels harmonisch von der

Pulsation  $\sqrt{\frac{r}{l}} \Omega$ ; das von ihm um die Motoraxe ausgeübte Moment ist, bei Vernachlässigung kleiner Grössen höherer Ordnung, wegen  $2l\dot{\psi} \ll R\Omega$ , einerseits gleichfalls harmonisch von dieser Pulsation, nämlich  $= MR\Omega^2 r \psi$ , andererseits  $= -C_0 a \sin(v\Omega t)$ ,

woraus jetzt die Teilresonanzbedingung  $v\Omega = \sqrt{\frac{r}{l}} \Omega$ , oder

$$\frac{r}{l} = v^2 \dots \dots \dots (5)$$

folgt. Da diese Gleichung  $\Omega$  nicht enthält, besteht jetzt Teilresonanz entweder bei keiner oder bei jeder Drehzahl: (5) ist die Bedingung für *permanente* Teilresonanz<sup>2)</sup>. Konstruktiv ist sie leichter als mit einem rotierenden, mit einem Translationspendel zu verwirklichen.

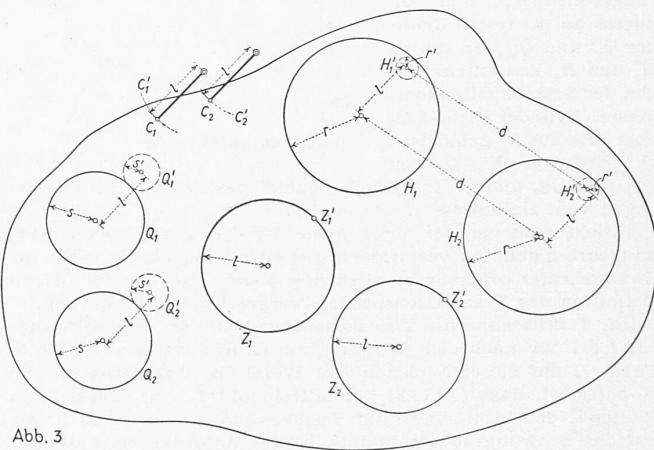


Abb. 3  
Translationspendel

4. *Translationspendel.* So nenne ich eine Scheibe dann, wenn sie erstens kreisförmige Translationen ausführen kann, und wenn zweitens die ihre Bewegungsfreiheit einschränkenden Zwangskräfte stets senkrecht zu der jeweiligen Geschwindigkeit, d. h. der momentanen Kreistangente stehen. Z. B. beschreiben bei einer Bewegung des in Abb. 3 skizzierten sog. Viergelenkpendels alle Scheibenpunkte Kreisbögen vom Radius  $r \pm l$  offenbar von einem festen Kreis  $K'$  ( $H_1', Q_2'$ ) vom Radius  $|r - l|$  umhüllt:  $K$  und  $K'$  sind konjugierte Profile. Zu einem Kreis vom Radius  $l$  (z. B.  $Z_1$ ) ist ein Punkt ( $Z_1'$ ), zu einem Punkt (z. B.  $C_2$ ) ein Kreis ( $C_2'$ ) vom Radius  $l$  konjugiert. Durch Verschiebung der aus der augenblicklichen Lage eines Scheibenkreises  $K_1$  und seines konjugierten Kreises  $K_1'$  gebildeten Figur erhält man ein zweites Paar  $K_2, K_2'$  von konjugierten Kreisen. Die momentane Translationsgeschwindigkeit hat die Richtung der ge-

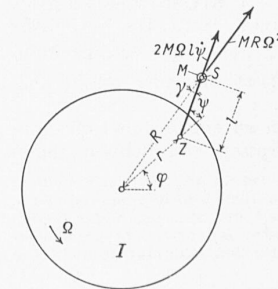


Abb. 2  
Permanenter Resonator

<sup>2)</sup> Auf eine solche zielt auch der Vorschlag von E. Meissner ab, mit der Welle quecksilbergefüllte, im Zentrifugalfeld kommunizierende Röhren umlaufen zu lassen und die Eigenschwingung des Flüssigkeitsfadens auf die Störfrequenz abzustimmen — eine der im Text behandelten hinsichtlich des Verschleisses offenbar überlegene Lösung. Siehe Verhandlungen des 3. Internat. Kongresses für techn. Mechanik (1930), T. III, S. 199.