

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 12 (1921)
Heft: 6

Artikel: Die kritischen Drehzahlen der Kurbelgetriebe elektrischer Lokomotiven
Autor: Wichert, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060420>

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: 10.01.2026

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

tante, puisque celui-ci risque de s'en rapporter aux bureaux. Que proposeront les bureaux? Voilà l'x. Vont-ils discuter les prix de vente ou la durée des marchés à conclure? Vont-ils gêner les affaires par leur lenteur, ou reconnaîtront-ils que dans cette question de l'exportation les intérêts généraux ne sont, si l'on regarde les choses de près, *jamais* en opposition avec les intérêts des centrales?

Quant à vouloir, comme le font les pétitionnaires, qu'on impose à l'acheteur d'énergie des conditions concernant l'usage qu'il doit en faire, cela serait absolument inadmissible. Lorsque nos jeunes gens commerçants et techniciens s'expatient, leur fait-on prendre l'engagement de ne jamais servir des intérêts contraires à ceux des industriels suisses? Lorsqu'on vend à l'étranger des machines de toute sorte, exige-t-on des acheteurs qu'ils ne s'en servent jamais pour faire concurrence à nos compatriotes? Vouloir attacher à l'énergie exportée la condition qu'elle ne doive jamais servir à des concurrents des industriels suisses équivaudrait à une interdiction d'exportation pure et simple. Or, en empêchant l'exportation on rendrait impossible la construction de certaines centrales nouvelles qui, cependant, seraient à même de fournir à bon compte au pays de grandes quantités d'énergie, en plus de celle exportée.

Die kritischen Drehzahlen der Kurbelgetriebe elektrischer Lokomotiven.¹⁾

Erwiderung von A. Wichert, Mannheim.

Prof. Dr. Kummer hält es in der Einleitung zu seiner Zuschrift in Heft Nr. 3 für angebracht, mein stetes Bemühen, ein in wissenschaftlicher Forschung erkanntes und durch Messungen nicht nur an Modellen, sondern an fahrenden Lokomotiven²⁾ erhärtetes Prinzip zur Geltung zu bringen, als „beharrlich wiederkehrende Polemik“ gegen „Andersgläubige“ zu bezeichnen. Ich lehne es ab, ihm auf diesem Wege persönlich werdender Diskussion zu folgen.

Statt dessen werde ich zeigen, dass der sachliche Einwand Kummars, meine Besprechungen seiner Arbeiten, wie der von Dr. K. E. Müller, seien „zum Teil stark ungenau“, ganz unberechtigt ist. Erinnern möchte ich vorher nur noch daran, dass eine erschöpfende Darstellung aller der besprochenen Arbeiten weder in dem zur Verfügung stehenden Raum möglich war, noch für die Erreichung des Zweckes des Aufsatzes, zu zeigen, dass das Problem keineswegs durch die verschiedenen Bearbeiter in einheitlicher Weise behandelt worden ist, nötig war. Die verschieden errechneten Verhältniszahlen: „Frequenz der erzwungenen Schwingungen zur Drehzahl des Getriebes“ stellten für diesen Nachweis nur ein besonders drastisches Beispiel dar.

Nun wird mir der Leser recht geben, wenn ich sage, dass als *eigene* Auffassung eines Verfassers nur das gelten kann, was wirklich in einem der von ihm veröffentlichten Aufsätze an Neuem zur Klärung des betreffenden Problems der Öffentlichkeit bekanntgegeben wird. Hinweise, wie z. B. der Kimmersche in seinem Aufsatz Schweiz. Bauzeitung 1914, Bd. 64, S. 129, auf den Nutzen der Federung mit der daran anschliessenden Bemerkung: „welchen praktisch bedeutsamen Schluss auch J. Buchli und A. Wichert ziehen konnten“, können als Gedankenprodukt des Hinweisenden vor der Öffentlichkeit nicht bestehen. Besteht hierüber keine Meinungsverschiedenheit, dann kann ich die nachfolgenden Erörterungen verhältnismässig kurz halten:

Zu 1: Ich soll es unterlassen haben, den Fall konstanter Motorkraft zu erwähnen?

Ich bitte, meine Darstellung genau zu lesen. Dort steht dreierlei: Erstens, dass nach Kummer auch das ideale Getriebe *an sich* (es ist weder von konstanter

¹⁾ Wir werden in der nächsten Ausgabe des Bulletin noch eine kurze Entgegnung von Prof. Kummer zu dieser Äusserung veröffentlichen und schliessen dann mit derselben die Diskussion über diese Frage.

²⁾ Vergl. E. T. Z. 1921, Heft 17.

noch von pulsierender Motorkraft hierbei die Rede) einer höheren Resonanzgefahr ausgesetzt sei als Getriebe „mit nur rotierenden Massen“¹⁾), zweitens, dass nach Kummer bei pulsierender Motorkraft eine besonders gefährliche Resonanz möglich sei und drittens endlich, dass nach Kummer die erzwungenen Schwingungen die zwei- und vierfache Frequenz der Umdrehungszahl hätten (von pulsierender und konstanter Motorkraft ist auch hierbei nicht gesprochen). Somit ist nichts unterlassen worden, zu berichten, und ich weise einerseits den erhobenen Vorwurf zurück, anderseits halte ich die Behauptung, dass es physikalisch unmöglich sei, dass ein derartig ideales Kurbelgetriebe irgendwelche andere Eigenschaften habe als ein gewöhnliches, voll aufrecht. Die Kummersche *Zerlegung* des Getriebes in zwei Hälften ist durchaus zulässig. Unzulässig und zu dem falschen Ergebnis führend ist aber jede Schlussfolgerung auf das Verhalten des Gesamtgetriebes aus diesen Einzelergebnissen, wenn nicht vorher wieder deren *Zusammensetzung* erfolgt. Wie Kleinow nämlich schon 1910 gezeigt hat, ist die Summe der Rückstellkräfte beider Seiten bei gleichem Voreilwinkel unabhängig von der Drehung des Getriebes. Dieses hat infolgedessen auch dieselben dynamischen Eigenschaften wie ein Getriebe ohne Kuppelstangen.

Zu 2: Ich soll verschwiegen haben, dass Kummer seine Rechnung auf eine wenigstens für grössere Schwingungsausschläge zulässige Annäherungsrechnung bezeichnete! Ich bitte, zu sagen, wo letzteres geschehen ist. In der Arbeit selbst ist nur von „Voreilwinkeln“ die Rede.²⁾ Unter Voreilwinkel ist eindeutig der Winkel zu verstehen, um den die treibende Kurbel voreilt. „Schwingungsausschläge“ sind etwas ganz anderes, nämlich die Beträge, um welche die schwingenden Teile um irgendwelche Mittellage schwingen. Und eben hierin liegt die zweite physikalisch falsche Voraussetzung Kummers: Als erregende Ursache verwendet er eine Ersatzkurve, die nur für praktisch konstante Voreilwinkel gilt. Im gleichen Augenblick aber, wo Schwingungen wirklich eintreten, ist diese Kurve nicht mehr gültig, am wenigsten, wenn die Masse in das Spiel einschwingt oder zum Eingriff in die Gegenseite kommt, denn durch die Schwingungen wird ja der Voreilwinkel verändert. Im letzteren Falle wechselt sie sogar plötzlich das Vorzeichen.

Ich weise also auch diesen Vorwurf der Ungenauigkeit zurück. Der Hinweis auf die Müllerschen und Döryschen Arbeiten ist in diesem Zusammenhang nicht zu verstehen. Ebenso lehne ich es ab, auf die „bereits vorliegenden kritischen Bemerkungen“ meinerseits zu den Döryschen Arbeiten an dieser Stelle einzugehen.

Zu 3 und 4: Die Zahlen meiner Tabelle Seite 47 dieser Zeitschrift sollen ungenau sein, soweit sie auf die Kummerschen und Müllerschen Arbeiten Bezug haben.³⁾ Ich hätte die Kummerschen Zahlen von 1914 ergänzen sollen durch die von 1920. Dies muss ich ebenfalls zurückweisen. Die Zahlen sind insofern durchaus richtig, als sie ja neben dem Titel und Datum der jeweiligen Arbeit stehen. „Die Zahlen von 1920“ anderseits sind nicht von Kummer gefunden. Sie beruhen auf den Müllerschen Arbeiten und diese wiederum auf den Meissnerschen. Selbst wenn man die „Vermutung“ Kummers gelten lassen will, dass „angesichts weiterer Ausführungsfehler und Abnutzungserscheinungen“ noch andere als die in den besprochenen Arbeiten genannten Zahlen vorkommen können, wo im Jahre 1916 steht sie in der Literatur geschrieben? Uebrigens ist Herrn Prof. Kummer bei der Aufzählung der Reihe 6, 5, 4, 3, 2, 1, wie ich gerne annehmen will, ein Irrtum unterlaufen, denn wenn man die Meissner-Müllerschen Zahlen für Getriebe mit zeitlich veränderlicher Elastizität zugrunde legt, so muss die Reihe für die Frequenz zur Drehzahl lauten: 4 ($\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ usw.)⁴⁾.

¹⁾ Nochmals: Auch die Massen der Stangen rotieren. „Hin- und hergehende Stangen“ gibt es nicht bei einem Parallelkurbelgetriebe. Der Ausdruck ist unexakt und missverständlich.

²⁾ Ebenso in der Fussnote E. T. Z. 1915, S. 313.

³⁾ Vergl. Berichtigung Bulletin 1921, S. 104.

⁴⁾ Vergl. u. a. Diss. Müller S. 73.

Allerdings hat nach Müller diese Reihe für den vorliegenden Fall der durch Lagerspiel bewirkten Schwingungen gar keine Geltung, sondern vielmehr seine von mir wiedergegebene Reihe: 4, 2, 1.¹⁾

Somit weise ich auch den Vorwurf der Unrichtigkeit der Wiedergabe der für die Müllerschen Arbeiten geltenden Zahlen zurück und möchte nur noch erwähnen, dass meines Erachtens die „noch nicht ein Dutzend Zeilen“ für die Erwähnung dieser Arbeiten völlig genügten, um im Sinne des eingangs Gesagten das bis dahin Neue zu kennzeichnen. Diese Arbeit ist lediglich eine Anwendung des Meissnerschen Prinzips, ferner eine Erweiterung der l'Hoestschen Drehmomentskurven auf einfachere Fälle mit Wellentorsion und endlich eine analytische und graphische Darstellung des 1914 von mir aufgestellten Gesetzes der Abhängigkeit der Eigenschwingungsdauer der Schwingungen mit Spiel von der Schwingungsweite, erweitert auf Systeme mit einseitiger Belastung.

Nun zur erwähnten Stelle am Schluss, wo ich versehentlich „Untersuchungen“ statt „Darlegungen“ gesagt habe. Dies allein ist – wörtlich – tatsächlich eine Ungenauigkeit. Dem Sinne nach war die Bemerkung Kummers kaum anders zu verstehen. Doch dies überlasse ich dem Urteil des Lesers und bitte ihn, wenn er anders denkt als ich, das Wort „Untersuchungen“ in „Darlegungen“ zu ändern. Sehr empfehlen möchte ich ausserdem, in diesem Zusammenhang die inzwischen in der E. T. Z., Heft 17 dieses Jahres erfolgte Veröffentlichung eines „Schütteldiagrammes“ des Ankers einer fahrenden Lokomotive zu lesen. Ich glaube annehmen zu können, dass diese Veröffentlichung allen weiteren Erörterungen vorbeugen wird, so schön wird dort die von mir verfochtene Theorie durch die Wirklichkeit bestätigt. Von den Schwingungen vierfacher Frequenz, wie sie nach Kummer, Müller und Couwenhoven in der ersten kritischen Geschwindigkeit auftreten sollen, ist dort nichts zu finden.

Berichtigung

zum Aufsatz „Ein Lufttransformator für sehr hohe Spannungen“.

Von Dr. Hess, Basel. Bulletin No. 5, 1921.

Der Autor dieses Aufsatzes teilt uns mit, dass in den Figuren 5 und 6 auf den Seiten 115 und 116 bei dem Vorspanntransformator die unteren Enden der Hochspannungswicklung direkt an das Gestell gelegt sind, wogegen dieselben für 30 kV gegen Gestell isoliert, miteinander verbunden werden sollten.

Ferner sollte es auf Seite 116, vierte Zeile Fig. 5 anstatt Fig. 3 und zweitletzte Zeile Fig. 6 anstatt Fig. 4 heißen.

Wir kommen dem Wunsche des Verfassers zur Bekanntgabe dieser Korrekturen gerne nach und ersuchen unsere Leser von denselben Vormerk nehmen zu wollen.

Die Redaktion.

Miscellanea.

Inbetriebsetzung von schweizerischen Starkstromanlagen. (Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat des S. E. V.) Dem Starkstrominspektorat sind im April 1921 folgende wichtigere Anlagen als betriebsbereit gemeldet worden:

Hochspannungsfreileitungen.

Elektrizitätswerk der Stadt Aarau, Aarau. Leitung zur kantonalen Krankenanstalt in Aarau, Drehstrom, 5000 Volt, 50 Perioden.

Elektrizitätsverwaltung Amriswil, Amriswil (Thurgau). Leitung im Gebiet der Gemeinde Amriswil, Drehstrom, 5000 Volt, 50 Perioden.

Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G., Baden. Leitung zur Mess- und Transformatorenstation des Aarg. Elektrizitätswerkes im Kappelerhof bei Baden, Drehstrom, 45 000 Volt, 50 Perioden.

Elektrizitätswerk Basel, Basel. Leitung von der Transformatorenstation Birsbrücke nach der Schwarzwaldallee, Drehstrom, 6000 Volt, 50 Per.

Bernische Kraftwerke A.-G., Betriebsleitung Bern. Leitung zur Transformatorenstation im Eimatt bei Murzelen (Gde. Wohlen), Einphasenstrom, 16 000 Volt, 50 Perioden. Leitung zur Transformatorenstation in Steinisweg (Gde. Wohlen), Drehstrom, 16 000 Volt, 50 Perioden. Leitung

¹⁾ Diss. Müller S. 46, letzte Zeile, und S. 47 Fussnote.