

Adaptive Brückenbauwerke und ganzheitliche Verstärkungskonzepte

Adaptive Bridges and Holistic Strengthening Concepts

Empelmann, Martin; Busse, Daniel

Abstract

Looking at German motorway bridges strengthening has become an important topic. Because of the challenges occurring in engineering on existing structures, a new concept for adaptive bridges already prepared for later strengthening is developed. In addition to these new constructions a modular kit of constructive methods allowing a holistic strengthening are part of this research.

1 Einführung

Der aktuelle Bestand der Brücken im deutschen Fernstraßennetz mit einem Durchschnittsalter von 30 bis 50 Jahren wurde nach dem zu diesem Zeitpunkt aktuellen Normenkonzept bemessen. Bis heute haben sich allerdings sowohl die Verkehrszahlen insgesamt als auch der Anteil des Schwerverkehrs deutlich stärker erhöht und übersteigen die seinerzeit in der Bemessung angesetzten Lastmodelle. Aktuelle Prognosen gehen von einem weiteren Wachstum der Verkehrsbelastungen aus.

Als Folge dieser Entwicklung müssen die bestehenden Brücken verstärkt werden, um die Tragfähigkeit und Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Bei aktuellen Verstärkungsmaßnahmen wird häufig eine zusätzliche externe Vorspannung oder eine Aufbetonverstärkung eingesetzt. Diese sind sehr wirksam sein, haben aber den Nachteil, dass häufig aufwändige Konstruktionen erforderlich sind und erhebliche Eingriffe in den Bestand erforderlich sind. Zudem wird z. B. durch eine externe Vorspannung im Wesentlichen die Biegetragfähigkeit oder das Gebrauchsverhalten erhöht, für die Verstärkung der Querkrafttragfähigkeit liefert sie nur einen geringen Anteil. Eine ganzheitliche Verstärkung erfordert die Kombination unterschiedlicher Maßnahmen, wodurch häufig neue Konfliktpunkte entstehen. Des Weiteren wird durch die Baumaßnahmen meist die Nutzung des Bauwerks eingeschränkt.

An diesem Punkt setzt das Forschungsprojekt „Adaptive Tube-in-Tube Brücken“ an, das am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig in Kooperation mit HOCHTIEF Consult bearbeitet wird. Das Projekt ist Teil des Innovationsprogramms Straße „Adaptive und intelli-

gente Brücken der Zukunft“ und wird durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) gefördert.

2 Adaptive Brückenbauwerke

Der Entwurf eines adaptiven Brückenbauwerks soll sich zunächst auf Neubauten beziehen. Eine Umsetzung der Konzepte für Bestandsbauten ist zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Adaptiv bedeutet im sprachlichen Sinne: anpassungs- oder wandlungsfähig. Für eine Brücke kann eine Adaption beispielsweise im Hinblick auf eine Anpassung an eine erhöhte Verkehrsbelastung eine vergrößerte Verkehrsfläche (z. B. zusätzlich Fahrspur) oder eine Modifikation der Brückenausstattung (z. B. höhere Lärmschutzwände) erfolgen. Eine solche spätere Anpassung sollte direkt bei der Planung berücksichtigt werden, um hinterher einen schnellen und einfachen Einbau von Verstärkungselementen ohne aufwändige Eingriffe in die Bausubstanz zu ermöglichen und den Einfluss auf die Nutzung und den Betrieb zu minimieren.

Grundsätzlich sind für die Adaption von Brückenbauwerken unterschiedliche strukturelle Maßnahmen denkbar:

- Anpassung der Querschnittsgeometrie (Bild 1),
- Einbau zusätzlicher Anker- und Stützstellen,
- Modifikation der Spanngliedführung,
- Einbau von Aussparungen und Öffnungen sowie vorgefertigten Anschlusspunkten.

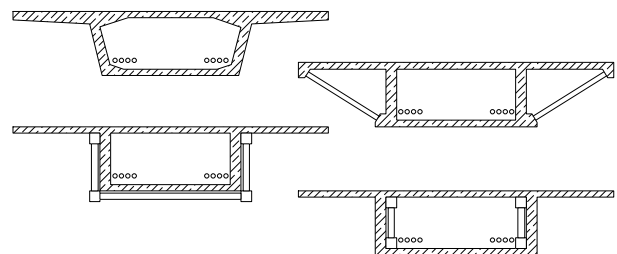


BILD 1 Anpassung der Querschnittsgeometrie

Die Auswahl der erforderlichen strukturellen Maßnahmen und damit die Entwicklung eines adaptiven Ursprungsbauwerks können nur in Kombination mit dem

gewählten Adaptionziel und den möglichen Verstärkungskonzepten erfolgen.

3 Entwicklung ganzheitlicher Verstärkungskonzepte

Um einen Überblick über die Möglichkeiten zur Verstärkung von Brückenbauwerken zu erhalten, wurde zunächst ein umfangreicher Maßnahmenkatalog erstellt, in dem neben dem aktuellen Stand der Verstärkungsmaßnahmen auch innovative Sonderlösungen, z. B. Einsatz ultrahochfester Betone, erfasst wurden. Zudem wurden neuartige Brückenneubauten und aktuelle Entwicklungen in der Konstruktion von Spannbeton- und Verbundbrücken untersucht und Ansätze zur adaptiven Verstärkung abgeleitet.

Für die adaptive Verstärkung eines Hohlkastens in Querrichtung wurden folgende Elemente ausgewählt:

- Stützende Streben,
- Rippen unter der oberen Platte,
- Unterspannungen im Kasten,
- Kombinationen der Maßnahmen (Bild 2)

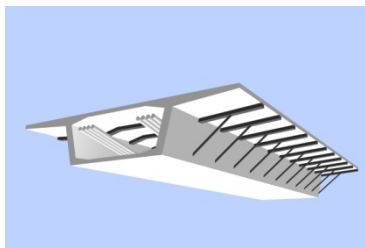


BILD 2 Verstärkungskonzept in Querrichtung

In Längsrichtung wurden Fachwerkstrukturen (Bild 3) untersucht, wobei folgende Parameter variiert wurden:

- Materialien (Stahl, Beton, HPC, UHPC),
- Abmessungen der Gurte und Streben,
- Neigung der Diagonalen,
- Vorspannung des Fachwerks.

Im Rahmen der Untersuchungen zeigte sich, dass vor allem die Vorspannung einen großen Einfluss auf die Wirksamkeit hat. Während ein nicht vorgespanntes Fachwerk praktisch nur eine Erhöhung des Eigengewichts bewirkt, hat ein vorgespanntes Fachwerk sowohl für die Biege- als auch für die Querkrafttragfähigkeit einen positiven Einfluss.

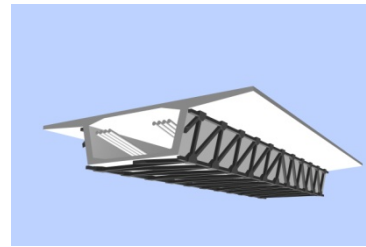


BILD 3 Verstärkungskonzept in Längsrichtung

Der letzte Schritt zu einem ganzheitlichen Konzept ist eine Kombination der Maßnahmen in Quer- und Längsrichtung und in Bild 4 dargestellt.

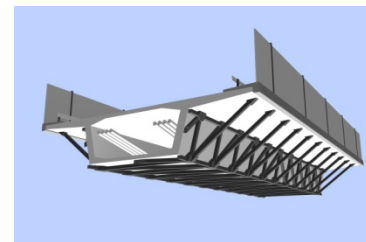


BILD 4 Ganzheitliches Verstärkungskonzept

4 Detaillierung der Anschlüsse

Die Wirksamkeit einer Verstärkungsmaßnahme ergibt sich aus der Tragfähigkeit des zusätzlichen Verstärkungselementes und dem Kraftschluss mit der vorhandenen Struktur. Für die bereits beschriebenen Verstärkungskonzepte in Querrichtung sind zwei unterschiedliche Anschlussstypen erforderlich. Die stützenden Streben müssen punktuell am Brückenüberbau befestigt werden, wohingegen die Rippen weitgehend linienförmig mit der vorhandenen Struktur gekoppelt werden müssen. Zur Kopplung des längsgerichteten Fachwerks mit dem Überbau sind punktuelle Verbindungen in den Knotenelementen zweckmäßig.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden für den adaptiven, nachträglichen Anschluss von Bauelementen neben dem klassischen Beton-Beton-Verbund auch Verbindungen aus dem Verbund- und Fertigteilbau sowie innovative Verbindungen für Hochleistungswerkstoffe untersucht.

5 Literatur

- /1/ EMPELMANN, M.; BUSSE, D.; HAMM, S.; GIRMSCHIED, M.; ZEDLER, T.: STRENGTHENING OF BOX GIRDERS USING ADAPTIVE "TUBE-IN-TUBE" CONCEPTS, IABMAS 2012 – 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BRIDGE MAINTENANCE, SAFETY AND MANAGEMENT, LAKE COMO, ITALY, PAPER No. 1664, 2012