

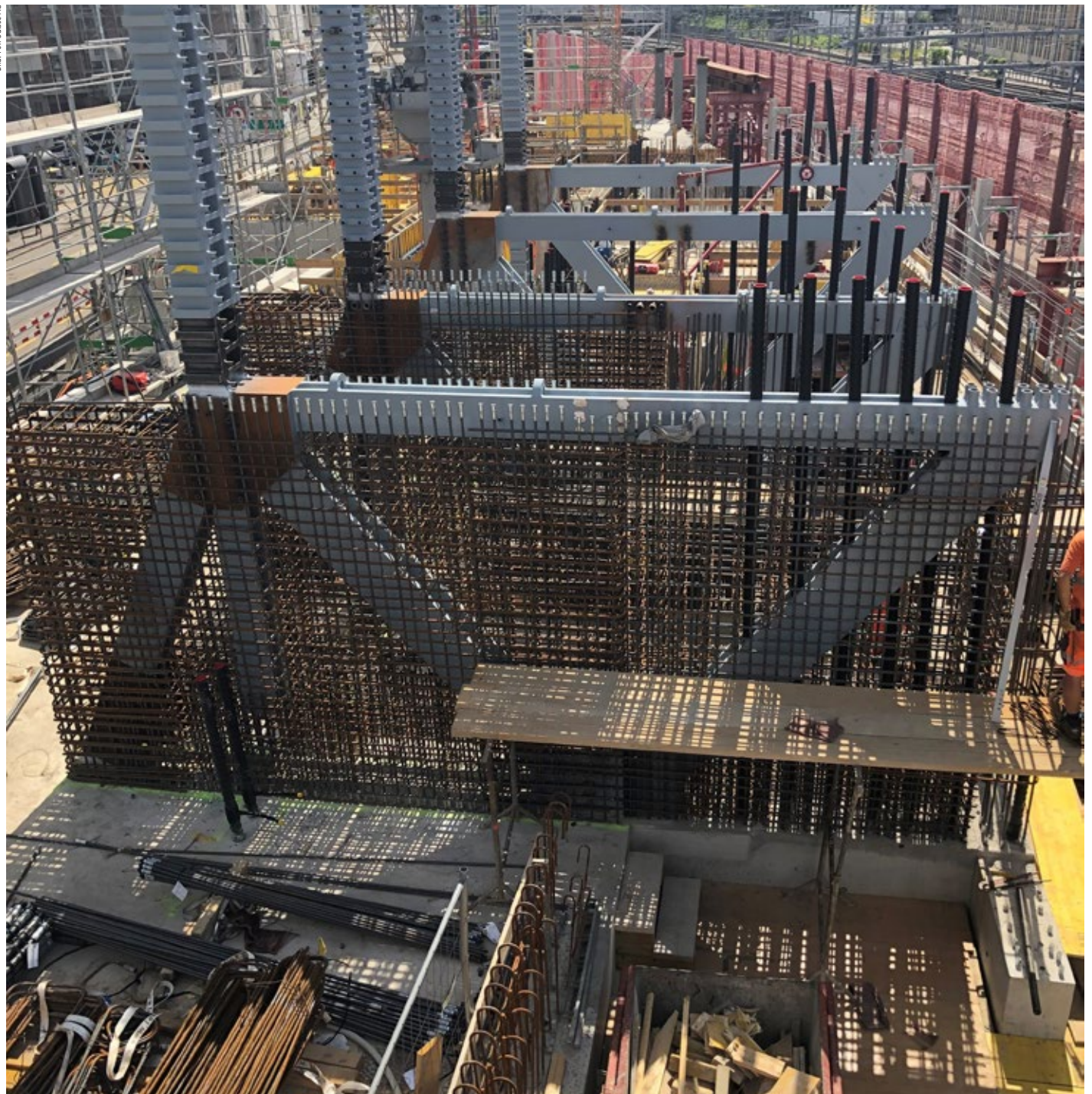
Vertikale Vorspannung

Des Turms Kern

Der Perron beim Bahnhof Zürich-Oerlikon wird von einer weiten Auskragung des Franklinturms überdeckt. Der schlanke Turm und eine Velorampe im Gebäude stellten die Planer wegen der daraus resultierenden Abfangsituation vor Herausforderungen. Die Lösung bildeten unter anderem eine vertikale Vorspannung der Kerne, Stahlfachwerke, ein Unterzugsystem sowie eine Kombination aus Zug- und Schrägstützen im Bereich der Auskragung.

Von Stefan Schmid

Bild: Pörr-Suisse AG



Durch die Velorampe, welche im Gebäudeinneren zu liegen kommt, muss ein Teil der aussteifenden Kerne abgefangen werden. Im 1. Obergeschoss werden die Kräfte durch ein massives Stahlfachwerk umgeleitet.

Wir befinden uns auf dem elften Stockwerk des Franklinturms in Zürich-Oerlikon, wo gerade eine Stahlritze in eines der Hüllrohre der vertikalen Vorspannung gestossen wird. Zeitgleich wird die nächste einzustossende Stahlritze vorbereitet, indem an deren Ende eine Presshülse befestigt wird. Mit Vollen- dung der laufenden Arbeiten wird ein wichtiger Meilenstein beim Franklinturm erreicht: Damit der Turm auf seine endgültige Höhe von 80 Meter weiterwachsen kann, muss zuerst die vertikale Vorspannung in den Betonwänden der Gebäudekerne vollständig eingebaut sein. Der Turmbereich befindet sich im östlichen Teil des Gebäudes, während der flächenmässig grössere Sockelbereich im westlichen Teil Stufen bildet, mit Terrassen im fünften und elften Stockwerk.

Kraftumleitung wegen Auskragung

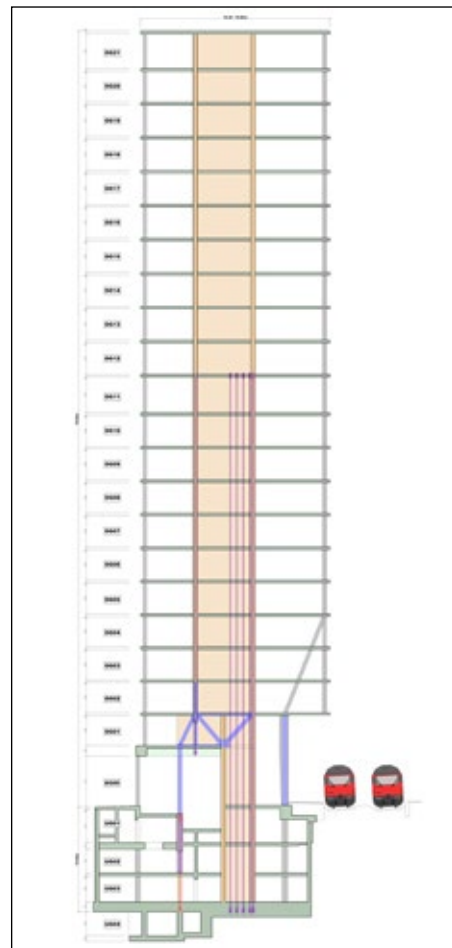
Das Gebäude, dessen Grundriss den Kurvenradius der nahen Gleise nachzeichnet, wird unmittelbar an den Perron 1 gebaut. Mit der Auskragung auf der Höhe des zweiten Obergeschosses wird der Perronbereich gleichsam überdeckt, sodass dieser für Zu- und Ausstiege von Zugreisenden verlängert und künftig auch für längere Zugkompositionen genutzt werden kann. Wegen der für die Infrastruktur geltenden Vorgaben der SBB, die Perrons grundsätzlich freizuhalten, musste auf Stützen in diesem Bereich verzichtet werden. Dies wurde ge-

löst, indem im zweiten bis vierten Obergeschoss Zugstützen entlang der Fassade eingebaut wurden, durch welche die Geschosslasten im Auskragungsbereich hochgezogen und danach über dreigeschossige Schrägstützen ins Innere des Turmes umgeleitet werden. Auf der Nordseite des Gebäudes sind diese Zug-, Schräg- und V-Stützen ersichtlich.

Dieses Stützensystem sei die einzige Möglichkeit gewesen, diese derart weite Auskragung von rund fünf Metern zu erreichen, betont Andrea Vernale, Projekt- und Geschäftsfeldleiter Hochbau des Ingenieurbüros dsp Ingenieure + Planer AG auf dem Baustellenrundgang. Allerdings werden die aussteifenden Kerne durch die aus der Abfangung und den Schrägstützen entstehenden Horizontalkräfte zusätzlich belastet. Beim Andreasturm, dem ebenfalls in Bahnhofsnähe gelegenen Pendant zum Franklinturm, bilden Auskragungen an der Fassade lediglich ein architektonisches Gestaltungselement, die dem Hochhaus ein monolithisch wirkendes Gepräge verleihen.

Steifigkeit durch Druck

Die Kerne des Franklinturmes bestehen aus Stahlbeton. Dieser spielt unter Druckbelastung seine Vorteile aus und ist sehr verformungsarm. Unter Zugbelastung können sich jedoch feine Risse im Beton bilden, und das Bauteil verhält sich dadurch wesentlich weicher. Die Lasten werden in die-



Schnitt durch das Gebäude: Im Bereich der Auskragung werden die Geschosslasten mittels Zug- und Schrägstützen umgeleitet. Bei der Velorampe werden die Kerne mittels einbetonierter Fachwerke und Vollstahlstützen abgefangen.



Die Verankerungen der Vorspannung sind in der Bodenplatte im Untergeschoss und in der Decke über dem Erdgeschoss einbetoniert. Die Stahlritzen werden von oben in die Hüllrohre gestossen.

sem Fall durch die eingebaute Bewehrung abgetragen. Um bei hohen Gebäuden wie dem Franklinturm die Verformungen infolge Windbelastungen möglichst zu minimieren und somit das Wohlbefinden der Nutzer infolge windangeregter Schwingungen zu gewährleisten, ist es deshalb von Vorteil, wenn die Stahlbetonwände überdrückt sind, was zum Beispiel durch ein grosses Gebäudegewicht erreicht werden kann, im Franklinturm jedoch durch die vertikale Vorspannung umgesetzt ist.

Winde und Erdbeben berücksichtigt

Beim Franklinturm war es nicht möglich, ein grosses Gebäudegewicht zu realisieren. Denn direkt unter dem Gebäude verläuft in rund 30 Metern Tiefe der Glatstollen der ERZ (Entsorgung + Recycling Stadt Zürich). Um diesen nicht zu stark zu belasten, wurde unter anderem das Gewicht des Gebäudes bewusst durch eher schlanke Decken niedrig gehalten. Bereits früh war klar, dass die auftretenden Windkräfte genauer untersucht werden müssen, um festzustellen, ob auch mit dieser eher leichten



Die Stahlkabel werden für die Fixierung in den Presshülsen vorbereitet.

lastung jedoch im Vergleich zum starken Wind nicht massgebend.

Das Gebäude umfasst sechs Kerne, wovon zwei nur die unteren Etagen mit Steigzonen, Treppenhäusern, Liftschächten und sanitären Anlagen erschliessen. Obwohl drei Kerne bis zum obersten Turmgeschoss verlaufen, war es ausreichend, das obere Ende der vertikalen Vorspannung bereits oberhalb des Sockelbereiches auf dem elften Stockwerk zu fixieren.

Fachwerk wegen Velorampe

Die für die Quartierverbindung der Stadt Zürich vorhandene Velorampe unter dem Bahnhof Oerlikon wurde im Zuge der Bauarbeiten abgebrochen und musste zwingend an gleicher Position – nun innerhalb des Gebäudes – wieder errichtet werden. Die Rampe befindet sich am Fusse des Franklinturms auf der gegenüberliegenden Seite des Perrons. Aufgrund dieser Randbedingung konnten einige der Kerne nicht mit gleichbleibendem Querschnitt bis zur Bodenplatte im dritten Untergeschoss nach unten geführt werden. Diese Gebäudekerne werden daher im Bereich der Velorampe auf dem ersten Obergeschoss abgefangen und die sich darin befindliche vertikale Vorspannung in der Decke über dem Erdgeschoss abgeleitet.

Die abzufangenden Kräfte aus den Kernen werden über einbetonierte Blechträger – sogenannte Kammerträger – auf massgefertigte massive Stahlfachwerke mit einem Gewicht von je circa zwölf Tonnen, welche im Endzustand in den Betonwänden

Bauweise die Stahlbetonwände überdrückt bleiben und so die Verformungen bei Windstössen gering gehalten werden können. Deshalb wurden im Vorprojekt Windkanalversuche durchgeführt. Anhand der Versuche liess sich zeigen, dass die auftretenden Windkräfte grösser waren als normgemäss angenommen, weshalb das Tragwerkskonzept ergänzt wurde. Teil der gewählten Lösung war in diesem Fall eine vertikale Kernvorspannung, durch welche grosse Druckkräfte auf die Stahlbetonwände aufgebracht werden. So kann das Reissen des Betons auch ohne das Erhöhen des Gesamtgewichts des Gebäudes verhindert werden, wodurch das gesamte Tragwerk deutlich steifer wird.

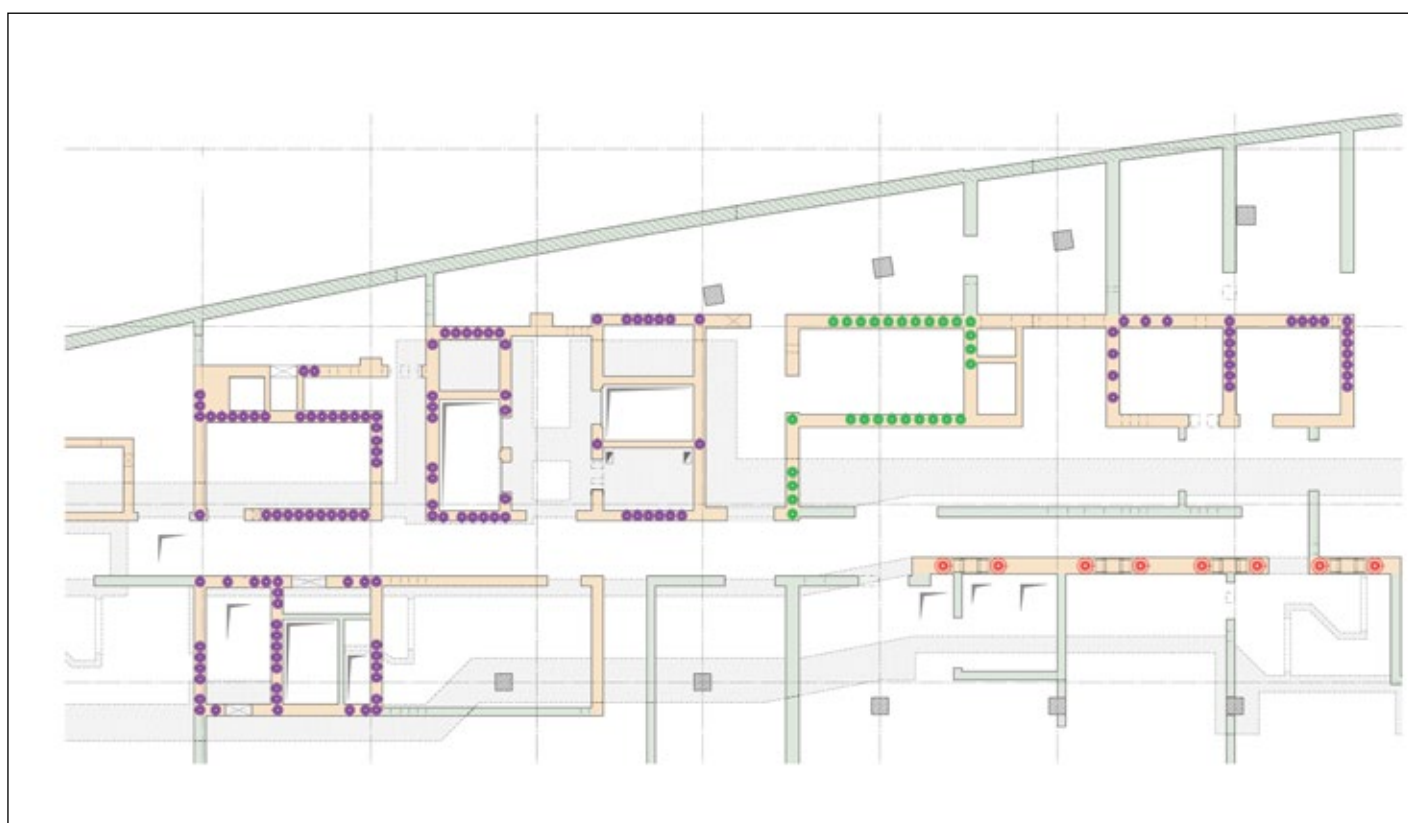
Beim Planen von Gebäuden müssen jedoch nicht nur Windbelastungen, sondern auch mögliche Erdbeben als horizontale Einwirkungen berücksichtigt werden. Wie so oft bei so hohen Türmen, ist diese Be-



Bei der vertikalen Vorspannung wird die Kraft über die Zahl der eingebauten Litzen gesteuert.



Das Gebäude wird über sechs Kerne erschlossen. Die vertikale Vorspannung reicht bis in den elften Stock (Kerne 2 bis 5). Die Kerne drei, vier und fünf führen bis zum obersten Turmgeschoss im 21. Stock.



Am stärksten wirken die Vertikal- und Horizontalkräfte im Bereich des Turms, wie die Konzentration vertikaler Spannkabel zeigt.

der Kerne verschwinden, umgelenkt. Von hier werden sie anschliessend über quadratische Vollstahlstützen mit 40 Zentimeter Seitenlänge, welche in der Mitte der Velorampe sichtbar bleiben, weitergeleitet. Diese Stützen wiederum sind in einer massiven Stahlbetonwand unterhalb der Rampe eingebunden. Auch diese Wand wurde vertikal vorgespannt, um eine Rissbildung im Beton zu verhindern. Die auf Höhe der Bodenplatte verbleibenden Zugkräfte werden schliesslich in den darun-

terliegenden Bohrpfehlen des Fundamentes verankert.

Doch nicht nur an die Kerne, sondern auch an die Decke über dem Erdgeschoss wurden durch die Velorampe grosse Anforderungen gestellt: Um das nötige Lichtraumprofil im Rampenbereich zu gewährleisten, mussten die fassadenseitigen Stützen im Erdgeschoss gegenüber den Stützen in den darüberliegenden Geschossen ein wenig versetzt werden. Dafür wurde ein Unterzugsystem entwickelt, über welches

die Vertikalkräfte diesen Stützenversatz überwinden können.

Ausführung der Vorspannung

Für die vertikale Vorspannung finden Produkte der VSL (Schweiz) AG Verwendung. Die Verankerung des Typs AF wurde am unteren Ende der Hüllrohre (in der Bodenplatte und der Decke über dem Erdgeschoss) eingelegt. In jeder folgenden Wandbetonieretappe wurden leere Hüllrohre eingebracht und mit den darunter-



Auf dem elften Stock werden die Litzen mit Spannpressen vorgespannt. Die Kabel werden mit einer Zugkraft von rund 20 Tonnen pro Litze gespannt.

liegenden Hüllrohren verbunden. Sobald alle Wände bis zum Vorspannhorizont auf dem elften Stock betoniert waren, konnten die standardisierten Litzen dort an den Presshülsen befestigt und von oben in die

leeren Hüllrohre eingestossen werden. Danach werden die Verankerungen mit hochfestem Mörtel ausinjiziert. Erst nachdem der Beton die nötige Druckfestigkeit erreicht hat, können die Kabel schliesslich vorgespannt werden.

Da für die schützenden Injektionen eine Mindesttemperatur des Betons von fünf Grad benötigt wird, wurden die Räume im Rampenbereich und über der Abfangdecke für die Beheizung eingehaust. Somit konnten anschliessend die Verankerungskörper der Vorspannung ausinjiziert werden. Die Injektion der Hüllrohre selbst kann erst erfolgen, wenn die Temperaturen wieder steigen – im Januar waren diese jedoch noch zu tief.

8,5 Kilometer Vorspannkabel

Gesteuert wird die beim Vorspannen aufgebrauchte Kraft über die Anzahl eingebauter Litzen, die wiederum jeweils sieben



Der hochgehängte Geschossbereich über dem Perron im nördlichen Teil des Gebäudes ist ingenieurtechnisch eine spezielle Herausforderung. Über Zug-, Schräg- und V-Stützen war es möglich, eine derart weite Auskrugung zu erreichen.

Drähte umfassen: Mit der Spannpressen werden die Kabel pro Litze mit gewaltigen 20 Tonnen Zugkraft vorgespannt. Für die gesamten Arbeiten der vertikalen Vorspannung sieht die Planung ein Zeitfenster von rund zwei Wochen vor.

Jedes Vorspannkabel, welches in den Kernen des Franklinturms verbaut wurde, weist zwischen sieben und zwölf Litzen auf. In der Bodenplatte wurden insgesamt 159 Vorspannkabel aus den Kernen verankert, was total eine Kabellänge von 8,5 Kilometern ergibt. Die längsten Kabel messen rund 55 Meter. Davon umfassen 131 Kabel sieben Litzen und deren 28 zwölf Litzen. Im Bereich der Scheibe unterhalb der Velorampe, in welcher die Vollstahlstützen eingebettet sind, weisen die Kabel insgesamt sogar 19 Litzen auf. In der Decke über dem Erdgeschoss wurden insgesamt 21 Vorspannkabel aus den abgefangenen Gebäudekernen verankert, davon zwölf mit sieben Litzen und neun mit zwölf Litzen.

Bei der vertikalen Vorspannung handelt es sich laut Thomas Rinas, Gesamtprojektleiter der SBB, um ein Verfahren, das in der Schweiz im Vergleich zu horizontalen Vorspannungen selten zur Anwendung kommt. Für die Parzelle und aufgrund der Randbedingungen, welche die Planung erfüllen musste, sei das Gebäude eine Massanfertigung.

Das Investitionsvolumen für den Bau des Franklinturms beträgt rund 96 Millionen Franken. Ende Juni ist der Rohbau abgeschlossen, danach folgt der Innenausbau. Geplant ist die Fertigstellung auf Ende Mai nächsten Jahres. ■

Beteiligte Unternehmen

- › Bauherrschaft: SBB AG, Immobilien Development
- › Totalunternehmer: Porr Suisse AG
- › Architekt: Armon Semadeni Architekten GmbH
- › Ingenieurbüro: dsp Ingenieure + Planer AG
- › Baumeister: Marti AG, Bauunternehmung
- › Vorspannlieferant: VSL (Schweiz) AG