Stosswirkungen des ungefederten Gewichtes von Schienenfahrzeugen auf das Geleise

Autor(en): **Furrer, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89/90 (1927)**

Heft 7

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-41652

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.e-periodica.ch

INHALT: Stosswirkungen des ungefederten Gewichtes von Schienenfahrzeugen auf das Geleise. — Das Zürcher Bauernhaus in seiner Beziehung zur Vegetation (mit Tafeln 3 bis 6). — Ueber schweizerische Hausforschung. — Die Wiederherstellung des Calaveras-Staudamms in Californien. — Mitteilungen: Eine „ewige" Uhr. Eisenhochbau mit geschweissten Anschlüssen. Englischer Hochschul-Ferienkurs. Für das Zürcher Kunsthaus. Werkstofftagung 1927. Die Gesellschaft selbständig praktizierender Architekten Berns. Zement- und Stahlhäuser. Die Ca' d'Oro in Venedig. Schweizerischer Chemikerverband. Grabmalausstellung Rehalp. Thomas A. Edison. V. Internationaler Kältekongress. — Nekrologie: Ernst Münster. Max v. Müller. J. F. Schübeler. Prof. Dr. Ernst Grosse. Ernst Zingg. Jean Lehmann. — Wettbewerbe: Primarschulhaus mit Turnhalle in Muri bei Bern. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Maschineningenieur-Gruppe Zürich der G. E. P. S. T. S.

Band 89. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 7

Stosswirkungen des ungefederten Gewichtes von Schienenfahrzeugen auf das Geleise.

Von A. FURRER, Oerlikon.

Wie bekannt, treten bei Schienenfahrzeugen infolge des ungefederten Gewichtes beim Ueberfahren von Geleise-Unebenheiten stossartige Kräfte auf. Da in der Literatur über den Zusammenhang dieser Stosskräfte mit der Fahrgeschwindigkeit, dem Raddurchmesser und der Grösse des ungefederten Gewichtes sehr wenig zu finden ist, soll er im folgenden näher untersucht werden.

Grundsätzlich können zwei Arten von Geleise-Unebenheiten unterschieden werden: Solche mit Uebergangsbogen, dessen kleinster Radius *grösser* ist als der Triebraddurchmesser (Abbildung 1), und solche ohne Uebergangsbogen, oder dann mit Uebergangsbogen, dessen Radius *kleiner* ist als der Triebraddurchmesser (Abbildung 2).

Während beim Ueberfahren von Unebenheiten der ersten Art die Axe des Radsatzes allmählich aus ihrer geradlinigen Bewegung abgelenkt wird, erfolgt diese Ablenkung bei solchen der zweiten Art plötzlich. Stösse auf das Geleise im eigentlichen Sinne der Mechanik werden also nur in diesem Falle auftreten. Immerhin kann bei grosser Fahrgeschwindigkeit und mangelhafter Geleiseanlage auch im ersten Fall ein beträchtlicher zusätzlicher Achsdruck entstehen; er ist gleich der Zentrifugalkraft der in A konzentriert gedachten Masse und beträgt, da in der Hauptsache nur die ungefederte Masse M_u der Unebenheit folgen muss, bei der Fahrgeschwindigkeit v angenähert:

$$P' = M_u \frac{v^2}{R - D/2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Ein *kleiner* Raddurchmesser hat hierbei einen günstigen Einfluss auf die Geleisebeanspruchung.

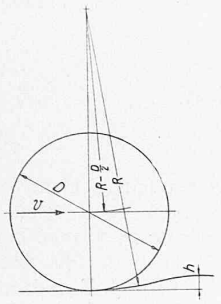

Abb. 1.

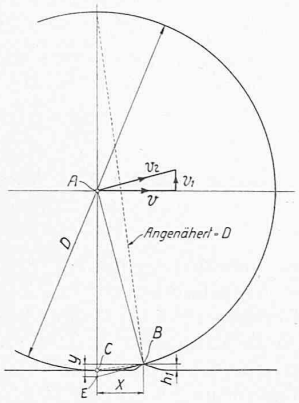

Abb. 2.

Beim Ueberfahren von Unebenheiten nach Abbildung 2 beginnt der Stoss im Augenblick, wo das Triebrad sie berührt, und wir dürfen annehmen, dass die Stosskraft bereits ihren grössten Wert erreicht hat, wenn sich der Punkt C vom Geleise abhebt. Die Abbildung 2 bezieht sich auf diesen Moment; h_1 ist also nicht die Höhe der Geleise-Unebenheit in unbelastetem Zustand, sondern unter der Einwirkung der grössten Stosskraft. v_2 stellt die Geschwindigkeit der ungefederten Masse, die wir im Punkt A konzentriert denken können, nach Grösse und Richtung relativ zum Punkt B der Geleise-Unebenheit dar, und steht senkrecht zu AB. Wir bezeichnen mit M_u die ungefederte Masse pro Radsatz, ferner nehmen wir an, dass der Stoss über die Unebenheit auf eine bestimmte Masse M wirke, und untersuchen nun die Stosswirkungen für den Fall:

1. dass die Masse M so gross ist, dass M_u ihr gegenüber vernachlässigt werden kann;

2. dass das Verhältnis von $M : M_u = n$ ist.

Für den ersten Fall ist der Punkt B (Abbildung 2) im Moment der grössten Stosskraft in Ruhe und v_1 ist jene Geschwindigkeit, auf die die Masse M_u während der ersten Stossperiode beschleunigt werden muss, damit sie mit der Fahrgeschwindigkeit v die Resultierende v_2 ergibt. Die kinetische Energie $A' = M_u/2\, v_1^2$, die dieser Ablenkung von v in v_2 entspricht, kann als Wucht des Stosses bezeichnet werden. Die Grösse der Stosskraft ist nicht nur von der Wucht des Stosses, sondern auch von den elastischen und plastischen Eigenschaften der aufeinanderstossenden Körper abhängig. Da aber bei den betrachteten Vorgängen immer ziemlich die gleichen Materialien in Frage kommen, so dürfen wir jedenfalls annehmen, dass auch die grösste Stosskraft ungefähr proportional der Wucht des Stosses sei. Für den Fall 2 ist diese Wucht kleiner als für den Fall 1, weil der Punkt B im Augenblick der grössten Stosskraft eine nach unten gerichtete Geschwindigkeit u besitzt. Diese rechnet sich nach den Stossgesetzen zu

$$u = \frac{M_u v_1}{M_u + M}, \text{ oder, da } \frac{M}{M_u} = n$$

$$u = \frac{v_1}{1 + n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

In diesem Falle ist also die Wucht des Stosses

$$A = M_u/2 \cdot (v_1 - u)^2, \text{ oder, da } M_u = \frac{G_u}{g}$$

$$A = \frac{G_u}{2g}(v_1 - u)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Gemäss Abbildung 2 ist infolge Aehnlichkeit der Dreiecke angenähert (praktisch genügend genau):

$$\frac{h_1}{x} = \frac{x}{D} \text{ also } x = \sqrt{D h_1}$$

$$\frac{y}{x} = \frac{x}{D/2} \text{ also } y = \frac{2x^2}{D} = 2h_1$$

Ferner ist die Geschwindigkeit

$$v_1 = v\frac{y}{x} = v\frac{2h_1}{\sqrt{D h_1}} = 2v\sqrt{\frac{h_1}{D}} \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Setzen wir die Werte der Formeln (2) und (4) in Formel (3) ein, so erhalten wir für die Wucht des Stosses

$$A = \frac{G_u}{2g}\left(2v\sqrt{\frac{h_1}{D}} - \sqrt{\frac{h_1}{D}}\,\frac{2v}{1+n}\right)^2 = \frac{2G_u v^2 h_1}{gD}\,\frac{n^2}{(n+1)^2} \quad (5)$$

Da die Geleise-Unebenheiten der zweiten Art (nach Abbildung 2) jedenfalls viel gefährlichere Wirkungen hervorrufen als die der ersten Art, wird uns Formel (5) mehr interessieren als Formel (1). Deren kritische Betrachtung sagt uns folgendes:

a) Die Stosswirkungen würden nur bei vollständig unelastischer Fahrbahn von unendlicher Masse proportional mit der ungefederten Masse pro Radsatz, dem reziproken Wert des Raddurchmessers und dem Quadrat der Fahrgeschwindigkeit anwachsen.

b) In Wirklichkeit werden sie kleiner ausfallen, und zwar um so kleiner, je elastischer die Geleise-Anlage und je kleiner die Masse ist[1]), auf die die Stösse übertragen werden.

c) Ist für zwei verschiedene Fahrzeuge der Ausdruck $G_u v^2/D$ gleich gross, so übt bei gegebener Geleise-Anlage das Fahrzeug mit dem kleinern ungefederten Gewicht die stärkern Stösse auf das Geleise aus. (Bei gleicher Wucht

[1]) Die übliche Kiesbettung der Eisenbahnschwellen wird in dieser Beziehung günstiger sein, als z. B. deren direkte Lagerung auf dem Fachwerk grosser Eisenbahnbrücken. Die gegenseitige Reibung der Kieskörner wirkt stossmildernd und dämpft die auftretenden Erschütterungs-Schwingungen.

des Stosses wäre in beiden Fällen die Höhe h_1 gleich; der Ausdruck $n^2/(n+1)^2$ aber ist grösser für das Fahrzeug mit kleinerm ungefedertem Gewicht.)

Die Formel (5) erlaubt uns also in beschränktem Masse, Fahrzeuge von verschiedenem ungefedertem Gewicht, verschiedenem Raddurchmesser und für verschiedene Fahrgeschwindigkeiten in bezug auf ihre Stosswirkungen auf das Geleise miteinander zu vergleichen. Von besonderem Interesse sind diese Formeln für Fahrzeuge mit sogenanntem Trammotor-Antrieb, weil bei diesem Achsantrieb das ungefederte Gewicht verhältnismässig gross wird [2]).

Vergleichsbeispiel für zwei Fahrzeuge mit Trammotoren.

Eine Bahn besitzt Motorwagen mit einem Triebrad-Durchmesser von 1040 mm und einem ungefederten Gewicht von 3400 kg pro Radsatz (Leistung pro Radsatz rd. 200 PS). Sie haben sich bis zu Geschwindigkeiten von 90 km/h gut bewährt. Es sollen nun Lokomotiven mit rd. 400 PS Leistung pro Radsatz angeschafft werden, wobei sich ein ungefedertes Gewicht von 4700 kg bei einem Rad-Durchmesser von 1230 mm ergibt. (Der Achsdruck ist in beiden Fällen gleich und die Zahnräder ungefedert). Für welche Geschwindigkeit dürfen die Lokomotiven vorgesehen werden, damit die Stosswirkungen auf das Geleise nicht grösser ausfallen wie bei den Motorwagen?

Für die Motorwagen ist

$$G_u \frac{v^2}{D} = 3400 \cdot 90^2/1040 = 26500$$

Also werden für die Lokomotiven bei einer Fahrgeschwindigkeit von

$$v = \sqrt{26500 \cdot 1230/4700} = 83 \text{ km/h}$$

die Stosswirkungen immer noch etwas kleiner ausfallen wie bei den Motorwagen bei 90 km/h, weil der Wert $n^2/(n+1)^2$ kleiner ist.

Zu den leistungsfähigsten und schwersten Tram-Motoren in Europa gehören gegenwärtig wohl die der B-B-Lokomotiven der Paris-Orléans-Bahn [3]). Obschon diese Lokomotiven in erster Linie für Güterzüge bestimmt sind, werden sie auch für Personenzugsdienst und Vorortverkehr mit Höchstgeschwindigkeiten bis zu 100 km/h verwendet. Sie weisen bei einem Triebraddurchmesser von 1350 mm und einseitigen, ungefederten Zahnrädern ein totales unabgefedertes Gewicht von 5500 kg pro Radsatz auf, was bei einer Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h einen Wert $G_u v^2/D$ von 40800 ergibt.

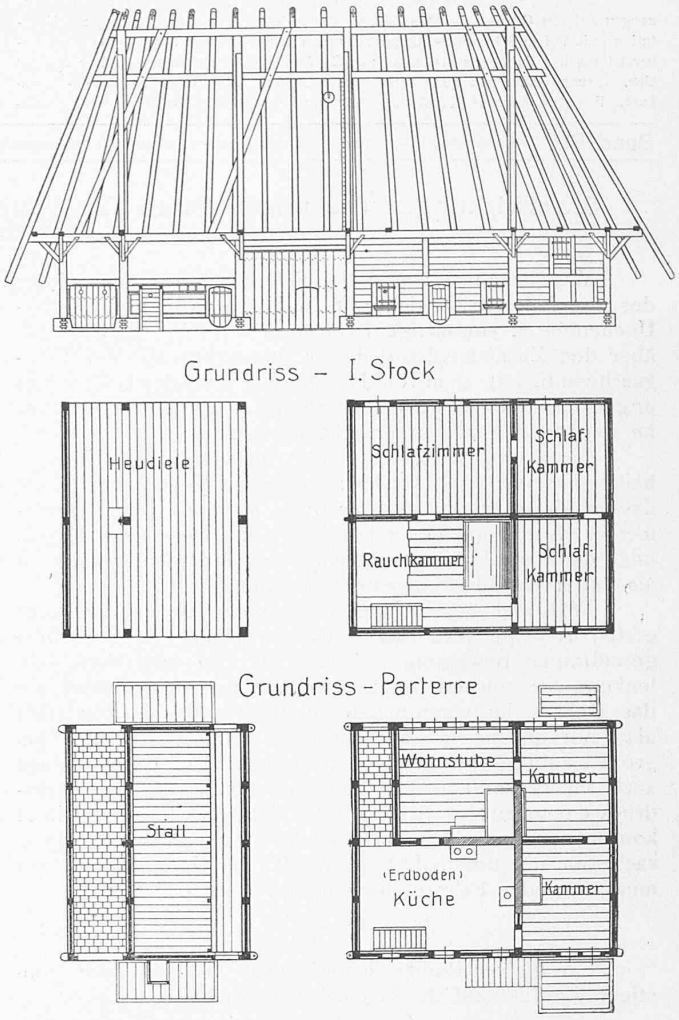

Abb. 4. Einheitshaus des Getreidebauern (sog. Aargauerhaus), das unter dem gewaltigen Strohdach die drei Teile: Wohnhaus, Stall, und dazwischen (im Grundriss weiss gelassen) das Tenn, den Dreschplatz, birgt. Nach einem im Schweizerischen Landesmuseum aufgestellten Modell eines aus dem Jahre 1708 stammenden Hauses. — Masstab 1 : 300.

Das Zürcher Bauernhaus in seiner Beziehung zur Vegetation.

Von Prof. Dr. H. BROCKMANN-JEROSCH, Zürich.

(Hierzu die Tafeln 3 bis 6.)

[*Vorbemerkung der Redaktion.* Zur Zeit der grossen Arbeitslosigkeit in der Nachkriegszeit stellte der Bundesrat für stellenlose Architekten, Ingenieure und Techniker einen Kredit in Aussicht, der dazu benutzt werden sollte, *Haus-Typen der Schweiz* aufzunehmen. Diese Idee ging aus von der Schweizerischen Gesellschaft für Volkskunde, im besondern von der von Dr. H. Schwab in Basel geleiteten „Abteilung für Hausforschung". Mehrere Kantone machten von diesem Angebot Gebrauch, unter andern auch der Kanton Zürich. Hier waren seit Jahren vom kant. Hochbauamte Vorarbeiten gemacht worden durch die photographische Aufnahme typischer Häuser und Hausgruppen. Nun kam dazu die Aufnahme von Grundrissen, Aufrissen und Detailzeichnungen. Diese sehr umfangreichen Aufnahmearbeiten leitete in vorzüglicher Weise Arch. Walter Henauer in Zürich, und man brachte auf diese Weise ein sehr wertvolles Material zusammen. Um dieses auch der breiteren Oeffentlichkeit zugänglich zu machen, wurde das Material für die Schweiz anlässlich der Schweizerischen Landwirtschaftlichen Ausstellung in Bern 1925, später bei der Jahresversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für Volkskunde 1925 in Zürich für kleinere Kreise, dann öffentlich 1926 in Winterthur, und vor ganz kurzer Zeit in Zürich ausgestellt. Kantonsbaumeister H. Fietz, die Schweizerische Gesellschaft für Volkskunde, Prof. J. E. Fritschi in Winterthur und Prof. H. Brockmann in Zürich bereiteten gemeinsam diese Zürcher Ausstellungen vor.

Der Verband für Arbeitlosenfürsorge der Zürcher Ingenieure und Architekten (VAZIA) hat das von ihm gesammelte Planmaterial in einen stattlichen Band zusammengestellt, der im Sekretariat des S. I. A. Interessenten zur Einsicht aufliegt. Wir entnehmen diesem Band die nachfolgend wiedergegebenen Pläne, zu dem uns Dr. Schwab einen kurzen Begleittext über Schweizerische Hausforschung zur Verfügung gestellt hat. Zum Teil auf die gleichen Bilder beziehen sich die vorausgehenden Ausführungen von Prof. Dr. H. Brockmann, die einen Auszug seines am 9. Dezember 1925 vor dem Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein gehaltenen Vortrags darstellen. Als weitere Abbildungen sind einige der bereits erwähnten vielen Aufnahmen des kantonalen Hochbauamts beigegeben, auf die jedoch, soweit sie nicht numeriert sind, im Text nicht Bezug genommen ist.]

[2]) Berechnung dieses Gewichts siehe „S. B. Z", Seite 13 ds. Bds.

[3]) Siehe „S. B. Z.", Band 87, Seite 100 (20. Februar 1926), sowie „Bulletin Oerlikon" vom Februar 1923.