

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 12 (1921)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Die kritischen Drehzahlen der Kurbelgetriebe elektrischer Lokomotiven  
**Autor:** Kummer, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060423>

#### **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:** 17.02.2026

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

## Die kritischen Drehzahlen der Kurbelgetriebe elektrischer Lokomotiven.<sup>1)</sup>

Neue Entgegnung von Prof. Dr. W. Kummer, Zürich.

Soweit sich die neue, auf Seite 160 ff. letzter Nummer abgedruckte Aeusserung von A. Wichert auf meine Entgegnung auf Seite 74 und 75 des „Bulletin“ bezieht, gibt sie mir keinen Anlass, meine damalige Entgegnung zurückzunehmen oder auch nur zu ändern.

Meine neue Entgegnung ist ausschliesslich veranlasst durch Wicherts Hinweis auf seinen neuesten Artikel in Heft 17 der „E. T. Z.“ 1921, durch den er „ein in wissenschaftlicher Forschung erkanntes Prinzip“ durch Messungen an fahrenden Lokomotiven bewiesen zu haben glaubt. Das Prinzip, bezw. die Hypothese, die Wichert, wie ich nicht bestreite, erkannt hat, liegt in der Formulierung eines eigentlichen, bei Vorhandensein von Lagerspiel vorliegenden „Schütteltaktes“ für das „Einschwingen der Lagerzapfen in das Spiel“. Diese Hypothese liefert aber nur einen Teil der Lösung des Problems der Schüttelschwingungen und führt auf erzwungene Schwingungen, die nach Wichert für das Verhältnis „Frequenz zu Drehzahl“ die Reihe:  $2 \cdot \left( \frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots \right)$  ergeben sollen. Nun weise ich vor allem darauf hin, dass Wicherts Darstellung deswegen nur eine teilweise Lösung des Problems bilden kann, weil er die Bedeutung der harmonischen Schwingung, sowie der „quasi-harmonischen“ Schwingung im Sinne der Differentialgleichung von Dr. K. E. Müller<sup>2)</sup> für das vorliegende Problem ablehnt, während doch allein die harmonische, sowie die „quasi-harmonische“ Schwingung die elastische Eigenfrequenz liefern können. Der „Schütteltakt“ im Sinne der Hypothese Wicherts ist gar nicht durch ihn selbst, sondern erst durch Dr. K. E. Müller auf meine Veranlassung hin richtig behandelt und das Ergebnis als *Teillösung* in das ganze Problem eingeordnet worden<sup>3)</sup>, wobei Müller für das Verhältnis „Frequenz zu Drehzahl“ die für ein *symmetrisches* Lagerspiel zu erwartende Reihe:  $4 \cdot \left( \frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots \right)$  feststellte, die

Wichert laut Seite 46 und 47 sowie 161 des „Bulletin“ von 1921 der Arbeit von E. Meissner zuschreibt, in der sie weder enthalten, noch auch nur angedeutet ist. Aus dieser Reihe besitzt jedoch nur die ganzzahlige Gruppe 4 – 2 – 1 eine tatsächliche Bedeutung, wobei hinzukommt, dass die Gruppe 4 – 2 – 1 auch ein Bestandteil der vollständigen Reihe: ..., 6, 5, 4, 3, 2, 1 ist, auf die die Auflösung der Differentialgleichung Müllers hinweist.

In Heft 17 der „E. T. Z.“ 1921, Seite 427 bis 430 hat Wichert Schwingungsaufnahmen am Anker des einzigen Motors einer fahrenden 1 C 1-Lokomotive veröffentlicht, durch die er seine Reihe:  $2 \cdot \left( \frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots \right)$  für das Verhältnis „Frequenz zu Drehzahl“ glaubt beweisen zu können. Dabei übersieht er aber, dass nur die *erzwungene* Schwingung zur Drehzahl in Beziehung gebracht werden darf, dass also nur Diagramm-Stellen mit ausgesprochener *Resonanz* dazu zulässig sind, wie sich solche im Diagramm auf Seite 428 und 429 der „E. T. Z.“ 1921 lediglich an den mit „n“ und mit „p“ bezeichneten Stellen vorfinden. Da daselbst „2 Schwingungen auf 2 Umdrehungen“, bezw. „2 Schwingungen auf 1 Umdrehung“ fest-

<sup>1)</sup> Nachdem unsere Leser Gelegenheit hatten, von beiden Seiten Rede und Gegenrede zu hören, schliessen wir hiermit diese Diskussion.  
Die Redaktion.

<sup>2)</sup> In meiner bezüglichen Berichterstattung auf Seite 240 des „Bulletin“ von 1920 ist ein Schreibfehler bisher unberichtigt geblieben; auf Zeile 22 (Mitte der Seite 240) soll es statt  $\mu = 1$  richtiger  $\mu = 2$  heissen.

<sup>3)</sup> Auf Seite 41 bis 47 von Müllers Dissertation, sowie auf Seite 155 bis 156 von Bd. LXXIV der „Schweiz. Bauzeitung“ 1919.

gestellt wurden, beweist das Diagramm für das Verhältnis „Frequenz zu Drehzahl“ lediglich die Zahlengruppe 2 – 1, die sich nicht nur in Wicherts Reihe, sondern auch in der 1914/1915 von mir veröffentlichten Gruppe 4 – 2 – 1 (Fälle a, b, c laut Seite 239 des „Bulletin“ von 1920), sowie auch in der vollständigen Reihe ... 6, 5, 4, 3, 2, 1 vorfindet. Dass in Wicherts Diagramm die wichtige Zahl 4 (vergleiche die Beispiele 1, 2, 3 auf Seite 241 des „Bulletin“ von 1920) nicht feststellbar war, beruht darauf, dass für die betreffende Lokomotive die vierfache Frequenz bei so kleiner Geschwindigkeit auftreten müsste, dass dabei die bewegten Triebwerksmassen gar keine nennenswerte kinetische Energie aufweisen und deshalb eine Resonanz zufolge reichlich vorhandener Dämpfung nicht merkbar sein kann. Wicherts Diagramm zeugt somit eher gegen ihn, als für ihn.

Die Entscheidung darüber, ob ich auf Seite 74 des „Bulletin“ von 1921 zu Unrecht von Wicherts beharrlich wiederkehrender Polemik gegen „Andersgläubige“ sprach, überlasse ich besonders denjenigen Lesern, die auch von Wicherts Veröffentlichung in Heft 17 der „E. T. Z.“ von 1921 Kenntnis genommen haben.

## Miscellanea.

**Sprengverfahren für Mastlöcher.** Am 30. Juni abhin sind in Luzern Versuche veranstaltet worden, zu welchen eine grosse Zahl Personen eingeladen worden waren, die dafür Interesse haben konnten. Es handelte sich um das Verfahren, welches laut „E. T. Z.“ vom 13. Januar 1921 von einer Dresdener Dynamitfabrik ausgearbeitet worden ist. Diese ist in der Schweiz durch Herrn Ing. Ad. Silbernagel in Basel vertreten.

Die Aushebung der Mastlöcher erfolgt unter Verwendung von Sprengpatronen, welche in einem Kartonrohre von etwa 4 cm Durchmesser in geeigneter Zahl und Verteilung untergebracht sind. Mittels eines Erdbohrers wird zuerst ein 1,5 bis 2 Meter tiefes Loch gebohrt, welches obiges Kartonrohr aufzunehmen hat. Die vorgenommenen Versuche sind von den Anwesenden aufmerksam verfolgt worden und haben ergeben, dass das Verfahren besonders in sumpfigem Erdreich vorteilhaft sein dürfte. Aber auch in gewöhnlichem Boden konnte konstatiert werden, dass die angenähert zylindrischen Löcher sich schnell erstellen lassen unter Vermeidung beinahe jeglichen Flurschadens. Ob das Verfahren wirtschaftlich vorteilhaft ist, hängt natürlich ab von den örtlichen Verhältnissen und besonders vom Preise der zur Verwendung gelangenden Materialien. Gt.

**Aus dem Berichte des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft über das Jahr 1920.**

### Die Wasserkräfte.

Die bereits im Vorjahr einsetzende Versteifung auf dem Geldmarkt hat leider im Berichtsjahre in verschärftem Masse fortgedauert und ihren Einfluss auch auf die Nutzarmachung der Wasserkräfte ausgeübt. Es zeigte sich dies bereits in der Anzahl der unserem Departemente des Innern im Laufe des Berichtsjahres entsprechend den Bestimmungen des Bundesgesetzes über die Nutz-

barmachung der Wasserkräfte zur Prüfung und Genehmigung, sowie zur Konzessionserteilung eingereichten Konzessionsbegehren: sie beträgt 26 gegenüber 37 im Jahre 1919; sodann aber auch darin – und dies bildet das entscheidende Kriterium –, dass neue grössere Kraftwerke nicht in Angriff genommen wurden. Die Finanzierung derselben ist jetzt ausserordentlich erschwert. Immerhin liegen mehrere baureife Projekte vor, von denen gehofft werden darf, dass die Finanzierung doch gelinge. Unter den genehmigten Konzessionsprojekten befindet sich eine der bedeutendsten Akkumulieranlagen der Schweiz.

Im Berichtsjahre wurden in Betrieb gesetzt die Werke: Eglisau (Nordostschweizerische Kraftwerke), Ritom (Schweizerische Bundesbahnen), Heidseewerk (Stadt Zürich), und Mühleberg (Bernische Kraftwerke). Die Betriebseröffnung steht in nächster Zeit bevor einzig bei Broc (Enterprises Electriques Fribourgeoises). Es werden voraussichtlich folgen: Amsteg (Schweizerische Bundesbahnen) und Klosters-Küblis (Bündnerische Kraftwerke).

Die ausserordentlich erschwere Finanzierung der Kraftwerke macht die Prüfung der Frage notwendig, wie zur Behebung dieser Erschwernis am besten beigetragen wird.

Das beste Mittel sehen wir in einem mindestens vorübergehenden Zusammenschluss zweier oder auch mehrerer Firmen zum Bau eines bestimmten Werkes, das ihnen Interesse bietet. Es ist nicht zu verkennen, dass einem solchen Zusammenschluss Schwierigkeiten entgegenstehen. Die Anfänge der bisherigen praktischen Erfahrung zeigen aber auch bereits, dass sie überwunden werden können.

Eine weitere Förderung bildet die Aufstellung mässiger Konzessionsbedingungen. Wir haben bereits im Geschäftsbericht über das Jahr 1919 darauf hingewiesen und betont, dass die allgemeinen volkswirtschaftlichen Vorteile den scheinbaren fiskalischen Nachteil eines solchen Vorgehens