Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 10

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: 10.12.2025

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

INHALT: Die kritische Geschwindigkeit der Lötschberg-Lokomotive, Typ 1E1, analytisch und graphisch berechnet. — Die Wasserkraftanlage „Gösgen" an der Aare. — Wettbewerb für eine Ländliche Siedelung im Zielgut bei St. Gallen. — Technische Kommission des Verbandes Schweizer. Brückenbau- und Eisenhochbau-Fabriken. — Miscellanea: Elektrische Einrichtung eines amerikanischen Riesenhotels. Die Förderung des Wohnungsbaues durch die Lehmbauweise in Preussen. Eine kleine, schnellaufende Verbrennungsmaschine für schwere Brennstoffe. Bund Deutscher Baumeister. Technische Messe und Baumesse in Leipzig. Ein Gedenktag in der Geschichte der Gotthardbahn. — Nekrologie: H. Sallenbach. F. Düring. — Konkurrenzen: Bebauungsplan Elfenau- und Mettlen-Gebiet in Bern. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidg. Technischen Hochschule: Stellenvermittlung.

Band 75. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 10.

Die kritische Geschwindigkeit der Lötschberg-Lokomotive, Typ 1E1, analytisch und graphisch berechnet.

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

Im September vorigen Jahres haben wir über theoretische und experimentelle Versuche, betreffend die Schüttelschwingungen des Kuppelstangentriebes, berichtet.[1]) Seither konnten die dort gewonnenen Ergebnisse am Beispiel der Lötschberglokomotive Typ 1E1 geprüft werden. Unterdessen wurden auch Untersuchungen von *A. C. Couwenhoven*, betitelt: „Ueber die Schüttelerscheinungen elektrischer Lokomotiven mit Kurbelantrieb"[2]) bekannt; indem er die analytische Methode hier für ungeeignet hält, geht Couwenhoven mehr graphisch vor, wobei er als Beispiel ebenfalls die Lötschberglokomotive behandelt. An diesem gemeinsamen Beispiel sollen hier beide Verfahren gegenübergestellt und anschliessend eine einfache graphische Methode des Verfassers erläutert werden.

Das Problem.

Im Jahre 1913 wurden auf der Lötschberg-Linie 13 Lokomotiven der Bauart 1E1 in Betrieb genommen.[3]) Zwei davon zeigten bei Beginn, zwei andere erst nach einigem Gebrauch Schüttelschwingungen im Geschwindigkeitsintervall 38 bis 42 *km/h*. Bevor es gelang, durch Einbau elastischer Zahnräder an Stelle der gewöhnlichen Zahnräder *Z* (Abbildung 1) die Störung vollständig zu beseitigen, wurden zum Studium der Erscheinung Versuche vorgenommen, von deren Ergebnissen wir die wesentlichsten wiedergeben. In einigen Leerfahrten und Schleppfahrten wurde gefunden, dass die einzelnen Wellen genügend ausbalanciert waren und dass Schwingungen nicht auftraten, sobald einer oder beide Motoren aus dem Zahneingriff herausgehoben wurden. Für das Auftreten der kritischen Geschwindigkeit war es unwesentlich, ob nur die mittlere, drei oder fünf Triebachsen mit der Dreieckstange gekuppelt waren. Auch im stromlosen Lauf traten Schüttelschwingungen auf; als bei einer Leerfahrt auf einer

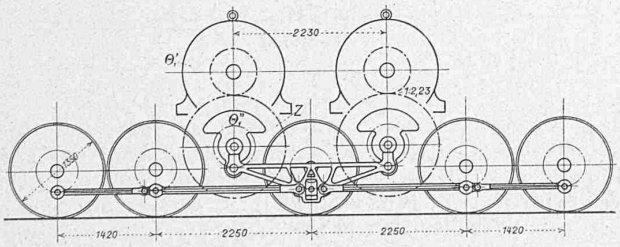

Abbildung 1.

geraden Gefällstrecke die Lokomotive stark vibrierte, trat ruhiger Lauf plötzlich ein, nachdem in eine *Kurve* von 500 *m* Radius eingebogen wurde. Als bei zwei Lokomotiven — von denen nur die eine die kritische Geschwindigkeit zeigte — die Blindwellen untereinander ausgetauscht wurden, schüttelten nachher beide Lokomotiven im angegebenen Geschwindigkeitsbereich. Aus diesem Tatbestand kann geschlossen werden, dass beim Schwingungsvorgang beide Motormassen beteiligt sind; das Auftreten der kritischen Geschwindigkeit erscheint ausserdem an das Vorhandensein von Stichmassfehlern geknüpft, die sowohl in der Blindwelle allein, als auch gleichzeitig in den andern Triebwerkteilen vorhanden sein können.

Wir vertreten daher die Ansicht, dass die kritische Geschwindigkeit der Lokomotive von einem Gegeneinanderschwingen beider Motormassen herrührt. Die Schwingung entsteht durch Resonanz mit einer äussern Störung, die wir im Hinblick auf unsere frühern Veröffentlichungen teilweise in der variablen Elastizität, hauptsächlich aber in der besonders durch Stichmassfehler veränderten Form des Spielverlaufes während eines Umganges erblicken. Abbildung 2 zeigt das schwingende System schematisch; die zur Schwingung notwendigen Elastizitäten werden durch die Getriebeteile, d. h. durch Motorwelle, Zahnräder, Blindwelle, Kurbel und Dreieckstange gebildet.

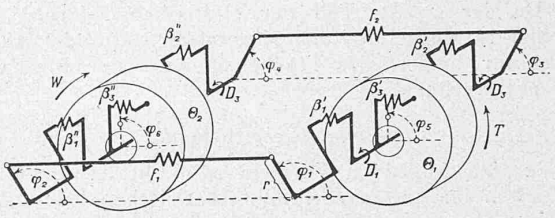

Abbildung 2.

Da sich die Schüttelschwingungen durch Verstärken der Verbindung von je zwei Motorlagern etwas dämpfen liessen, war man teils der Ansicht, dass der primäre Vorgang in einer Biegungschwingung des Rahmens liege, die etwa durch die Schienenstösse erregt werde; diese Beobachtung betrachten wir lediglich als eine sekundäre Erscheinung, da eine solche Biegungschwingung durch den Einbau elastischer Zahnräder nicht behoben worden wäre. Diese bewirken vor allem eine Erniedrigung der kritischen Geschwindigkeit und eine Verringerung der Amplitude der erregenden Störung, was zur Folge hatte, dass die Schüttel-Schwingung nicht mehr auftrat.

Um die kritische Geschwindigkeit zu berechnen, haben wir daher nur die Frequenz der Eigenschwingung zwischen beiden Massen zu berechnen und den Zusammenhang zwischen Störungsfrequenz und Geschwindigkeit der Lokomotive anzugeben.

Die Konstanten des Triebwerkes.

Bei jeder Berechnungsmethode, die auf der besprochenen Grundlage beruht, müssen nach dem Gesagten zunächst die Konstanten des Triebwerkes gefunden werden. Sind Blindwellen vorhanden, so ist zu beachten, dass sämtliche Konstanten auf die Kurbelwellen zu beziehen sind. Im Fall der Lötschberglokomotive sind also das Trägheitsmoment Θ' (das zur Beurteilung der Lauffähigkeit der Lokomotive gewöhnlich sowieso berechnet wird) und die Deformation der Motorwelle (ausgedrückt in Bogenverdrehung für ein übertragenes Drehmoment von 1 *mkg* an der Motorwelle) durch Multiplikation mit dem Quadrat des Uebersetzungsverhältnisses, hier mit $(2{,}23)^2$ auf die Blindwelle umzurechnen. Auch hat man zu unterscheiden zwischen den Deformationen γ, die der Stangenkraft, den Deformationen β_1 und β_2, die dem Drehmoment einer Getriebeseite und jenen β_3, die dem gesamten Drehmoment proportional sind (vergl. Abbildung 2). Die Deformationen der *einen* Getriebeseite werden für eine solche Stellung berechnet, dass dabei die Stange der *andern* Seite in Totpunktlage steht.

[1]) Schweiz. Bauzeitung, Bd. LXXIV, Seite 141, 155 und 169 (20. und 27. September, 4. Oktober 1919).

[2]) Forschungsarbeiten des V. D. I. Nr. 218 und Dissertation E. T. H. Nr. 200.

[3]) Vergl. in Schweiz. Bauzeitung 1914, Band LXIII, Seite 19 ff. (Januar 1914).