

Helmut Huber, Anton R. Schön, Walter Hermann

## Faser-Hochleistungsbeton für Randstreifen

Probefelder im Zuge der Instandsetzung der Reichsbrücke in Wien

**DI Dr. Helmut Huber**

Verbundplan MVA Strass

**TOAR Ing. Anton R. Schön**

MA29 – Brückenbau und Grundbau

**DI Walter Hermann**

Swietelsky Bau GmbH

### Historisches

Die zwischen 1872 und 1876 errichtete „Kronprinz-Rudolph-Brücke“, die 1919 in „Reichsbrücke“ umbenannt wurde, wurde vor der Durchleitung der regulierten Donau noch auf trockenem Grund gebaut. Im Bereich des Donaudurchstiches verfügte sie über ein durchlaufendes, eisernes Gittertragwerk. Zwischen 1934 und 1937 entstand stattdessen eine Kettenbrücke mit zwei Fahrspuren für den Individualverkehr sowie Raum für Straßenbahn und Fußgänger je Richtung. Am 1. August 1976 stürzte die Kettenbrücke bekanntlich ein.

Die heutige Reichsbrücke wurde in den Jahren 1976 bis 1980 geplant und errichtet. Die Verkehrsfreigabe erfolgte am 8. November 1980.

Die Tragkonstruktion ist ein in der Mitte offener, zweifacher Spannbetonhohlkasten mit Stützweiten von 196,60 m und 150 m im Bereich der Donau. Im Gebiet der Neuen Donau betragen die Stützweiten bis zu 77,60 m. Insgesamt ist die Brücke 870 m lang. Die Brückenrandbereiche und die architektonischen Verkleidungen wurden aus Leichtbetonfertigteilen hergestellt. Im Inneren der Hohlkästen fährt die U-Bahn der Linie 1, für den Straßenverkehr stehen je drei Fahrspuren zur Verfügung, zwei Gehwege à 3,50 m sind seitlich angeordnet.

### Instandsetzung der Reichsbrücke – Mai 2003 bis Oktober 2005

Ein im Jahr 1998 erstelltes Instandsetzungskonzept wird derzeit umgesetzt. Das Brückentragwerk selbst ist in Ordnung und bedarf keiner substanziellen Instandsetzung. Lediglich die Randfertigteile weisen zum Teil größere Schäden und Abplatzungen auf, was darauf zurückzuführen ist, dass die Dauerhaftigkeit des Leichtbetons geringer ist als angenommen und die Belastung durch Umwelteinflüsse zugenommen hat.



Bild 1: Reichsbrücke 1934–1976



Bild 2: Reichsbrücke 1998



Bild 3: Abtrag der Randfertigteile aus Leichtbeton



Bild 4: Freigelegte Tragwerkoberkante



Bild 5: Neubau des Randstreifens

### Instandsetzung der Fahrbahnebene

Das vorliegende Konzept beinhaltet die Errichtung eines modernen Leitwandsystems – Stahlleitwandsystem/Wiener System – mit einem Fluchtweg im Schutz zwischen den Leitwänden und der Randkonstruktion. Im Zusammenhang mit den neuen Randfertigteilen ist außerdem vorgesehen, die abgehängten Untersichtfertigteile durch Alu-Kunststoffverbundplatten und Edelstahlgitterkonstruktionen zu ersetzen.

Abbruch und Wiederherstellung des Straßenoberbaus (Erneuerung von Belag und Abdichtung) erfolgen im gesamten Fahrbahnbereich. Mittelstreifenkonstruktion und Tragwerksausstiege werden neu ausgebildet, der Mittelstreifen der Fahrbahnebene wird mit einem Rückhaltesystem H2 und Unterfahrerschutz ausgestattet. Die Anschlüsse werden für die Ausbildung von Haltestellen der Nachtbuslinien N25/N26 an die Rampen Donauinsel adaptiert.



Bild 6: Fahrbahnebene neu abgedichtet, Leiteinrichtung im Aufbau



Bild 7: Abtrag der Betongehwegplatte

Foto 7 und 8: © Thomas Schauer

### Instandsetzung des Wegenetzes (Fuß- und Radwege)

Das derzeitige Wegenetz wird auf wiederholten Wunsch der Wiener Bevölkerung von 3,50 m auf 4,90 m verbreitert. Diese Verbreiterung erfordert einen Abbruch des bestehenden Geh- und Radweges. Der Abtrag der Gehwegtragkonstruktionen erfolgt durch Schneiden mit einer Diamantscheibe in Abständen von fünf Metern sowie durch das Abtrennen der auskragenden Betonplatten vom Betontragwerk durch Hochdruckwasserstrahlen, wobei die Anschlussbewehrung erhalten bleibt.

Anschließend wird die Montage der neuen Stahlgehwegplatte vorgenommen. Die vorgefertigten Stahlplatten werden in 15,20 m großen Abschnitten an das verbleibende Tragwerk montiert und mit Beton vergossen.

Die Stiegenanlagen an der B14 und im Bereich des rechten Donaudamms werden als Stahlkonstruktion neu hergestellt. Für den Bereich des rechten Donauufers ist mit der Umgestaltung des Antrittsbereiches zusätzlich die Errichtung behindertenfreundlicher und radfahrgerechter Rampen vorgesehen. Die Stiegen am Handelskai werden seitlich versetzt und durch schwach geneigte Rampen ergänzt.

Die Kurvenbereiche der Unterführungen der Rampen Mexikoplatz werden durch eine neue Führung optimiert, ein neues Beleuchtungskonzept bietet auch in den Nachtstunden beste Sicherheit.



Bild 8: Verbreiteter (4,90 m) Gehweg mit Aluverbundverkleidung

### Verkehrsmaßnahmen während der Bauzeit 2003 bis 2005

Die Baumaßnahmen erfordern das Sperren von jeweils zwei der sechs Fahrstreifen. Aus Sicherheitsgründen kommen für die Verkehrsführung und Baustellenabsicherung während der gesamten Bauzeit überwiegend Stahlbetonleitwände zum Einsatz. Im Bereich des Wegenetzes ist seit Juli 2003 für rund 24 Monate jeweils ein Geh-/Radweg gesperrt. Die Stiegenanlagen werden jeweils mit der entsprechenden Richtung des Gehweges (oberstromig bzw. unterstromig) gesperrt und erneuert.

### Randstreifen aus Sicht des Bauherrn

Randstreifenkonstruktionen sind bei sämtlichen dem Verkehr ausgesetzten Bauteilen einer besonderen Beanspruchung ausgesetzt. Bei Brücken und Stützmauern zählen Randstreifen daher noch immer zu Verschleißteilen, die je nach Verkehrsbeanspruchung und Bauart nach wenigen Jahren zu erneuern oder zumindest umfangreich wieder instand zu setzen sind.

**Konstruktion und Beanspruchung**

Früher war es üblich – auch in Anlehnung an die RVS –, dass Randstreifen mit großen und schweren Überhängen bzw. weit auskragend hergestellt wurden (hohe statische und dynamische Belastung). Dessen ungeachtet wurden diese besonders belasteten Bauteile mit Aussparungen für das Versetzen von Geländerstehern und Leitschienen versehen. Lärmschutzwände wurden so darauf verankert, dass die ständig nachtropfenden Kassetten das schadstoffhaltige Wasser ungehindert an den Beton abgeben konnten (starke chemische Belastung durch Chloride). Diese Bedingungen trugen wesentlich zur geringen Lebensdauer der Brücken-Randstreifen bei.

**Zielsetzung**

Zur Verbesserung der Ausführung von Randstreifen ist eine Optimierung der Kraftübertragung und Dauerhaftigkeit erforderlich. Seit etwa zehn Jahren, in Wien am Nordsteg 1994, werden Brücken-Randstreifen im hochrangigen Straßennetz mit Leitwandsystemen der Rückhalteklasse H2 ausgestattet. Diese müssen wesentlich höhere Lasten aufnehmen und in die Tragwerke überleiten als die bis dahin ausgeführten Leitschienen. Zusätzlich kommt Lärmschutzmaßnahmen durch das steigende Verkehrsaufkommen und der Reduktion der Lärmgrenzwerte immer größere Bedeutung zu. Zur Einhaltung dieser Anforderungen müssen bei vielen Brückenkonstruktionen die Kragplatten erneuert oder zumindest verstärkt werden, da die Tragwerke den erhöhten Lasten durch das Leitwandsystem und den Lärmschutz nicht immer gewachsen sind.

Durch die erhöhten Ansprüche ist gerade im Hochleistungsstraßennetz jede Randbalkenerneuerung mit umfangreichen konstruktiven Maßnahmen am Bauwerk verbunden. Auf der Südosttangente im Bereich Simmering etwa ist im Zusammenhang mit neuen Randstreifen und Lärmschutzwänden sogar eine Pfeilerverstärkung samt Lagertausch notwendig.

Diesen Erfordernissen sollte bereits bei der Planung besonderes Augenmerk geschenkt werden. Wenn derart umfangreiche, teure und auch immer mit beträchtlichen Verkehrsbehinderungen verbundene Maßnahmen gesetzt werden müssen, ist jedenfalls die beste und dauerhafteste Lösung anzustreben.

**Konstruktionsprinzipien der MA29**

- Optimierung der Tragfähigkeit von Kragkonstruktionen
- Stahlverbundsystem mit Schrammbord und Randprofil sowie mit intelligent integrierten Bauteilen wie Ziehschächten, Wegweiserankerungen, Verkehrssteuerung
- stabile, leistungsfähige und wechselbare Leitwandsysteme und Lärmschutzanlagen
- keine unnötigen Öffnungen, sondern grundsätzlich Aufsatzmontage
- hochwertiger Beton mit entsprechender Nachbehandlung zur Gewährleistung langjähriger Gebrauchstauglichkeit
- wartungs- und reparaturfreundliche Ausführung zur Verminderung von Erhaltungskosten und Minimierung von Verkehrsbehinderung

Bild 9: Neues Leitsystem



Bild 10: Schnitt Randstreifen „neu“

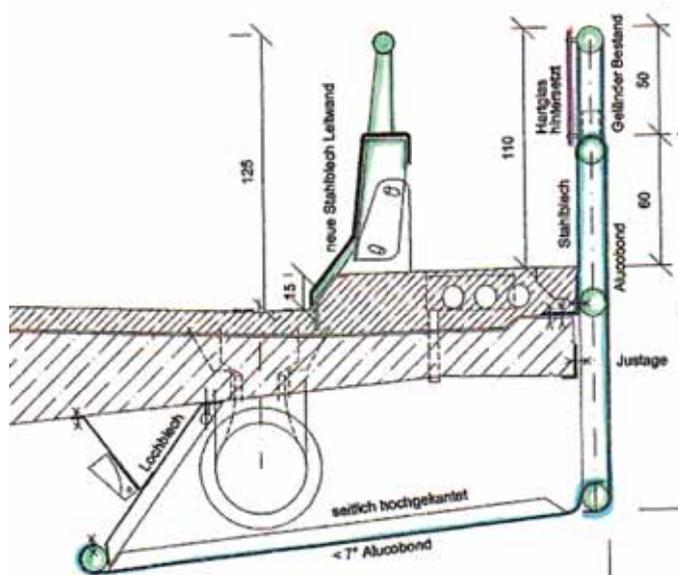




Bild 11: Befestigung Leitwand am Randstreifen



Bild 12: Schrammbord, Dübelleiste und Aussteifungen aus Stahl



Bild 12a: Innenleben des Randbalkens



Bild 13: Hochleistungsbeton mit Fasern

Wie zehn Jahre Instandsetzung und Umbau von hochrangigen Brückenobjekten (z. B. Nordbrücke, Praterbrücke, Prater Hochstraße, Hochstraße St. Marx) zeigen, ist das Konstruktionssystem Stahlverbund mit den entsprechenden Ausrüstungsteilen bereits weit ausgereift.

### Grundlagen für den Faser-Hochleistungsbeton für Randstreifen

Schwachpunkte waren bisher die Wahl und Verarbeitung des richtigen Betons. Die MA29 hat daher in den letzten Jahren bereits mehrfach verschiedene Betonzusammensetzungen, u.a. auch mit Zellstofffasern, getestet. Grundlage für die Planung und Ausführung der Probefelder auf der Reichsbrücke war das Forschungsvorhaben Nr. 3.258 „Faser-Hochleistungsbeton für Randstreifen und Fahrbahndecken“ (Heft 529, 2002) des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Zielsetzung war die Optimierung von Betonzusammensetzung und Verarbeitung im Hinblick auf einfachen und qualitätssicheren Einbau, hohe Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse, vor allem hohe Taumittelbeständigkeit, hohe Verschleißfestigkeit und hoher Auszieh Widerstand der Dübel für das Stahlrückhaltesystem zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit. Wesentlich ist auch die Herstellung eines schwindarmen und damit weitgehend rissfreien Betons, um das Eindringen von schädlichen Stoffen, hauptsächlich Chloriden, zu verhindern. Durch den Einsatz von Faser-Hochleistungsbeton kann die konstruktive Bewehrung im Randstreifen (Wegfall der Korrosionsgefahr) entfallen, da mit den verwendeten

Makro-Kunststofffasern die erforderliche Faserbetonklasse T 1 erreicht wird.

Das Wiener Stahlleitwandsystem H2 wird auf den Randstreifenbeton aufgedübelt. Der Randstreifen hat gegen die Fahrbahn ein Stahlschrammbord, das durch Quert Träger in einem Abstand von ca. 1,9 m mit einer Stahlwand an der Brückenaußenseite verbunden ist, die als Grundplatte für Geländer und Lärmschutz dient. Durch diese Stahleinfassung ergeben sich für den Randstreifenbeton klare Abgrenzungen.

### Ausführung der Probefelder in Faser-Hochleistungsbeton

Nach eingehender Diskussion mit den Vertretern des AG (MA29), der zuständigen Fachabteilung für Betontechnologie (MA39 – VFA) und den Firmenvertretern wurde festgelegt, dass zwei Versuchsfelder à 100 m in der Mitte der Reichsbrücke nicht mit herkömmlichem Randstreifenbeton und Bewehrung, sondern mit Faser-Hochleistungsbeton HL C 35/45/XC4/XF4/RRS/W55/FaB/T1/GK 16 (Beton Einbautemperatur max. 22° C) hergestellt werden. Dabei sollten vor allem folgende Eigenschaften untersucht werden:

- Verarbeitbarkeit auch bei hohen Lufttemperaturen
- Abziehverhalten und Oberflächenbeschaffenheit, da der Randstreifen als Gehsteig in der Busbucht genutzt wird
- Reißneigung
- Oberflächenveränderung des Betons im Winterbetrieb (Eisfreihaltung)
- Dübelausziehverhalten (analog Heft 529)



Bild 15: Fertig gestellte Busbucht

Aufgrund der Anforderungen wurde eine Rezeptur vorgeschlagen, welche die Basis für die am 10. Juli 2003 durchgeführte Erstprüfung war. Zur Festlegung des erforderlichen Fasergehaltes für T1 wurde die Zugabe von  $4,0 \text{ kg/m}^3$  und  $6,0 \text{ kg/m}^3$  Strukturfasern Synmix 55 untersucht.

Mit der Betonzusammensetzung

- Gesteinskörnungen 0/4, 4/8, 8/16  $1.670 \text{ kg/m}^3$
- Zement CEM I 42,5 R C3A frei  $450 \text{ kg/m}^3$
- Silikastaub (Slurry)  $45 \text{ kg/m}^3$
- Gesamtwassermenge  $185 \text{ l/m}^3$
- BV, FM, LP zur Einhaltung Konsistenz F 45 und LP 2,5 – 6,0 %

und der Zugabe von  $4 \text{ kg/m}^3$  Synmix 55-Fasern wurden folgende Frisch- und Festbetonkennwerte erreicht:

Konsistenz:	F 45
LP-Gehalt (90 Minuten):	3,5 %
W/B-Wert:	0,37
Temperaturanstieg:	16,5 K
Druckfestigkeit 28 Tage:	$62,6 \text{ N/mm}^2$
Wassereindringtiefe:	10,0 mm
Schwinden (90 Tage):	0,15 mm/m
Faserbetonklasse:	T 1

Die Probefelder wurden am 15. September 2003 und am 14. September 2004 hergestellt. Der Faser-Hochleistungsbeton konnte problemlos eingebaut und abgezogen werden. In den Feldern waren keine Risse zu beobachten. Bei der Identitätsprüfung durch die MA39 konnten die Kennwerte entsprechend der vorgegebenen Betonsorte nachgewiesen werden. Bei einer Einbautemperatur von  $22^\circ \text{ C}$  wurde im Kern des Randstreifens eine Maximaltemperatur von  $48^\circ \text{ C}$  gemessen. Nach 28 Tagen betrug die Abreißfestigkeit der Betonoberfläche  $2,1 \text{ N/mm}^2$ .

### Zusammenfassung

Der in den Probefeldern in den Busbuchten der Reichsbrücke eingesetzte Faser-Hochleistungsbeton hat sich beim Einbau und der Herstellung einer weitgehend rissfreien, verschleißfesten Gehwegoberfläche gut bewährt. Die festgestellten Festbetonkennwerte lassen eine hohe Dauerhaftigkeit des Randstreifenbetons erwarten. Mit dem Gesamtkonzept Randstreifen wird im Wiener Brückenbau ein hoher technischer Maßstab für die Zukunft gesetzt, der hinsichtlich Dauerhaftigkeit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit für weitere Baumaßnahmen im Hochleistungsstraßennetz beispielgebend sein wird.

Bild 14: Hochleistungsbeton eingebaut und Aufbringen des Verdunstungsschutzes

