

Konstruktion des Hochkanals

Autor(en): **Studer, Ernst / Bosshard, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **101 (1983)**

Heft 51/52

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75259>

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.

platten eingedeckt, darunter Akustikplatten mit gleichwertiger Wärmeisolation analog der Fassaden. Alle Tore sind Faltschiebetore, mit mechanischem Antrieb ausgebildet. Die Oberlichter sind Shed-Fenster mit Trockenverglasung.

Die Hallen sind *temperiert*; Energieversorgung vom Betriebsgebäude. Die Zu-

und Abluftanlage entspricht den behördlichen Vorschriften. Der Innenausbau ist sehr einfach und wirtschaftlich ausgelegt.

Technische Daten

Kubatur nach SIA	33 800 m ³
Hallenhöhe (Durchfahrt)	4,50 m
Hallenbreite	18,00 bzw. 25,00 m

Stützenraster	6,67 m
Nutzlast	1,5 t
Nutzung	
1480 m ² Lager	
22 Grossfahrzeuge bis 36 t	
Einzelgewicht	
60 Kleinwagen, Anhänger, PW	

Adresse des Verfassers: A. Winzer, Architekt SIA, Farner+Winzer, Utoquai 29, 8008 Zürich.

Konstruktion des Hochkanals

Von Ernst Studer und Max Bosshard, Zürich

Funktion des Kanals und Entwicklung des Projektes

Der Hochkanal verbindet sämtliche wichtigen Zentren und Gebäude der Anlage untereinander. In ihm verlaufen die Versorgungsleitungen für elektrische Energie, Heiss-, Kalt- und Brauchwasser, Druckluft usw. Ausserdem finden in seinem Innern die Transporte von Klärschlamm aller Art sowie von Zu- und Abluft statt.

Die *Hochlage* des Kanals stand nicht von Anfang an fest. Die Versorgungsleitungen der bestehenden Anlage verlaufen wie üblich unterirdisch. Da die Anlage unter Aufrechterhaltung des Betriebes erweitert wird, hätte der neue Kanal bei ebenfalls unterirdischer Führung unter den bestehenden Strängen erstellt werden müssen. Beim hohen Grundwasserspiegel im Gebiet des Werdhölzli wäre dies ein aufwendiges und kostspieliges Unterfangen gewesen. Der Vergleich zwischen einem Hochkanal und einem unterirdischen Kanal zeigte, dass der letztere etwa 70% oder rund 8 Mio Franken teurer zu stehen käme. Weitere Vorteile der Hochlage sind:

- rascher Baufortschritt
- keine Beeinträchtigung des Grundwasserstromes (Barrierenwirkung)
- weniger unvorhersehbare Kosten.

Nach eingehenden Vergleichsstudien mit verschiedenen Baustoffen und Systemen fiel die Wahl auf eine *Tragkonstruktion aus Stahl*. Diese Wahl erwies sich in der Folge als vorteilhaft, indem verschiedene lokale Anpassungen an veränderte Leitungsführungen relativ leicht vorgenommen werden konnten.

Die *Querschnittsform* war zu Beginn der Projektierung ein breites Rechteck.

Auf Vorschlag des beratenden Architekten wurde dann aber ein unregelmässiger, *hoher Sechseckquerschnitt* gewählt. Diese Form vermag ästhetisch zu überzeugen, denn sie lässt das voluminöse Gebilde relativ elegant erscheinen. Daneben ergaben sich auch für die Leitungsführung bedeutende Vorteile.

Anfänglich wurde auch versucht, die Spannweiten zu optimieren. Die Untersuchungen ergaben, dass die Kosten pro Längeneinheit nur wenig variieren, wenn die Spannweiten zwischen 40 und 60 m liegen. Wenn die Optimierung hier nicht weiter verfeinert wurde, liegt das daran, dass der erforderliche Platz für die Abstützungen zum Teil nur mühsam zwischen den bestehenden und den projektierten Kanälen und Leitungen gefunden werden konnte. Dies gelang dank der kollegialen Zusammenarbeit aller Beteiligten.

Hauptabmessungen, Einteilung und Nutzung des Kanals

Die Höhe des Hochkanals beträgt 8,00 m, die grösste Breite 5,50 m. Die lichte Durchfahrtshöhe wurde wegen des internen Lastwagenverkehrs zu mindestens 4,60 m gewählt. Die gesamte Abwicklung des Kanals beträgt etwa 1200 m (Bild 1).

Der Querschnitt (Bild 2) ist vertikal in drei Sektoren gegliedert:

- zuoberst sind die Pritschen für die elektrischen Kabel angeordnet
- im mittleren Teil befinden sich die Wasser- und Druckluftleitungen sowie die sogenannten Verfahrensleitungen (Gase, Klärschlamm aller Art)
- im untersten Teil werden hauptsächlich Luftkanäle geführt.

Der Personenverkehr und allfällige Warentransporte werden sich in erster Linie auf dem unteren Zwischenboden bewegen. Die Verbindungen zum oberen Zwischenboden werden mit Leitern hergestellt.

Bild 1. Blick auf den fertig verkleideten Hochkanal im westlichen Teil der Anlage



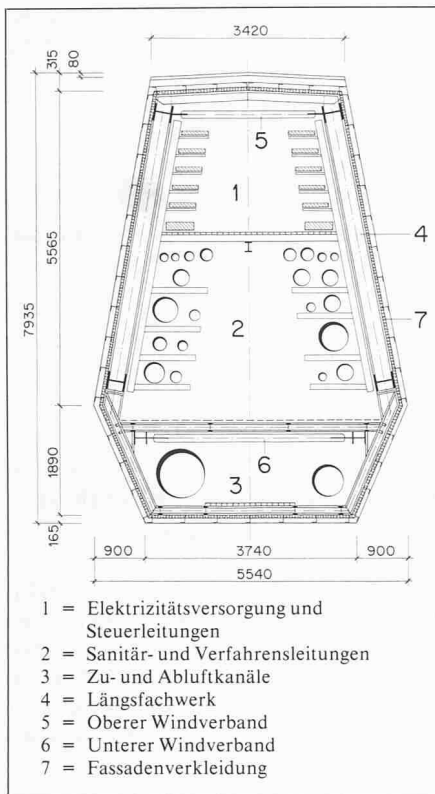


Bild 2. Querschnitt des Hochkanals

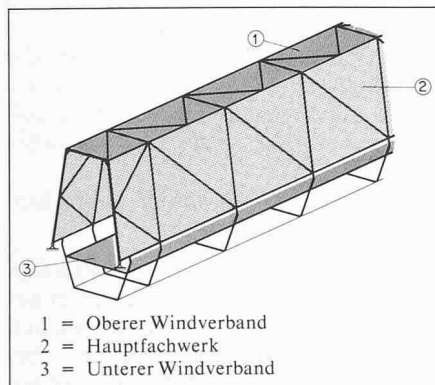


Bild 3. Isometrie des statischen Systems

Tragkonstruktion und Fundation

System und Elemente

Als Nutzlasten wurden angenommen:

- die theoretischen Leitungsgewichte bei voller Besetzung
- auf allen begehbaren bzw. bekriechbaren Böden eine gleichmässig verteilte Last von 2,0 kN/m².

Es wurden auch einseitige Lastanordnungen berücksichtigt.

Das Tragsystem ist ein *Faltwerk*, bestehend aus zwei Längsfachwerken in den oberen Seitenflächen des Sechseckquerschnittes und den beiden horizontalen Windverbänden. Die Faltwerke tragen als einfache Balken oder als Durchlaufträger über zwei oder drei Felder. Mit

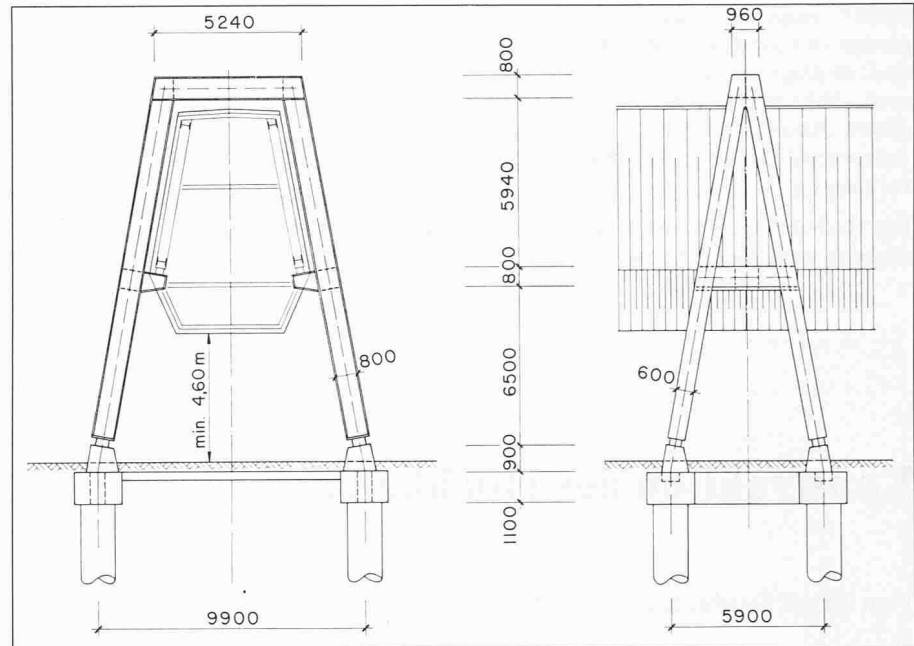


Bild 4. Stützbock mit A-förmigen Jochen

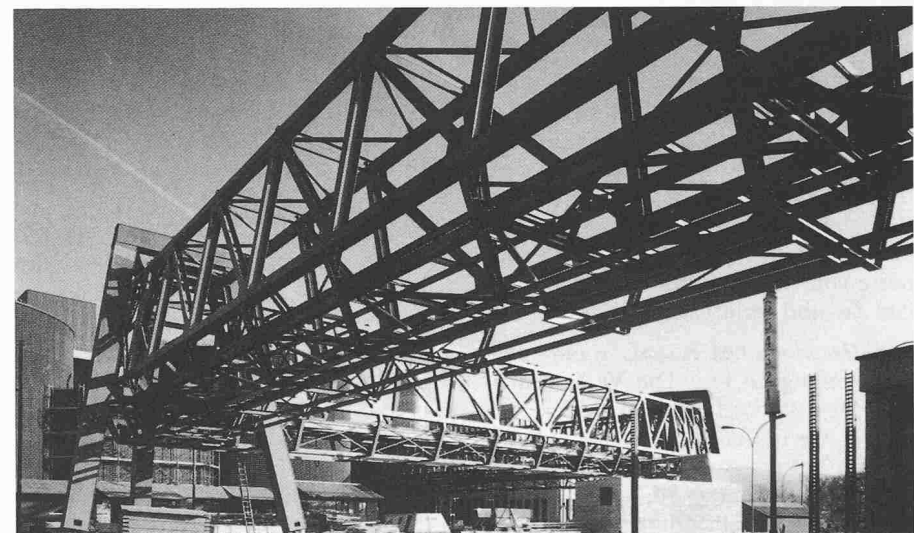


Bild 5. Stahlkonstruktion des Hochkanals. Kanalknick mit dreibeinigem Abstützbock (Photo Hauser, Andelfingen)

tels biegesteifen Rahmen über den Auflagern werden die Lasten auf die Abstützbocke abgegeben.

Die *Längsfachwerke* haben eine statische Höhe von 4,80 m. Sie sind zweiwandig ausgebildet, mit Gurtungen und Pfosten aus Breitflanschträgern. Im Normalbereich ist ein einfacher Strebenzug vorhanden mit einem Pfostenabstand von 4,80 m. Im Auflagerbereich wurde wegen der Querrahmen eine K-förmige Ausfachung eingebaut. Die Pfostenabstände sind hier kleiner; sie konnten so gewählt werden, dass sich die durch zahlreiche Randbedingungen festgelegten Spannweiten ergaben (Bild 3).

Die Leitungen werden in Abständen von 1,60 m gestützt. Dazu sind jeweils Querrahmen aus kaltgewalzten Profilen C 120.120.10 angeordnet. Für die

Einleitung der Kräfte aus diesen Sekundärrahmen in die Hauptfachwerke wurden lokale Hängewerke eingebaut.

Die *Abstützbocke* sind komplizierte räumliche Rahmen von 13,60 m Höhe. Sie bestehen aus vollständig geschweißten Kastenquerschnitten. Entsprechend ihrer Lage können drei Typen unterschieden werden:

- gerade Kanalachse: seitlich je ein A-förmiges Joch, über dem Kanal durch einen Riegel miteinander verbunden (Bild 4)
- Kanal-Kreuzung: Vier Stützpfeiler, oben durch einen quadratischen Riegel-Rahmen verbunden
- Kanalknick oder seitlicher Anschluss: Drei Stützpfeiler, oben mit dreieckförmigen Riegelrahmen verbunden (Bild 5).

Die *Stützpfosten* sind um zwei Achsen geneigt und verlaufen parallel zu den oberen Fassadenflächen. Ihre Aussenabmessungen betragen 800×600 mm bzw. 800×800 mm, die Blechstärken variieren zwischen 14 und 30 mm.

Das *Gesamtgewicht* der Stahlkonstruktion beträgt etwa 2800 t. Dazu kommen noch etwa 5200 m² Gitterroste und 5300 m² ausgesteifte Lupenbleche.

Transport und Montage

Der *Antransport* der Hauptelemente mit Überbreiten und Überlängen (z. B. Fachwerke: Höhe bis 5,10 m, Länge bis 27,00 m, Gewichte bis 14 t) musste jeweils in den Nachtstunden und mit Polizeibegleitung ausgeführt werden.

Die *Montage* der Stahlkonstruktion erfolgte mit schweren Pneu Kränen. Weitere Hilfsmittel waren provisorische Abstützjoche und Aussteifungen. Über ein im Betrieb bleibendes Vorklärbekken (Rundräumer!) und über einen Teil des Belüftungsbeckens der Teilstufe mussten Schutzgerüste erstellt werden. Die Montagestösse der Haupttragelemente sind vorwiegend geschweisst.

Korrosionsschutz

- a) Aufbau für die verkleidete Tragkonstruktion des Kanals:
- Reinigung im Sandstrahl Sa 2½
 - Chlorkautschuk-Grundierung 50 µm
 - Chlorkautschuk-Zwischenanstrich 70 µm
 - Deckanstriche mit Chlorkautschuk-Überzugslack mit Seidenglanz 2×40 µm
- b) Aufbau für die der Witterung ausgesetzten Abstützböcke:
- Reinigung im Sandstrahl Sa 2½
 - Epoxidester-Zinkstaub-Grundierung 2×50 µm
 - Deckanstriche mit Chlorkautschuk-Überzugslack mit Seidenglanz 2×80 µm

Damit das gedrängte Bauprogramm eingehalten werden konnte, wurden die Deckanstriche in der nasskalten Jahreszeit unter einer etwa 20 m langen, verschieblichen und heizbaren Schutzhülle ausgeführt.

Fundation

Unter jedem Pfosten der Abstützböcke ist ein armierter *Grossbohrpfahl* (Ø 1150–1300 mm, Länge 10–13 m) angeordnet. Die Pfahlköpfe jedes Abstützbockes sind untereinander durch biegesteife Riegel oder Zugbänder verbunden. Die Horizontalkräfte aus vertikalen Lasten werden dadurch ausgeglichen und die Pfähle haben nur noch die Windkräfte auf Biegung zu übernehmen.

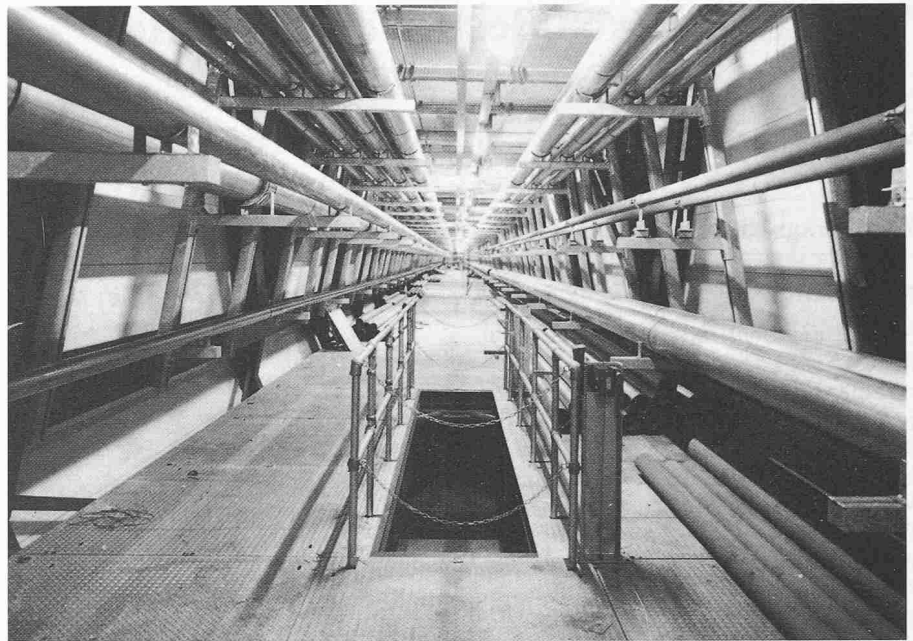


Bild 6. Innenansicht mit Montageöffnung (Photo Hauser, Andelfingen)

Da je Pfosten nur ein Pfahl vorhanden ist, wurden die Pfähle einer *Ultraschallprüfung* unterzogen. Es wurden dabei kleinere Differenzen der Betongüte entdeckt; eigentliche Fehlstellen wurden nicht gefunden.

Um die *Lager* beim Übergang Stahl-Beton der Feuchtigkeit zu entziehen, wurden sie etwa 500 mm über Terrain auf Betonsokkeln angeordnet.

Dach- und Wandverkleidung

Als *Innenhaut* wurden sendzimirverzinkte und mit einer Silikon-Polyester-Einbrennlackierung beschichtete Stahlblechkassetten in horizontaler Richtung verlegt. Sie überbrücken den Raum zwischen zwei Fachwerkpfosten und haben daher Spannweiten von 4,80 m. Ihre Befestigung auf der Stahlkonstruktion erfolgte mit Setzbolzen. In die Kassetten sind 60 mm starke Steinwoll-Bauplatten als Isolation eingeklebt.

Die horizontalen Fugen sind im unteren Teil mit einem Silikonkitt gefüllt. Im untersten Boden sind Abflussöffnungen für allfälliges Spritzwasser vorhanden.

Als *Aussenhaut* wurden vertikal montierte, einbrennlackierte Wellaluminum-Bandprofile gewählt. Sie sind auf den Kassetten mit Fabco-Schrauben befestigt. Die Schraubenköpfe sind mit Kunststoffhütchen in der Farbe der Fassade abgedeckt.

Die Montage der Verkleidungen erfolgte von einem verschiebbaren Aussengerüst aus.

Ausrüstungen

Als natürliche Beleuchtung sind in der Dachfläche *Lichtkuppeln* in Abständen von etwa 30 m angeordnet. Sie sind in der Grundstellung leicht offen und dienen so gleichzeitig als Entlüftungen. Im Brandfall können sie dank einer speziellen Steuerung als Rauchabzüge abschnittsweise ganz geöffnet werden.

Es wurde auf Weisung des Arbeitsspektors auch darauf geachtet, dass neben den normalen Zugängen von den Gebäuden her eine genügende Anzahl *Fluchtmöglichkeiten* vorhanden sind. So wurden bei langen, geraden Abschnitten spezielle Fluchtleitern angeordnet. Damit auch etwas Licht nach unten dringen kann, wurden Gitterroste als Belag des oberen Zwischenbodens gewählt. Für den unteren Zwischenboden wurden ausgesteifte Lupenbleche verwendet.

Für die Montage der Leitungen und für allfällige spätere Revisionen wurde eine Reihe von *Montageöffnungen* angebracht. Diese Öffnungen sind durch Geländer gesichert, und ihre Abdeckungen können durch handbetriebene Winden bewegt werden. Zur Erleichterung der Montagen ist auch eine Längskranbahn im Innern vorhanden. In jedem Abschnitt befindet sich eine Laufkatze für 10 kN Nutzlast. Die Hebezeuge (Druckluft-Flaschenzüge) können bei Bedarf angeschlossen werden. Eine Innenansicht mit Montageöffnung ist in Bild 6 wiedergegeben.

Adresse der Verfasser: E. Studer, dipl. Ing. ETH/ASIC, und M. Bosshard, dipl. Ing. ETH, Ingenieurbüro E. Studer, Richard Wagner-Strasse 19, 8002 Zürich.