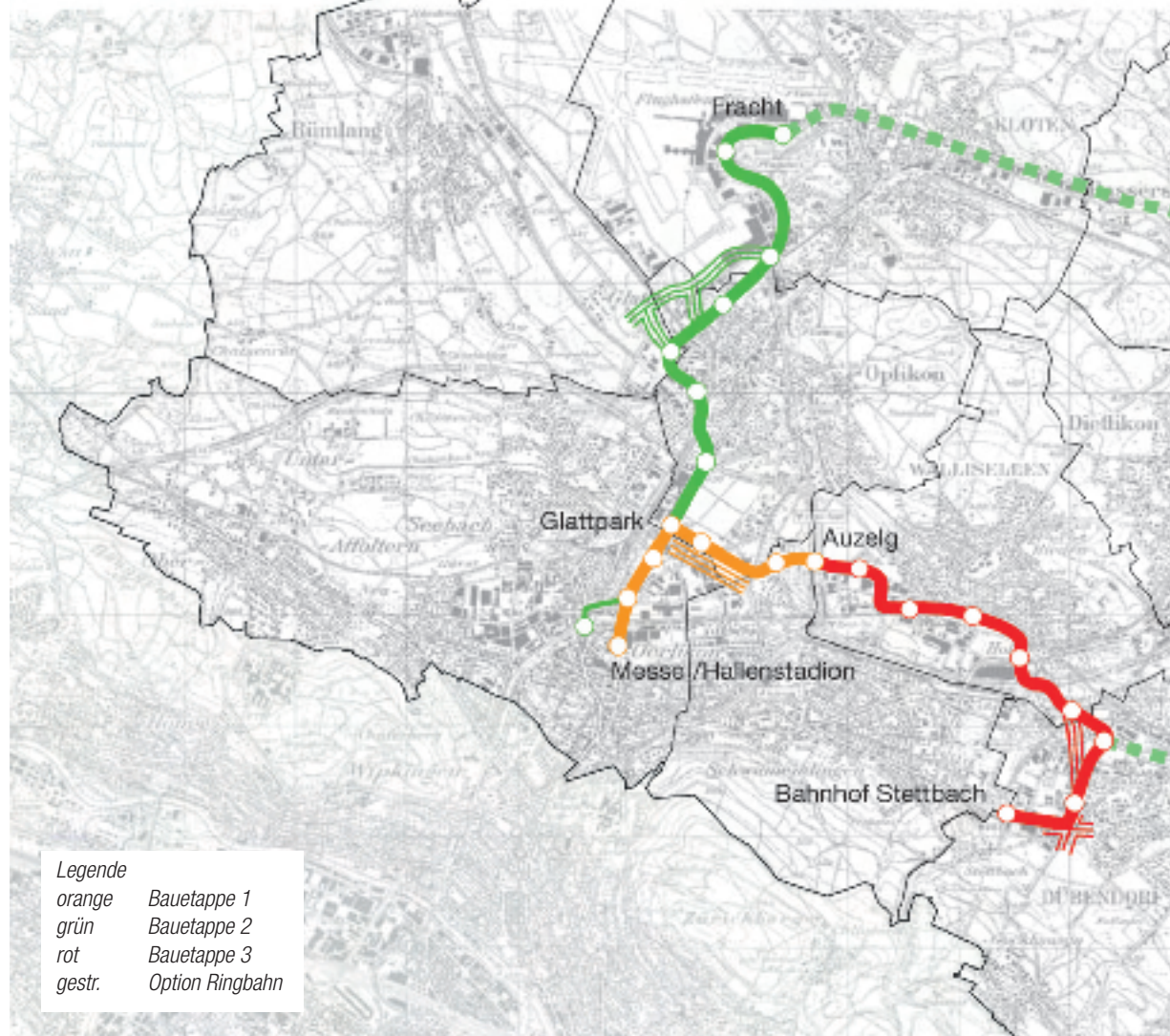


Fahrbahntechnik bei der Glattalbahn

Die neue Glattalbahn wird dereinst die Wachstumsgebiete im Norden von Zürich erschliessen. Ein wichtiger Bestandteil dieses neuen Verkehrsträgers stellt die Fahrbahntechnik dar. Nur wenn der Nachhaltigkeit genügend Rechnung getragen wird, entwickelt sich die Glattalbahn zu einem Erfolg.

Gérard Rutishauser und Stefan Moser

Bild 1: Trasse Glattalbahn



Die Glattalbahn ist ein Schlüsselprojekt im Gesamtverkehrssystem Zürich Nord/mittleres Glattal. Die meterspurige und eigentrassierte Bahn schafft Voraussetzungen, damit sich die wirtschaftlich bedeutende Region im geplanten Rahmen weiterentwickeln kann. Zudem trägt sie massgeblich zur Entwicklung und Erhaltung einer urbanen Lebensqualität in diesem Raum bei. Die Glattalbahn ist



demnach auch ein städtebauliches Projekt, das wesentliche Impulse zur Stadtentwicklung einbringt.

Die Glattalbahn entsteht im Auftrag des Kantons Zürich und ist Teil des Zürcher Verkehrsverbundes (ZVV). Die Verantwortung liegt bei den VBG Verkehrsbetrieben Glattal AG als marktverantwortliches Verkehrsunternehmen in der Region. Mit dem Betrieb der neuen Bahnstrecken sind die Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) beauftragt.

Die Glattalbahn weist zwei Streckenäste mit drei Linien auf und wird bis Ende 2010 den Flughafen sowie Teile der Gemeinden Kloten, Opfikon, Rümlang, Wallisellen und Dübendorf mit Oerlikon, Schwamendingen und der Innenstadt von Zürich verbinden. Das Netz der Glattalbahn wird in drei Etappen gebaut. Es ist 12,7 Kilometer lang und hat 21 Haltestellen.

Hohe Anforderungen betreffend Schall- und Erschütterungsschutz

Die Hauptvorgaben für die Anforderungen und Bedingungen der Fahrbahn bilden sechs gleichwertige Qualitätsziele. Die Basis dieses Werterhaltungssystems bildet das Nachhaltigkeitsdreieck mit den klassischen Zielen der sozialen, ökonomischen und ökologischen Verträglichkeit. Für das Projekt im Allgemeinen und für die Fahrbahn im Besonderen wurde das Dreieck zu einem Sechseck mit den zusätzlichen Aspekten Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit erweitert.

Durch die Ausschreibung der Bahntechnikgewerke als Gesamtleistungspakete über alle drei Etappen versprachen sich die VBG Optimierungen in der Ausführungsprojektierung sowie der Bauabläufe. Unternehmervarianten, in welche die Bewerber spezifisches Know-how einfliessen lassen konnten, waren deshalb explizit erwünscht und führten in der Folge zu optimierten Lösungen, die teilweise



Bild 2: Haltestelle Fernsehstudio,
Elemente der Gestaltung.

auch interessante Innovationen enthielten. Die Fahrbahn hat neben den Fahrzeugen einen wesentlichen Einfluss auf die Lärm- und Erschütterungseinwirkungen in der Umgebung. Eine leise Fahrbahn zeichnet sich aus durch eine poröse, schallabsorbierende Oberfläche. Diese Anforderung ist im Schotterrasengleis in idealer Art und Weise erfüllt.

Im Einzugsgebiet der Glattalbahnen mit vielen Unternehmungen aus der Hightech- und Dienstleistungsbranche werden auch bezüglich Erschütterungs- und Körperschallschutz hohe Anforderungen gestellt. Wo es notwendig ist, hat man als Massnahmen sogenannte Masse-Feder-Systeme in das Projekt aufgenommen. Bei der Glattalbahnen werden Masse-Feder-Systeme mit konventionell armierten Gleistragplatten auf Elastomer- oder bei

geringeren Anforderungen auf Mineralwollmatten eingesetzt. Die armierte Betonplatte, auf der das Gleis in unterschiedlicher Bauart montiert wird, hat eine Stärke von mindestens 22 Zentimetern. Dieses System reduziert die Erschütterungen und den abgestrahlten Körperschall auf einen Bruchteil.

Gestaltung der Fahrbahn als Teil des Ganzen

Das Trasse und die Haltestellen präsentieren sich in einer unverkennbaren, modernen Architektur und sind mit einem durchgehenden Erscheinungsbild gestaltet. Dieses wird entscheidend von der Fahrbahn mitgeprägt. Die Glattalbahnen sind ein Element der Stadtebene. Sie soll verbinden, auch räumlich und im Strassenraum nicht zum trennenden Graben werden. Wo immer möglich erfolgt eine Eindeckung der Fahrbahn bis zum Schienen-

kopf mit einem sogenannten Schotterrasen. Dieser Schotterrasen kann je nach Bedürfnis mehr oder weniger begrünt werden.

Auf fast zweieinhalb Kilometern Länge verläuft die Glattalbahn auf Spezialbauwerken. Dazu zählen zwei lange Viadukte beim Balsberg (860 m) und beim Einkaufszentrum Glatt (1200 m) sowie der rund 400 Meter lange Stelzentunnel.

Die Fahrbahn der Glattalbahn ist weitgehend standardisiert, so dass möglichst wenig unterschiedliche Bauteile zur Anwendung kommen. Trotzdem ergibt sich aufgrund der örtlichen Anforderungen eine Vielzahl von Variationen. Es kommen fünf Grundtypen zur Ausführung:

Die Typen A und E entsprechen herkömmlichen Bauarten für Trams und Schmalspurbahnen. Die Typen B und C werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben. Der Oberbautyp D (Gleis im Tunnel) wird aus dem Oberbautyp C (Gleis auf langen Brücken) abgeleitet. Er kommt im Stelzentunnel zum Einsatz. Die Gleistragplatte wird auch im Tunnel durchgehend elastisch mit einer Elastomermatte auf der Tunnelsohle gelagert.

Gleistragplatte in Faserbeton

Der Oberbautyp B – Gleis im Eigentrassée – ist eine Neuentwicklung des ausführenden Unternehmers, der Arge GOB Glattalbahn c/o Walo Bert-

Oberbautyp		Eigenschaften
A	Gleis im Strassenkörper	Im Mischverkehr mit individuellem oder öffentlichem Strassenverkehr. Abschnitte mit Linienbusbetrieb oder Ersatzbusbetrieb (Störfall) auf Bahntrassée. Funktionale Eigenschaften massgebend.
B	Gleis im Eigentrassée mit Schotterrasen	In der Regel für Motorfahrzeuge nicht befahrbar, Übergänge und einzelne Überfahrten sowie Benützung durch Rettungsdienst möglich. Gestaltungsgrundsätze und Lärmschutz von hoher Bedeutung.
C	Gleis auf langen Brücken	Leichte Bauweise mit geringer Bauhöhe. Funktionalität im Zusammenhang mit der Brücke wichtig. Befahrbarkeit mit Strassenfahrzeugen ausgeschlossen.
D	Gleis im Tunnel	Bauart in Beton, nur bedingt befahrbar mit Strassenfahrzeugen. Erschütterungsschutz abschnittsweise wichtig.
E	Gleis auf Schotter	Eigentrassée auf setzungsgefährdetem Untergrund. Betonschwellen im Schotter



Bild 3a: Fahrbahn Typ B im Einbau: Phase 1.

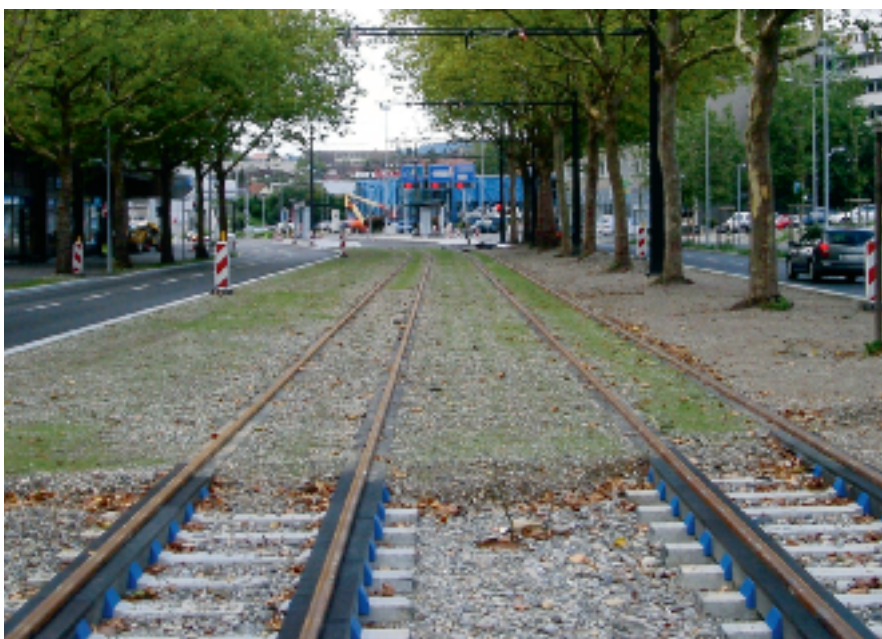


Bild 3b: Fahrbahn Typ B im Einbau: Phase 2.

schinger AG, Zürich. Es handelt sich dabei um ein Gleis auf Betontragschicht mit Schotterraseneindeckung (Bild 3). Der fertig montierte Gleisrost, bestehend aus Betonschwellen und Vignolschienen vom Typ S49, wird aufgeständert und genau gerichtet. Anschliessend wird die faserverarmte Betontragplatte als monolithischer Balken erstellt. Die ganze Gleisanlage wird bis zur Unterkante des Schienenkopfs mit einem Schotterrasensubstrat aufgefüllt, damit ein begrüntes Trassee entsteht. Kammerfüllkörper schützen die Schienenbefestigungen gegen direkten Kontakt mit dem Substrat und somit gegen Korrosion.

Die Gleistragplatte entspricht statisch einem unendlich langen Balken, welcher mittels Einlagen im Abstand von 6 m im Schwellenfach kontrolliert zum Reißen gebracht wird. Die Gleistragplatte ist zur Steuerung der Rissverteilung mit PVA-Fasern (Typ: Kuralon KII RSC15/8, D/L = 0,05/8 mm, 0,6 kg/m³) armiert. Zur Sicherung der Gleislage wird jede fünfte Schwelle mittels Dübel (Gewindebolzen M20x300, Stahlgüte 8.8, feuerverzinkt) in der Gleistragplatte verankert. Diese innovative Art der Armierung hat bis anhin nur bei nichttragenden Bauteilen Anwendung gefunden.

Feste Fahrbahn auf langen Viadukten

In der Projektentwicklung der Viadukte ist eine optimale Interaktion von Brückentragwerk und Schienenfahrbahn von grosser Bedeutung. Es geht hauptsächlich um die Lösung folgender Probleme:

- Kraftübertragung Fahrbahn–Brückenbauwerk und Schutz der Brückenisolierung
- Verformungen der Brückenüberbauten und deren Einfluss auf die Fahrbahn
- gebrauchstaugliche Ausführung der Dilatationen und Schienenauszüge
- Schnittstelle Brückentragwerk – Schienenfahrbahn mit Entwässerung.

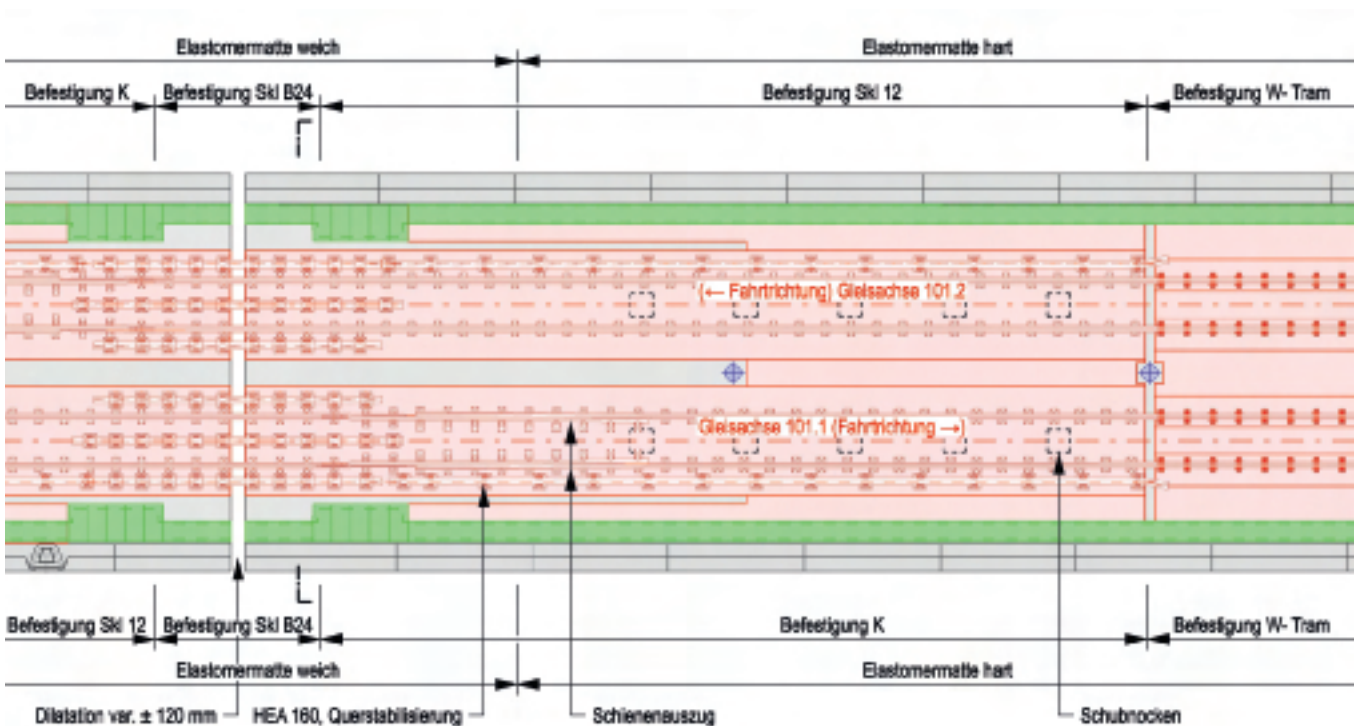


Bild 4: Viadukt Balsberg, Dilatation mit Schienenauszugsvorrichtung, Situation.

Die Längskräfte aus Anfahren und Bremsen werden durch Schub von der Gleistragplatte über eine elastische Zwischenlage direkt in das Brückenbauwerk eingeleitet. Die resultierende Schubspannung beträgt $0,013 \text{ N/mm}^2$ im Maximum.

Die Querkkräfte aus Fliehkraft und Temperaturspannung in den Schienen, welche in kleinen Kurvenradien ein Maximum erreichen, werden über plattenförmige Betonfüllkörper von den Gleistragplatten auf die Brückenkonsole übertragen. So wird die Brückenisolierung nicht zusätzlich durch Querschubkräfte beansprucht.

Die beiden Viadukte Balsberg (Bauetappe 2) und Glatzentrum (Bauetappe 3) weisen grosse Abschnittslängen zwischen den Dilatationen von bis zu 235 m auf. Demzufolge sind Schienenauszüge

vorzusehen, um die Längsverschiebungen der Brücken aufzunehmen. Deformationen in vertikaler und lateraler Richtung sollten möglichst vermieden werden, weil solche Deformationen vom Gleis in der Regel nicht aufgenommen werden können. Beim Viadukt Balsberg ist diese Bedingung nicht erfüllt, was aufwändige Sonderkonstruktionen zur Folge hat.

Dilatationen mit lateralen und vertikalen Verschiebungen

Die besondere Tragwerkskonstruktion beim Viadukt Balsberg mit Betongelenken an den Stützköpfen und die Überstände der Brückenenden gegenüber den Stützenachsen haben zur Folge, dass aus den verformungsbedingten Endwinkelände-

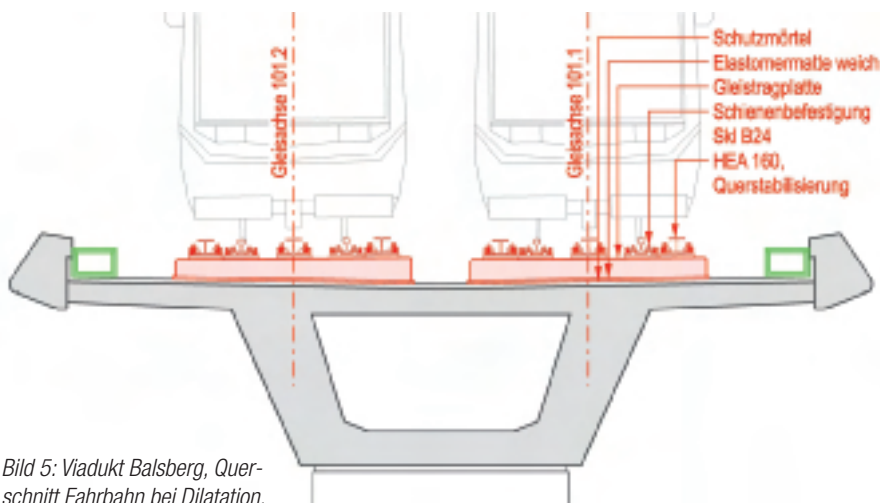


Bild 5: Viadukt Balsberg, Querschnitt Fahrbahn bei Dilatation.

ungen sekundäre Längs-, Quer- und Vertikalbewegungen in den Dilatationsfugen entstehen (quer +2,7 mm / -4,1 mm, vertikal +1,6 mm / -1,4 mm, Endtangentialwinkel -1,7‰ / -1,3‰.) Diese Verformungen können die Schienenauszüge in ihrer Funktion beeinträchtigen und unzulässige Spannungen in den Schienen hervorrufen. Um dieses Problem zu lösen, werden die Zug- und Druckkräfte des Gleises in Längsrichtung beidseitig der Dilatation durch eine Verzahnung der Gleistragplatten mit Nocken in die Brücke abgetragen. Der Oberbau muss infolge lateraler Verformungen im Dilatationsbereich komplett von der Brücke entkoppelt werden. Die Gleistragplatten werden über die Dilatation hinweg so miteinander verbunden, dass sie seitlich gegeneinander unverschiebbar gehalten sind. Dies erfolgt durch Anordnung von zwei aussen liegenden und einem innen liegenden Träger HEA 160. Damit die Gleistragplatten infolge differenzieller Vertikalverschiebungen nicht zusätzlich beansprucht werden, sind die Träger nur auf einer Seite der Dilatation festgeklemmt, auf der anderen Seite hingegen mittels besonderer Klemmvorrichtungen längs- und hö-

henverschieblich festgehalten. Die Gleistragplatten sind vor und nach der Dilatation der Beanspruchung entsprechend auf unterschiedlich steifen Elastomermatten schwimmend gelagert. Der eigentliche Schienenauszug wird so weit von der Dilatationsfuge entfernt angeordnet, dass er nicht durch Vertikalversatz und Winkelverdrehung beansprucht wird.

Im Gleis treten infolge vertikaler Verschiebungen und Verdrehung der Brückenenden beidseits der Dilatation abhebende Stützpunktkräfte auf. Die Anforderungen an Klemmkraft, Stützpunktsteifigkeit, Homogenität im Fahrverhalten und reduziertem Durchschubwiderstand machten die Entwicklung einer besonderen spannkraftreduzierten Schienenspannklemme «Vosloh Ski B24» und einer stahlplattenbelegten Sandwichzwischenlage erforderlich.

Der Gleisoberbau auf dem Viadukt Balsberg wird so konstruiert, dass sich in jedem Verformungszustand der Brücke eine kontinuierliche horizontale wie vertikale Biegelinie des Gleises einstellt. So wird eine Überbeanspruchung der Schienenauszüge und der Schienen verhindert. Die hier gewählte Konstruktion stellt eine massgeschneiderte Sonderlösung dar.



Gérard Rutishauser, dipl. Bau-Ing. ETH, SIA, Oetwil am See, Experte Gleisoberbau der VBG im Projekt Glattalbahn



Stefan Moser, Dr. sc. techn, dipl. Bau-Ing. ETH, Basler & Hofmann AG, Zürich, Projektverfasser Gleisoberbau der Arge GOB

Glattalbahn

Wir bauen Mobilität



Team
TEK Projektleitung Bahntechnik

dfo TBF + Partner AG
Planer und Ingenieure
Tumenstrasse 25
Postfach, 8033 Zürich

Gesamtkoordination, TU-Submission, Ausführungsüberwachung

TBF TBF + Partner AG
Planer und Ingenieure

Federführung Team TEK
Projektleitung
Gleisoberbau

Ernst **Basler + Partner** AG

Haltestelleninfrastruktur

pkag
Paul Keller Ingenieure AG

Fahrleitung
Kommunikation
Energieversorgung

29648



GANZ BESONDERS SCHLANK GEBAUT

SICHTBAR FILIGRANER BAUEN MIT SCHÖCK COMBAR®

Bewehrung aus Glasfaserkunststoff • Schlanke, attraktive Architektur

• Bauen mit minimaler Betondeckung • Keine Korrosion

Schöck-ebesa Bauteile AG • Neumattstr. 30 • 5001 Aarau • Tel. 062 83400-10 • www.schoeck-ebesa.ch

 **Schöck-ebesa**

28817