

Querkraftertüchtigung einer Brücke

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Hartl, Fachgruppe Straße, Brücke und Planung, Land Burgenland
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Feix, AB Massivbau und Brückenbau, Universität Innsbruck
Dipl.-Ing. Johannes Lechner, AB Massivbau und Brückenbau, Universität Innsbruck

Querkraftdefizite bei Bestandsbrücken

Der Großteil der heute in Betrieb befindlichen Infrastrukturbauwerke ist mittlerweile 40 bis 60 Jahre alt. Die mit der Zeit gestiegenen Lastanforderungen und verschärften Bemessungsregeln hinsichtlich der erforderlichen Querkraftbewehrung führen dazu, dass die Bestandsbauwerke zum Teil deutliche Defizite hinsichtlich der, aus heutiger Sicht erforderlichen Querkraftbewehrung aufweisen. Die derzeit laufenden Forschungsarbeiten mit dem Hintergrund günstigerer Bemessungsmodelle vor allem bei vorgespannten Brücken zu verifizieren werden einen Teil der vorhandenen Defizite kompensieren können. Zusätzlich bleibt ein Bedarf an Methoden zur nachträglichen Verstärkung für die Querkraftbeanspruchungen.

Gesamtbedeutung im Brückennetz

Im Burgenland sind bereits 11% aller Landesstraßenbrücken tragfähig gemäß Eurocode. Dies ist die Summe der ertüchtigten Brücken und der Ersatzneubauten sowie der Neubaubrücken, welche zumeist im Zuge von Umfahrungen errichtet wurden. Aufgrund des relativ hohen Mittelbedarfs für eine konventionelle Instandsetzung wird die Strategie verfolgt, dass im Zuge der Instandsetzung entweder eine Ertüchtigung auf EC-Niveau ohne erhalterspezifische Zusatzvorgaben, d.h. LM1 und LM3 mit $\alpha = 1,0$ erfolgt, oder dass die Brücke ohne weitere Investitionen restgenutzt wird und dann zu einem späteren Zeitpunkt durch einen Ersatzneubau ersetzt wird. Mehrere Kostenvergleiche haben ergeben, dass bei einer Ertüchtigung im Mittel die Investitionssumme um rund 20 % höher ist als bei einer konventionellen Instandsetzung. Dafür wird in Folge ein wesentlich geringerer Wartungs- und Instandhaltungsaufwand benötigt, da die ertüchtigte Brücke in aller Regel auch integralisiert wurde. Zusätzlich wirkt die Investition wesentlich nachhaltiger.

Dass bei Bestandstragwerken der Querkraftnachweis gerade in Kombination mit höheren Einwirkungen oft schwer zu erbringen ist, ist in der Fachwelt weithin bekannt. Dennoch, quer über alle Brückentypen und -abmessungen ist dies die erste Brücke im Burgenländischen Landstraßennetz, bei welcher eine bauliche Querkraftverstärkung notwendig wurde. Die Kosten sind auf diese eine Brücke betrachtet hoch, auf das Netz betrachtet wäre es schwer vertretbar, eine Lücke in der Tragfähigkeit einer ertüchtigten Brücke zu haben.

Vorstellung der verstärkten Brücke

Bezüglich der Übersicht wird auf Folie 4 ff verwiesen. Es handelt sich um eine vierfeldrige Plattenbrücke mit einer Gesamtsystemlänge von 59 m. Von den Auflagern weg bis zum Ende der Aufbiegungen ist der Querkraftwiderstand selbst für die Belastung nach Eurocode ausreichend hoch. In den unmittelbar anschließenden Bereichen und in den seitlichen Randbereichen der Platte sind Querkraftverstärkungen erforderlich.

Vergabeverfahren mit Ausscheidung von Angeboten

Im Zuge der Aufklärungsgespräche stellte sich heraus, dass die ersten drei Bieter ein Produkt zur Querkraftverstärkung angeboten haben, für welches der Nachweis der technischen Eignung nicht annähernd erbracht werden konnte. Aus wirtschaftlichen Gründen waren die Bieter nicht bereit, die Querkraftverstärkung mit einem technisch geeigneten Produkt auszuführen. Der juristische Schluss war, dass die Bieter einem Erklärungsirrtum unterlegen sind und dass aus diesem Grunde die Angebote zwingend auszuschneiden sind. Für den Techniker ist es nur

schwer verständlich ist, dass als Ausscheidungsgrund nicht der „fehlende Nachweis der technischen Eignung“ herangezogen werden kann. Es ist auch die Frage zu stellen, ob nicht erst das schwer verständliche Verfahren um das europäische Zulassungswesen in Kombination mit wirtschaftlichen Interessen einerseits, und Teilwissen der meisten beteiligten Personen andererseits, manche Marktteilnehmer kreativen Ansätzen inspiriert.

Betonschrauben als Querkraftverstärkung

Betonschrauben sind aus der Befestigungstechnik bekannte Anker, welche in ein mittels Hammerbohrverfahren erstelltes Bohrloch eingedreht werden. Beim Eindrehvorgang schneidet sich ein Gewinde im vorderen Bereich der Schraube in die Bohrlochwandung, wie in Bild 1 gezeigt. Neben der sehr einfach durchzuführenden Installation liegt der große Vorteil der Betonschrauben auf der robusten Tragwirkung auf dem Prinzip des Hinterschnitts, welcher über das Betonschneidegewinde beim Eindrehen erzeugt wird. Zusätzlich können die eingesetzten Schrauben mittels Verbundmörtel eingeklebt werden um eine weitere Laststeigerung zu erhalten.



Bild 1. Betonschrauben mit großem Durchmesser, welche in den durchgeführten Versuchsreihen als Querkraftverstärkung eingesetzt wurden (links) und Betonschraube eingebaut im Versuchskörper (rechts)

Die beschriebene, einfache Installation ermöglicht es die gezeigten Betonschrauben als Verstärkungselemente von der Unterseite in das Tragwerk einbauen zu können, womit eine aufwändige und teure Sperre der Tragwerke entfallen kann.

Experimentelle Untersuchungen

Aufgrund der genannten Vorteile der Betonschrauben wurden an der Universität Innsbruck mehrere Versuchsreihen an Betonbalken mit Rechteckquerschnitt durchgeführt um die Einsatzmöglichkeit zu überprüfen. Dabei wurden die in Bild 1 gezeigten Betonschrauben als nachträglich installierte Querkraftbewehrung eingebaut und anschließend die Traglast ermittelt. Neben 29 statisch belasteten Versuchen wurden auch drei Versuchsbalken mit zyklischen Lasten beaufschlagt um das Verhalten des neuen Verstärkungssystems in dynamisch belasteten Tragwerken, wie etwa Brücken zu untersuchen.



Bild 2. Versuchsaufbau und verschiedene Konfigurationen der Betonschrauben in den Versuchsträgern

Bild 2 zeigt den Versuchsaufbau als 4 Punkt Biegeversuche und Probekörper bei welchen die geometrische Anordnung der Verstärkungselemente mit einem Durchmesser von 16 mm variiert wurde.

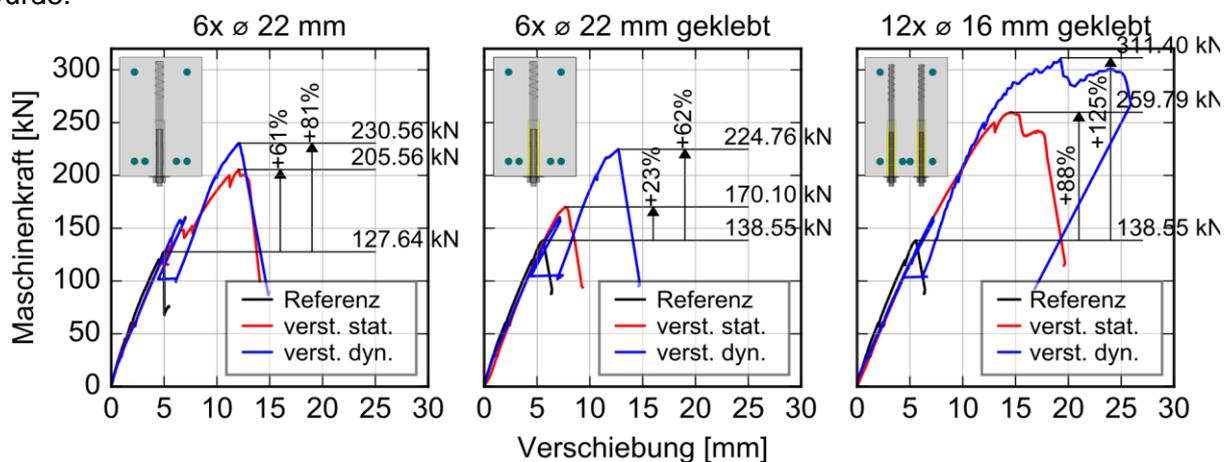


Bild 3. Last-Verschiebungsdiagramme der zyklischen Versuche und zugehörigen, statisch belasteten Versuche sowie unverstärkten Referenzversuche

Die in Bild 3 gezeigten Last-Verschiebungskurven zeigen die deutlichen Traglaststeigerungen von bis zu 125 % gegenüber den Referenzversuchen ohne Querkraftbewehrung. Auch zeigt sich in allen Versuchen, dass die Versuche nach Aufbringen der 5 Mio. Lastwechsel zyklischer Last höhere Bruchlasten aufweisen, verglichen mit jenen Versuchen mit statischer Belastung.

Durchführung der Verstärkungsmaßnahmen

Zusammenfassung

Durch das neue Verstärkungssystem können Baustellen mit teilweiser Brückensperre und dementsprechenden negativen volkswirtschaftlichen Auswirkungen vermieden werden. Das System kann in der bestehenden Infrastruktur unter laufendem Betrieb installiert werden. In Versuchen konnte eine wesentliche Traglaststeigerung sowohl unter statischer, als auch unter dynamischer Last erzielt werden. Ein wesentlicher Vorteil des neuen Systems liegt darüber hinaus in der robusten Tragwirkung auf dem Prinzip des Hinterschnitts.