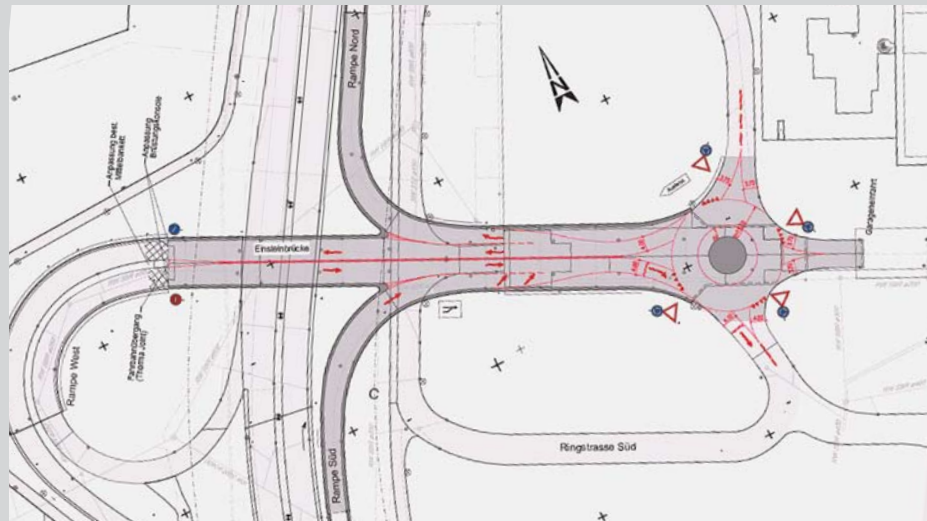


Aktuelles zum Thema Betonstrassen 3/2007

update

Instandsetzung der Einsteinbrücke in Zürich

Betonbeläge auf Brücken sind heute in der Schweiz im Gegensatz zu früher selten anzutreffen. Eine Ausnahme bildet die instand gesetzte Einsteinbrücke in Zürich mit einer Gesamtfläche von 3800 m².



Situationsplan mit neuem Verkehrskonzept auf der Einsteinbrücke

Instandsetzung der Einsteinbrücke in Zürich

Einleitung

Durch den Anlieferungs- und Baustellenverkehr wird der Belag der Einsteinbrücke sehr beansprucht. Verstärkt wird diese Beanspruchung durch die Gefälle und Radien der Verkehrsbereiche. Vergleiche in der Konzeptphase unter verschiedenen Belagsystemen haben gezeigt, dass der Betonbelag die hohen Anforderungen am besten und am längsten zu erfüllen vermag.

Die 1972 erbaute Einsteinbrücke dient als Zufahrt zur ETH Zürich, Höggerberg. Neben dem privaten Verkehr wird die Brücke durch den Anlieferungsverkehr und in den letzten Jahren intensiv durch den Baustellenverkehr genutzt. Das Bauwerk in Spannbeton besteht aus der 170 m langen und 13,5 bis 17,5 m breiten Zufahrtsbrücke und aus zwei je ca. 65 m langen und 6 m breiten Rampen, welche die Hochschule mit der Emil-Klöti-Strasse verbinden.

Eine Überprüfung von Brücke und Rampen hat folgende Schäden und Mängel aufgezeigt:

- Undichte Fahrbahnübergänge und dadurch teilweise erhebliche Betonabplatzungen und korrodierende Lager bei den Widerlagern.
- Betonbrüstungen mit Abplatzungen und korrodierender Bewehrung sowie schadhafte Vergussstellen des Handlaufs auf den Brüstungen.
- Schadhafte, ausgemagerter Asphaltbelag mit Spurrinnen, wilden Rissen sowie Längs- und Querrissen.
- Beschädigte und zum Teil mit Sträuchern bewachsene Fugen der Mittel- und Randborde.

- Entwässerung z.T. nicht funktionstüchtig wegen Verschmutzungen und Belagsverformungen bei den Einlauffassen.
- Guter Zustand der Untersichten der Zufahrtsbrücke und der Rampen.

Die ETH Zürich plant auf dem Höggerberg das Campusprojekt «Science City», welches zu einer Verkehrszunahme, zuvor jedoch zu intensivem Baustellenverkehr führen wird. Um «Science City» realisieren zu können, wurde ein neues Verkehrskonzept entwickelt. Darin spielt die Einsteinbrücke eine zentrale Rolle. In diesem Zusammenhang wurde eine Instandsetzung der Brücke ins Auge gefasst.

An die Erhaltung wurden zentrale Anforderungen für die Dauer der nächsten Erhaltungsperiode (25 Jahre) gestellt:

1. Schutz der Konstruktion vor Tausalz.
2. Neuer, gegenüber dem Schwerverkehr aus Anlieferung und Baustellenbetrieb verformungsbeständiger Belag.
3. Dauerhafte Behebung der Brüstungsschäden.

Bedingt durch die zahlreichen hohen Verkehrslasten in Verbindung mit beachtlichen Rampensteigungen und engen Kurvenradien wird die Beanspruchung des neuen Belags extrem hoch sein. Zusätzlich wird die Verkehrsfläche in den Bereichen von Ein- und Ausfahrten, Einmündungen oder beim neuen Kreislauf durch Anfahr- und Bremskräfte beansprucht. Der neue Belag muss daher hohen Ansprüchen genügen. Aus diesem Grund wurde in der Vorprojektphase ein klassischer bituminöser Belag mit einem Betonbelag im Verbund verglichen.

Bituminöser Belag versus Betonbelag

An die Konstruktion und ihr Belagsystem wurden folgende Anforderungen gestellt:

- Ausreichende Tragsicherheit für die teilweise schweren Verkehrslasten aus Bus- und Baustellenverkehr.
- Interventionsfreie Nutzung während mindestens 25 Jahren.
- Schutz der Betonplatte vor chloridhaltigem Wasser.
- Genügende Rauigkeit und Ebenheit.
- Keine unzulässigen Belagsverformungen.
- Wirtschaftlich im Bau und unterhaltsarm während der Nutzung.

Der Qualitätsvergleich wie auch die günstigeren Erstellungs- und Unterhaltskosten zeigten wesentliche Vorteile für die Variante «Betonbelag» auf, sodass sich der Bauherr auf Empfehlung des Projektverfassers für einen Betonbelag entschied.

Ausführung des Betonbelages

Für Betonbeläge auf Brücken bestehen verschiedene Möglichkeiten. Sie können ohne Verbund oder im Verbund mit der Konstruktion ausgeführt werden. Für die Einsteinbrücke wurde das Konzept Betonbelag im Verbund gewählt, das in [1] ausführlich beschrieben ist. Dort sind ebenfalls die qualitätsrelevanten Faktoren erwähnt, welche für Planung und Ausführung zu beachten sind. Betonbeläge sind in sich dicht und benötigen keine weiteren Abdichtungsmassnahmen. Nachfolgend wird näher auf die Ausführung des Betonbelages eingegangen.

Wie so oft lag das Schlüsselproblem darin, die bautechnisch wünschbaren Etappen auf die aus dem Verkehr möglichen Einschränkungen abzustimmen. Im Sinne einer hohen Ausführungsqualität und in Absprache mit Bauherr und Polizei konnte der Verkehr auf der Einsteinbrücke während der kurzen Hauptbauphasen vollständig gesperrt werden. Der Hauptteil des Betonbelages (ca. 3000 m²) wurde in sechs Etappen von Mitte Oktober bis Ende

Bituminöser Belag mit PBD-Abdichtung (Gesamtstärke 110 mm)

Vorteile

- Verbreitetes System mit Langzeiterfahrung
- Sehr gute Abdichtungswirkung
- In der Regel keine Rissbildung
- Gute Griffigkeit der Oberfläche
- Einfache Anpassung an bestehende bituminöse Beläge

Nachteile

- Wirkt als Auflast
- Verformungsempfindlich bei hohen Lasten, insbesondere an heissen Sommertagen
- Ebener Untergrund zur Aufnahme einer PBD-Abdichtung erforderlich
- Aufwändige Randfugendetails
- Fehleranfälliges System bei nicht fachgerechter Ausführung
- Klimaabhängige Ausführung (bis Ende Oktober)
- Längere Bauzeit
- Abdichtungsentwässerung notwendig
- Kürzere Nutzungsdauer (insbesondere der Deckschicht, der Fugen und der Abdichtung)
- Teurer als Betonbelag

Betonbelag im Verbund mit Fahrbahnplatte (Gesamtstärke 120 mm)

Vorteile

- Steigerung der Tragsicherheit dank der Verbundwirkung mit der Platte
- Geringe Anforderung an Ebenheit des Untergrunds (nur aufrauen mit HDW)
- Dampfdurchlässig
- Verformungsresistent (keine Spurrinnen)
- Abdichtung durch relativ dichtes Korngefüge
- Wenig Arbeitsgänge und damit schnelle Bauzeit mit kürzeren Verkehrsbehinderungen
- Nach 3 Tagen befahrbar
- Geringe Klimaabhängigkeit der Ausführung
- Monolithisch mit Randbrüstung verbunden
- Lange Nutzungsdauer (50 Jahre)
- Einfache Randfugenausbildung
- Keine elastischen Fugenvergüsse aus Polymerbitumen erforderlich
- Kostengünstig

Nachteile

- Gefahr von Rissbildung
- Abdichtungswirkung im Rissbereich aufgehoben
- Nachbehandlung erforderlich
- Keine Erschütterungen während der Erhärtung des Frischbetons
- Anpassung an bituminöse Beläge erfordert Fugenausbildung

Gegenüberstellung der beiden erwähnten Belagsysteme

Dezember 2006 eingebaut. Weil Betonbeläge im Verbund einen schnellen Baufortschritt erlauben, konnte die Brücke nach zweieinhalb Monaten Sperrung wieder für den Verkehr freigegeben werden.

Nach dem Entfernen des bestehenden Belages mit einer Fräse wurde die Betonoberfläche von Fahrbahn und Brüstung mit Hochdruckwasserstrahlen (HDW) aufgeraut. Um ein Ablösen der Plattenränder zu verhindern, wurden in regelmässigen Abständen Klebanker gesetzt. Die Oberfläche des bestehenden Betons wurde vor dem Belageinbau während 24 Stunden bewässert. Anschliessend wurde der Betonbelag in mehreren Etappen (max. 570 m²) eingebaut und mit einem Besenstrich strukturiert. Die Betonqualität bestand aus einem C 30/37, Expositionsklasse XD3 mit einem Grösstkorn von 16 mm. Zur Nachbehandlung wurde ein Nachbehandlungsmittel (Curing) aufgesprüht und anschliessend mit Matten abgedeckt. Die Fugen des Betonbelages wurden später ausgebildet.

Während der Ausführung wurde mit regelmässigen Frisch- und Festbetonprüfungen auf eine strikte

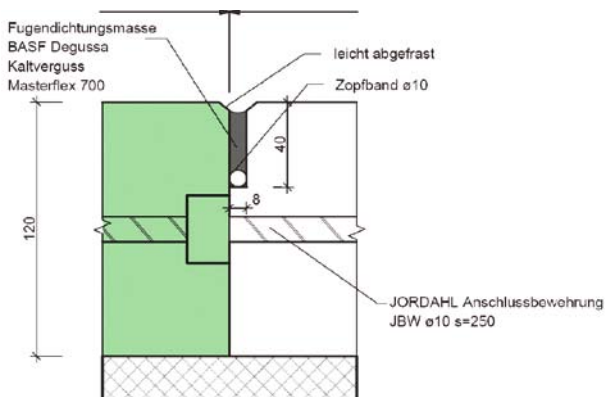
Einhaltung der Ziel- und Steuergrössen geachtet (Betondruck- und Biegezugfestigkeit).

Die Fugen wurden 40 mm tief und 8 mm breit gefräst, wobei die Fugenränder leicht abgefrast wurden. Die Fuge wurde mit einer Fugendichtungsmasse im Kaltverguss verfüllt. Die Verbindung unter den einzelnen Belagsetappen erfolgte mit einer Anschlussbewehrung.

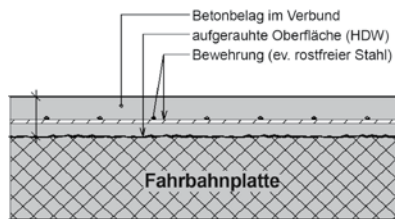
Neuer Vorbeton für die Brüstungen

Die schadhafte Brüstung wurde innenseitig mit einem Vorbeton versehen und aussenseitig lokal instand gesetzt. Die neue Mauerkrone umfasst die alte Brüstung und schützt die Aussenfläche dank dem Überstand gut vor der Witterung. Dadurch wird in Zukunft eine deutliche Abnahme von neuen Abplatzungen erwartet.

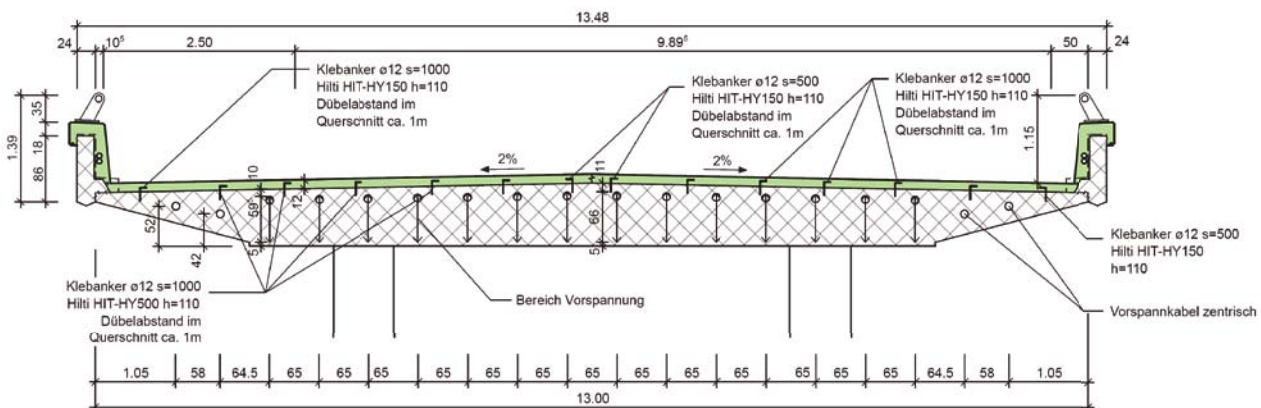
Um einen optimalen Verbund zwischen altem und neuem Beton zu erreichen, wurde die bestehende Oberfläche mit HDW aufgeraut. Der Vorbeton schützt nicht nur, sondern bietet genügend Platz



Fugendetail



Belagsaufbau



Brückenquerschnitt

für Leerrohre, was das nachträgliche Einziehen von Strom- und Verkehrsleitkabeln erlaubt. Die Verbindung Betonbelag/Brüstung erfolgte mit Chromstahlbewehrung.

Kosten

Die Gesamtbaukosten der Instandsetzung der Einsteinbrücke belaufen sich auf ca. 2,5 Mio. Fr. Der Anteil für den Abbruch des bestehenden Belages und die Erstellung des neuen Betonbelages liegt bei ca. 1,05 Mio. Fr. (inkl. Installation). Daraus resultiert ein Preis pro m² Betonbelag von ca. Fr. 280.–.

Schlussfolgerungen

Betonstrassen sind in der Schweiz auch heute noch mit einem negativen Image behaftet. Dies ist vorwiegend den bekannten Schadensbildern der Betonstrassen aus der 1. und der 2. Generation zuzuschreiben, welche in den 60er- und 70er-Jahre des letzten Jahrhunderts gebaut wurden. Dem können leider die guten Beispiele, z. B. die N13,

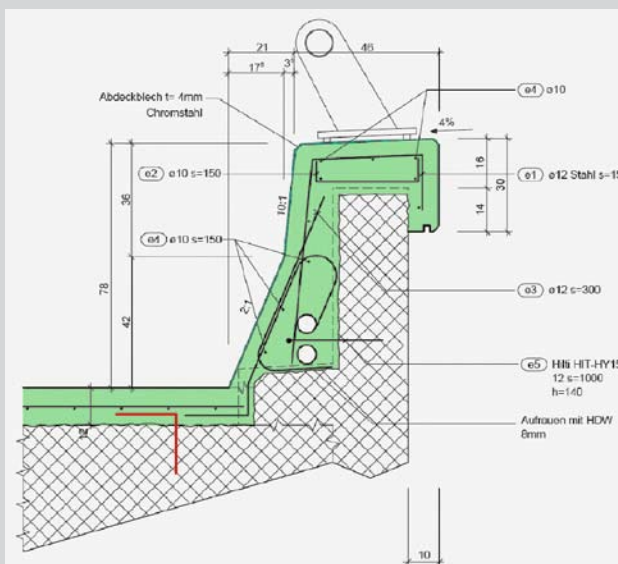
Kanton St. Gallen, Strecke Oberried–Haag, nicht entgegenwirken. Denn gute Betonstrassen werden vom Benutzer nicht anders als Strassen mit gutem bitumenhaltigem Belag wahrgenommen.

Deses Negativ-Image belastet auch die Bauweise von Betonbelägen auf Brücken. Weitgehend unbekannt ist, dass eine grosse Anzahl von Schweizer Nationalstrassenbrücken von 1960 bis 1980 mit Betonbelägen ausgeführt worden sind. Ein Forschungsbericht der EMPA (Eidgenössische Materialprüfungsanstalt) von 1996 [2] kam zum Schluss, dass über die Hälfte der untersuchten Betonbeläge ein gutes bis sehr gutes Langzeitverhalten aufweisen. Dies deckt sich mit den Erfahrungen im Ausland, im Speziellen in Deutschland [3] und Österreich [4, 5], wo Betonbeläge auf Brücken auch heute eine verbreitete Bauweise darstellen.

Die guten Langzeiterfahrungen zeigen, dass der hochbelastbare Betonbelag bei Einhaltung der qualitätsrelevanten Faktoren wie Verbund, Frischbetontemperatur, Rezeptur, Bewehrung und Nachbehandlung dauerhaft ist und für verkehrsmässig stark



Belagseinbau



Querschnitt der neuen Brüstung



Ansicht an die fertige Brüstung

belastete Brücken wie die Einsteinbrücke eine ideale und wirtschaftliche Bauweise darstellt. Für die oft geäußerten Bedenken betreffend Chlorideintrag und Bewehrungskorrosion sei auf die Forschungsarbeiten von Y. Schiegg [6] und P. Schiessl/M. Raupach [7] hingewiesen. Werden die Empfehlungen dieser Arbeiten beachtet, so lässt sich ein Betontragwerk gut und dauerhaft durch einen Betonbelag im Verbund vor Bewehrungskorrosion schützen.

Nicht unerwähnt bleiben soll der Begleiteffekt der Traglaststeigerung: Dank dem Verbund mit der Fahrbahnplatte bringt der Betonbelag für die Einsteinbrücke eine Traglasterhöhung des Brückenträgers um gesamthaft 8 bis 15 Prozent (Biege­widerstand).

Literaturverzeichnis

- [1] Bianchi, C.: Betonbeläge auf Brücken, Tagungsband der Fachtagung Betonstrassen, S. 38–47, Sept. 2004.
- [2] Fritz, H. W., Zollikofer, J. W.: Brückenabdichtungen und Brückenbeläge, Bundesamt für Strassenbau Bern, Nr. 371, 1996.
- [3] Eisenmann, J., Leykauf, G.: Betonfahrbahnen, S. 278–285, 2. Auflage, 2003.
- [4] Lindlbauer, W., Zehetner, K.: Hochleistungsbeton für direkt befahrbare Brückentragwerke, Zement + Beton 43, Heft 1, 1998.
- [5] Lindlbauer, W., et al.: Hochleistungsbeton für direkt befahrbare Brückentragwerke – Anwendung bei der Badhaus-Brücke in Tulln, Der Bauingenieur 73, 1998.
- [6] Schiegg, Y.: Einflüsse von Rissen in Betontragwerken auf deren Dauerhaftigkeit, TFB-Kurs Nr. 47471/42, 2000.
- [7] Schiessl, P., Raupach, M.: Laboruntersuchungen und Berechnungen zum Einfluss der Rissbreite des Betons auf die chloridinduzierte Korrosion von Stahl und Beton, Der Bauingenieur 69, 1994.



Instand gesetzte Brüstung der Rampe Nord



Einsteinbrücke mit neuem Betonbelag und vorbetonierter Brüstung

BetonMarketing
Deutschland GmbH
Steinhof 38, D-40699 Erkrath
Telefon +49-211-28048-1
Fax +49-211-28048-320
bmd@betonmarketing.de
www.beton.org

Gütegemeinschaft Verkehrsflächen
aus Beton e.V.
Tannenstraße 2, D-40476 Düsseldorf
Telefon +49-211-43 69 26-627
Fax +49-211-43 69 26-750
Klaus.Boehme@f-kirchhoff.de
ehr@vdz-online.de

Regionale Ansprechpartner

BetonMarketing Nord GmbH
Hannoversche Straße 21
31319 Sehnde / Höver
Telefon: 05132 8796-0
Telefax: 05132 8796-15
Hannover@BetonMarketing.de

Beton Marketing Süd GmbH
Gerhard-Koch-Straße 2+4
73760 Ostfildern
Telefon: 0711 32732-200
Telefax: 0711 32732-202
info@betonmarketing.de

Büro München
Rosenheimerstr. 145 g
81671 München
Telefon: 089 450984-0
Telefax: 089 450984-45
muenchen@betonmarketing.de

BetonMarketing Ost
Gesellschaft für Bauberatung und Markt-
förderung mbH
Teltower Damm 155
14167 Berlin - Zehlendorf
Telefon: 030 30877780
Telefax: 030 30877788
mailbox@bmo-berlin.de

BetonMarketing West GmbH
Annastr. 3
59269 Beckum
Telefon: 02521 8730-0
Telefax: 02521 8730-29
bmwest@betonmarketing.de

Büro Wiesbaden
Friedrich-Bergius-Straße 7
65203 Wiesbaden
Telefon: 0611 261066
Telefax: 0611 261068
wiesbaden@betonmarketing.de

Vertrieb durch:

BETONSUISSE

BETONSUISSE Marketing AG
Marktgasse 53, CH-3011 Bern
Telefon +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch

bdz.
Deutsche Zementindustrie

BDZ, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.
Tannenstraße 2, D-40476 Düsseldorf
Telefon +49 (0)21143 69 260, Fax +49 (0)21143 69 26750
BDZ@BDZement.de, www.BDZement.de

VÖZ
VEREINIGUNG DER ÖSTERREICHISCHEN
ZEMENTINDUSTRIE

VÖZ, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
Reisnerstraße 53, A-1030 Wien
Telefon +43 (0)1714 66 810, Fax +43 (0)1714 66 8166
office@voezfi.at, www.zement.at