

# Hochmodulare Kunststofffasern in der Praxis: Fasern anstelle einer Stahlbewehrung für die schotterlose Fahrbahn beim SBB- Unterquerungsbauwerk Zürich Altstetten Süd

Autor(en): **Trausch, Luc**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **129 (2003)**

Heft 21: **High-Tech-Beton**

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-108752>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Hochmodulare Kunststofffasern in der Praxis

Fasern anstelle einer Stahlbewehrung für die schotterlose Fahrbahn beim SBB-Unterquerungsbauwerk  
Zürich Altstetten Süd

**Seit Betriebsaufnahme der Zürcher S-Bahn rollen immer mehr Züge in der Schweiz auf schotterlosen festen Fahrbahnen durch neu erstellte Eisenbahnunterquerungen und -tunnels. Im 677 m langen Unterquerungsbauwerk in Zürich Altstetten Süd werden die Gleisschwellen mit einem faserverstärkten Beton anstelle eines konventionellen Stahlbetons eingefasst. Dabei kamen erstmals in der Schweiz hochmodulare Kunststofffasern zum Einsatz.**

Der Vollausbau für die Bahn 2000 sieht für den Knoten Zürich HB eine möglichst weitgehende Entflechtung der Verkehrsströme auf den verschiedenen Zulaufstrecken vor. Das Projekt Leistungssteigerung Altstetten Süd ist ein wesentlicher Baustein des Ausbauprozesses Knoten Zürich, das im Zusammenhang mit Bahn 2000, 1. Etappe, realisiert wird.

Kernstück des Projektes ist die neue Südeinfahrt (Bilder 1 und 3). Diese zweigt im Ostkopf des Bahnhofes Altstetten ab und wird anschliessend mit den Gütergleisen verknüpft. Ca. 150 m nach der Europa-Brücke befindet sich das Unterquerungsbauwerk, das aus je einer über 100 m langen offenen Rampenwanne West und Ost und einem 291 m langen Tagbautunnel besteht. Das Bauwerk ermöglicht eine kreuzungsfreie Unterquerung verschiedener S-Bahn-Gleise. Kurz vor der Langstrasse wird die Südeinfahrt zusammen mit weiteren Gleisen aus den verschiedenen Projekten des Knotens Zürich wieder ins Gleisfeld des Vorbahnhofes eingebunden.

Das einspurige Normalprofil des in 12 m lange Elemente dilatierten Tagbautunnels ist in Bild 2 dargestellt. Der Fahrraum wird auf der einen Seite durch die Tunnel- resp. Rampenwand, auf der anderen Seite durch ein Bankett von 1,10 m Breite begrenzt. Das Bankett dient als Gehweg und nimmt einen Kabelkanal und zwei Kabelrohrblöcke auf. Die Bankethöhe beträgt gegenüber OK Gleistragplatte maximal 50 cm. Die schotterlose Fahrbahn besteht aus Betonschwellen, die in einem nachträglich aufgebracht, 16 cm starken Beton eingefasst werden. Das Bankett sowie die schotterlose Fahrbahn wurden auf der bereits im Rohbau gebauten Bodenplatte erstellt, wobei das Bankett bauphasenbedingt zuerst realisiert wurde.

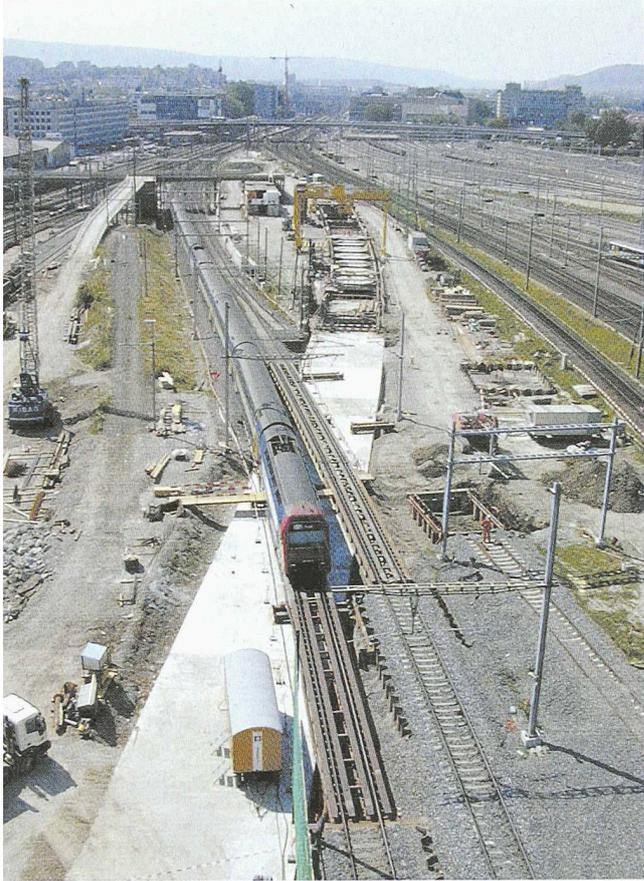
## Warum ein Hochleistungsfaserbeton?

Das Bankett und die schotterlose Fahrbahn werden als nichttragende Bauteile vor allem durch verformungsbedingte Einwirkungen – Temperaturwechsel und Schwinden – beansprucht. Nur eine Bewehrung ist in der Lage, die infolge differenzieller Verformungen entstehenden Zugkräfte im Aufbeton aufzunehmen und sie in den Untergrund zu leiten. Ohne Bewehrung würde der Aufbeton vermutlich innert kürzester Zeit eine grosse Anzahl von klaffenden Rissen aufweisen. Gleichzeitig würde sich der Aufbeton bei den Dilatationsfugen in der Verbundzone aufschüsseln und sich schliesslich ablösen. Die Ablösung vom Konstruktionsbeton sowie Frosteinwirkungen in den Rissen führen dazu, dass die Gebrauchstauglichkeit des Aufbaus nicht mehr gewährleistet wäre.

Ausführungstechnisch stellt die Verankerung der Bewehrung eine Schwierigkeit dar, da die Verankerung mittels Klebeanker nur mit Bohrlochtiefen ab 30 cm statisch wirkt. Aufgrund der hohen Anzahl zu versetzender Klebeanker und der Bohrlochtiefe von 30 cm werden die Kosten für den Innenausbau des Tunnels relevant.

Daher schlug der Projektverfasser vor, im Gleisbereich auf einen konventionellen Aufbau des Aufbetons mit der entsprechenden verlegten und verankerten Bewehrung zu verzichten und statt dessen den Aufbau mittels Hochleistungsfaserbeton auszuführen. Die dem Beton bei seiner Herstellung beigegebenen Hochleistungsfasern wirken als Bewehrung, die sich bereits beim Einbau im Beton befindet und nicht vorgängig verlegt respektive verankert werden muss. Die eingesetzten hochmodularen Kunststofffasern mit einem hohen E-Modul ( $E = \text{ca. } 40\,000 \text{ N/mm}^2$ ) sind effektiv in der Lage, Risse dauerhaft zu überbrücken und die Rissöffnungen minimal zu halten.

Die Begründung für den Einsatz dieses neuartigen Baustoffs liegt einerseits bei den Anforderungen für eine einwandfreie Gebrauchstauglichkeit und für eine ausreichende Dauerhaftigkeit und andererseits bei den angetroffenen Nutzungsbedingungen. Eine hohe Dauerhaftigkeit des Aufbetons ist für einen minimalen Unterhalt der schotterlosen Fahrbahn entscheidend. Mit dem Hochleistungsfaserbeton werden die massgebenden Randbedingungen und Einwirkungen sowie die ausführungstechnischen Details wesentlich besser be-



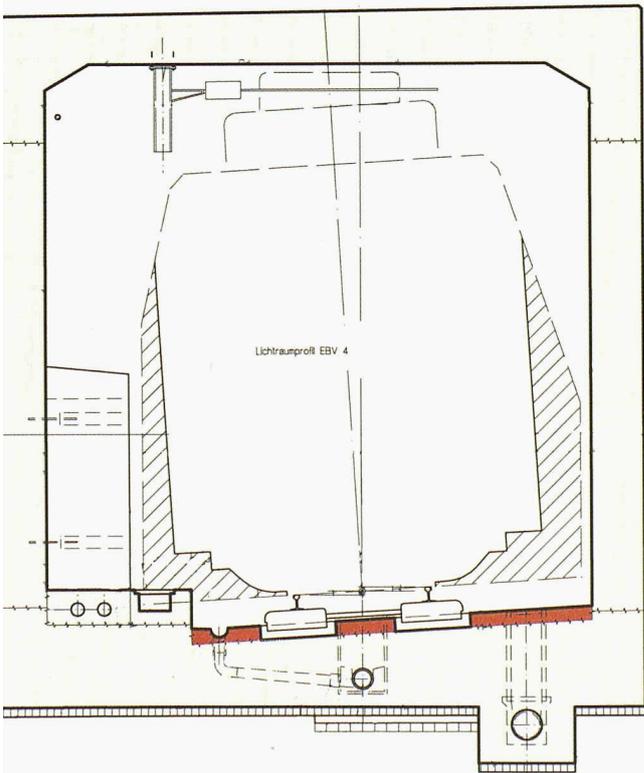
herrscht als bei einer konventionellen Lösung des Aufbetons. Weitere Vorteile dieses Konzepts sind die Reduktion der Kosten und der Bauzeit sowie die Reproduzierbarkeit der Betonqualität.

### Betondesign

Um die Leistungsfähigkeit des Hochleistungsfaserbetons sicherzustellen, waren Voruntersuchungen nötig, die unter anderem auch der Optimierung des Betons hinsichtlich seiner Verarbeitbarkeit dienten. Das Programm setzte sich aus vier Phasen zusammen:

- Herleitung der Betonrezeptur
- Validierung der Rezeptur für den Innenausbau
- Bemessung des Aufbetons mit realistischen Berechnungsmodellen und baustellenbedingten Randbedingungen
- Überprüfung der Rezeptur unter Baustellen- und Lieferbedingungen

Dabei wurden alle notwendigen Parameter wie z. B. die Eigenschaften der vom ausführenden Betonwerk verwendeten Zuschlagstoffe erfasst, so dass zunächst die zu verwendende Betonrezeptur mittels Laborversuchen aufgestellt und optimiert werden konnte. Die Optimierungen betrafen vor allem den Bindemittel- und Hochmodulfasergehalt, um das bestmögliche Verhältnis zwischen der rissüberbrückenden und der schwindreduzierenden Wirkung zu erzielen. Weitere Laborversuche simulierten die Anforderungen und die Randbedingungen für den Innenausbau im Gleisbereich und gaben dadurch Aufschluss über das Verhalten des Aufbetons. Auf Basis experimentell bestimmter Betoneigenschaften wurde im Rahmen der Bemessung mit Hilfe numerischer Simulationsverfahren die Leistungsfähigkeit des Aufbetons nachgewiesen. Schlussendlich wurde in Zusammenarbeit mit dem Betonhersteller und dem Unternehmer ein Muster produziert und als Probemischung ausserhalb des Unterquerungsbauwerks eingebaut. Das Ziel dieses Versuches vor Ort war die Bestimmung aller für die Herstellung und den Einbau notwendigen Bedingungen, so dass die fachgerechte Verarbeitung des Aufbetons und die Reproduzierbarkeit der Rezeptur und damit der Betoneigenschaften für einen Baustelleneinsatz gewährleistet werden konnten.



1

Bauzustand, Ansicht von Süden  
(Bilder: Locher AG)

2

Normalprofil des Tagbautunnels im Kurvenbereich. Der Hochleistungsfaserbeton (Aufbeton) ist rot hervorgehoben

### Erfahrungen beim Einbau

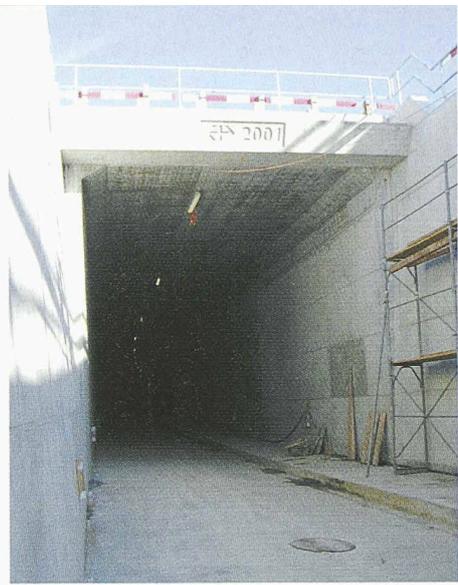
Nach der Entwicklung der Betonrezeptur und der Umsetzung im Betonwerk wurde ein Einbauversuch auf der Baustelle durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die vorhandenen Quer- und Längsgefälle von bis zu 6,3 % bei 12 m langen Abständen für den Einbau des unbewehrten, 16 cm starken Aufbetons problematisch waren. Beim Verdichten «lief» der Beton davon. Durch Anpassungen der Rezeptur und weitere Versuche vor Ort konnte die Verarbeitbarkeit auf geneigtem Untergrund derart verbessert werden, dass der Einbau einwandfrei durchgeführt werden konnte (Bild 4). Dabei blieb die schwindreduzierende und rissüberbrückende Wirkung der Fasern weitgehend erhalten.

Um einen starren Verbund zwischen dem Aufbeton und dem Konstruktionsbeton zu erzielen, wurde der Untergrund mittels Hochdruckwasserstrahlen mit einer mittleren Rautiefe von ca. 4 mm aufgeraut. Die Dilationsfugen des Aufbetons entsprachen den Fugen der Gleistragplatte (12 m), in Querrichtung war der Aufbeton in drei Streifen unterteilt. Später wurden die Schwellen mit den Gleisen mittels einer speziellen Verzetzmethode zwischen dem Aufbeton eingebaut. Die 48 Elemente mit einer Gesamtlänge von 595 m wurden in 36 Etappen betoniert, was einer Bauzeit von 8 Wochen entsprach. Ein Teil der Rampe West wurde wegen einer Weiche mit einer Schotterfahrbahn ausgebildet.

### Schlussfolgerungen

Mit dem Einsatz von hochmodularen Kunststofffasern im Beton konnte für die feste Fahrbahn im Unterquerungsbauwerk Altstetten Süd eine dauerhafte, wirtschaftliche und technisch ausgereifte Lösung gefunden werden. Die Erfahrungen beim Einbau haben deutlich gezeigt, dass bei betontechnologisch anspruchsvollen Rezepturen neben der fachgerechten Bemessung Vorversuche im Labor und vor allem auf der Baustelle für einen erfolgreichen Einsatz unbedingt notwendig sind.

Dr. sc. techn. Luc Trausch, Dipl. Bauing. ETH,  
Locher AG Zürich, Bauingenieure, Pelikanplatz 5,  
8022 Zürich  
luc.trausch@locher-ag.ch



3

Bauzustand, Tunnelportal Nord

4

Oberfläche des frisch eingebrachten und geglätteten Hochleistungsfaserbetons im Gefälle

#### AM BAU BETEILIGTE

##### EIGENTÜMER

SBB, Bern

##### BAUHERR UND OBERBAULEITUNG

SBB I-Projekte Management, Knoten Zürich, Zürich

##### PROJEKTVERFASSER UND ÖRTLICHE BAULEITUNG

IG SLW + Partner AG

Schindler + Schindler AG, Zürich

Locher AG Zürich, Zürich

Wanner AG, Winterthur

Gruner AG, Basel

Wild Ingenieure AG, Küssnacht

##### UNTERNEHMER

ARGE Altstetten Süd

Brunner Erben AG, Zürich

Walo Bertschinger AG, Zürich

Züblin Schlittler Spaltenstein AG, Zürich

Sersa AG, Zürich

Eberhard AG, Kloten

##### LIEFERANT BETON

Hastag AG

##### BERATER BEMESSUNG UND ENTWICKLUNG AUFBETON

Concretum Construction Science AG, Zürich