

# **Erfahrungen mit einer längsdehnweichen Schleppplatte bei einer 90 m Brücke ohne FÜK**

DI Dr. Helmut Hartl

Amt der Burgenländischen Landesregierung, Helmut.Hartl@bgl.d.gv.at

## **Einleitung**

Da die gegenständliche Brücke bereits bei der Brückentagung 2011 vorgestellt wurde, wird auf die damals präsentierten Punkte nicht mehr im Detail eingegangen [1]. Im Gegensatz zu den meisten anderen integralen Brücken mit vergleichbaren Längen wurde bewusst eine steife Widerlagerkonstruktion mit konventioneller Hinterfüllung gewählt. Da aus Erhaltungsgründen auf Fahrbahnübergänge völlig verzichtet werden sollte, war eine Konstruktion zu finden, mit der die Bewegung der Brücke in die freie Strecke eingeleitet werden sollte. Dazu wurde eine längsdehnweiche Schleppplatte aus bewehrtem Gummibeton entwickelt. Im Folgenden werden die Messergebnisse der Brücke, welche seit August 2011 unter Verkehr steht, präsentiert. (Folie 1 – 4)

## **Gummibetonschleppplatte - Konstruktionsprinzip und Wirkungsweise**

Um die diskreten Bewegungen kontinuierlich in die freie Strecke einleiten zu können, ist an die Enden der Brücke im statischen Sinne eine Feder anzuhängen, deren Steifigkeit so einzustellen ist, dass sich über die Länge der Feder eine möglichst kontinuierliche Dehnung ergibt. Die Länge ist so zu wählen, dass am freien Ende der Feder nahezu keine Verschiebung mehr auftritt. Im statischen Modell ist die Feder mit dem Endknoten der Brücke und den einzelnen Knoten der Hinterfüllung zu verbinden.

Bei der konstruktiven Umsetzung stellt sich heraus, dass für diesen Zweck Stahlbeton viel zu steif ist und Geotextilen viel zu weich sind. Mit Stahl lässt sich der erforderliche Querschnitt gezielt einstellen, allerdings ist der gesamte Boden zu aktivieren, denn wenn der Stahl im Boden schlupft, werden die Bewegungen nicht kontinuierlich verteilt werden. Wird in einem konventionellen Standardbeton den Gesteinszuschlag durch Gummigranulat (z.B. geschredderte Altreifen) ersetzt, so entsteht ein Beton mit sehr geringem E-Modul, welcher den Anforderungen gerecht wird. Die Längssteifigkeit kann durch die Bewehrung zielsicher eingestellt werden und die Verbindung mit dem Boden erfolgt durch den Gummibeton.

Aufgrund der mäßigen Verbundfestigkeit zwischen Bewehrungsstahl (welcher ausschließlich aus Dauerhaftigkeitsgründen verzinkt wurde) und dem Gummibeton kann sich der Effekt einstellen, dass eine durchgehende Bewehrung bis zum Schleppplattenende ohne Zusatzmaßnahmen das gewünschte Systemverhalten ergibt. Im konkreten Anwendungsfall wurden Verankerungen in Normalbetonquerriegeln vorgesehen, da noch keinerlei Erfahrungen vorlagen. (Folie 4 – 13)

## **Temperaturmessungen**

Die Brücke weist einen Plattenquerschnitt mit Kragarmen auf. Die Brücke steht frei, sie wird weder durch die Umgebung abgeschattet noch tragen die Anlageverhältnisse unter der Brücke zu einem Temperatenausgleich bei, wie dies z.B. bei steilen Talflanken, starker Vegetation oder Gewässern sein kann. Die Temperaturen wurden sowohl in der Feldmitte, wo die Tragwerksstärke 90 cm beträgt als auch über der Stütze, wo die Tragwerksstärke 140

cm beträgt, jeweils in mehreren Höhenpositionen gemessen. Vergleicht man diese Temperaturen mit der Lufttemperatur unter dem Tragwerk und mit der meteorologischen Temperatur, so erkennt man, dass im Sommer die täglichen Temperaturänderungen im Kern ca. der über 20 Stunden gemittelten Lufttemperatur unter dem Tragwerk bzw. der über 44 Stunden gemittelten meteorologischen Temperatur entsprechen. Zuzufolge der Strahlungsenergie und deren Absorption über den dunklen Asphaltbelag ergibt sich zusätzlich eine signifikante Erhöhung der Betontemperatur im Kern verglichen den soeben erwähnten Mitteltemperaturen. Die maximale Kerntemperatur wird sogar wärmer als die Tagespitze der meteorologischen Lufttemperatur. Im Winter hat naturgemäß die Strahlungsenergie weniger Einfluss, somit nähert sich die Tragwerkskerntemperatur der gemittelten Umgebungstemperatur. Vergleicht man die Messergebnisse mit der ÖNORM EN 1991-1-5, so kann die Regel über die Ermittlung des maximalen bzw. minimalen Temperaturanteils bei Betonbrücken bestätigt werden. (Folie 14 – 18)

### **Extensometermessungen**

Je Schlepplatte wurden sechs Extensometer eingebaut, um die Abnahme der Bewegungen über die Länge der Gummibetonschlepplatte beobachten zu können. Die Messgeräte wurden bei Belagsschluss am 1.8.2011 auf null rückgesetzt, um zukünftig die Bewegungen relativ zu diesem Zeitpunkt aufzuzeichnen. Obwohl sich Probleme daraus ergeben, dass teilweise Messergebnisse ausgefallen sind (Frost, Druckbeanspruchungen im Extensometer, Elektronik, etc.) lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten. Je weiter der Extensometer vom Widerlager entfernt verankert ist, desto größer ist der Verformungsunterschied zwischen der extremalen Sommer- und Winterstellung. Die täglichen Wechselspiele der gemessenen Verformungen nehmen mit der Entfernung der Extensometer vom Widerlager zu. Im Winter sind nicht nur die Tagesschwankungen der Verformungen wesentlich geringer als im Sommer, zusätzlich erfolgt die Verlängerung der Brücke zuzufolge der Tageserwärmung nur über ca. ein Viertel der Tageszeit, während die kritische Verkürzung des Tragwerks (Zug im Fahrbahnbelag) über ca. drei Viertel der Tageszeit erfolgt. Das begünstigt das Zugkriechen des Asphaltbelages erheblich. (Folie 19 – 24)

### **Konvergenzmessungen**

Zwischen beiden Widerlagern werden die Verformungen mittels Laser gemessen. Die Längenänderung steht in guter Übereinstimmung mit der Summe der beiden jeweils vom Widerlager am meisten entfernten Extensometer. Vergleicht man die gemessenen Verformungen mit Rechenwerten zuzufolge der meteorologischen Temperatur so zeigt sich, dass eine Mittelung über zwei Tage zu große Verformungsausschläge ergeben würde, mittelt man hingegen die Rechenwerte über sieben Tage, so verbessert sich die Übereinstimmung erheblich. Berechnet man die Längenänderung zuzufolge der gemessenen Betonkerntemperatur, so ergibt sich die beste Übereinstimmung, wenn man den im Labor gemessenen Temperaturexpansionskoeffizienten ( $\alpha_T = 11,9 \text{ E-06}$ ) mit dem Faktor 0,70 skaliert. Als Hauptgründe dafür werden Zwang, seitliches Ausweichen des im Grundriss gekrümmten Tragwerks und die nichtlineare Temperaturverteilung über den Querschnitt genannt. (Folie 25)

## Zusammenfassung

Die Beobachtungen vor Ort zeigen, dass die Brücke insbesondere im Übergang zur freien Strecke ohne Fahrbahnübergangskonstruktion tadellos funktioniert. Das Funktionieren der grundlegenden Entwurfsideen wird durch die Messungen bestätigt. Insofern darf erwartet werden, dass die Brücke dauerhaft eine robuste und wartungsarme Konstruktion darstellt. Dennoch ergeben sich einige Fragestellungen zur weiteren Absicherung bzw. Optimierung der Ansätze. (Folie 26 – 27)

- [1] Hartl H.; „Neuerrichtung und Bewegungen einer 90 m langen Brücke mit steifen Widerlagern ohne Lager und ohne Fahrbahnübergänge bei Oberwart“; Brückentagung 2011 in Wien, Österreichische Bautechnik Vereinigung;  
[http://www.brueckentagung.at/bruecke2011/PDF/12\\_KF\\_Hartl.pdf](http://www.brueckentagung.at/bruecke2011/PDF/12_KF_Hartl.pdf) &  
[http://www.brueckentagung.at/bruecke2011/PDF/12\\_PPT\\_Hartl.pdf](http://www.brueckentagung.at/bruecke2011/PDF/12_PPT_Hartl.pdf)