

Experimentell gestützte Tragsicherheitsbewertung einer Eisenbahnbrücke

Dennis KAHL¹, Marc GUTERMANN²

¹ Ingenieurgesellschaft Experimentelle Statik mbH (IGES), Bremen

² Hochschule Bremen, Bremen

Kontakt E-Mail: dennis.kahl@ext.hs-bremen.de

Kurzfassung

Wenn die Tragsicherheit von Bestandsbauwerken auf der Grundlage rein rechnerischer Methoden nicht nachgewiesen werden kann, sind experimentelle Untersuchungen ein alternativer Weg, um vorhandene Tragreserven aufzudecken und die aktuelle Tragfähigkeit auszuloten.

Im vorliegenden Beispiel konnte die Tragsicherheit einer dreifeldrigen Stahlbeton-Eisenbahnbrücke (Baujahr 1970) erfolgreich durch zerstörungsfreie Belastungsversuche nachgewiesen werden. Sie überführt die Strecke Innsbruck-Bludenz (Österreich) schiefwinklig (67°) über den Enterbach und 2 Wirtschaftswege. Der Überbau wies mehrere Risse auf, die sich auflagernah als Schubrisse interpretieren ließen. Eine Nachrechnung ergab, dass eine ausreichende Tragfähigkeit für die gewünschte Streckenklasse D4xL nicht nachgewiesen werden konnte.

Um bei dem schlaff bewehrten Plattentragwerk den Schubnachweis zu führen, sind experimentell gestützte rechnerische Nachweise nicht zielführend, da die Ergebnisse unter Gebrauchslast angesichts der Möglichkeit eines spröden Schubversagens nur mit großen Unsicherheiten extrapoliert werden können. Eine Alternative zur konventionellen Verstärkung oder zu einem Ersatzneubau war der direkte experimentelle Tragsicherheitsnachweis durch Probelastung, der naturgemäß die größten Tragreserven aufdecken kann. Die Versuchslast (inklusive der Teilsicherheitsbeiwerte) wurde hydraulisch gegen Ballast, in diesem Fall einen beladenen Eisenbahnwagen Uaais 819, über 4 Stahltraversen in die Schienen eingeleitet, so dass der tatsächliche Lastweg abgebildet wurde. Die maximale Versuchslast betrug zum Nachweis der Streckenklasse D4xL mit $v = 160$ km/h etwa 2000 kN.

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass durch den Einsatz moderner Belastungs- und Messtechnik Tragreserven an Brückenbauwerken zerstörungsfrei erschlossen werden können, auch wenn die statische Berechnung negative Ergebnisse erzielt. Letztere muss die physikalische Realität in Modellen abbilden und bleibt dabei naturgemäß immer auf der sicheren Seite. Die experimentelle Tragsicherheitsanalyse erschließt demnach ein großes Steigerungspotenzial der zulässigen Verkehrslasten und kann auch bei Infrastrukturbauwerken der Eisenbahn sinnvoll eingesetzt werden.



Experimentell gestützte Tragsicherheitsbewertung einer Eisenbahnbrücke

Dennis Kahl, Ingenieurgesellschaft Experimentelle Statik mbH, Bremen
Marc Gutermann, Hochschule Bremen, Bremen

Aufgabenstellung

Die Tragsicherheit einer dreifeldrigen Stahlbeton-Eisenbahnbrücke (Baujahr 1970) sollte durch zerstörungsfreie Belastungsversuche nachgewiesen werden. Die Brücke überführt die Strecke Innsbruck-Bludenz (Österreich) schiefwinklig (67°) über den Enterbach und 2 Wirtschaftswege. Beide Überbauten weisen mehrere Risse auf, die sich auflagernah als Schubrisse interpretieren lassen. Eine Nachrechnung ergab, dass eine ausreichende Tragfähigkeit für die gewünschte Streckenklasse D4xL nicht nachgewiesen werden konnte.



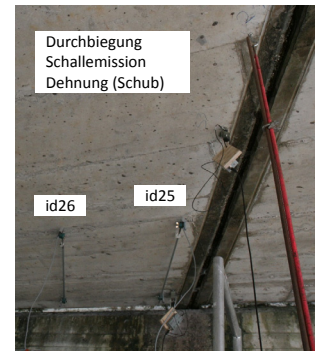
Süd-Ansicht der Enterbachbrücke (Feld III)

Messtechnik

Der Überbau wurde messtechnisch so ausgestattet, dass alle notwendigen Informationen für eine risikoarme Durchführung gewonnen werden konnten (z.B. Dehnungen, Durchbiegung, Rissweitenveränderung und Schallemission). Die Messergebnisse wurden während der Belastungszyklen mit zuvor festgelegten Abbruchkriterien abgeglichen (Reproduzierbarkeit, Reversibilität und Grenzwerte). Wurde kein Kriterium bis zum Erreichen der Versuchszielast von $F_{ziel} \leq 2.000 \text{ kN}$ verletzt, wurde der Versuch erfolgreich beendet.



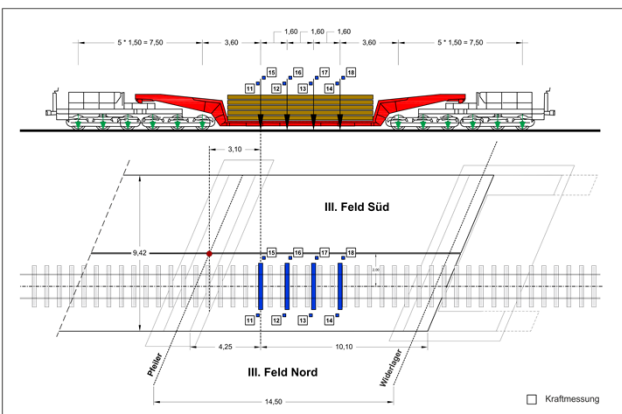
Lasteinleitung auf der Brücke



Messausstattung am Überbau

Belastungstechnik

Für den direkten experimentellen Tragsicherheitsnachweis durch einer Probelastung müssen die maximalen Beanspruchungen aus allen Bemessungseinwirkungen an den maßgebenden Stellen durch externe Belastung erzeugt werden. Hierfür wurde die Versuchslast hydraulisch gegen Ballast, in diesem Fall einen beladenen Eisenbahnwagen Uaais 819, in das Bauwerk eingeleitet. Die externe Belastung wurde für den Versuch so gewählt, dass die maximalen Schubspannungen im maßgebenden Querschnitt erzeugt wurden.

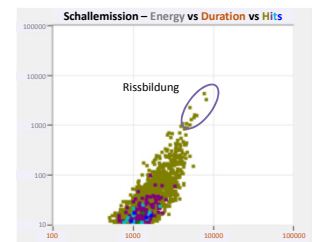
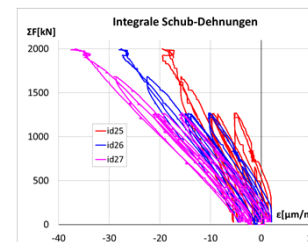


Draufsicht Brücke mit 1 von 4 Laststellungen und Ansicht des beladenen Uaais 819

Messergebnisse

Ein nichtlineares Tragwerksverhalten, und somit die Fortsetzung der Rissbildung, konnte erst oberhalb der Gebrauchslast beobachtet werden. Weder die Extremwerte noch die verbleibenden Verformungen erreichten kritische Werte. Verformungen wurden über die Fuge in das unbelastete Nachbarbauwerk übertragen.

Die Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit der Stahlbetonbrücke wurde für den Lastansatz D4xL ($v \leq 160 \text{ km/h}$) erfolgreich nachgewiesen.



Fazit

Wenn die Tragsicherheit von Bestandsbauwerken auf der Grundlage rein rechnerischer Methoden nicht nachgewiesen werden kann, sind experimentelle Tragsicherheitsbewertungen ein alternativer Weg, um vorhandene Tragreserven aufzudecken und die aktuelle Tragfähigkeit auszuloten.