

Integralisierung einer 150 m langen Brücke? - Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

DI Dr. Helmut Hartl, Land Burgenland & DI DI Michael Mayer, KHP Graz

Ausgangssituation

Brücken ohne Lager und Fahrbahnübergänge sind nicht nur im Neubau beliebt, auch beim Umbau von konventionellen Brücken in integrale Brücken werden positive Erfahrungen gesammelt. Naturgemäß stellt sich die Frage bis zu welchen Längen so ein Umbau möglich ist. Wird eine konkrete Brücke betrachtet, so ist zu erkennen, dass die potentiellen Limits nicht unbedingt durch die Länge, sondern eher durch die konstruktive Durchbildung spezieller Details gesetzt werden könnten.

Die gegenständliche Brücke ist in dieser Hinsicht besonders herausfordernd: Es handelt sich um eine 150 m lange Hangbrücke die einen Kriechhang quert. Die Gründung besteht aus Schlitzwandkästen, denen als Belastung der passive Erddruck zugrunde gelegt wurde und die entsprechend der Bewegungsrichtung des Hanges ausgerichtet wurden und nicht entsprechend dem Brückenunterbau. Daraus ergeben sich vergleichsweise kleine Kontaktflächen der Kopfplatte der Schlitzwandgründung mit den Stirnwänden der Brückenwiderlager. Erwartungsgemäß ist die Anschlussbewehrung in dieser Arbeitsfuge sparsam dimensioniert. Da die Widerlager zusätzlich sehr niedrig sind, sind in diesem Bereich große Zwänge zufolge der Temperaturbeanspruchungen zu erwarten.

Das Tragwerk selbst ist ein vorgespanntes Dreifeldtragwerk, welches im Freivorbau hergestellt wurde. Es ist zu untersuchen, ob die Auswirkung des Temperaturzwanges kombiniert mit den erhöhten Lastanforderungen an das ertüchtigte System (LM1 und LM3) beherrschbar ist.

Einzig die Aufnahme der Bewegung im Belag wird als nicht besonders kritisch eingestuft: Mit einer dehnbaren Gummibetonschleppplatte wurden bereits in Oberwart positive Erfahrungen gesammelt. Dieses System soll auch hier wieder zum Einsatz kommen.

Nachdem eine längerfristige Präzisionsvermessung des Unterbaues gezeigt hat, dass sich die Fundierungen samt Unterbauten nicht bewegen, wurde vom Brückenerhalter eine Machbarkeitsstudie beauftragt, welche bewusst offen formuliert wurde: Es sollte überprüft werden, ob die Brücke integralisiert werden kann oder nicht. Wenn der Aufwand für Integralisierung den fortlaufenden Aufwand für die Fugeninstandsetzung überschreitet, wird auch das Aufzeigen der Limits als positives Ergebnis gesehen.

Ausgewählte Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

Aufgrund der Maßgabe des Brückenerhalters, dass eine Ertüchtigung durchgeführt werden soll, welche den Anforderungen des zukünftigen Verkehrs zu entsprechen hat, sind vorab die α -Werte des Bestandstragwerks zu bestimmen. Die durchgeführten Berechnungen haben ergeben, dass aufgrund der schlanken Fahrbahnplatte (0,18 m) für das Lastmodell 1 der α -Wert der Quertragrichtung hinsichtlich Biegung mit 0,60 maßgebend ist. Der maßgebende α -Wert des Lastmodells 3 resultiert aus der Querkraftbeanspruchung des Hauptsystems und ergibt sich zu 0,41.

Ein weiterer wesentlicher Faktor bei der nachträglichen Integralisierung eines Bauwerks mit einer Länge von 150 m ist die Berechnung der auftretenden Zwangbeanspruchungen aus Temperatur. Hier wurden umfangreiche Studien, u.a. unter Berücksichtigung nichtlinearer Bettungssteifigkeiten

untersucht. Aus diesen Untersuchungen geht, für das vorliegende Tragwerk, hervor, dass ein Unterschied in der Bettungssteifigkeit von einem Faktor 2 zu einer Änderung der Zwangskraft von ca. 20 bis 25 % führt. Die Zwangnormalkraft selbst liegt in einer Größenordnung von ca. 15 % der Bestandsvorspannung, was in etwa den Verlusten aus Kriechen, Schwinden und Relaxation entspricht. Somit beträgt die Differenz zwischen oberem und unterem Grenzwert der Bettung bezogen auf die Vorspannkraft nur ca. 4 %. Hierdurch kann der geringe Einfluss der Grenzwerte auf die Gesamtschnittkräfte, für das vorliegende Objekt, gezeigt werden.

Insbesondere dem Übergang der Widerlager auf die Stahlbetonkopfplatten auf den Schlitzwandkästen wurde erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Die Verstärkung der Widerlager erfolgt über, kraftschlüssig mit dem Bestand verbundene, Vorsatzschalen aus C 50/60. Zur Reduzierung des Ertüchtigungsaufwands und zur Vermeidung einer nennenswerten zusätzlichen Beanspruchung für den Baugrund wird angestrebt keine Anschlussbohrungen zwischen den Vorsatzschalen und den Stahlbetonkopfplatten vorzusehen. Hierdurch ist es erforderlich die Vorsatzschalen aus C 50/60 auszuführen, um die Kapazität der vorhandenen Bewehrung vollständig aktivieren zu können, sowohl für öffnende, als auch schließende Momente. Diese ausführungstechnische Vereinfachung erfordert detaillierte, nichtlineare Untersuchungen des Fugenanschlusses zwischen Widerlager und Schlitzwandkästen.

Voraussetzung für diese nichtlineare Berechnung ist die ausreichende Verankerung der Bestandsbewehrung. Das ist gegeben. Erfasst wird das tatsächliche Fugenverhalten durch die Abbildung der Fuge via Momenten-Krümmungs-Beziehungen unter Rücksichtnahme auf die jeweils vorhandene Normalkraft. Erforderlich wird diese aufwendige Rechenmaßnahme, da Vorabberechnungen an einem System mit starrer Verbindung zwischen Widerlager und Pfahlkopfplatte zu einer starken Überschätzung der Steifigkeit dieses Punktes geführt haben. Diese Überschätzung der Steifigkeit führt zu unrealistischen Einspannschnittgrößen, welche von der Bestandsfuge nicht abgetragen werden können.

Aus den Berechnungen der Machbarkeitsstudie geht hervor, dass unter Anwendung der nachfolgend aufgelisteten Maßnahmen eine Integralisierung und Ertüchtigung des Tragwerks durchführbar ist.

- Herstellung einer 0,10 m starken Aufbetonschicht mit Überkronung gemäß RVS 15.02.34
- Herstellen von Rahmenecken an den Widerlagern inklusiver entsprechender Vorsatzschalen
- Verguss der Pfeilerkopfbereiche
- Verwendung einer externen Vorspannung (10 Spannglieder; P_{\max} ca. 2,30 MN) zur Verstärkung des integralisierten Systems
- Betonage von 6 Querscheiben zur Umlenkung der Spannglieder
- Übergangskonstruktionen aus Gummibeton

Insgesamt kann festgestellt werden, dass eine Integralisierung der Hangbrücke Henndorf möglich ist. Sie würde die Dauerhaftigkeit des Bauwerks deutlich verbessern. Die baulichen Maßnahmen im Rahmen der Integralisierung sind verglichen mit der Verlängerung der Lebensdauer und Verbesserung des Tragverhaltens des Bauwerks in einem überschaubaren Rahmen.

Literatur

- [1] B57 Güssinger Straße km 48,182 Objekt 20009 Hangbrücke Henndorf | Machbarkeitsstudie - Integralisierung; Nguyen V. T., Schuller H., Mayer M.; 2019-07-24