

Sehr geehrte/r Leserin, Leser!

Die FSV freut sich, den aktuellen Tätigkeitsbericht 2018/19 vorlegen zu dürfen: Dieser Bericht wird jährlich erstellt, um einerseits die vielen Aktivitäten der Arbeitsgruppen – sowohl Straße als auch Schiene – darzustellen, andererseits den Informationsfluss zwischen den Ausschüssen sicher zu stellen. Dabei ist es uns wichtig, dass auch ein Ausblick auf die nahe Zukunft, also auf die Aktivitäten des Jahres 2019, enthalten ist. Somit soll gewährleistet werden, dass Parallelarbeiten vermieden werden und zudem eine bessere Abstimmung der Richtlinien-Publikationen erfolgen kann. Der Tätigkeitsbericht der FSV kann sowohl in Papierform angefordert werden, er ist aber auch auf der Homepage einsehbar; bei Anklicken von Ausschüssen erscheinen ebenso die Beschreibungen, die zusammen gefasst bei jedem einzelnen Ausschuss aufrufbar sind. Neben dieser Detaildarstellung der Ausschusstätigkeiten wird in den nächsten Wochen auch der FSV-Jahresbericht ausgeliefert werden. Entgegen dem Tätigkeitsberichtes enthält der Jahresbericht eine optisch aufbereitete Überblicksversion unserer Aktivitäten im vergangenen Jahr. Auch dieser wird elektronisch beziehbar sein.



Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV

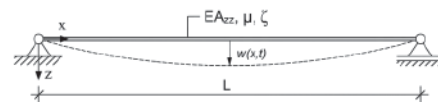
Entwicklung eines alternativen Berechnungsansatzes für das Moving Load Model

Zur dynamischen Berechnung von Eisenbahnbrücken

Durch den Ausbau des Hochgeschwindigkeits-Eisenbahnnetzes in den letzten Jahrzehnten, sowie durch den technischen Fortschritt und die damit einhergehende Tendenz zu leichteren und schlankeren Brückentragwerken, wird die dynamische Berechnung von Eisenbahnbrücken immer wichtiger. Bei Zugsüberfahrten unter hohen Betriebsgeschwindigkeiten kann eine übermäßige Schwingungsantwort des Brückentragwerkes zu durchaus schwerwiegenden, negativen Konsequenzen führen, die sowohl die Tragwerkskonstruktion, als auch den Oberbau betreffen. Die Konsequenzen reichen dabei von Schäden durch Materialermüdung am Tragwerk über die mögliche Zerstörung des Oberbaus bis hin zur Entgleisungsgefahr.

Insbesondere bei kurzen Einfeldbrücken bis ca. 35 m Spannweite sind die Schwingungsantworten im Vergleich zu langen Brücken oder mehrfeldrigen Systemen deutlich ausgeprägter und problematischer. Die Komplexität und der Aufwand der dynamischen Berechnung von Eisenbahnbrücken hängen hauptsächlich von der Detaillierung des mechanischen Modelles der Brücke und des Zuges ab. Zusätzlich erfordern realitätsnahe Rechenergebnisse eine möglichst wirklichkeitsnahe Abschätzung der tatsächlich vorhandenen Dämpfung. Je detailreicher das mechanische Modell formuliert wird, desto größer wird der Berechnungsaufwand. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage nach der Detaillierung des mechanischen Modelles des überfahrenden Zuges. Ziel ist es, einen allgemein gültigen Berechnungsansatz für den überfahrenden Zug zu entwickeln, der für einfache mechanische Modelle wirklichkeitsnahe Ergebnisse liefert, welche einer aufwendigeren Berechnung mit ei-

$$EA_{zz} \frac{\partial^4 w(x,t)}{\partial x^4} + \mu \frac{\partial^2 w(x,t)}{\partial t^2} + 2\mu\omega\zeta \frac{\partial w(x,t)}{\partial t} = p(x,t)$$

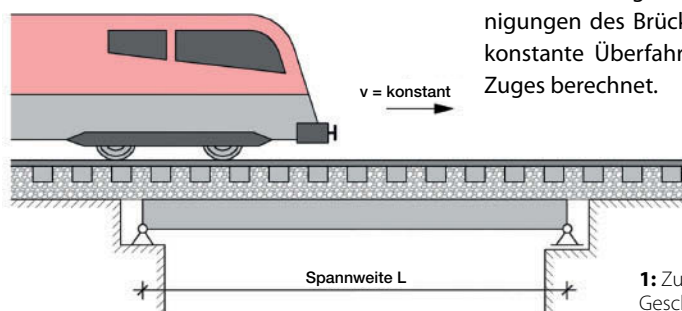


2: Gedämpfter Euler-Bernoulli Balken mit zugehöriger Differentialgleichung

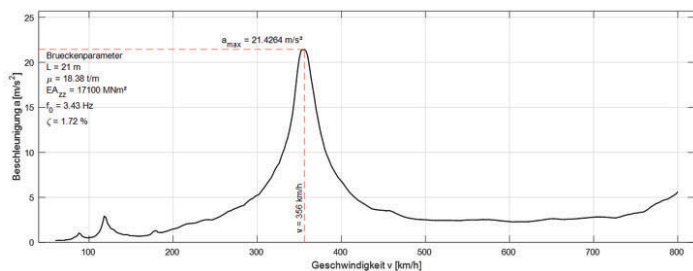
nem detaillierten, realitätsnäheren Modell entsprechen.

Grundlagen der dynamischen Berechnung

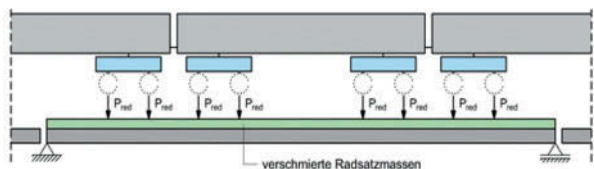
Im Rahmen der Arbeit werden zwei Ansätze für die Modellierung des überfahrenden Zuges in Betrachtung gezogen, das Modell der überfahrenden Einzelkräfte (engl.: moving load model – MLM) und das weitaus detailliertere Mehrkörpersystem (engl.: detailed interaction model – DIM). Beim MLM werden im Gegensatz zum DIM sämtliche Feder- und Dämpferkräfte sowie Massenträgheiten des Zuges gänzlich vernachlässigt. Das Brückentragwerk wird auf Basis der Balkentheorie als gedämpfter Euler-Bernoulli Balken idealisiert, welcher auf den drei folgenden Grundannahmen basiert: konstante Querschnitseigenschaften über die Spannweite (Biegesteifigkeit und Massenbelegung), Gültigkeit der Bernoulli-Hypothese (Ebenbleiben der Querschnitte) und Vernachlässigung von Schubverzerrungen und Rotationsträgheiten. Für diese beiden Zugmodelle, kombiniert mit dem Brückentragwerk als Euler-Bernoulli Balken, wird jeweils die Bewegungsgleichung für das Interaktionssystem Zug-Brücke formuliert und durch numerische Integration mit der Berechnungssoftware MATLAB gelöst. Dabei werden die Biegelinie und in weiterer Folge die Transversalbeschleunigungen des Brückentragwerkes für eine konstante Überfahrtsgeschwindigkeit des Zuges berechnet.



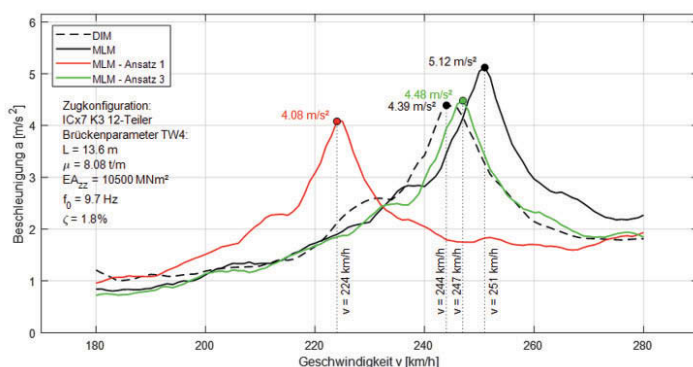
1: Zugsüberfahrt mit konstanter Geschwindigkeit



3: Berechnungsbeispiel MLM – maximale vertikale Tragwerksbeschleunigung in Brückenmitte in Abhängigkeit der Überfahrtsgeschwindigkeit des Zuges



4: Alternativer Berechnungsansatz



5: Vergleich verschiedener Modelle und Berechnungsansätze

Bild 3 zeigt exemplarisch die so berechneten vertikalen Tragwerksbeschleunigungen in Brückenmitte in Abhängigkeit der Überfahrtsgeschwindigkeit des Zuges, in diesem Fall für eine 21 m lange Stahl-betonbrücke mit dem MLM als Belastungsansatz und einem Railjet als überfahrenden Zug. Charakteristisch für solche Verläufe sind eine oder auch mehrere Resonanzspitzen, bei der die Beschleunigung maximal wird. Das DIM liefert im Vergleich zum MLM realitätsnähere und genauere Ergebnisse, die numerische Lösung ist jedoch deutlich aufwendiger und die Rechenzeit erheblich länger.

Alternative Ansätze und Parameterstudie

Großteils werden beim MLM die maximalen Tragwerksbeschleunigungen sowie die zugehörige Überfahrtsgeschwindigkeit des Zuges, bei der die maximale Tragwerksbeschleunigung auftritt (Resonanzgeschwindigkeit), überschätzt. Durch eine Erhöhung der Tragwerksmasse wird die Eigenfrequenz der Brücke, welche in direktem Zusammenhang mit der Resonanzgeschwindigkeit steht, verringert, wodurch die Resonanzgeschwindigkeiten in einen niedrigeren Geschwindigkeitsbereich verschoben wer-

den. Des Weiteren wird durch eine höhere Massenbelegung die Massenträgheit des Tragwerkes gesteigert, was zu geringeren Beschleunigungsspitzen führt. Auf diese Zusammenhänge aufbauend werden vier verschiedene Berechnungsansätze für das MLM formuliert, welche eine auf das Tragwerk konstant verteilte zusätzliche Brückenmasse mit einer Variation der Achslasten des Zuges kombinieren. In einer Vorstudie sowie

in einer umfangreicheren Parameterstudie wurden die Schwingungsantworten der alternativen Berechnungsansätze mit jenen des DIM verglichen. Die Schwingungsantworten wurden dabei für unterschiedliche reale Brückentragwerke eines österreichischen Hochgeschwindigkeitsnetzes, die sich in Spannweite, Bauweise (Stahl, Beton, Verbund) und Dämpfung unterscheiden, berechnet. Insgesamt wurden für die Parameterstudie vier verschiedene Zugkonfigurationen als überfahrende Zugmodelle herangezogen, zwei Konfigurationen des Hochgeschwindigkeitszuges Railjet und zwei Konfigurationen der neuesten Intercity-Express Baureihe ICE 4 (alt. ICx).

Letztendlich stellte sich einer der vier Berechnungsansätze als akkurate und zufriedenstellende Näherung des DIM heraus. Bei diesem Ansatz werden die Radsatzmassen des jeweiligen überfahrenden Zuges auf die gesamte Zuglänge konstant verteilt und als Zusatzmasse der Brücke zugeordnet. Gleichzeitig werden die Achslasten den Radsatzmassen entsprechend reduziert (Bild 4). Je regelmäßiger und kontinuierlicher dabei die Anregung des Tragwerkes ist (ähnlich große Achslasten, periodische Achsabstände), desto besser stimmen die Schwingungsantworten des neuen MLM-Ansatzes mit jenen des DIM überein. *Dipl.-Ing. Andreas Stollwitzer, BSc andreas.stollwitzer@tuwien.ac.at*

In der nächsten Ausgabe ...

...erwarten Sie weitere Berichte zu neuen Richtlinien und Vorschriften für das Eisenbahnwesen sowie Veranstaltungen.

FSV-AKTUELL SCHIENE

„Österreich-Teil“ und offizielles Organ des Bereichs Schiene der Österreichischen-Forschungsgesellschaft Straße · Schiene · Verkehr (FSV)

FSV-Geschäftsstelle:

A-1040 Wien, Karlsplatz 5
 Tel.: +43 1 5855567 · Fax: +43 1 5855567 - 99
 E-Mail: office@fsv.at · http://www.fsv.at

Schriftleitung:

Andreas Regner

(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. erwünscht!)

Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf www.fsv.at.

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern), da Sie so die MwSt. sparen können.

Abonnementpreis der Zeitschrift ETR –

Eisenbahntechnische Rundschau für **FSV-Mitglieder ermäßigt!**

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Tagung:

FSV-Verkehrstag 2019 & Fachausstellung

27.06.2019

Austria Trend Parkhotel Schönbrunn

Wien

FSV-Seminare:

Standardisierte Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur Version 5 – Basisseminar

24.04.2019

FSV, Wien

FSV-Schulungen:

Brückeninspektoren - Basislehrgang

05.03.2019

FSV, Wien

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen, und eine Online Anmeldemöglichkeit finden Sie auf unserer Homepage unter www.fsv.at.