

Fokus Bahnhof

Bahnhöfe bauen, erweitern, entwickeln – Juni 2014



Viele Schweizer Bahnhöfe stossen an ihre Kapazitätsgrenzen. Erweiterungen sind oft nur noch im Untergrund möglich.

Operation am offenen Herzen

Viele Schweizer Bahnhöfe stossen in den nächsten Jahren an ihre Kapazitätsgrenzen. In den dicht bebauten Stadtzentren sind Bahnhöferweiterungen fast nur noch im Untergrund möglich. Das Bauen in einem belebten Bahnhof gleicht einem chirurgischen Eingriff.

Der Bahnhof der Zukunft ist unterirdisch

In Bahnhöfen pulsiert das Leben: Pendler eilen durch die Passagen, Schulklassen treffen sich zur Klassenfahrt, Gepäckwagen

bahnen sich ihren Weg. Bahnhöfe sind vieles in einem: Sie sind Treffpunkt und Konferenzort, Shopping- und Dienstleistungszentrum – vor allem aber sind sie die zentralen Verkehrsdrehscheiben mitten in der Stadt. Der Bahnverkehr in der Schweiz wird bis 2030 um 60 Prozent zunehmen. Spätestens dann werden die Bahnhöfe in den grossen Schweizer Städten an ihre Kapazitätsgrenzen stossen. Erweiterungen müssen jetzt in Angriff genommen werden. Doch wo kann im dicht bebauten Stadtzentrum noch Raum für breitere Perrons, neue

Fortsetzung auf Seite 2 →

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser

Lausanne, Bern, Basel, Genf, Luzern – in fast allen grösseren Schweizer Städten sind derzeit Bahnhofprojekte in Planung. Das Wachstum des Bahnverkehrs stellt gerade die Ballungszentren vor Herausforderungen: Wie kann unter engen Platzverhältnissen die Kapazität des Bahnhofs erhöht werden? Wo kann Raum für weitere Dienstleistungen geschaffen werden? Wie lässt sich der Bahnhof noch besser mit der Stadt vernetzen? Bahnhöfe und ihr Umfeld sind zu einem wichtigen Thema für Bahnen und Städte geworden. Wir beschäftigen uns seit Jahrzehnten mit Bahnhöfen. Mit dem neuen Zürcher Tiefbahnhof nimmt eines unserer Grossprojekte Mitte Juni den Betrieb auf. Für uns zählen Bahnhofprojekte zu den anspruchsvollsten: konzeptionell, organisatorisch und bautechnisch. Denn kaum irgendwo sonst sind so viele Beteiligte einzubinden, werden so viele Fachdisziplinen benötigt, und kaum irgendwo sonst gilt es unter schwierigeren Bedingungen zu bauen: mitten im laufenden Bahnbetrieb, inmitten grosser Menschenmengen und heikler Infrastruktur. Das alles sind gute Gründe, den Bahnhöfen eine eigene Themenbrief-Serie zu widmen. Jede Ausgabe beleuchtet einen Aspekt des «Systems Bahnhof» – von konzeptionellen Themen bis zum Bau. Den Anfang macht die Frage: Wie baut man einen neuen unterirdischen Bahnhof in der Stadt? Und wie immer ist die Antwort auf die einfachste Frage am schwierigsten.

Ralph Bächli

Leitender Experte Bahnhofsbau
Basler & Hofmann AG, Zürich

In den nächsten Ausgaben:

Bauen und Betrieb, Vernetzung mit der Stadt

Links: Bauen in der Sihl. Hinter den beiden geschlossenen Toren wird gebaut, während rechts und links davon der Fluss weiter in Richtung Aargau fliesst. Auf der Hilfsbrücke über dem Fluss ist Platz für Baucontainer und Materialumschlag geschaffen worden.

Rechts: So sieht es hinter den Sihltoren aus. Die Gleise lagern auf Gleishilfsbrücken, während die Arbeiter darunter das Dach des zukünftigen Bahnhofs betonieren.



Fortsetzung von Seite 1 →

Passagen und Dienstleistungsflächen geschaffen werden? Darauf gibt es nur eine Antwort: im Untergrund. Diese Entwicklung zeichnet sich derzeit allerorts ab. In Zürich nimmt 2014 mit dem Bahnhof Löwenstrasse der zweite unterirdische Durchgangsbahnhof seinen Betrieb auf. In Bern, Luzern, Basel, Lausanne und Genf sind unterirdische Erweiterungen in Planung.

Anspruchsvoller Eingriff

Einen Bahnhof mitten im Zentrum einer Stadt unterirdisch zu erweitern, gehört zu den komplexesten Aufgaben, denen sich

ein Ingenieur- und Planerteam stellen kann. Wer in einem stark frequentierten Bahnhof baut, greift in ein lebendiges System ein, das bereits an seiner Leistungsgrenze läuft und dessen Betrieb nicht unterbrochen werden darf. Deshalb ist der Vergleich mit einer Operation am offenen Herzen durchaus berechtigt. Eine derartige Operation wurde in der Schweiz in dieser Dimension erst zwei Mal durchgeführt: beim Bau der beiden unterirdischen Durchgangsbahnhöfe unter dem Bahnhof Zürich – dem Bahnhof Museumstrasse, der 1990 eingeweiht wurde, und dem neuen Bahnhof Löwenstrasse.

Bahnverkehr hat Vorrang

Der Bahnhof Zürich ist der grösste Bahnhof der Schweiz. Täglich verkehren hier rund 400 000 Passagiere, im Durchschnitt fährt alle 25 Sekunden ein Zug ein oder aus. Von 2007 bis 2014 wurde unter laufendem Betrieb der neue Tiefbahnhof Löwenstrasse inklusive Ladenpassage gebaut. Beim Bauen im Bahnhof haben die Sicherheit der Bahnkunden und der Bahnverkehr Vorrang und prägen die gesamte Bauplanung – von den Bauphasen bis zu den Baumethoden. Kein einziges Gleis durfte in diesem Zeitraum stillgelegt werden, die Flut der Reisenden musste stets sicher an der Baustelle vorbeigeleitet werden. Gleichzeitig hat auch eine Grossbaustelle ihre Anforderungen: Sie braucht Platz für Geräte und Material sowie für An- und Abtransporte – Platz, der gerade im Stadtzentrum Mangelware ist. Diese beiden, fast unverträglichen Systeme müssen miteinander in Einklang gebracht werden.

Das Unmögliche möglich machen

Der Tiefbahnhof Löwenstrasse liegt 16 Meter unter sechs oberirdischen Gleisen, über die im Minutentakt Züge verkehren, und unterquert die Sihl. Wie kann ein solches Grossbauwerk bei laufendem Betrieb reali-

siert werden? Dafür gibt es mehrere Vorgehensweisen, die häufig kombiniert eingesetzt werden:

- Bauen in Etappen: Wenn unter einer wichtigen Lebensader gebaut werden soll – sei es unter einem Gleis, einer Strasse oder einem Fluss – wird immer nur ein Abschnitt gesperrt. In diesem Abschnitt wird gebaut, während die anderen wie gewohnt genutzt werden können. Damit können Vollsperrungen vermieden werden.
- Provisorische Tragkonstruktionen: Gleise, Strassen, Fussgängerpassagen und Gebäude werden auf temporäre Hilfsbrücken respektive Abfangkonstruktionen umgelagert. Darunter können bestehende Strukturen abgebrochen und neue Bauwerke erstellt werden.
- Deckelbauweise: Diese Art des Bauens beansprucht nur für einen kurzen Zeitraum Platz an der Oberfläche. Ist der Deckel mit den erforderlichen Tiefgründungen einmal erstellt, spielt sich der gesamte Bauvorgang im Schutz des Deckels im Untergrund ab, während an der Oberfläche das Leben bereits wieder seinen gewohnten Gang geht.
- Bergmännische Baumethoden: Bergmännisches Bauen findet vollständig im Untergrund statt. Man benötigt also «nur» einen Schacht, von dem aus dann gebaggert, gebohrt, oder gesprengt werden kann. Im Bahnhofbereich ist die Überdeckung häufig zu gering für derartige Baumethoden, es sei denn, man legt den neuen Bahnhof tiefer in den Untergrund, was jedoch Auswirkungen auf Kosten, Baurtermine, Umsteigebeziehungen und Nutzungskomfort hat.

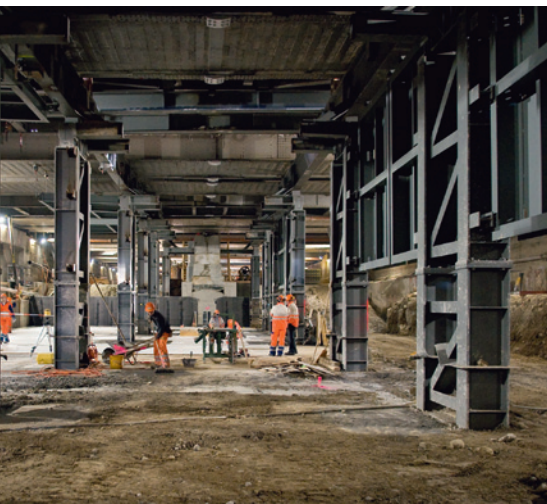
In Etappen unter der Sihl hindurch

Einen Fluss kann man nicht einfach «ausser Betrieb nehmen». Deshalb lässt sich am Beispiel der Sihlunterquerung in Zürich

Aktuelle Bahnhofprojekte von Basler & Hofmann

- Bahnhof Zürich, neuer Tiefbahnhof Löwenstrasse: Studie, Vorprojekt, Auflage-/Bauprojekt, Ausschreibung, Ausführungsprojekt, Bauleitung
- Bahnhof Bern, Tiefbahnhof RBS: Machbarkeitsstudie, Vorprojekt, Generalplanermandat vom Auflage-/Bauprojekt bis zur Inbetriebnahme.
- Bahnhof Bern, Erweiterung Publikumsanlagen: Studie, Vorprojekt, Generalplanermandat vom Auflage-/Bauprojekt bis zur Inbetriebnahme
- Bahnhof Lausanne, Perronverlängerungen mit 3 neuen Passagen und Dienstleistungsflächen: Vorprojekt, Auflage-/Bauprojekt
- Bahnhof Luzern, neuer Tiefbahnhof: Machbarkeitsstudie, Vorprojekt
- Bahnhof Genf-Cornavin, neuer Tiefbahnhof: Expertise mit Projektentwicklung inkl. Zufahrtsstrecken

Die Projekte wurden und werden in unterschiedlichen Ingenieurgemeinschaften bearbeitet.



Logistik nach Fahrplan

Materialflüsse sind die Blutversorgung einer Baustelle. Ohne den An- und Abtransport von Gütern kommt das Bauen zum Erliegen. Doch unter den engen Platzverhältnissen in der Innenstadt und mit einem ohnehin schon überlasteten Strassennetz wird die Logistik zur Herausforderung – und zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor, um enge Terminpläne einhalten zu können.

anschaulich illustrieren, wie die vorgängig beschriebenen Baumethoden unter besonders schwierigen Rahmenbedingungen zum Einsatz kommen. Die Sihl fliesst in fünf Durchlässen unter dem bestehenden Hauptbahnhof hindurch. Unter der Sihl wiederum sollte der neue Bahnhof entstehen. Dazu wurden sukzessive je zwei Durchlässe mit Flutturen geschlossen. Von den geschlossenen Durchlässen aus wurden die Seitenwände des künftigen Bahnhofs als Schlitzwände erstellt sowie die Decke des künftigen Bahnhofs betoniert. Danach wurden die Kammern wieder für den Fluss freigegeben, während unter dem Schutz der neuen Decke die Bahnhofhalle ausgebaut wurde. Analog geht man beim Unterqueren von Strassen und Tramgleisen vor.

An das gesamte System denken

Die «richtige» Baumethode hängt von zahlreichen Rahmenbedingungen ab. Wie sieht die Geologie im Untergrund aus? Steht Grundwasser an? Wie stark und wie lange darf an der Oberfläche eingegriffen werden? Welche Auswirkungen hat die Baumethode auf Kosten, Terminplan und zukünftigen Unterhalt? Wie sensibel ist die Nutzung im Umfeld? Beim Ausbau des RBS-Tiefbahnhofs in Bern war zunächst geplant, die Kavernen mit Sprengungen auszubrechen. Doch das Physikalische Institut der Universität Bern, wo permanent Versuche mit höchstempfindlichen Messgeräten durchgeführt werden, befindet sich in direkter Nachbarschaft zum Bahnhof. Deshalb ist nun eine Teilschnittmaschine für die Ausbruchsarbeiten geplant. Bei der Operation «Bahnhofweiterung» muss eben an das Wohl des gesamten Systems gedacht werden.

Jede Baustelle ist mit enormen Massentransporten verbunden. Das gilt ganz besonders für ein Bauwerk, das gänzlich im Untergrund erstellt wird, muss doch zunächst das gesamte Bauwerksvolumen als Aushub abtransportiert werden. Ein Beispiel: Beim Ausbruch des Bahnhofs Löwenstrasse fielen 300 000 Kubikmeter Gesteinsmaterial an – das entspricht einer 90 Meter hohen Pyramide mit einer Kantenlänge von 100 Metern. Während an der einen Stelle ausgebrochen wird, wird an der anderen bereits gebaut. Es müssen also zeitgleich mit dem Abtransport des Aushubmaterials zehntausende von Tonnen an Baugeräten, Stahl und Beton angeliefert werden. Logistik aber braucht Platz – und genau der ist Mangelware mitten in der Stadt.

Platz schaffen, wo es keinen gibt

Bei allen Bahnhofbaustellen wird um jeden Quadratmeter Installationsfläche gerungen. Während des Baus der Durchmesserlinie von 2007 bis 2014 war der Zürcher Hauptbahnhof von temporären Plattformen umzingelt, die oberhalb der Verkehrsströme Raum für Baucontainer und Materiallager schufen. Derartige Plattformen können jedoch nicht beliebig platziert werden: Die grossen Lasten, die sie tragen, müssen auch

in den Untergrund abgeleitet werden können. Ist der Untergrund bereits durch Tiefgaragen oder andere Bauten unterhöhlt, ist dies nicht immer möglich. Jede Installationsfläche muss eine Transportverbindung zur Baustelle haben – sei es per Kran, sei es mit einem speziellen Logistiktrasse, einem Versorgungsstollen oder mit Förderbändern für Massengüter. Im Zürcher Hauptbahnhof wurde der Beton in Rohren von 125 mm Durchmesser auf die bis zu 400 Meter vom Installationsplatz entfernte Baustelle gepumpt. Um Lagerflächen zu sparen, können Materialien auch «just in time» abgerufen werden. Dafür werden verkehrsgünstig gelegene Warteräume für die Lkw ausserhalb der Stadt benötigt.

Logistik bestimmt Vortriebsgeschwindigkeit

Für den Transport der Massengüter von und zum Installationsplatz hat die Bahn Priorität – aus Umweltschutzgründen, um das lokale Strassennetz nicht zusätzlich zu belasten und um die Anwohner zu schonen. Gerade im Bereich der Bahnhöfe ist jedoch die Bahninfrastruktur bereits stark ausgelastet. Beim Bau des Weinbergtunnels mussten die Vortriebsgeschwindigkeit und die Vortriebszeiten auf den Zugfahrplan abgestimmt werden: Die Baustelle erhielt pro Tag sieben Zeitfenster für den Abtransport des Ausbruchsmaterials. Innerhalb dieser Zeitfenster mussten die Güterzüge beladen werden und wieder ausfahren. Aufgrund der Erfahrungen aus anderen Baustellen konzipierte man eine Bahnverladeanlage, mit der ein Zug innerhalb von 30 Minuten beladen werden konnte. Die Anlage wurde eingehaust und schalldämmt – denn sie befand sich mitten im Wohngebiet.

Umzingelt von temporären Installationsflächen: der Zürcher Hauptbahnhof während des Baus der Durchmesserlinie



Wenn der Tunnel durch die Tiefgarage führt

Ein unterirdischer Bahnhof allein genügt noch nicht. Er muss durch Zufahrtsstrecken mitten durch das Stadtgebiet erschlossen werden. Diese Aufgabe bietet eine Fülle von Herausforderungen für die Tunnelbauer: geringe Gesteinsüberdeckung, dichte Besiedlung, sensible Nutzungen an der Oberfläche sowie bereits vorhandene Einbauten im Untergrund.

Zu den anspruchsvollsten innerstädtischen Bahntunnelprojekten, die in der Schweiz gebaut wurden, gehören der Zimmerberg-Basistunnel sowie der Weinbergtunnel. Der Zimmerberg-Basistunnel verbindet Zürich mit Thalwil und wurde 2004 eingeweiht. Der Weinbergtunnel führt vom neuen Zürcher Tiefbahnhof Löwenstrasse in den Stadtteil Oerlikon und nimmt im Juni 2014 den Betrieb auf. Beide Tunnel liegen streckenweise in Lockergestein mit Grund-

wasser und unterqueren stark belebte Strassenzüge sowie sensible Gebäude mit nur wenigen Metern Überdeckung.

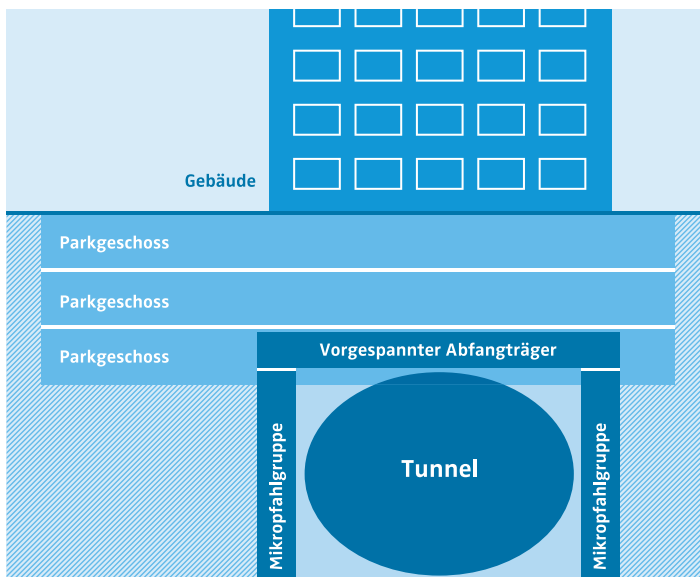
Höchste Sicherheitsanforderungen im Stadtzentrum

Beim Weinbergtunnel hatten es vor allem die letzten 300 Meter in sich: Dort verläuft der Tunnel unter der Limmat und unter dem Bahnhofplatz hindurch – einem der wichtigsten Verkehrsknoten in Zürich – und endet im Schacht vor dem Zürcher Hauptbahnhof. Für diesen Abschnitt galten höchste Sicherheitsanforderungen. Damit die Tunnelbohrmaschine sicher durch das grundwasserführende Lockergestein hindurchfahren konnte, waren zahlreiche Bauhilfsmassnahmen nötig. Unter dem Bahnhofplatz und unter der Limmat wurde ein 140 Meter langer Grossrohrschirm erstellt, von dem aus der Untergrund mit Injektionen verfestigt wurde. Im Schutz

dieses Schirmes fuhr die Tunnelbohrmaschine im November 2010 nur knapp unter der Limmat sicher in den Zielschacht ein.

Parkgeschoss im Tunnelquerschnitt

Im innerstädtischen Bereich liegen oft auch tief reichende Gebäudefundamente oder Kellergeschosse im Bereich eines geplanten Tunnels. Dies war beim Zimmerberg-Basistunnel der Fall. Bei einem sechsgeschossigen Bürogebäude ragte das unterste Parkdeck in das geplante Trasse. Dies war der Grund für eine höchst anspruchsvolle Baumethode: Während in den oberen Stockwerken gearbeitet wurde, brachen Baumaschinen das Parkdeck ab. Das 120 000 Tonnen schwere Gebäude musste dann ohne Verformungen und bei laufendem Betrieb auf ein neues Fundament gehoben werden. Dazu wurden im Gebäude massive Abfangträger aus Stahlbeton eingezogen. Diese nahmen die Gebäudelast auf und leiteten sie auf eine neue, 18 Meter tief reichende Pfahlfundation seitlich des Tunnelquerschnitts. Hydraulische Pressen stemmten das Gebäude auf die neue Fundierung. Nach der Fertigstellung des Tunnels trennen nur zwanzig Zentimeter den Tunnelfirst von den Hauptabfangträgern des Gebäudes. Da die Gleise im Tunnel auf einem Masse-Feder-System lagern, spüren die Nutzer im Gebäude nichts vom dichten Zugverkehr unter ihnen.



Schematische Darstellung der neuen Pfahlfundation des Bürogebäudes, durch das der Zimmerberg-Basistunnel führt.

Impressum

Adressänderungen bitte senden an:
loredana.curcillo@baslerhofmann.ch

Herausgeber: Basler & Hofmann AG, www.baslerhofmann.ch
Redaktion: Dorothee Braun **Gestaltung:** Caroline Aebi

Auflage: 1500