

Tragwerkskonzept von HB Südwest

Autor(en): **Wüthrich, Willy / Knoll, Franz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **113 (1995)**

Heft 37

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78770>

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.

Willy Wüthrich und Franz Knoll, Zürich

Tragwerkskonzept von HB Südwest

Die Projektierungsarbeiten für das Grossprojekt HB Südwest in Zürich gehen zügig voran. Die Baueingabe soll wie geplant noch vor Ende 1995 erfolgen. Dieses Bauvorhaben ist wohl eines der schwierigsten, wenn nicht das am intensivsten vernetzte Projekt überhaupt in der Schweizer Gegenwart, und zwar nicht nur auf der bautechnischen Ebene, sondern auch im Gebiet der Politik, der Wirtschaft, des Verkehrs in jeglicher Dimension und als Eingriff in die Umwelt. Der vorliegende Aufsatz kann dem allem in keiner Weise gerecht werden, sondern beschränkt sich auf einige wenige konstruktive Aspekte, die allerdings schon für sich allein betrachtet zu ungewohnten Überlegungen führen.

Nutzungs- und Sicherheitsplan / Qualität und Robustheit

Die Sicherheitsüberlegungen spielen beim Projekt HB Südwest (Bild 1) eine übergeordnete Rolle, sowohl für den Normalbetrieb wie auch bei Störfällen. Die Sicherheit von Passagieren und Bahnpersonal im Normalbetrieb muss jederzeit gewährleistet sein; ihr ist auch in bezug auf wirtschaftliche Aspekte im Zusammenhang mit der Ausnutzung von Tragreserven bei der Konstruktion absolute Priorität einzuräumen. Bei der Wahl des Tragwerkskonzeptes sowie der Festlegung der wichtigsten Bauteile wurde daher schon frühzeitig allen möglichen massgeblichen Störfallszenarien Rechnung getragen.

Für die Kriterien Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit ist in erster Linie das Normenwerk des SIA beigezogen worden. Es darf allerdings nicht vergessen werden, dass Normenkriterien per Definition Minimalansprüche, im Sinne der Qualität des Produktes, darstellen, die in gewissen Fällen erweitert werden müssen. Es wäre sinnlos, für Bauten wie HB Südwest, wo Spitzenmietwerte erreicht werden müssen, um den Preis minderwertiger Qualität kleine Einsparungen an Material oder Arbeitsaufwand erzielen zu wollen. Dies bezieht sich nicht nur auf die Bemessungskriterien des Ingenieurs, wie beispielsweise Plattenstärken oder Trägerhöhen, sondern wird vor allem auch auf Aspekte, wie beispielsweise

Überwachung des Bauablaufs oder Wahl der ausführenden Unternehmungen, anzuwenden sein. Es ist zu hoffen, dass bei der Auswahl der beratenden Fachleute sowie der Unternehmer sowohl persönlich als auch geschäftlich nicht nur auf die Minimalisierung der Honorare und Offertsummen geachtet wird.

Die Qualität allein kann durch das Befolgen von Normen nicht oder nur zu einem geringeren Teil gewährleistet werden. Der Rest ist vor allem eine Frage des «Management of Incentives», dass nämlich die wechselseitigen Beziehungen so eingerichtet werden, dass alle Beteiligten in erster Linie am Wohl des ganzen Projekts interessiert sind.

Bei der Erfüllung einzelner, auch einzeln definierbarer Kriterien der Gebrauchstauglichkeit werden Absprachen mit dem Bauherrn den Stellenwert der durch Normen festgesetzten Minimalanforderungen einnehmen. Als Beispiel dafür können die Nutzlastannahmen von Büroräumen dienen. Hier hat sich gezeigt, dass die üblichen Minimalannahmen für gewisse Nutzungsarten, wie beispielsweise Archivierung von Akten in Form von Papier- oder Magnet-speicherung, nicht genügen. Immer häufiger müssen darum Tragwerksteile nachträglich lokal verstärkt werden, was unverhältnismässig hohe Folgekosten mit sich bringt. In diesem Sinne sind also Lastannahmen bei der Tragwerksdimensionierung als Qualitätsattribute zu betrachten, die die spätere Flexibilität und Vermietbarkeit betreffen.

Der detaillierte Belastungsplan über das gesamte Bauwerk wird ein ausserordentlich wichtiger Bestandteil des Nutzungsplanes sein und als Grundlage zur Bemessung der einzelnen Tragwerkselemente dienen.

Die Robustheit eines Tragwerkes ist ein verhältnismässig neuer Begriff und spielt für HB Südwest eine wichtige Rolle. Als Definition der Robustheit gilt:

«Das Tragwerk muss auch nach einem aussergewöhnlichen Ereignis, wie beispielsweise Unfall, stehen bleiben.»

oder in mehr algebraischer Form:

«Widerstand nach dem Unfall > nachher anfallende Kräfte»

Beim Projekt HB Südwest müssen selbstverständlich Szenarien wie Zugspannprall, Erdbeben oder Sabotage von Anfang an in das Tragwerkskonzept miteinbezogen werden.

Geologie und Fundation

Im Jahre 1990 wurden aufwendige, aber auch aufschlussreiche Sondierbohrungen durchgeführt. Sie ergeben ein klares Bild der Untergrundverhältnisse und bilden die Grundlage zur Wahl einer zweckmässigen Fundation.

Die vorkommenden Bodentypen sind im wesentlichen, von oben nach unten:

- Sihlschotter,
- Moräne,
- Sandige Seeablagerungen,
- Grundmoräne,
- Obere Süsswassermolasse (Fels).

Die tragfähigen Schichten befinden sich in Tiefen von 80 bis 160 m und kommen somit aus wirtschaftlichen Gründen für die Abstützung der Fundationselemente (Pfähle) nicht in Frage. Für einen Teil des Tragwerkes ausserhalb des Gleisareals werden hochliegende Flachfundationen erstellt. Für die anfallenden hohen punktuellen Lasten unter der Gleisüberdeckung, auch Podium genannt, werden jedoch Grossbohrpfähle, die auf möglichst effiziente Entwicklung der Mantelreibung ausgelegt sind, vorgesehen. Diese Pfähle werden im Bentonitverfahren erstellt, um die erforderlichen grossen Durchmesser von 2,0 bis 3,5 m bei Pfahllasten von 20 bis 30 MN zu realisieren. Die Pfähle werden von Baubühnen aus gebohrt, die nicht die ganze Perronbreite in Anspruch nehmen. Der Zutritt zu den Zügen bleibt somit während der Pfahlarbeiten gewährleistet.

Die Gleisüberdeckung

Für dieses Schlüsselement der Konstruktion galten von jeher vier wesentliche geometrische Randbedingungen:

- Lichtraumprofile der Züge,
- minimale Stützenabmessungen auf Perronebene,
- unbeeinträchtigte Durchfahrtshöhe von 3 m auf dem ganzen Perron,
- minimale Bauhöhe.

Hinzugekommen ist nun im heutigen Projekt das Einfügen des Parkgeschosses im Innern der Podiumskonstruktion. Diese wird zwar wesentlich höher, dafür können auf der ganzen Fläche die Durchfahrten und Durchgänge offen gehalten werden. Die Integration des Parkgeschosses ist eigentlich das wichtigste Resultat des Optimierungsprozesses.

Es ist gelungen, eine Portalkonstruktion mit ausreichender Steifigkeit und Festigkeit zu bilden, die allen Ansprüchen in optimaler Weise genügt:

- Perronstützen im 18- bis 19-m-Raster,

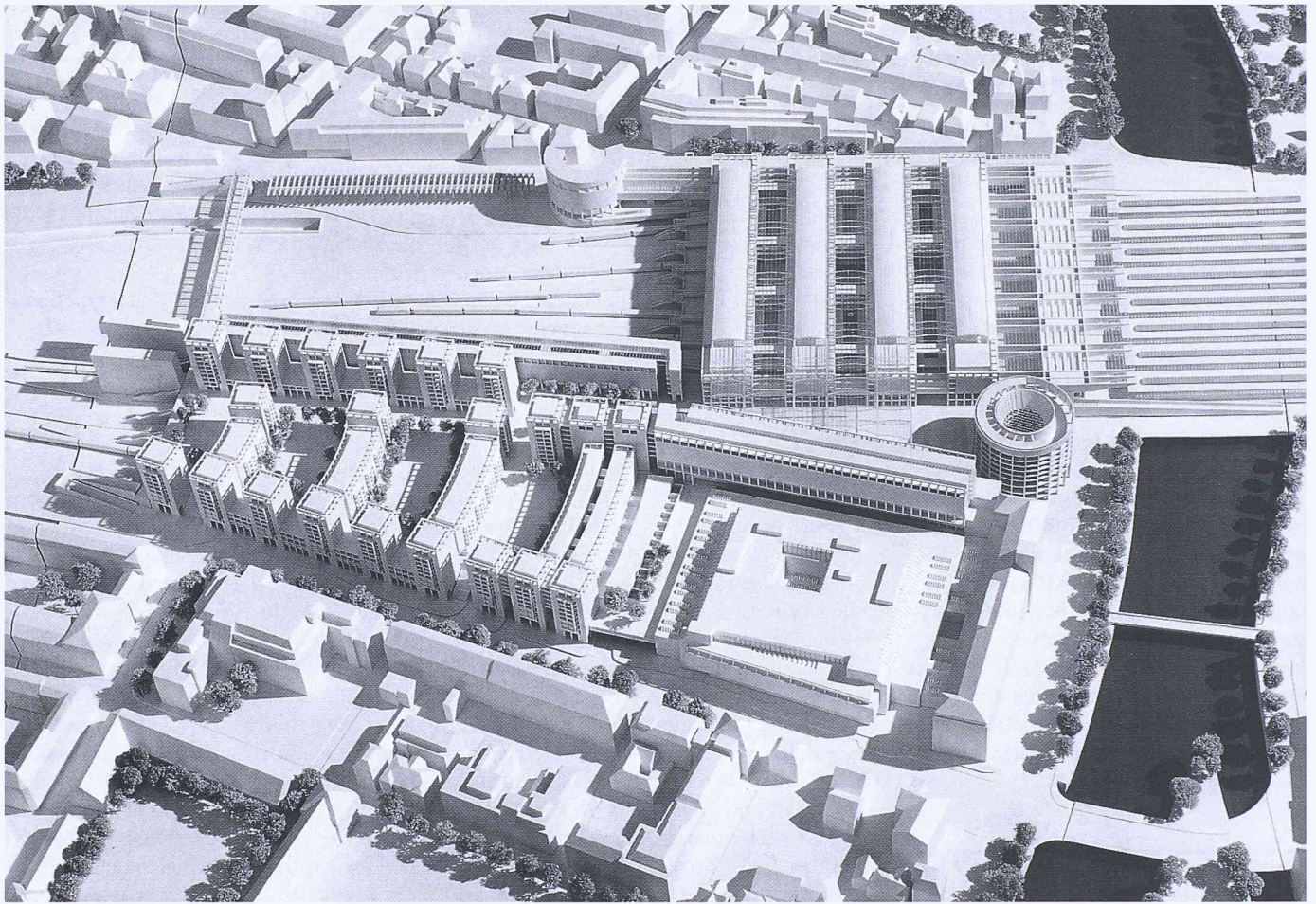


Bild 1.
Das Projekt HB Südwest, Stand Mai 1995 (Modell)

- bogenartig gekrümmte Längsträger mit Trapezquerschnitt,
- Querwände im Parkgeschoss,
- Decken unter und über dem Parkgeschoss.

Für das Podium der Siedlung Lagerstrasse bestehen ähnliche Randbedingungen. Zusätzlich ist hier aber auch der Warenverkehr auf den Postperrons zu berücksichtigen, einerseits als Wagenzüge auf der Perronebene, andererseits in Form von an der Konstruktion aufgehängte Förderanlagen.

Wegen der grossen vertikalen und horizontalen Lasten und zur Optimierung der Steifigkeit sind hoch bewehrte Stahlbetonstützen vorgesehen, die nötigenfalls noch mit einem Mantel aus Stahlplatten versehen werden können.

Die Hauptträger bestehen aus trapezförmigen Hohlkastenquerschnitten, die direkt über den Perrons liegen. Sie werden in analoger Weise zu einer Spannbetonbrücke erstellt. Als Lehrgerüstabstützung soll eine bewegliche Bühne dienen. Nach dem Einbau der Hauptträger auf zwei benachbarten Perronachsen wird über dem Gleiskorridor aus vorfabrizierten Betonelementen eine Verbundplatte erstellt, die als Schalung mit dem darin eingebrachten Beton und der

Ortsbetonkonstruktion über dem Perron zusammen die gesamte Untersicht des Podiums ergeben. Damit wird der Baubetrieb vom Bahnbetrieb vollständig abgesichert und die Querwände, Stützen und obere Platte des Parkgeschosses kann konventionell in Ortsbeton ausgeführt werden (Bild 2).

Für den Bauvorgang der Gleisüberdeckung gelten die folgenden zwei wichtigen Randbedingungen:

- Die Gleisüberdeckung muss mit einer minimalen Anzahl von stillgelegten Gleisen erstellt werden, um den SBB-Betrieb nicht zu stark zu beeinträchtigen (Machbarkeit hinsichtlich SBB-Betrieb).

- Die Gleisüberdeckung, oder wenigstens ein Teil davon, muss in einer absolut minimalen Zeitspanne erstellt werden, so dass baldmöglichst vermietbare Nutzbauten darüber zur Ausführung kommen können (Machbarkeit hinsichtlich Wirtschaftlichkeit).

Überbauten

Wenn das Podium errichtet ist, können die darüberliegenden Gebäude in konventio-

neller Bauweise erstellt werden. Das Podium bildet so ein natürliches Schutzdach für die Bahnebene, ohne den Bahnbetrieb zu beeinträchtigen.

Die Konstruktion der Obergeschosse, inklusive Platzgeschoss, wird von dem Wunsch nach minimaler Bauhöhe und von den Spannweiten bestimmt. Im Falle des Dienstleistungszentrums sind diese Bedingungen so restriktiv, dass nur mit einer neuartigen Anlage eine befriedigende Lösung zu finden war. Ein System aus Hauptdecken, auf einem Balkenrost über 13 m gespannt, beziehungsweise Sekundärdecken mit gedrungener Bauhöhe in Form von Flachdecken auf einem engeren Stützenraster. Dies kann nach unten mit kleinformatigen Stützen aus Beton oder Stahl oder nach oben mit Hängestangen geschehen (Bild 2).

Die Ableitung der Horizontalkräfte

Die horizontalen Kräfte infolge Wind, Erdbeben oder Zugsanprall werden durch besondere Teile des Tragwerks aufgenommen. Normalerweise handelt es sich um eine Auswahl vertikaler und horizontaler Tragwerksteile, die für die Gewichtskräfte

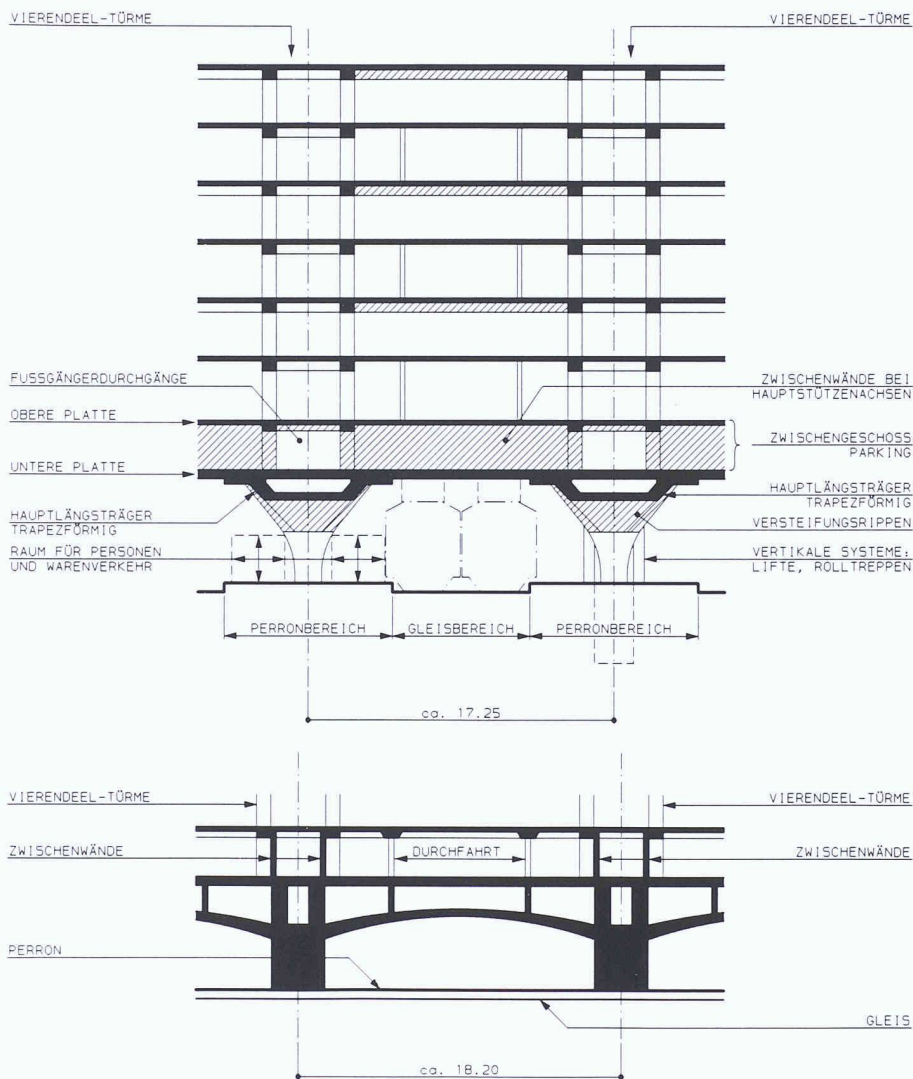


Bild 2.

Typischer Quer- und Längsschnitt; schraffiert dargestellt sind die zur horizontalen Stabilisierung ausgebildeten, verstärkten Bauteile

Bild 3.

Querschnitt durch die Rotunde

ohnehin benötigt, für diesen Zweck aber stärker ausgebildet werden.

Für das Podium ergibt sich aus dem Bedarf an seitlichem Widerstand und Steifigkeit, dass die Perronstützen zusammen mit den darüberliegenden Wand- und Deckenelementen zu einem mehrfachen Portalrahmen vereinigt werden, dessen Form sich an die räumliche Begrenzung durch das Lichtraumprofil der Bahn und die Raumbedürfnisse auf dem Perron anschmiegt. In beiden Richtungen ergibt sich so eine gewölbte Konstruktionsform. Aus dem Bedarf nach hoher Steifigkeit ergibt sich ausserdem, dass die Portalkonstruktion recht massiv, also in Stahlbeton, ausgeführt sein muss; Stahlstützen genügen nicht. Der obere Teil wird durch ein Vierendeel-Rahmen gebildet, der sich aus Türmen sowie je einem Querriegel im 3. oder 4. Obergeschoss zusammensetzt (Bild 2).

Die Rotunde

Das als Rotunde ausgebildete Bürohaus enthält in seinen Untergeschossen nebst

dem Südausgang des Reiterbahnhofs denjenigen der erweiterten Unterführung. Ausserdem befinden sich hier der Hauptzugang zum Hotelbau im Südtrakt und einer der Haupteingänge zum Dienstleistungszentrum.

Die Tragkonstruktion besteht im wesentlichen aus drei Reihen kreisförmig angeordneter Betonstützen mit radial gerichteten Unterzügen. Dadurch ist es möglich, die Decken dünn und leicht zu halten. Die Lasten, die auf langem und kompliziertem Weg zum Fundament geführt werden, bleiben somit gering. Im unteren Teil werden die inneren Stützen geneigt, so dass sie auf dem Gleisniveau mit der mittleren Reihe zusammentreffen (Bild 3).

Die Horizontallasten werden durch das Rahmensystem aus Stützen und Unterzügen aufgenommen, die zu diesem Zweck etwas massiver ausgebildet sind und zusätzlich bewehrt werden. Eine Variante in Stahl ist zu diesem Zeitpunkt denkbar, wird aber als wesentlich teurer eingeschätzt, ohne entsprechende Vorteile zu bieten.

Ein eher ungewöhnliches Tragelement bildet die in beiden Richtungen gekrümm-

te Bodenplatte des Kongressaales, der den untersten Teil der Rotunde einnimmt. Die im mittleren Bereich wirkenden Bodenkraften werden in eleganter Weise durch die Schalenwirkung des Saalbodens in die Randstruktur überführt. Der grösste Anteil der Belastungen aus dem Überbau wird allerdings durch Pfähle direkt unterhalb der vertikalen Tragelemente aufgenommen. Im Hinblick auf die ungünstigen geologischen Bodenverhältnisse ist diese Fundationsart vor allem aus wirtschaftlichen Gründen interessant.

Adresse der Verfasser:

Willy Wüthrich, Dr. sc. techn., Dipl. Bauing. ETH, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich, und Franz Knoll, Dr. sc. techn., Dipl. Bauing. ETH, Nicolet Chartrand Knoll, Zürich.