

Neubau Börse Selnau Zürich: Überlegungen zu Tragkonstruktion und Baugrubenkonzept

Autor(en): **Wicki, Armin / Baumann, Marco / Naef, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 8

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77863>

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.

ASIC-Artikelreihe: Neuzeitliche Aufgaben

Neubau Börse Selnau Zürich

Überlegungen zu Tragkonstruktion und Baugrubenkonzept

Der nachfolgende Artikel vermittelt einen Überblick über das Bauverhalten Börse Selnau aus Sicht des Bauingenieurs und stellt einige der unkonventionellen technischen Lösungen vor, die dabei zur Anwendung kamen. Im Vordergrund stehen jene Überlegungen und Randbedingungen, die schliesslich zur Wahl der jeweiligen Bauteile geführt haben. Während im ersten Teil verschiedene grundbauliche Aspekte erläutert werden, beschreibt der zweite Teil einige Besonderheiten der Tragkonstruktion des Neubaus.

Das Wertpapiergesetz des Kantons Zürich regelt, dass der Staat für den Bau von Lokalitäten für den Börsenhandel

VON ARMIN WICKI,
LUZERN
MARCO BAUMANN UND
ERNST NAEF,
ZÜRICH

zuständig ist. Er erhält dafür eine Entschädigung in Form von Gebühren, welche auf die Kotierung und die Umsätze von Wertpapieren erhoben werden. Somit ist der Kanton Zürich die verantwortliche Bauherrschaft für den Neubau. Der Ausbau der Börsenräume erfolgt jedoch durch den eigentlichen Benutzer, den Effektenbörsenverein Zürich.

Die Börsenräume beanspruchen ca. 40% der gesamten nutzbaren Gebäudefläche. Die restliche Nutzfläche wird durch Verkaufsgeschäfte, Büros, Dienstleistungsbetriebe und Wohnungen belegt. Die Beamtenversicherung des Kantons Zürich erstellt diese Räume als Anlageobjekt. Die Kostenträger für den Neubau des Börsen- und Verwaltungsgebäudes Selnau setzen sich demzufolge aus dem Verwaltungsvermögen des Kantons, der Beamtenversicherung sowie dem Effektenbörsenverein Zürich zusammen.

In der zweiten Hälfte der 70er Jahre zeigte sich, dass die bestehenden Börsenräume am Bleicherweg den Ansprüchen nicht mehr genügten. 1980 wurde deshalb ein öffentlicher Architekturwettbewerb durchgeführt, an dem sich 74 Architekten beteiligten. Den Auftrag zur Weiterbearbeitung erhielt die Suter + Suter AG, Zürich. Am 9. Juni 1985 wurde der Objektkredit für die Börsenlokalitäten vom Zürcher Stimmvolk genehmigt, und im Sommer 1992 werden die neuen Börsenräume bezugsbereit sein.

Das Areal des Neubaus liegt in 600 m Entfernung vom bisherigen Börsengebäude. Es ist eingebettet zwischen Sihl

und Schanzengraben und wurde mit dem neuen Bahnhof Selnau durch eine unterirdische Verbindungspassage zusammengebaut. Die Aussenabmessungen des Gebäudes betragen 130×52 m, und die äussere Gebäudeform, eine Verbindung von runden und quadratischen Formen, ist sehr markant, wie in Bild 1 gut erkennbar ist.

Tiefbau

Örtliche Randbedingungen zur Baugrube

Das Baugelände für den Börsenneubau liegt zwischen dem ehemaligen Botanischen Garten, bzw. dem heutigen EWZ-

Unterwerk Katz, und der Sihl (vgl. Bild 1). In unmittelbarer Nachbarschaft befinden sich einerseits das Hallenbad City, dessen Grundwasserfassung nahe der Grundstücksgrenze liegt, und andererseits die Badeanstalt Schanzengraben mit ihrem alten Wasserturm.

Auf der Seite Sihl des Bauareals bildeten sowohl die zum Teil tief liegenden Werkleitungen in der Selnaustrasse als auch die streckenweise an das Grundstück der Börse Selnau direkt angrenzende Baustelle des Neubaus der Sihltal-Zürich-Uetliberg-Bahn (SZU) einschränkende Bedingungen für die Tiefbauarbeiten. So reichten die Verankerungszonen der SZU-Rühlwand in den eigentlichen Bereich der Baugrube der Börse Selnau hinein, wobei während der Bohrungen für die Rühlwandträger sowie der Ankerbohrungen für die Baugrube der Börse Selnau die SZU-Anker noch aktiv unter Belastung standen.

Baugrund

Der Schichtverlauf ist über das ganze Projektareal gesehen relativ homogen aufgebaut. Als Deckschicht sind künstliche Auffüllungen und verschwemmtes Moränenmaterial von ca. 3 m Mächtigkeit

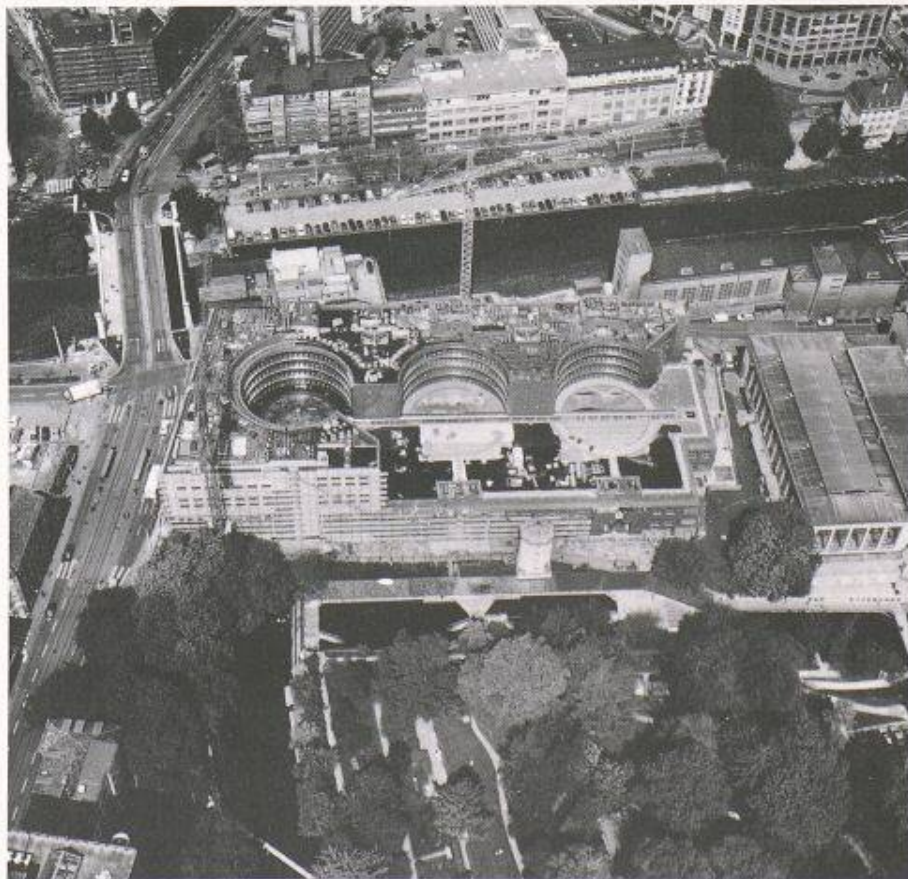


Bild 1. Luftaufnahme Börsengebäude (Quelle: Comet-Photo AG)

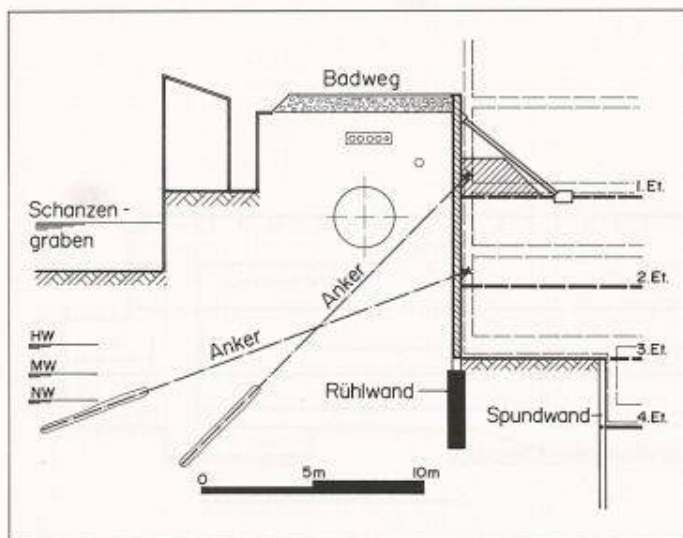


Bild 2. Schema-schnitt Rühlwand

keit vorhanden. Darunter folgen die in der Regel horizontal geschichteten Sihlschotter, welche eine sandig-kiesige Zusammensetzung aufweisen. Im Schotter sind im Zuge der Aushubarbeiten zahlreiche Einschaltungen von siltig-sandigen Horizonten angetroffen worden. Der Hügel beim Unterwerk Katz besteht aus kiesig-lehmigen, zum Teil stark sandigen Moränenablagerungen, welche zur Sihl hin steil unter die Sihlschotter abtauchen. Die Sihlschotter bilden den Grundwasserleiter, in welchem der Limmattal-Grundwasserstrom fliesst.

Die geotechnischen Eigenschaften des Sihlschotters sind sehr gut. Die vorbelasteten, wenig setzungsanfalligen und über hohe Tragfähigkeitseigenschaften verfügenden Sihlschotter bilden eine ideale Tragschicht für die Flachfundation des Gebäudes.

Grundwasserverhältnisse

Das Projektgebiet liegt im obersten, randlichen Bereich des Grundwasserstromes des Limmattales. Die natürlichen Grundwasserverhältnisse entlang der Sihl waren zum Zeitpunkt der Projektierung und Ausführung der Tiefbauarbeiten durch die grossräumige SZU-Feldabsenkung stark gestört. Dank langjährigen, regelmässigen Messungen des Grundwasserspiegels im Sihlraum und vor allem der Daten aus der Grundwasserfassung des Hallenbads City konnte für das Bauareal zwischen dem Schanzengraben und der Sihl mit folgenden Wasserständen gerechnet werden:

- Hochwasserstand 401,80 m ü.M.
- Mittelwasserstand 400,50 m ü.M.
- Niedrigwasserstand 398,30 m ü.M.

Baugrubenkonzept

Schon in einer frühen Planungsphase wurde richtigerweise festgelegt, dass nur ein vertikaler Baugrubenabschluss

zur Ausführung kommen kann. Der Gebäudeumriss wurde durch eine gebohrte, mehrfach verankerte Rühlwand umfahren (vgl. Bild 2). Für die im Grundwasser stehenden Innenbaugruben wurden ab der Baugrubensohle Spundwände gerammt.

Die Baugrubensohle bzw. die Höhenkote des tiefsten Untergeschosses wurde durch den mittleren Grundwasserspiegel bestimmt. Die Tiefe der Baugrube betrug für den Grossteil der Grundrissfläche 12 m, für zwei Teilflächen innerhalb des Gebäudes 16 m. Das Konzept der Wasserhaltung während den Tiefbauarbeiten umfasste ein Netz von total 17 innerhalb der Baugrube liegenden Filterbrunnen.

Eines der Hauptprobleme bei der Projektierung des Baugrubenabschlusses bildete die Anordnung der Anker. Bei der Bestimmung der Ankergeometrie und -kräfte mussten die folgenden Randbedingungen berücksichtigt werden (vgl. auch Bild 2):

- Ausbaubarkeit der Anker gemäss Auflagen in der Baubewilligung
- Aushub- und Ausfachungsetappen der Rühlwand
- Ankertraglasten im Sihlschotter
- Lage der Decken im Börsenneubau
- dichtes Werkleitungsnetz in unmittelbarer Nähe des Baugrubenrands mit grosskalibrigem Kulissen
- Rühlwand der SZU-Baustelle mit zum Teil aktivem Erdanker-Schirm
- benachbarte Gebäude: Hallenbad / EWZ-Unterwerk Selnau
- Schanzengraben.

Ausführung Baugrube

Der Baugrubenaushub konnte trocken ausgeführt werden. Das Aushubmaterial wurde vom Unternehmer vor Ort mit einer mobilen Brecheranlage aufbereitet und konnte zum Teil als Fundationsmaterial wiederverwendet werden.

Die Betonarbeiten der Rühlwand wurden aufgrund eines Untermervorschlages im Nassspritzverfahren ausgeführt. Somit entfielen die zeitaufwendigen Schalungsarbeiten. Massgebend für den Baufortschritt waren während der Tiefbauphase die Ankerbohr- und Spannarbeiten. Die Betonqualität der Ausfachung wurde durch Probeentnahmen geprüft und entsprach durchwegs den geforderten Werten eines Beton B35/25.

Das Überwachungskonzept des 12 bis 16 m tiefen, mehrfach verankerten vertikalen Baugrubenabschlusses umfasste die folgenden vier Komponenten:

- Kontrolle von Messpunkten an der Rühlwandoberkante bezüglich Lage im Grundriss
- Präzisionsnivellement von Messpunkten an der Rühlwandoberkante sowie an benachbarten Gebäuden (v.a. Hallenbad City)
- Kontroll- und Messanker
- Piezometermessungen zur Kontrolle des Grundwasserspiegels.

Hochbau

Konzept Tragstruktur

Das Fundationsniveau des Börsenneubaus liegt im Sihlschotter. Eine Flachfundation mit einer konstanten Bodenplattendicke von 80 cm genügt zur Ableitung der Gebäudelasten in diesen Baugrund. Zur Verhinderung des Durchstanzens, und um eine ausgeglichene Verteilung der Bodenpressungen zu erreichen, wurde die Bodenplatte jeweils unter den Stützen versteift. Diese Versteifungen mussten aufgrund lokaler Inhomogenitäten im Baugrund teilweise stärker als geplant ausgeführt werden.

Die Tragstruktur des Börsenneubaus ist grundsätzlich zweigeteilt: Vom 4. Untergeschoss (UG) bis zum 1. Obergeschoss (OG) besteht sie aus einem Stahlbetonskelett. Die vertikalen Lasten werden über die Umfassungswände, die Aufzugs- und Treppenhauerschächte sowie über die Innenstützen abgetragen. Die Decken sind als Flachdecken mit versteckten Stahlpilzen konstruiert, mit einem Stützenraster von 9 x 9 m. Die Schächte sowie die Umfassungswände sind Ortsbetonkonstruktionen. Die Stützen sind aufgrund der hohen Lasten und knappen Platzverhältnisse als Vollstahlwellen mit nachträglich applizierter Brandschutzverkleidung ausgebildet.

Die Tragstruktur vom 2. bis zum 5. OG ist nicht identisch mit derjenigen in den Untergeschossen, da die Fassadenstützen der Obergeschosse sich nicht mit dem Tragaster der Untergeschosse dek-

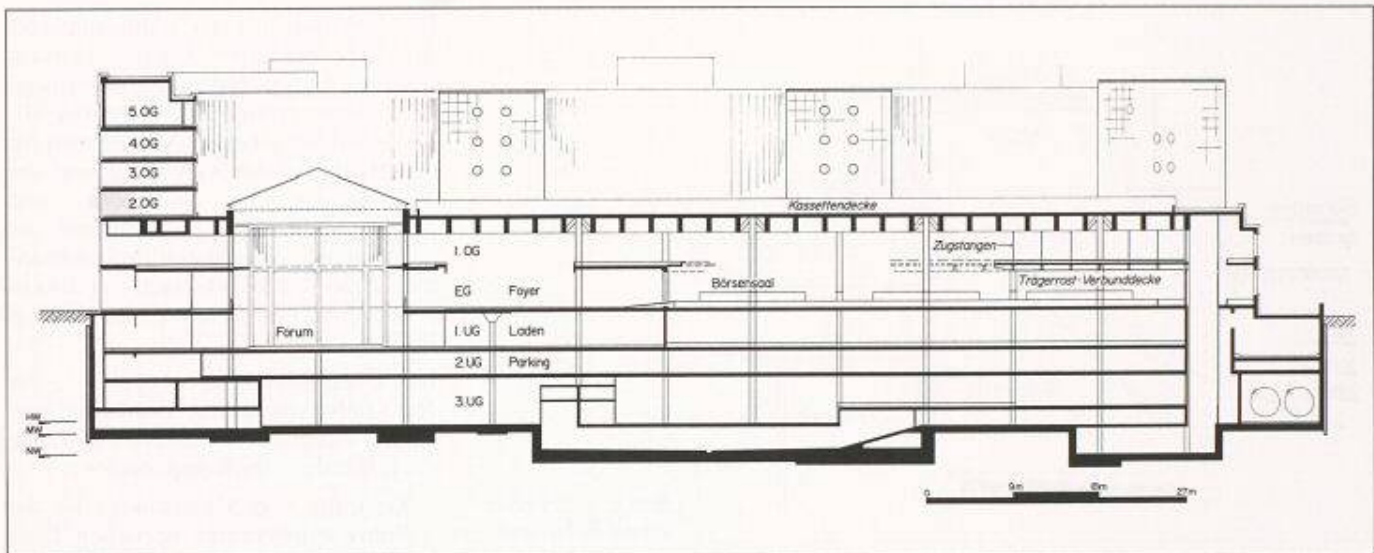


Bild 3. Längsschnitt Börsengebäude

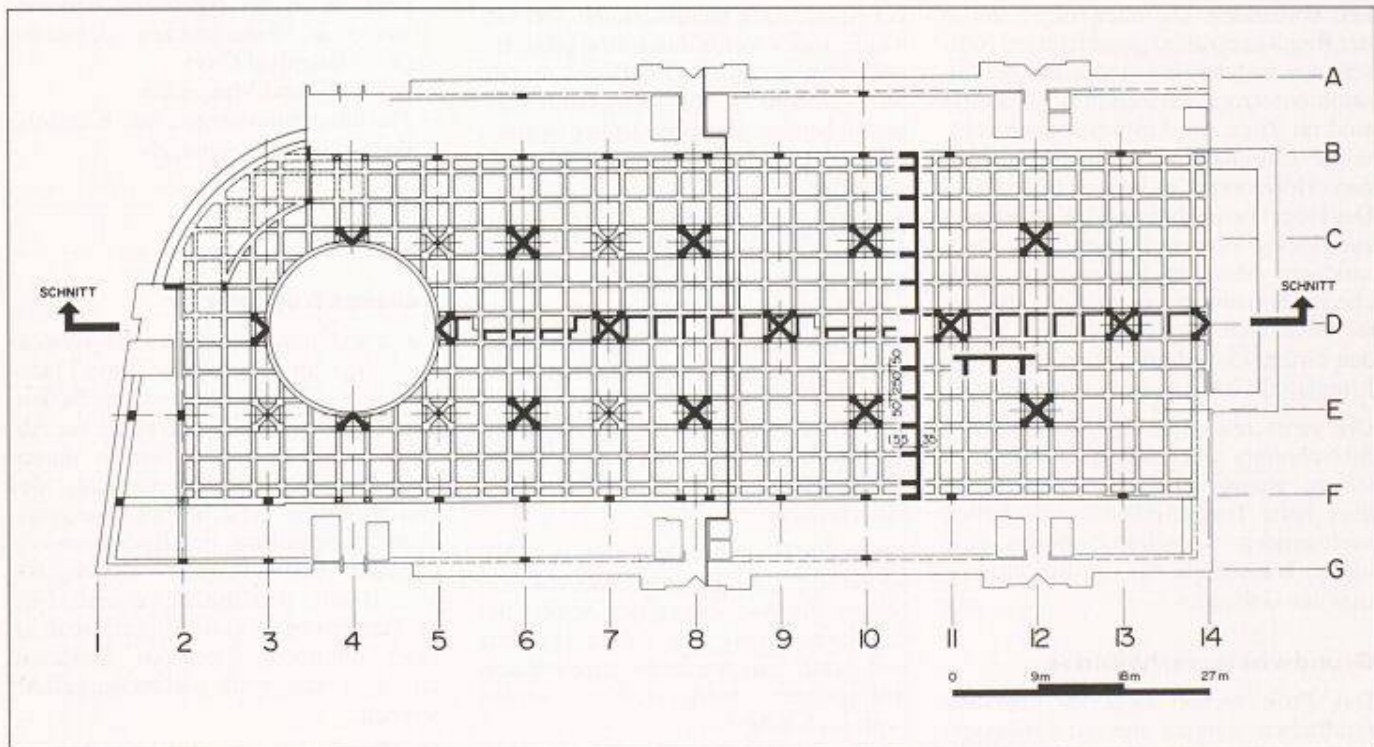


Bild 4. Grundriss Kassettendecke (Legende: Schwarzflächen = Auflager Kassettendecke)

ken. Bindeglied zwischen den unterschiedlichen Tragsystemen in den Ober- und Untergeschossen bildet die Kassettendecke (vgl. Bild 3).

In den Obergeschossen wird die horizontale Lastabtragung sowie die Gebäudestabilisierung über die Aufzugs- und Treppenhauerschächte vorgenommen, während in den Untergeschossen die Umfassungswände einen grossen Anteil der horizontalen Lasten übernehmen. Spezielle Probleme bot die ungleiche Massenverteilung über die Gebäudehöhe aufgrund der beträchtlichen Abmessungen der Kassettendecke. Die Ableitung der horizontalen Lasten musste detailliert berücksichtigt werden und war bei den Schächten massgebend

für die konstruktive Gestaltung und die Bemessung der Armierung.

Oberhalb der Kassettendecke ist das Gebäude mit Dilatationen in 5 Bewegungsabschnitte getrennt; unter der Kassettendecke ist es hingegen nur einmal unterteilt. Die Dilatation wurde nur bis ins 3. UG durchgeführt, während man im Bereich des stark schwankenden Grundwasserspiegels darauf verzichtete. Aufgrund der beträchtlichen Grundrissabmessungen von 150×52 m wurde bei der Ausführung der Bodenplatte eine schachbrettartige Etappierung gewählt.

Soviel also zum Gebäude als Ganzem. Im folgenden sollen noch drei nicht alltägliche Tragelemente des Börsenneubaus im einzelnen näher vorgestellt wer-

den. Es sind dies erstens die Kassettendecke, zweitens die Trägerrost-Verbunddecke (beide im Börsensaal) und drittens die Auskragung beim Haupteingang.

Kassettendecke

Die Kassettendecke ist für die Tragkonstruktion des Börsenneubaus von entscheidender Bedeutung. Als Tragelement muss diese Decke den folgenden Anforderungen genügen:

- Gestaltung der eigentlichen Börsensaaldecke
- Stützenfreiheit in den Zentren der 6 Börsenringe
- Abfangung des Stützenrasters vom 2. bis 5. OG und Ableiten der Lasten auf

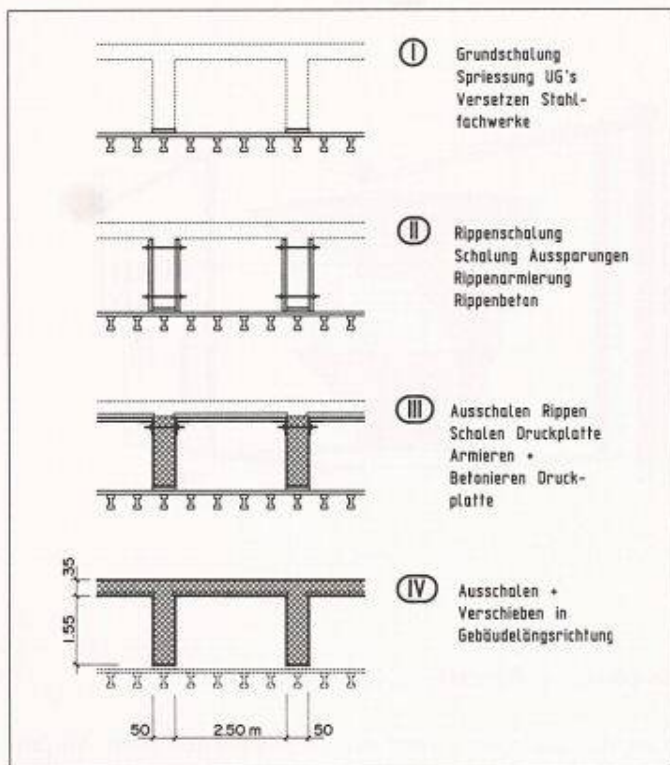


Bild 5. Bauvorgang Kassettendecke

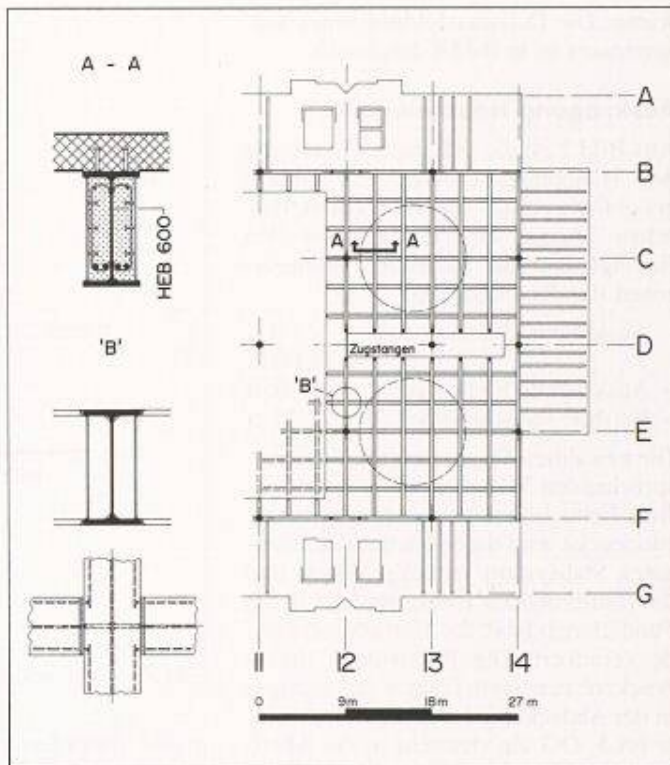


Bild 6. Grundriss sowie Querschnitt und Detailansicht Träger-rost-Verbunddecke

den Stützenraster des 4. UG bis 1. OG (mit maximaler Stützenlast: $P = 5000 \text{ kN}$)

- Aufhängung der Zugstützen des 1. OG
- Aufhängung des Zwischenbodens über den Börsenringen 5 und 6 (vgl. Bilder 3 und 6)
- Aufhängung eines zusätzlichen Zwischenbodens über den Börsenringen 1 bis 4 im Falle einer Umgestaltung des Börsensaals (vgl. Bilder 3 und 6)
- Integration der Lüftungskanäle in der zur Verfügung stehenden statischen Höhe.

Diese Randbedingungen bildeten die Ausgangslage für die Projektierung der Kassettendecke. Nach diversen Variantenstudien wurde folgende konstruktive Lösung gewählt: Das statische Modell für das Tragsystem ist ein mittelbar gestützter Trägerrost, dessen Spannweite 18 m beträgt. Der Querschnitt besteht aus einer durchlaufenden Druckplatte von 35 cm Stärke sowie sich kreuzenden Rippen mit den Abmessungen $50 \times 155 \text{ cm}$. Die gesamte Querschnittshöhe beträgt 1,90 m. Aus dem Grundriss in Bild 4 ist ersichtlich, dass nur zwei von drei Rippen eines Rasterfeldes jeweils direkt zur Lastabtragung beitragen. Die Rippen sind schlaff armiert, da aufgrund der Vielzahl und Grösse der erforderlichen Lüftungsaussparungen keine Vorspannung eingesetzt werden konnte. Die Deckenstützung ist durch räumliche Fachwerkkonstruktionen aus stumpf

verschweissten Grobblechen gewährleistet.

Abgesehen von der Suche nach Lösungsansätzen der statisch-konstruktiven Probleme musste im Fall der Kassettendecke auch dem Bauvorgang bereits in einer frühen Projektierungsphase Beachtung geschenkt werden. In enger Zusammenarbeit mit dem Baumeister entstand das in Bild 5 dargestellte Ablaufschema, das als Taktverfahren ausgeführt wurde. Die Erstellungszeit eines Taktes ($= 1/12$ der Kassettendecke) betrug 4 Wochen.

Im speziellen sei auf die Tatsache hingewiesen, dass zur Aufnahme des Frischbetongewichtes der Kassettendecke ($G = 22,0 \text{ kN/m}^2$ sämtliche Untergeschossdecken bis auf die Bodenplatte abgestützt werden mussten.

Trägerrost-Verbunddecke Börsensaal

Die Stahlverbunddecke liegt in der zweigeschossigen Börsenhalle und schliesst über den Börsenringen 5 und 6 zusätzliche Nutzflächen. Bei einem Wechsel der Art des Börsenhandels hin zum Computerhandel – wie in näherer Zukunft wohl zu erwarten ist – muss gemäss Wunsch der Bauherrschaft die Möglichkeit bestehen, die Ringe 1 bis 4 ebenfalls mit einer Tragkonstruktion zu überdecken; das heisst, die Überdeckung der Ringe 5 und 6 muss ergänzbar sein.

Die Auflagerungsmöglichkeiten für diese Decke sind durch die Lage der Börsenringe gegeben (vgl. Bild 6); es galt demzufolge, Spannweiten von 16,5 m respektive 18 m zu überbrücken. Zudem erwartete der Architekt ein gestalterisches Pendant zur Kassettendecke. Die geringe nutzbare statische Höhe führte zur Lösung mit einem zweiachsig gespannten Trägerrost (vgl. Bild 6). Die Verbundwirkung bringt neben der Versteifung der Stahlträger mit grosser Spannweite eine beträchtliche Reduktion der Bauhöhe. Im Endzustand wird die Stahlverbunddecke mittels Zugstangen an die Kassettendecke aufgehängt.

Die strengen Brandschutzanforderungen bedingten eine Querschnittsausgestaltung gemäss Bild 6. Die in die Stegkammern verlegte, einbetonierte Armierung übernimmt im Brandfall die Tragfunktion des Zugflansches. Der mit dieser Konstruktion erreichte Brandwiderstand beträgt F60.

Auch bei der Ausführung der Trägerrost-Verbunddecke war der Bauvorgang alles andere als alltäglich: Um Sprössungen im Bauzustand zu verhindern, wurde der Stahlträgerrost erst nach dem Ausschalen der Kassettendecke montiert. Die Stahldecke wurde in Einzelteilen angeliefert und die Elemente vor Ort zusammengeschweisst, da durch die Überdachung mit der Kassettendecke günstige Voraussetzungen für das Schweißen auf der Baustelle vorhanden

waren. Die Detailausbildung eines Trägersstosses ist in Bild 6 dargestellt.

Auskragung Haupteingang

Aus Bild 7 ist die prägnante Gestaltung des Haupteingangsbereiches deutlich ersichtlich. Aus dieser architektonischen Lösung ergeben sich für den Bauingenieur die folgenden geometrischen Randbedingungen:

- Auskragung Westfassade: $l = 15,00 \text{ m}$
- Auskragung Südfassade: $l = 20,00 \text{ m}$
- Nutzbare statische Höhe: $h = 5,20 \text{ m}$

Die gewählten Tragsysteme mit den entsprechenden Modellannahmen sind aus Bild 7 ersichtlich. Die auskragende Gebäudeecke wird durch ein dreidimensionales Stabsystem zurückgehalten, und die resultierenden Kräfte sind bis in die Fundationen bzw. die Umfassungswände verankert. Die Problematik dieses brückenbauartigen Trägers lag weniger in der Abdeckung der Einspannmomente im 5. OG als vielmehr in der Ableitung und Verankerung der entsprechenden Auflagerkräfte in die Fundationen. So musste beispielsweise ein Liftschacht vertikal über die gesamte Gebäudehöhe vorgespannt werden.

Schlussbemerkung

Aus den vorliegenden Erläuterungen zu diversen Aspekten der Tragkonstruktion und zum Baugrubenkonzept am Neubau Börsengebäude Selnau ist ersichtlich, dass nicht nur reine Ingenieurbauwerke

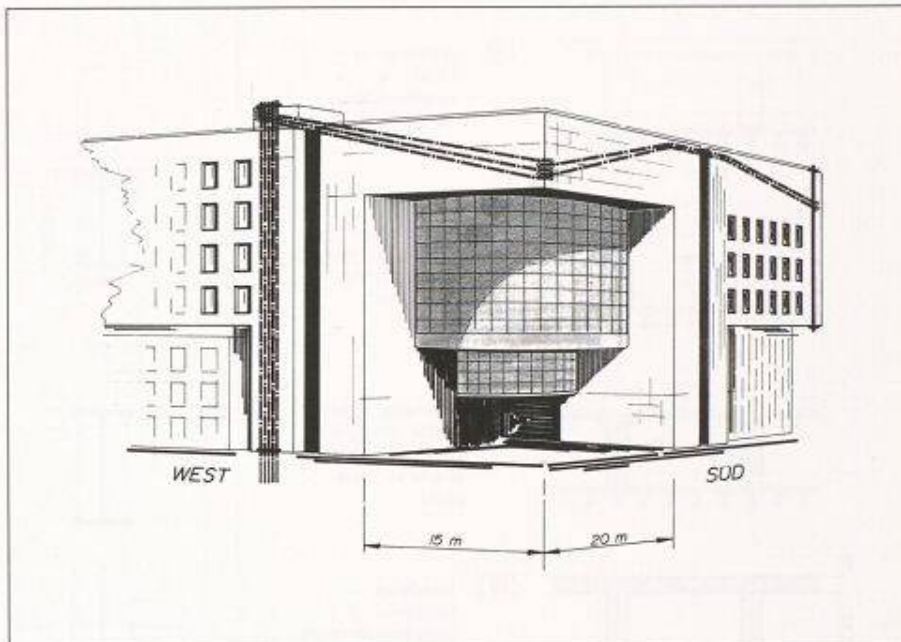


Bild 7. Auskragung Haupteingang Perspektive / Spannkabelverlauf

grosse Anforderungen an das statische und konstruktive Können des Bauingenieurs stellen, sondern dass er in seinem Beruf auch als Spezialist für Tragkonstruktionen von Hochbauten gefordert ist.

Ferner zeigt der Artikel auch auf, dass unter Berücksichtigung aller Aspekte und Randbedingungen bei der Wahl eines Tragelementes durchaus nicht immer konventionelle Lösungen zu einem befriedigenden Resultat führen. In der Projektierungsphase können durch Variantenstudien und detaillierte Abklä-

rung der Gegebenheiten allen Ansprüchen genügende Lösungen gefunden werden. Der detaillierten Erarbeitung aller – nicht nur der statischen – Randbedingungen eines Tragwerkes sollte in der Vorprojektphase deshalb die entsprechende Beachtung geschenkt werden.

Adresse der Verfasser: A. Wicki, dipl. Bauing. ETH/SIA, M. Baumann, Dr. sc. nat. ETH/SIA, E. Naef, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, c/o Fietz AG Bauingenieure, 8022 Zürich.

Sicherheit und Risiko

Regionale Sicherheitspläne

Neue Ausgangslage aufgrund der Störfallverordnung

Anlagebezogene Sicherheitsuntersuchungen sind erforderlich, reichen jedoch nicht aus. Um Menschenleben sowie technische und natürliche Umwelt zu schützen ist eine, mindestens regionale, Sicherheitsbetrachtung erforderlich, welche in der jeweiligen Region die Aktivitäten und deren Nutzen erfassen, vorhandene Gefährdungen ermitteln und erforderliche Sicherheitsmassnahmen optimal festlegen. Die regionalen Sicherheitspläne stellen dafür nicht nur ein geeignetes Hilfsmittel, sondern auch ein praktisches Führungsmittel dar.

Ausgangssituation

In allen Industriezweigen – vor allem in Chemie, Maschinenbau, Kerntechnologie und Bauwesen – ist das Sicherheitsdenken im Umbruch. Die Schäden infolge Grossunfälle und Katastrophen

haben deutlich gezeigt, dass die Sicherheitsbetrachtung nicht auf einzelne Anlagen beschränkt werden darf, sondern auf ganze Regionen erweitert werden muss. Gesetze, Verordnungen, Normen usw. sind entstanden, um das regionale Sicherheitsproblem in Griff zu bekom-

men. Für die Schweiz stehen dabei das Umweltschutzgesetz und die Störfallverordnung im Vordergrund.

Mittels der Störfallverordnung sollen die Verantwortlichen einer Region in der Lage sein, anlagebezogene Gefahren einschliesslich Transport gefährli-

VON MIROSLAV MATOUSEK,
SCHWERZENBACH

cher Güter zu erfassen und gezielte Sicherheitsmassnahmen anzuordnen. Aufgrund der Störfallverordnung wird nicht nur das Gefahrenpotential ermittelt, sondern es werden vermehrt Massnahmen gefordert, um das Gefahrenpotential zu reduzieren bzw. die Störfälle zu verhindern. Die Massnahmen-