Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 138 (2012)
Heft: 48: Durchmesserlinie II

Artikel: Schritt für Schritt über das Gleisfeld
Autor: Perret, Jacques
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-309447

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SCHRITT FÜR SCHRITT ÜBER DAS GLEISFELD

Reisenden, die mit der Bahn am Hauptbahnhof Zürich ankommen, springt das grosse gelbe Vorschubgerüst ins Auge, mit dem der Brückentrog der Letzigrabenbrücke gebaut wird. Nach ihrer Fertigstellung wird sie die längste Eisenbahnbrücke der Schweiz sein und zusammen mit der Kohlendreieckbrücke das ganze Gleisfeld und zwei bestehende Brücken über- bzw. unterqueren. Im Dezember 2015 sollen die Brücken der Durchmesserlinie in Betrieb genommen werden.

Titelbild
Die Pfeiler für die Kohlendreieck- und die Letzigrabenbrücke sind einheitlich gestaltet. Je nach Standort kann der Bau eines Pfeilers und seines Fundaments bis zu zwei Monate in Anspruch nehmen. (Foto: SBB)

Die beiden eingleisigen Brücken, die zurzeit für die Durchmesserlinie entstehen, werden die westliche Anbindung des unterirdischen Bahnhofs Löwenstrasse bilden (vgl. TEC21 17/2012). Zunächst überquert die Kohlendreieckbrücke die Gleise, die vom Hauptbahnhof in südwestlicher Richtung nach Thalwil, Luzern, Chur und ins Tessin laufen. Danach taucht die Neubaustrecke ebenerdig unter der Hardbrücke durch und schwingt sich anschliessend auf der neuen Letzigrabenbrücke über die Duttweiler-Strassenbrücke und das Gleisfeld des Vorbahnhofs (Abb. 02). Dank diesem Streckenverlauf können die Fernverkehrszüge kreuzungsfrei aus dem Bahnhof Löwenstrasse ausfahren. Als Alternative zu den beiden Überwerfungsbauwerken hatten die SBB eine unterirdische Querung des Gleisfelds erwogen. Diese Variante wurde allerdings rasch verworfen – ein Tunnel wäre wesentlich teurer gewesen und hätte den Grundwasserstrom blockiert.

PFEILER FÜR ELEGANTE BETONBRÜCKEN

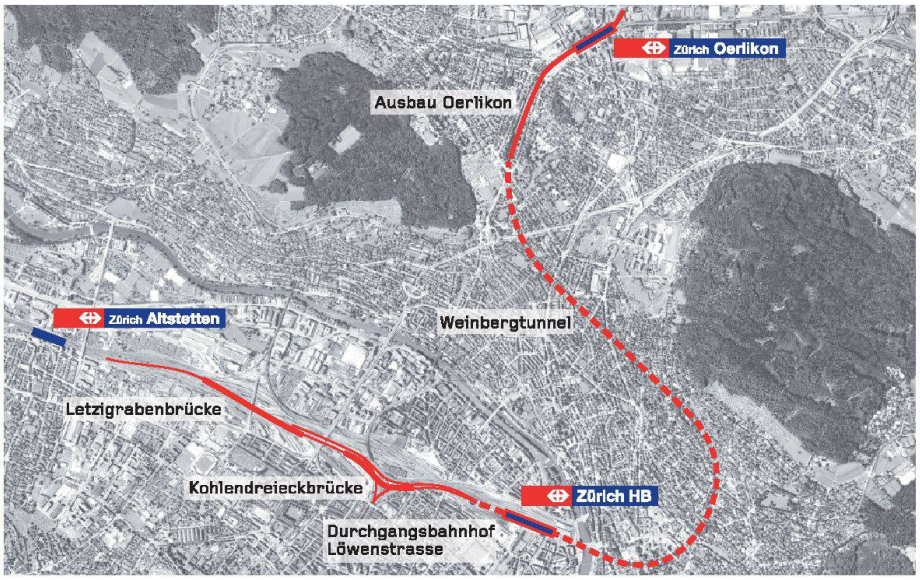
Das dichte Gleisfeld im Vorbahnhof liess den Ingenieuren nur wenige Optionen für geeignete Pfeilerstandorte. Sie sollten neben den bestehenden Gleisen liegen oder, wo das nicht realisierbar war, mit möglichst kleinen Anpassungen an bestehenden Gleisen verbunden sein. Zudem versuchten die Planenden möglichst gleichmässige Spannweiten zu erreichen. So wurde die 394 m lange Kohlendreieckbrücke in acht Felder von 50 bis 62 m Spannweite und die 1156 m lange Letzigrabenbrücke in 24 Felder von 34.5 bis 60.8 m Spannweite unterteilt. Am Brückenanfang und -ende wurde jeweils eine Rampe angeordnet, um die Höhendifferenz zwischen Terrain und Brücke zu überwinden. Um am westlichen Ende der Letzigrabenbrücke ebenerdig an den Bahnhof Altstetten anschliessen zu können, hat die Rampe dort – bedingt durch die engen räumlichen Verhältnisse – ein Gefälle von 40‰ (zum Vergleich: Die maximale Steigung auf der Gotthard-Bergstrecke beträgt 28‰).
Dank dieser Streckenführung sollen Züge die Kohlendreieckbrücke mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h und die Letzigrabenbrücke mit bis zu 120 km/h befahren können.
Die seitlichen Wände der beiden Trogbrücken wirken als Längsträger und geben dem Querschnitt die notwendige statische Höhe von generell 3.70 m. Ausserdem leisten die Trogwände einen Beitrag zum Schallschutz, der bei der Kohlendreieckbrücke durch zusätzliche schallschluckende Elemente im Brückentrog verstärkt wird.

ETAPPENWEISE SPANNEN

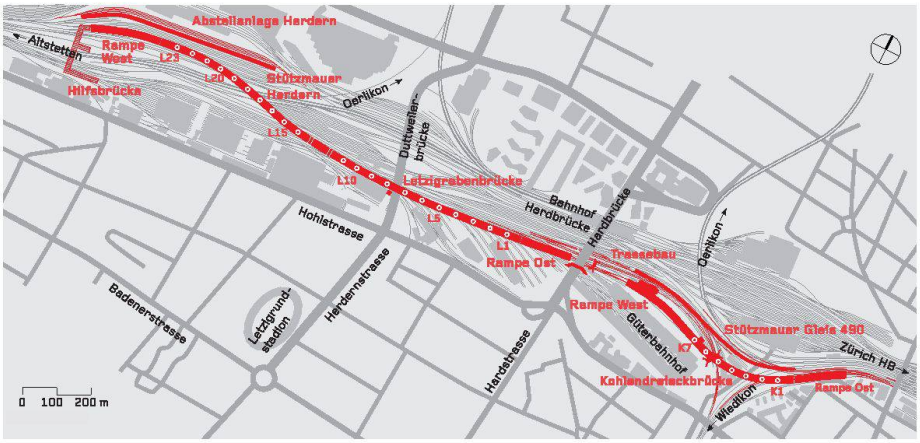
In der ersten Phase des Projekts wurden Werkleitungen, Hochspannungskabel, Entwässerungsleitungen und Gleise verlegt. Der eigentliche Bau der Letzigrabenbrücke begann mit dem Erstellen der 30 Pfeiler, von denen bei der Letzigrabenbrücke zwei als Portalrahmen ausgebildet sind. Sie erlauben es, die Brücke neben bestehenden Gleisen abzustützen, und bilden den Fixpunkt der Brücke. Die einzigen Dilatationsfugen und Schienenauszugs-

AM BAU BETEILIGTE DURCHMESSERLINIE ABSCHNITT 1

Besteller: SBB AG Bern und Kanton Zürich (ZVV)
Projektierung Planung:
SBB AG Grossprojekt Durchmesserlinie und Projekte Region Ost, Ingenieurgemeinschaft SLW+P Locher Ingenieure AG Zürich, Schindler + Partner AG Zürich, Bänziger Partner AG Zürich, Wild Ingenieure AG Küssnacht, Gruner AG Zürich
Erdung, Kabelprojekt:
Baier + Büchler GmbH Zürich
Elektroprojekt:
epag Elektroingenieure AG Greifensee
Fahrleitung: ELBAS Schweiz AG Zürich
Wasserversorgung: Helbling AG Zürich
Weichenheizung Gas: Tuffli & Partner AG Zürich
Pumpenprojekt: Basler & Hofmann AG Zürich
132 kV Projekt: AF Colenco AG Baden-Dättwilen
Gestaltung: Dürig Architekten Zürich
Ausführung: SBB AG Instandhaltung Region Ost (Bahntechnik), Arbeitsgemeinschaft ABD Strabag AG Zürich, Stutz AG Frauenfeld, Anliker AG Emmenbrücke, KIBAG AG Zürich, Frutiger AG Thun



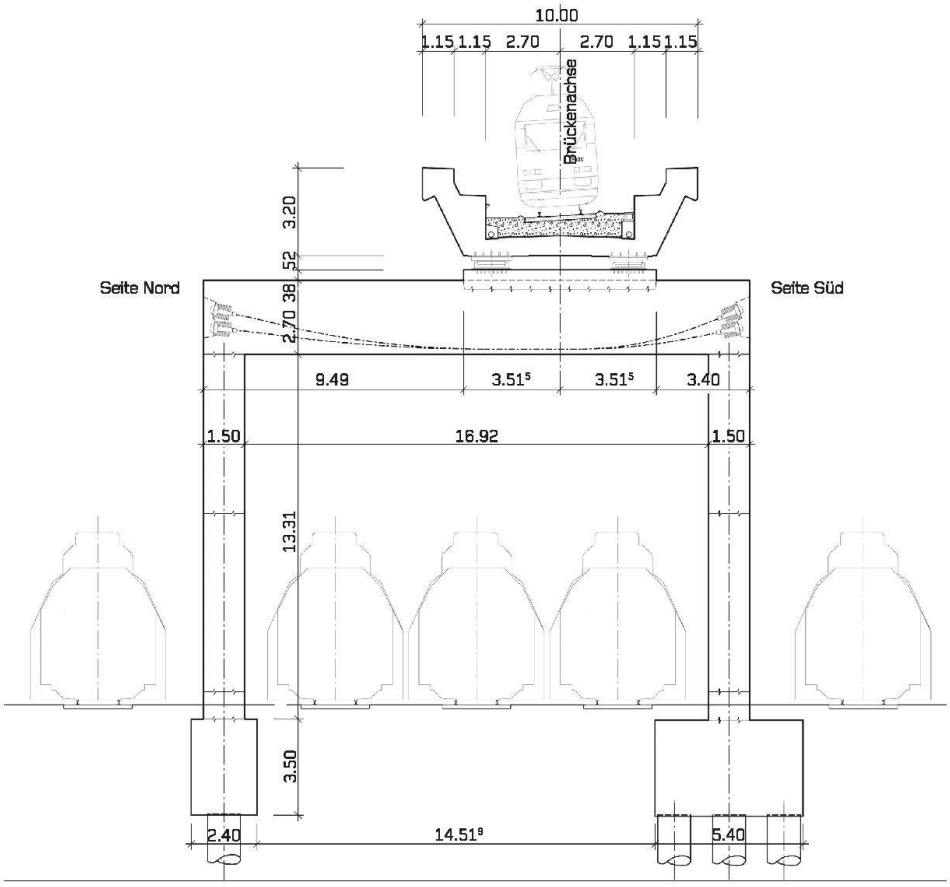
01



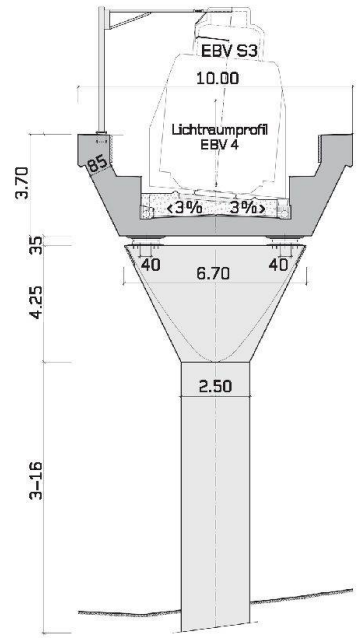
02

01 Die Durchmesserlinie umfasst vier Abschnitte: den Ausbau des Bahnhofs Oerlikon, den rund 5 km langen Weinbergtunnel, den unter dem Hauptbahnhof liegenden, viergleisigen Durchgangsbahnhof Löwenstrasse und die Strecke von der Langstrasse bis zum Bahnhof Altstetten mit zwei Brücken für Fernverkehrszüge.
02 Die Kohlendreieckbrücke wird zwischen der Strassenunterführung Langstrasse und der Hardbrücke gebaut. Daran anschliessend entsteht die neue Letzigrabenbrücke, die die Duttweiler-Strassenbrücke und das Gleisfeld überquert. Vor dem Bahnhof Altstetten mündet die neue Linie in die bestehenden Streckengleise nach Dietikon. (Pläne 01 und 02: SBB)
03 Die Pfeiler im Gleisfeld werden grösstenteils nachts erstellt, um den Bahnbetrieb nicht zu stören. Das Baustellenmaterial muss vorwiegend mit dem Zug angeliefert werden: Bohrgeräte für die Bohrpfähle, Geräte zum Rammen der Spundwände oder zum Betonieren, An- und Abtransport von Materialien. (Foto: SBB)

03



04



05

ZAHLEN UND FAKTEN

Letzigrabenbrücke
Gesamtlänge: 1600 m
Länge der Brücke ohne Rampen: 1156 m
Neigung (Steigung/Gefälle): 27 ‰ /40 ‰
Anzahl der Pfeiler: 23
Pfeilerhöhe: bis zu 16 m

Kohlendreieckbrücke
Gesamtlänge: 760 m
Länge der Brücke ohne Rampen: 394 m
Neigung (Steigung/Gefälle): 27 ‰ /26 ‰
Anzahl der Pfeiler: 7
Pfeilerhöhe: bis zu 8 m

Zeitplan
06/2008–12/2009:
Vorarbeiten
01/2009–02/2014:
Pfeiler und Rampen Letzigrabenbrücke
05/2010–09/2014:
Pfeiler und Rampen Kohlendreieckbrücke
08/2011–10/2014:
Fahrbahnplatte Letzigrabenbrücke
07/2012–05/2014:
Fahrbahnplatte Kohlendreieckbrücke
01/2015–12/2015:
Bahntechnik

Kosten Infrastruktur: 180 Mio. CHF
Kosten Bahntechnik: 120 Mio. CHF

vorrichtungen befinden sich am Ende der Rampenbauwerke. Sie nehmen die Längsverschiebungen der Brücke von bis zu +/–20 cm auf. Die Portalrahmen leiten die Horizontalkräfte in Quer- und Längsrichtung aus dem Überbau in den Untergrund ab. Die vertikalen Lasten müssen im Rahmenriegel als Biegemoment zu den beiden seitlichen Stielen getragen werden. Dies erfordert eine starke Vorspannung des Riegels mittels zehn Spanngliedern. Sie können allerdings erst dann vollständig gespannt werden, wenn die Portalrahmen durch das Gewicht des Brückenüberbaus belastet sind. Unmittelbar nach dem Betonieren wurden sie deshalb nur auf 40 % vorgespannt.

224 BOHRPFÄHLE FÜR DIE PFEILERFUNDAMENTE

Wegen der hohen Lasten aus dem Brückenüberbau und des inhomogenen Baugrunds werden die Pfeiler auf Bohrpfählen fundiert: Fünf bis acht Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 1.2 m tragen die Lasten jedes Pfeilers ab; die Pfahllängen variieren zwischen 13 und 36 m. Der Untergrund ist heterogen aufgebaut; gut tragende Schichten wechseln sich mit weniger tragfähigen ab. Die Pfähle sind daher schwimmend gelagert, wobei sich der äussere Tragwiderstand im Mittel aus rund 30 % Spitzenwiderstand und 70 % Mantelreibung zusammensetzt.
Auf die Bohrpfähle wird eine 3.5 m dicke Pfahlbankettplatte gegossen. Die zur Erstellung von Pfählen und Bankett erforderliche Baugrube wird jeweils mit Spundwänden gesichert. Der sichtbare Teil des Pfeilers wird in zwei oder drei Etappen betoniert. Der variable Teil besteht aus einem massiven Zylinder mit 2.5 m Durchmesser, der auf den obersten 4.25 m mit einem Hammerkopf auf den Brückenquerschnitt ausgeweitet wird. Darauf sind seitlich die beiden Lager angebracht, die den Brückenüberbau tragen. Je nach Standort dauert der Bau eines Pfeilers und seines Fundaments ungefähr zwei Monate.

06

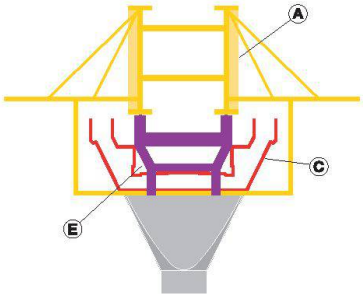
HÖHENDIFFERENZ ZWISCHEN BRÜCKEN UND TERRAIN ÜBERWINDEN

Die Auffahrtsrampen werden zeitgleich zur Errichtung der Pfeiler erstellt. Auf sie entfallen rund 800 m der insgesamt 2400 m Länge der Brückenkonstruktion. Die Rampen sind ebenfalls auf Bohrpfählen fundiert. Auf kontinuierlich an Höhe zunehmenden, 60 cm dicken Stahlbetonwänden liegt eine 62 cm starke Fahrbahnplatte, auf der im Endzustand das Bahngleis verlegt wird. Seitlich sind bis zu 2.1 m hohe Wände als Lärmschutz angebracht. Der Innenraum der Rampe dient als Rückhaltebecken für Regenwasser, das von dort in die Versickerungsbecken abfliesst (vgl. «Lebensraum für Zugereiste», S. 22).

RECYCELTES VORSCHUBGERÜST

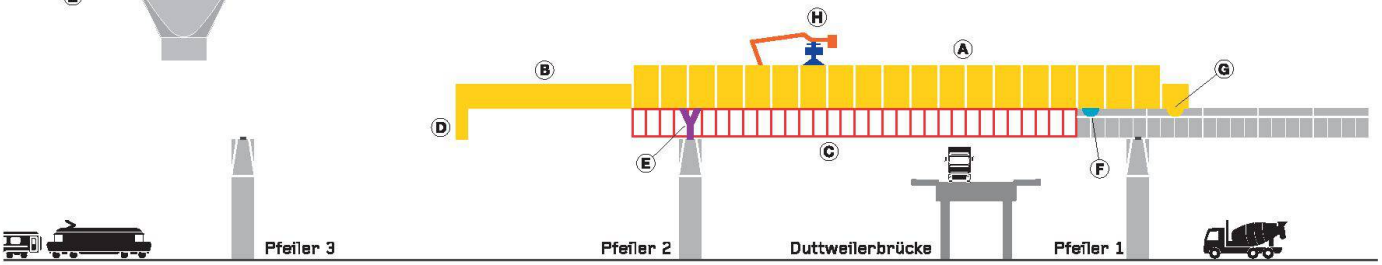
Der Überbau der Letzigrabenbrücke wird von Ost nach West vorangetrieben, dabei wird ein 650 t schweres Vorschubgerüst eingesetzt. So ist es möglich, den Überbau unabhängig vom darunter herrschenden Zugverkehr und ohne Zwischenabstützung im Gleisfeld zu erstellen. Ein grosser Teil des verwendeten Vorschubgerüsts kam bereits 2000 bis 2004 beim Bau der Brücken über die Rhône in der Nähe des Walliser Portals des Lötschberg-Basistunnels zum Einsatz. Es handelt sich um eine 91 m lange Konstruktion, bestehend aus 67 m langen Hauptträgern, die die Schalungselemente tragen, und einem 24 m langen Vorbauschnabel, der ein provisorisches Auflager bildet, wenn das Gerüst vorgeschoben wird.
Ist das Gerüst positioniert, kann eine Etappe geschalt, bewehrt, betoniert und vorgespannt werden (vgl. Kasten «Mit dem Vorschubgerüst von Pfeiler zu Pfeiler», S. 20).
Pro Feld wird der Brückenquerschnitt in zwei Etappen betoniert – zuerst die Fahrbahnplatte bis auf die Höhe der seitlichen Bankette, anschliessend der Konsolkopf. Neun der 25 Brückenfelder wurden bis Mitte November 2012 erstellt. Bis Sommer 2014 wird die Letzigrabenbrücke fertig sein, bis Ende 2014 das Vorschubgerüst demontiert und die Brücke für die Installation der Bahntechnik freigegeben.

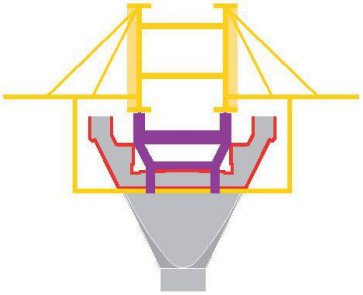
04 Querschnitt eines Portalrahmens der Letzigrabenbrücke. (Pläne 04 und 05: SBB)
05 Querschnitt eines Pfeilers der Letzigrabenbrücke mit einem Durchmesser von 2.50 m.
06 Querschnitt des Brückentrogs mit Vorspannkabeln: Typ VSL, Kabeltyp 6–31 und 6–19, Korrosionsschutz Kat. C, nachträglich injiziert. (Foto: SBB)



MIT DEM VORSCHUBGERÜST VON PFEILER ZU PFEILER

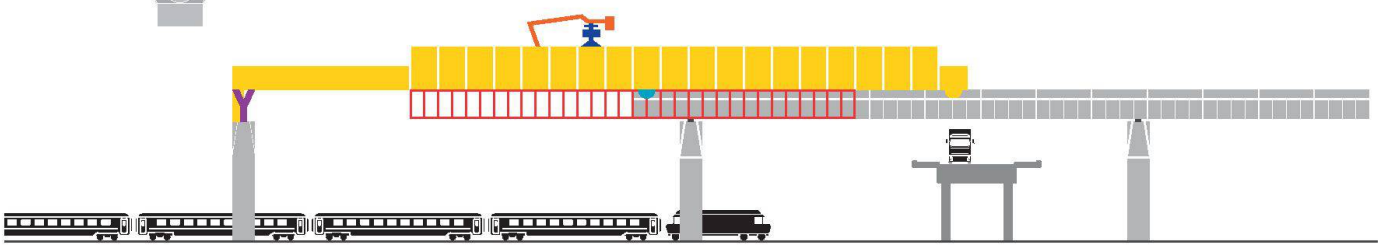
Das Vorschubgerüst überbrückt von Pfeiler 1 bis 2 das Gleisfeld und andere Hindernisse wie die Duttweilerbrücke. Nach dem Platzieren der Schalungselemente werden die Bewehrungseisen und Vorspannkabel in der Schalungskonstruktion verlegt. Zusammen mit dem Beton sorgen diese später für die Tragfähigkeit der Brücke. Der Beton wird mit Fahrmischern angeliefert und mit Betonpumpen in die Schalung eingebracht. Das ganze Gewicht des frischen Betons wird in diesem Zustand vom Vorschubgerüst getragen.

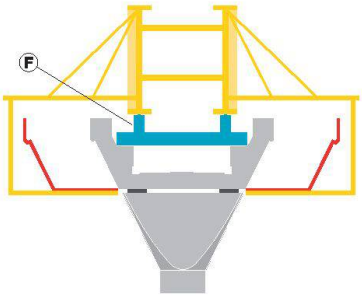




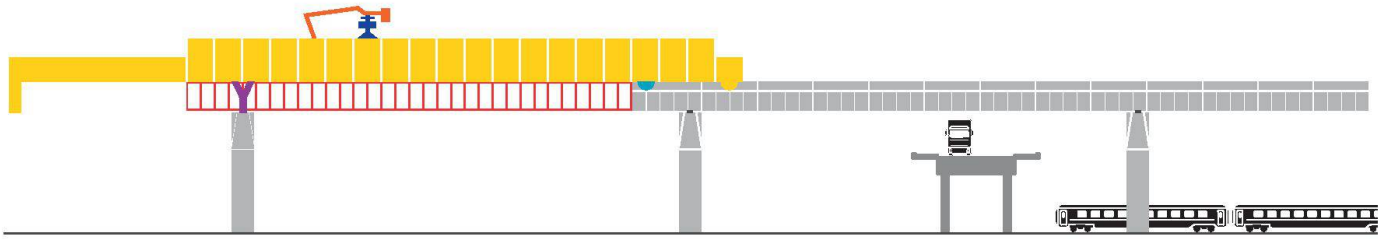
Nach dem Erhärten des Betons und dem Spannen der Vorspannkabel trägt die Brücke sich selber. Das Vorschubgerüst kann nun abgesenkt und zum nächsten Pfeiler geschoben werden. Sobald der Vorbauschnabel den Pfeiler 3 erreicht hat, stützt sich das Vorschubgerüst darauf temporär ab.

Jetzt erst wird die mobile Abstützung von Pfeiler 2 auf 3 verschoben. In diesem Zustand spannt sich das Vorschubgerüst über die maximal mögliche Länge.





Um die seitlich angehängten Schalungselemente um den Pfeilerkopf fahren zu können, werden diese schubladenartig nach aussen verschoben. Nach Passieren des Pfeilers werden die Elemente wieder eingefahren und für die nächste Betonieretappe vorbereitet.



A Hauptträger
B Vorbauschnabel
C Schalungselemente
D Temporäre Abstützung am Vorbauschnabel
E Mobile Abstützung «Y-Block»
F Mobile hintere Abstützung
G Fahrwerk
H Betonpumpverteiler

(Text: SBB-Publikation «Durchmesserlinie – Abschnitt 1. Bau der Letzigrabenbrücke mit Vorschubgerüst», Grafiken: Anne Güldner)

07

07 Die Auffahrtsrampen werden gleichzeitig mit den Pfeilern erstellt. Auf sie entfallen rund 800 m der insgesamt 2400 m Länge der Brückenkonstruktion. (Foto: SBB)
08 Die Letzigrabenbrücke überquert die Duttweiler-Strassenbrücke, die ihrerseits das Gleisfeld im Bereich Altstetten überquert. (Foto: alw)

ERÖFFNUNG UND INBETRIEBNAHME 2015

Die Kohlendreieckbrücke wird von West nach Ost gebaut. Hier wird dank der einfacheren Platzverhältnisse ein konventionelles Lehrgerüst eingesetzt. Ein Feld der Kohlendreieckbrücke verläuft nur knapp 80 cm über dem denkmalgeschützten Gebäude des Architekten Hans Hilfiker[1]. Dort wird lokal mit einem obenliegenden Lehrgerüst gearbeitet.
Insgesamt rechnen die SBB für den Rohbau beider Brücken mit einer Bauzeit von sechseinhalb Jahren und Baukosten von rund 300 Mio. Fr. für den ganzen Abschnitt 1, das heisst die Arbeiten zwischen Altstetten und Hauptbahnhof Zürich. Läuft alles nach Plan, können die ersten Züge ab Dezember 2015 über die Brücken fahren.

Aldo Bacchetta, Bänziger Partner AG, Zürich, a.bacchetta@bp-ing.ch
Michel Brun, SBB, Zürich, michel.brun@sbb.ch
Patrick Fehlmann, Locher Ingenieure AG, Zürich, patrick.fehlmann@locher-ing.ch
Jacques Perret, jp@revue-traces.ch
Christoph Schlatter, Locher Ingenieure AG, Zürich, christoph.schlatter@locher-ing.ch

Dieser Text basiert auf dem Artikel «Construction des ponts de la Durchmesserlinie» (Tracés 15-16/2012), Übersetzung: Alexandra Geese.

Anmerkung
1 Hans Hilfiker (1901–1993) ist einer der Pioniere des schweizerischen Industriedesigns und Erfinder der berühmten SBB-Bahnhofsuhr. Sein Fahrleitungsgebäude im Kohlendreieck gilt als technik- und bahngeschichtlich bedeutender Zeitzeuge.

08