

Schwingungsanregung durch Verkehr bei Hängern von Schrägseilbrücken am Beispiel der Donaubrücke Hainburg

Masterarbeit, durchgeführt von DI Martin Berlinger
im Oktober 2014 an der Technischen Universität Graz, Institut für Stahlbau

Mit Unterstützung von:



Zusammenfassung:

Bei Schrägseilbrücken ist es seit einigen Jahren Stand der Technik, über Messungen am fertigen Bauwerk die tatsächlichen Seilkräfte und die zugehörigen Eigenfrequenzen der Seile zu bestimmen. Durch Fortschritte in der EDV, die durch die möglichen Rechenkapazitäten auch äußerst umfangreiche Berechnungen und Simulationen ermöglichen, werden immer höhere Ansprüche an die Modellierungs- und Planungsgenauigkeit gestellt.

Durch äußerliche Einwirkungen können äußerst große Schwingungsamplituden an den Seilen auftreten. Um dem entgegenzuwirken ist es mitunter üblich, auch auf Basis von Windkanalversuchen, Dämpfer anzuordnen, welche jedoch mit einem immensen Kostenaufwand durch Anschaffung und ständige Wartung verbunden sind. Durch bessere Modellierungstechniken könnten bereits im Vorfeld die dynamischen Reaktionen der Brücke äußerst detailliert wiedergegeben werden, sodass die Notwendigkeit von kostenintensiven Dämpfern im Einzelfall entfallen könnte.

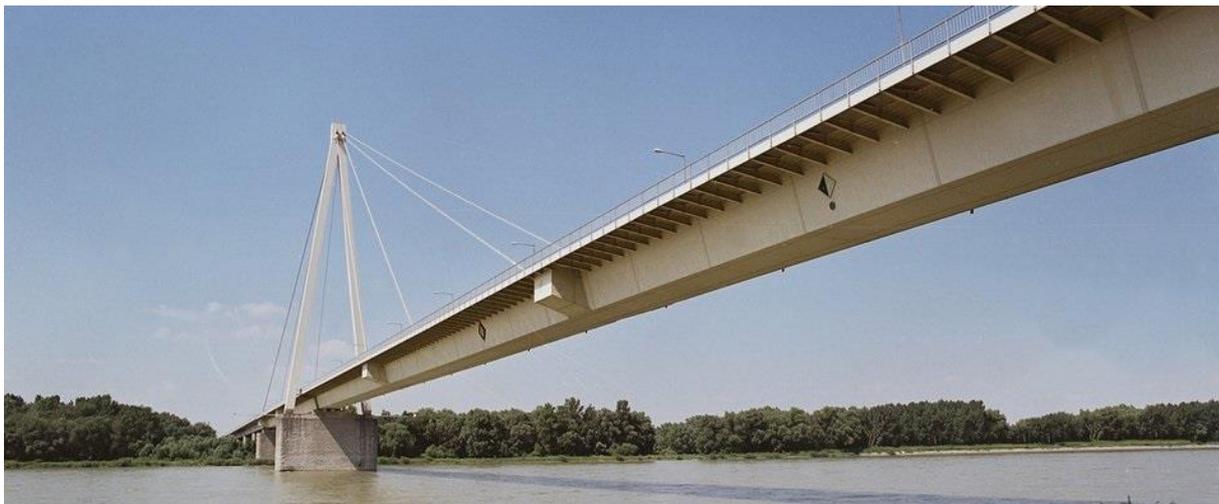


Abbildung 1: Die Donaubrücke in Hainburg [Quelle: www.waagner-biro.com]

In der durchgeführten Masterarbeit wurde die Modellierung eines bestehenden Tragwerks, der Donaubrücke in Hainburg, einer zweifeldrigen Schrägseilbrücke als stark vereinfachtes Stabmodell behandelt. Durch Messungen an der Brücke konnte die Genauigkeit der Modellierung sicher gestellt werden und bestätigt werden, dass trotz der stark vereinfachten Darstellung als Stabmodell, sehr realitätsnahe Simulationen durchgeführt werden können.

Da die Brücke durch ihr Alter (erbaut 1969 – 1972) den in der ÖNORM EN 1993-1-11 derzeit gültigen Maßnahmen zur Reduzierung von Seilschwingungen in einigen Punkten nicht entspricht, war es naheliegend zu überprüfen, ob durch eine ungünstige Konstellation von überquerenden Schwerfahrzeugen Resonanzerscheinungen am Tragwerk hervorgerufen werden können.

Bei den dynamischen Simulationen wurden verschiedene Überfahrten mit einzelnen Schwerfahrzeugen oder Kolonnen von Schwerfahrzeugen in verschiedenen Fahrzeugabständen (zur Anregung der Eigenfrequenz des Seiles oder der Eigenfrequenz des Tragwerkes) und in beide Fahrtrichtungen simuliert. Ausschlaggebend bei all den Simulationsergebnissen war dabei der rein dynamische Anteil der vertikalen Bewegungen (maßgebend zur Beurteilung in Seilmitte), da Resonanzerscheinungen durch immer größer werdende dynamische Anteile erkennbar werden.

Aus den Ergebnissen ging klar hervor, dass die dynamischen Anteile an der Gesamtverformung in allen Simulationen im ähnlichen Bereich liegen. Dies belegt eindeutig, dass der Energieeintrag durch die Schwerfahrzeuge, sei es in Anordnung eines Einzelfahrzeuges, einer Kolonne oder in zufälliger Anordnung auf der gesamten Brücke, nicht ausreicht, um Resonanzerscheinungen hervorzurufen. Dabei spielte auch die Anordnung der Schwerfahrzeuge kaum eine Rolle, da diese bei den großen Feldweiten der Brücke und der extrem großen Masse (Gesamtmasse des Streckträgers ca. 3.650 Tonnen) verschwindend geringe Veränderungen der Schnittkräfte hervorrufen.

Aus den durchgeführten Simulationen und Auswertungen können folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Die Durchführung dynamischer Simulationen zur Schwerverkehrsüberfahrt konnten bereits mit einem vereinfachten Stabwerksmodell äußerst realitätsnah durchgeführt werden.
- Die bisher vorliegenden Planungshilfen aus der ÖNORM EN 1993-1-11:2010-06-01 sind, hinsichtlich Hinweise zur Schwingungsgefährdung von Seilen, zu wenig spezifisch, um diese tatsächlich wirtschaftlich bei Brückenplanungen anwenden zu können. Die Einhaltung der Planungsgrundsätze hätte bei der betrachteten Brücke keinerlei signifikante Änderungen betreffend Ermüdungsbeanspruchung der Seile oder des Streckträgers ergeben.
- Bei Brücken in der Größenordnung der Donaubrücke in Hainburg ist es, bedingt durch die immense Masse des Tragwerkes, sehr schwierig Resonanzerscheinungen durch straßenverkehrsübliche Belastungen hervorzurufen. Die auftretenden zusätzlichen dynamischen Belastungen sind im Vergleich zu der Tragwerksmasse verschwindend gering und lösen nahezu keine Reaktion in den Seilen durch die Seil-Tragwerks-Interaktion aus. Bei kleineren Tragwerken, wie etwas Fußgängerbrücken, können die durchgeführten Simulationen aufgrund der weitaus leichteren Ausführung durchaus bemessungsrelevant werden. Bei großen Tragwerken hingegen sind aerodynamische Anregungen die wesentlichen Ursachen für Schwingungsprobleme.

Die gesamte Arbeit kann unter folgender Adresse abgerufen werden:

https://online.tugraz.at/tug_online/wbAbs.showThesis?pThesisNr=58342&pOrgNr=37