

## Instandsetzung mit Aufbeton

*Anwendungsbeispiel Generalinstandsetzung " Mauthbrücke" B311 Pinzgauer Straße, km 17,5*

### Allgemeines

Die B311 ist die einzige innerösterreichische Ost- Westverbindung im Bundesland Salzburg. Der JDTV beträgt über 12.000 Kraftfahrzeuge in 24 Stunden, wobei der Schwerverkehranteil über 10 % liegt.

### Brückendaten, Verkehrsführung

Länge = 33m + 63m + 63m + 39,5m = 198,5m. Die Brücke überspannt die Salzach, 2 Gleise der ÖBB und die L 270. Die Gesamtbrückenbreite beträgt 13m, Bj.1972, vierfeldriger vorge-spannter Hohlkasten, Längsfest WL Zell a. See, Rollenlager, über ÖBB zukünftig → H4, Absicherung mit Spritzschutz.

Bei der Planung für die Generalinstandsetzung musste besonderes Augenmerk auf eine geringst mögliche Behinderung des öffentlichen Verkehrs gelegt werden.

Da sich in unmittelbarer Nähe der Brücke, ca. 80m vor dem Widerlager Salzburg, der Mauthtunnel mit einer Länge von rd. 200m und einem Kurvenradius von rd. 500m befindet, hatten Aspekte der Verkehrssicherheit besondere Priorität.

Staus im Baubereich verursachen Staus im Tunnel und damit die große Gefahr von gefährlichen Auffahrunfällen in der Tunnelröhre. Das Referat Brückenbau entschied sich daher schon zum Zeitpunkt der Ausschreibung einen Verkehrsabwicklungsplan auszuarbeiten und den Bietern verbindlich vorzugeben.

Prinzipiell wurde eine 2-spurige Verkehrsführung mit einer Breite von 3,0m pro Richtungsfahrbahn vorgesehen. Dies erforderte eine wasserobereitige Verbreiterung der Kragplatte um 75cm. Die Randbalkenbreite von ursprünglich 1,75m wurde auf 0,75m reduziert. Dadurch war es möglich, einen Geh- und Radweg auf der Wasserunterseite mit einer Breite von 3m für die zukünftige Nutzung vorzusehen.

### Berechnungsgrundlagen

ONR 24008 Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisen- und Straßenbrücken, EC 1991-2 Einwirkungen auf Brücken (Lastannahme: Lastmodell LM 1 lt. ÖN EN 1991-2 und ein Sonderfahrzeug mit einem Gesamtgewicht von 3000 kN nach ÖN EN 1991-2 Anhang A im Alleingang), EC 1992-2 Bemessung Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontagwerken.

### Lager

Die statische Nachrechnung mit den neuen Normenwerken und den zusätzlichen Lasten aus dem Umbau ergaben, dass die bestehenden Brückenlager die Belastungen nicht mehr normen-gemäß aufnehmen können.

Ein Rollenlagertausch war wegen zu geringer Bauhöhe nicht möglich. Es wurde daher ein Kalottengleitlager pro Pfeiler zusätzlich vorgesehen. Als Lagerkonstruktion wurde eine Sonderkonstruktion und zwar Kalottenlager kombiniert mit Kapselpressen gewählt.

Mit den Kapselpressen können, für die nun vorhandene Dreipunkt Lagerung, eindeutig definierte Lagerkräfte in das Tragwerk einleitet werden.

### Georadar

Für die ordnungsgemäße Ausschreibung und Planung war es erforderlich, Kenntnisse über die Dicke der bituminösen Schichten am Tragwerk und über die Bestandsnivelle zu erhalten.

Dazu wurde eine Lage und Höhenaufnahme durchgeführt. Als weiterer Schritt erfolgte eine zerstörungsfreie Schichtdickenmessung mittels Georadar. Dabei wurden drei Messlinien aufgenommen. Die Messergebnisse zeigten Belagsstärken von 8cm bis 22cm.

### **Arbeitsablauf**

Im Anschluss an die Verkehrsumleitung, verbunden mit den entsprechenden Absicherungsarbeiten, konnten der bituminöse Belag und die alte Brückenabdichtung im wasserunterseitigen Tragwerksabschnitt abgetragen werden. Nach Entfernung der Brückenabdichtung erfolgte eine Höhenaufnahme der Tragwerksoberfläche und danach eine genaue Berechnung der Ersatzgradienten.

Es ist wichtig, schon zum Zeitpunkt der Ausschreibung den Bietern bekanntzugeben, dass die Tragwerkshöhen des Aufbetons erst nach Abtrag der alten Brückenabdichtung berechnet werden und diese Leistung einen Zeitraum von ca. einer Woche in Anspruch nimmt. Der vorgenannte Sachverhalt führt zu einer Unterbrechung der Arbeiten am Tragwerk und stellt für die bauausführende Firma eine zeitliche Behinderung dar.

### **Oberflächenbehandlung Altbeton, Aufbeton**

Das Aufrauen der Verbundfuge hat prinzipiell nur durch Hochdruckwasserstrahlen zu erfolgen, damit eine Freilegung des Korngerüsts eintritt und eine entsprechende Rautiefe erreicht wird.

Bei der Mauthbrücke zeigte sich, dass der alte bituminöse Voranstrich bis zu 5mm in die Struktur des Tragwerksbetons eingedrungen war. Ein Entfernen dieser Schichten mit der ausgeschriebenen Methode Hochdruckwasserstrahlen war nicht möglich.

Diese verunreinigten Schichten konnten nur durch Hochdruckwasserstrahlen mit besonders hohem Druck in mehrmaligen Arbeitsgängen abgetragen werden. Dies war relativ zeitaufwändig und verursachte Zusatzforderungen des Auftragnehmers.

Ein wesentlicher Faktor für einen guten Verbund des alten Tragwerksbetons mit dem Aufbeton ist natürlich eine einwandfreie Qualität der Verbundfuge. Der Altbeton soll eine mittlere Rautiefe von 3mm aufweisen. Je größer die Oberfläche des aufgerauten Tragwerksbetons ist, umso größer ist natürlich auch die Fläche für die Kraftübertragung in der Verbundfuge. Die Abreißfestigkeit des aufgerauten Altbetons ist gemäß RVS 15.03.14 zu prüfen und hat mindestens 1,5 MPa zu betragen. Dieser Wert wird bei ordnungsgemäßer Vorbehandlung mittels Wasserstrahlen und bei einem ungeschädigten Tragwerksbeton problemlos erreicht.

Vor dem Betonieren sind alle nach dem Hochdruckwasserstrahlen des Tragwerksbetons verursachten Verunreinigungen zu entfernen und ist die Tragwerksoberfläche zwei Tage vollflächig vorzunässen. Es sollte vor der Betonierung am Tragwerk eine matte saubere Betonoberfläche vorhanden sein. Damit wird vermieden, dass der alte Tragwerksbeton dem frischen Aufbeton, das für die Hydratation erforderliche Wasser entzieht und in der Anschlussfuge so dann eine unzureichende Betonqualität entsteht.

Das Reinigen der Verbundfuge von nach dem Hochdruckwasserstrahlen eingetretenen Verschmutzungen durch Abblasen mit Pressluft ist immer problematisch, da Teile des aufgewirbelten Staubes sich wieder ablagern und beim Fehlen eines Ölfilters am Kompressor durch im Luftstrom vorhandene Ölpartikel auf die Verbundfuge gelangen können.

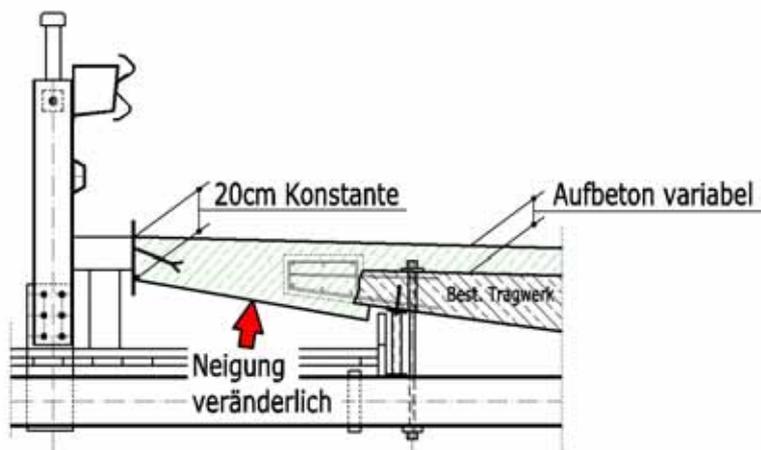
### **Dübel versetzen**

Aufgrund der sehr guten Erfahrungen bei anderen Baustellen, wurden HILTI Dübel HCC-B, in der Ausschreibung vorgesehen. Insgesamt wurden 2650 Dübel eingebaut, dies sind nur rd. ein Stück pro Quadratmeter Aufbetonfläche. Eine erhebliche Einsparung von Dübeln ist aber nur bei einer entsprechend gesicherter Qualität der Verbundfuge ratsam.

Beim Bohren der Dübel ist besonders auf die Reinigung des Bohrloches von Bohrmehl und bei ungünstiger Witterung auf die Entfernung von Wasser zu achten. Sehr oft werden die Bohrlöcher mit Pressluft ausgeblasen (2600 Bohrungen) und damit in weiterer Folge das Bohrmehl auf der Tragwerksoberfläche verteilt. Dies ist für den Haftverbund zwischen Tragwerksbeton und Aufbeton ungünstig. Das Absaugen des Bohrmehls mittels Staubsauger sollte von der Bauaufsicht immer verlangt werden.

### **Einhängen des Aufbetons im Kragplattenbereich**

Inzwischen ist es Stand der Technik, dass die Kragarmrandbereiche mit Erhalt der Kragarmbewehrung abgetragen und danach mit dem Aufbeton monolithisch verbunden werden. Sehr oft zeigt sich in der Praxis, dass die obere Kragarmbewehrung wegen unzureichender Bewehrungsunterstellungen beim Bau der Brücke wesentlich zu tief liegt, wodurch eine erhebliche Reduktion der Tragfähigkeit eintritt. Dies kann durch Zusatzbewehrung im Aufbeton korrigiert werden.



Eine Problemstelle stellt immer die vertikale Anschlussfuge zwischen dem Altbeton und dem Aufbeton dar. Da beim Abtrag keine exakte Betonkante erreicht werden kann und Ausbrüche an der Kragplattenunterseite in der Praxis nicht zu vermeiden sind, wurde vom Referat Brückenbau ein entsprechendes Anschlussdetail entwickelt, das sowohl den architektonischen Anforderungen als auch den technischen Vorgaben entspricht.

Nachdem durch die erstellte Ersatzgradienten unterschiedliche Aufbetonstärken (8-18cm) gegeben sind und der Randbalken an der Außenseite eine konstante Höhe aufzuweisen hat, ergibt sich für die Kragplattenunterseite im Randbereich eine veränderliche Neigung in Abhängigkeit der Dicke der Aufbetonschicht.

### **Betonierung unter Verkehr**

Da bei der Betonierung des Aufbetons die Brücke unter Verkehr steht, können Vibrationen des Tragwerkes nicht vermieden werden und diese Schwingungen sind bei extrem einseitiger Belastung der Brücke ausgeprägter. Rückblickend auf langjährige Erfahrungen sind aber durch diese Vibrationen noch nie Qualitätsprobleme beim Aufbeton aufgetreten. Dies ist damit begründet, dass das gesamte Brückendeck mit dem darüber befindlichen frischen Beton gleichmäßig schwingt. Ein ähnlicher Zustand, jedoch nicht so ausgeprägt, ist auch bei Betonierung eines Tragwerkes auf einem konventionellen Lehrgerüst gegeben. Auch hier entstehen durch den Rüttelvorgang oder durch das Pumpen Schwingungen.

Ganz anders verhält es sich wenn eine Brücke in zwei Abschnitten hergestellt wird. Ein Tragwerksabschnitt ist z.B. schon unter Verkehr und der zweite Abschnitt wird auf Lehrgerüst betoniert. Hier sind erhebliche Schwingungsdifferenzen gegeben und diese werden durch die Anschlussbewehrung für die monolithische Verbindung der beiden Abschnitte übertragen.

Noch eine Überlegung zum Thema Schwingungen: Beim Verdichten des Betons werden Bewehrungseisen durch den unvermeidbaren Kontakt mit der Rüttelflasche stark in Schwingung gebracht und über größere Strecken übertragen. Aus diesem Grund ist in Abhängigkeit des Betonierfortschrittes auch beim Einbau des Aufbetons eine entsprechende Verzögerung vorzunehmen.

### **Aufbetonqualität, Nachbehandlung**

Um die Beanspruchung der Verbundfuge durch Schwinden und zufolge Längenänderung durch Abgabe der Hydrationswärme geringst möglich zu halten, wurde im Leistungsverzeichnis ein Sonderbeton ausgeschrieben.

Für diesen Beton wurde das Schwindmaß nach 56 Tagen mit 0,35mm/m begrenzt. Weiters durfte die Frischbetontemperatur beim Einbau 22°C und die maximale Abbinde-temperatur 45°C nicht übersteigen.

<b>SONDERBETON C35/45/B/GK22</b>		
Bindemittel	CEM II/A-S 42,5	296 kg/m <sup>3</sup>
	Fluasit	69 kg/m <sup>3</sup>
Gesteinskörnung	0-4	1014 kg/m <sup>3</sup>
	4-8	147 kg/m <sup>3</sup>
	8-16	683 kg/m <sup>3</sup>
W/B Gehalt		0,45
Wassergehalt		164Kg/m <sup>3</sup>
Fließmittel		1,6 kg/m <sup>3</sup>
Luftporenmittel		0,7 kg/m <sup>3</sup>

Sofort nach dem Abziehen der Betonoberfläche erfolgte das Aufsprühen des Verdunstungsschutzes. Nach dem Erreichen einer entsprechenden Festigkeit wurde ein Vlies aufgebracht und die Betonoberfläche bewässert. Es zeigten sich auf den gesamten 2700m<sup>2</sup> der Aufbetonoberfläche bis zum Zeitpunkt des Aufbringens der Tragwerksabdichtung keine Schwindrisse.

### **Wahl der Bauabschnitte**

Bituminöse Beläge sammeln das Niederschlagwasser in den Hohlräumen und geben das Wasser erst langsam in den Folgetagen wieder ab. Dies ist die Ursache, dass bei Abdichtungsentwässerungen oft Tage nach heftigen Niederschlägen noch Wasser aus den Belägen abläuft. Bauabschnitte sind daher, wenn es der Bauablauf ermöglicht, so zu wählen, dass nicht Wasser zufolge der Querneigung in Bereiche, wo noch die Brückenabdichtung aufzubringen ist abrinnt. Dies kann leicht zu Undichtheiten im Bereich des Isolieranschlusses führen.

### **Neues Verankerungssystem für Randbalken**

Zur Verankerung wurde ein neuartiges Verankerungssystem angewendet. Es besteht aus einem feuerverzinkten Stahlblech, dass mit Ankerpatzen im Tragwerksbeton verankert wird. Mittels eines bituminösen Abdichtungstreifens wird ein dichter Übergang zwischen Brückenabdichtung und Verankerungskonstruktion geschaffen. Mit dieser Konstruktion wird vermieden, dass salzhaltiges Wasser zwischen Stirnseite des Kragarmes und Randbalken kommen kann.

Die Verankerung des Randbalkens erfolgt durch Bewehrungseisen die durch die Bohrung im Verankerungsblech gesteckt werden.



Das Land Salzburg hat die Lizenz für dieses patentrechtlich geschützte Verankerungssystem erworben und bei Brückenverstärkungen und Brückenneubauten bereits über 700 Laufmeter Gesimse mit diesem System ausgeführt bzw. verankert. Das System hat sich bestens bewährt. Die bauausführenden Firmen und insbesondere Isolierfirmen haben sich sehr positiv über dieses neue Verankerungssystem geäußert.

### **Baukosten, Bauzeit**

Die Bau- und Projektierungskosten für die Generalinstandsetzung betragen brutto €2,3 Mio. Dies ergibt einen Quadratmeterpreis von €850.- bezogen auf die neue Brückenfläche. Die Bauzeit betrug ein Jahr.