

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 127 (2001)
Heft: 35: Abwassersanierung Zürich Nord

Artikel: Bauwerke Glatt und Ausbau der oberen Querschnittshälfte des Stollens
Autor: Lüscher, Loris
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-80197>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

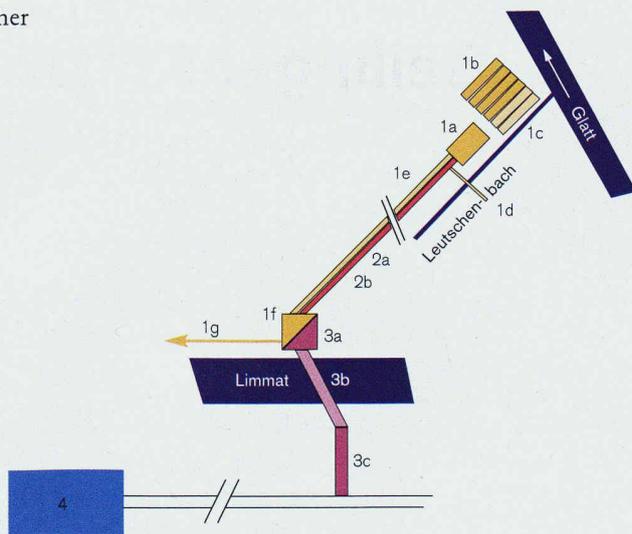
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



1

Schematische Übersicht des Gesamtvorhabens SAN

Projektgliederung SAN

- 1 **Bauwerke Glatt (BG)**
 - 1a Betriebszentrale Glatt
 - 1b Regenbecken und Entlastung
 - 1c Sicherheitsbecken
 - 1d Düker Leutschenbach
 - 1e Ausbau obere Querschnittshälfte
 - 1f Ausbau Stollenzugang Limmat
 - 1g Anschluss Hauptschaltwarte
- 2 **Anschluss-Stollen Glatt (ASG)**
 - 2a Stollenrohbau
 - 2b Ausbau untere Querschnittshälfte
- 3 **Bauwerke Limmat (BL)**
 - 3a Stollenzugang Limmat (Rohbau)
 - 3b Düker
 - 3c Freispiegelkanal
- 4 **Anpassung Klärwerk Werdhölzli infolge Anschluss des Klärwerks Glatt (AWG)**

Bauwerke Glatt und Ausbau der oberen Querschnittshälfte des Stollens

Anfang Mai 2001 wurde der sechs Monate dauernde Probetrieb der Überleitung des Abwassers aus Zürich Nord ins Klärwerk Werdhölzli aufgenommen. Die definitive Inbetriebnahme und Übergabe des ganzen Werks an die Bauherrschaft ist auf Ende 2002 vorgesehen. Frühere Beiträge befassten sich mit dem Vorgehen bei der Vergabe der Planungs- und Ausführungsarbeiten und mit dem Bauprojekt. Der folgende Beitrag beschreibt ausgewählte Bereiche der Ausführung der Bauwerke Glatt und den Ausbau der oberen Querschnittshälfte.

Das Ausführungsprojekt umfasst den Neubau der Betriebszentrale Glatt, die Sanierungen und Umbauten bestehender Vorklärbecken zu Regen- und Sicherheitsbecken mit allen Zu- und Ablaufkanälen, die Ausrüstung des Überleitungsstollens sowie den Innenausbau des Stollenzugangs an der Limmat (Bild 1). Das Ausführungsprojekt wurde auf der Grundlage des genehmigten Bauprojekts erarbeitet, das dem Werkvertrag zugrunde liegt. Die Ausführungsplanung war somit Leistungsbestandteil des Generalunternehmers. Sehr anspruchsvoll gestaltete sich die Auswahl eines kompetenten Planerteams, das auch im Fall von Terminver-

zögerungen über genügend Personalressourcen zur Kompensation rückständiger Planungsleistungen verfügte. Ebenso wichtig war die frühzeitige Analyse der Planungs- und Ausführungsrisiken. Dabei wurde erkannt, dass hohe Planungskompetenz in den Fachbereichen Elektroanlagen, Mess-, Steuerungs- und Regentechnik, Gebäudeautomation und Verfahrenstechnik für den angestrebten Erfolg notwendig ist. Zur fehlerfreien Realisierung des Bauprojekts stellte der Bauherr dem Generalunternehmer die früheren Planer zur Qualitätskontrolle und Prüfung aller Ausführungsdokumente zur Seite. Die Genehmigungsfrist war vertraglich auf maximal 20 Arbeitstage festgelegt. Es war deshalb für die termingerecht zu erbringenden Bauleistungen von grosser Bedeutung, das Planlieferprogramm auf die Prüffristen abzustimmen und deren Einhalten zu überwachen.

Aus den vorgenannten Projektteilen werden in den folgenden Abschnitten die Sanierung der Sicherheitsbecken sowie der Neubau des Dükers unter dem Leutschenbach herausgegriffen. Beide Bauten waren von unerwarteten Problemen begleitet, die aber während der Ausführungsphase gelöst werden konnten.

Sanierung der Sicherheitsbecken

Im Bauprojekt war vorgesehen, die rund 30-jährigen Vorklärbecken 1 bis 4 in Regenbecken und die noch älteren Becken 5 und 6 in Sicherheitsbecken umzubauen. Die Untersuchung der Becken 5 und 6 ergab einen sehr schlechten Gesamtbefund: Die Becken liegen im Grundwasser, das bis nahe an die Terrainoberfläche steigen kann. Die Tragsicherheit war bei leeren Becken nicht gegeben, die Bodenplatten hatten sich seit der Leerung im Jahre 1993 angehoben, und durch die entstandenen Risse drang massiv Wasser in die Becken. Auch die Gebrauchstauglichkeit war nicht mehr gewährleistet, die zu erwartende Nutzungsdauer war entsprechend eingeschränkt. Die vorgeschriebene Nutzungsdauer der sanierten Becken beträgt hingegen 80 Jahre. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, waren qualitativ hoch stehende Instandsetzungsmaßnahmen notwendig. Eine Auftriebssicherung mit Zugankern sicherte die Tragfähigkeit, ein dichtes und beständiges Bauwerk konnte aber nur durch Massnahmen an der Bausubstanz garantiert werden.

Verschiedene Sanierungsmodelle wie der Abbruch und Neubau der Becken sowie der Bau einer neuen Betonwanne in den alten Becken wurden durchgerechnet. Im

Hinblick auf Kosten und Bauzeit fiel der Entscheid, die alten Becken als verlorene Schalung zu belassen und eine neue Betonwanne in die alten Becken zu bauen. Da jedoch das Minimalvolumen der Becken vorgegeben war, mussten die bestehenden Bauteile genügend abgetragen werden, um Platz für den neuen Beton zu schaffen.

Die Betonsohle der alten Becken wurde mit Strassenbaufräsen vollflächig um 35 bis 40 cm abgetieft, es folgten der Abtrag der Oberfläche der Wände mit Wasserhöchstdruck-Robotern und anschliessend der Bau der neuen Wanne im Verbund mit der bestehenden Betonkonstruktion (Bild 2).

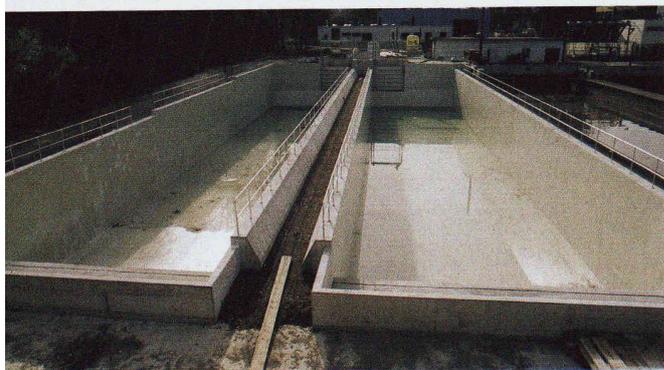
Da die Becken als Auffangwanne bei Chemie-, Öl- und Benzinunfällen dienen sollen, wurde durchgehend eine chemisch resistente Laminatbeschichtung aufgebracht. Das gewählte Verfahren und der Einsatz von Robotern und Belagsfräsen für den Betonabtrag erlaubte die Sanierung der Becken in der vorgegebenen Zeit.

Neubau des Dükers Leutschenbach

Die zentrale Erfassung aller Zuläufe für den neuen Betriebszentrale Glatt machte den Neubau eines Dükers unter dem Leutschenbach erforderlich. Mit dem Düker werden die Zuläufe aus den Gebieten Hagenholz, Wallisellen und Schwamendingen an den Zuleitungskanal zur Betriebszentrale angeschlossen. Der Düker umfasst zwei Trockenwetterabflussleitungen aus Hochdruckpolyethylen der Nennweiten 250 und 600 mm sowie eine 1200 mm messende Hochwasserleitung aus armierten Schleuderbetonrohren. Die Leitungen sind in einem Hüllbeton verlegt, der neben der Auftriebssicherung auch eine gewisse Versteifung des Leitungsblocks gewährleistet (Bild 3).

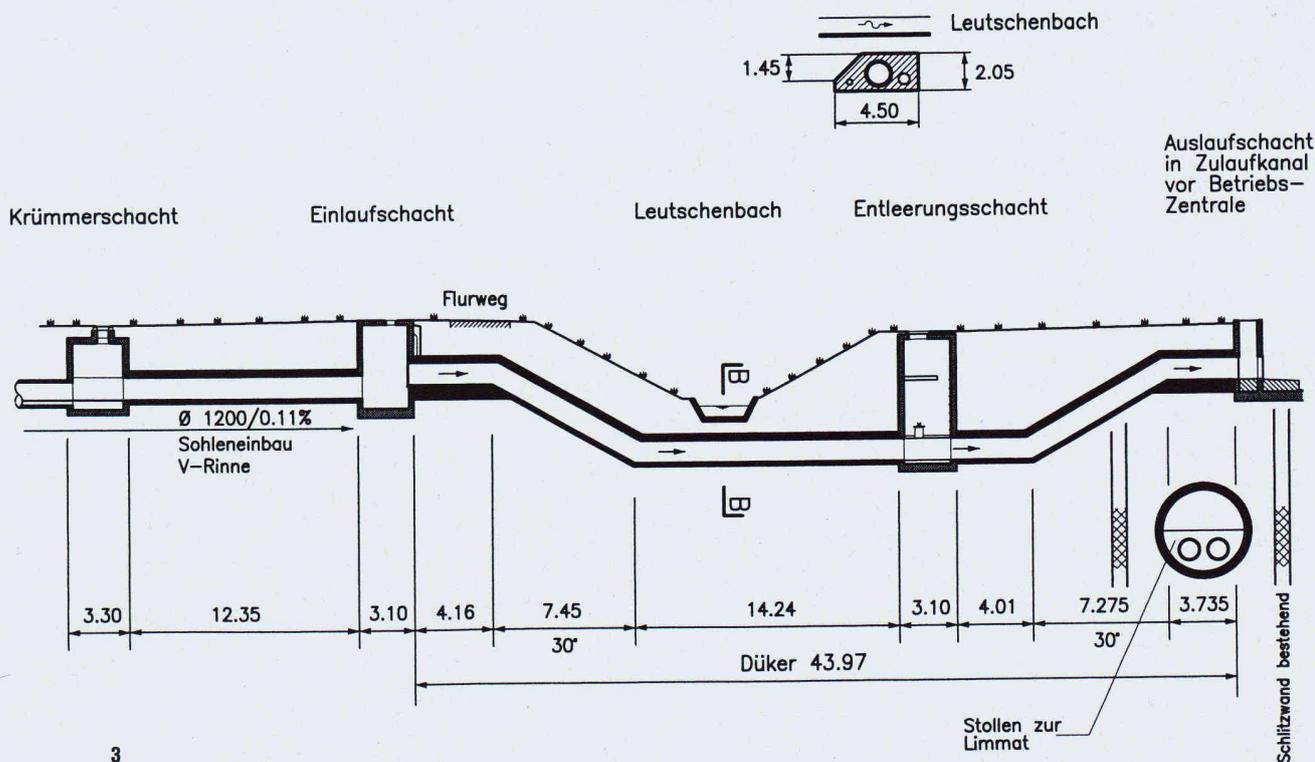
Nach dem Ziehen der Spundwände zeigten sich am Entleerungsschacht vertikale Setzungen von rund 15 cm. Diese grossen Setzungen erklären sich durch eine Zerstörung des Bodenverbands im Untergrund: Der Rückzug der Bohlen hinterliess eine Lücke im Boden, die durch das beim Rückzug an den Bohlen haftende Material zusätzlich vergrössert wurde, und die Vibration hatte eine Bodenverflüssigung bewirkt. Die beim Ziehen der Spundwand aufgetretenen Deformationen führten zu verschiedenen Rissen in den Schleuderbetonrohren, während die beiden HDPE-Leitungen lediglich kleine Deformationen aufwiesen.

Um die Setzungen zu begrenzen, standen die folgenden Verfahren zur Diskussion: Abstützen des Bauwerks mit Mikropfählen, Bodeninjektionen im gestörten Bereich und Abdichten des Bauwerks mit dauerelastischem Material nach dem Abklingen der Setzungen. Nach einer gründlichen Prüfung aller Vor- und Nachteile wurde beschlossen, die Setzungen abzuwarten und die Leitungen anschliessend zu sanieren, da die Zeitspanne von sechs Monaten zwischen Erstellung und Inbetriebnahme des Dükers dafür ausreichend war. Um die erforderlichen Setzungsmessungen überhaupt durchführen zu können, musste die Schleuderbetonleitung vorerst abgedichtet und saniert werden. Die regelmässige Erfassung und Auswertung der Setzungen des Bauwerks während sechs Monaten zeigte ein deutliches



2

Leere Sicherheitsbecken nach erfolgter Sanierung



3
Querschnitt durch den Düker Leutschenbach, M 1:400

4
Obere Querschnittshälfte des Stollens mit einem der Rettungsfahrzeuge und den seitlich angeordneten Installationen

Abklingen. Darauf erfolgte eine erneute Sanierung der Schleuderbetonrohre und eine umfassende Dichtigkeitsprüfung.

Infolge der Konsolidation des gestörten Bodens sind in nächster Zeit Setzungen zu erwarten, deren Umfang allerdings sehr schwierig abzuschätzen ist. Deshalb wurde gemeinsam mit der Bauherrschaft entschieden, den Düker ein halbes Jahr nach der Inbetriebnahme erneut zu vermessen, allfällige Schäden aus Nachsetzungen zu sanieren und die Dichtigkeitsprüfungen zu wiederholen.

Ausbau der oberen Querschnittshälfte des Stollens

Fahrzeuge ohne Spurführung sorgen für Betrieb und Unterhalt des Stollens. Um das Risiko einer Beschädigung der Installationen durch das Fahrzeug gering zu halten, wurde das Lichtraumprofil des Fahrbereichs so gross wie möglich gewählt. Ebenso suchte man seitlich vorstehende Installationselemente zu vermeiden (Bild 4).

Die gewählte Innenausrüstung wurde zuerst im Stollenmodell im Massstab 1:1 auf dem Areal des Klärwerks Werdhölzli installiert. Mit dieser wirklichkeitstreuen Vorinstallation war es für die Unternehmer möglich, die verschiedenen Ausrüstungselemente sowie die Montageleistungen zu testen und zu optimieren. Auch für die Bauherrschaft bedeutete das Modell eine grosse Hilfe bei der Beurteilung aller mit dem Ausbau der oberen Querschnittshälfte verbundenen Belange. Die Aufwendungen für das Modell zahlten sich hinsichtlich der Ausführungsqualität und der Montageleistungen mehrfach aus. Das gesamte Material der Stollenausrüstung gelangte über den Montageschacht auf dem Güterareal des



Bahnhofs Oerlikon in den Stollen. Damit die komplexe Logistik der Anlieferung und Verteilung des Materials von Anfang an reibungslos funktionierte, wurde der mit der Verlegung der Abwasserrohre betraute Unternehmer mit der Materialverteilung beauftragt. Diese Arbeitsgruppe hatte sich beim Ausbau der unteren Querschnittshälfte mit der Stollenlogistik befasst und war somit in der Lage, die Materialverteilung ab Beginn der Stolleninstallationen effizient durchzuführen.

Verfahren und Installationstechnik

Die Wassermenge Richtung Klärwerk Werdhölzli wird durch eine fest eingebaute Drossel vor dem Einlauf in den Stollen selbsttätig geregelt. Nach dem Zulaufkanal vor dem Betriebsgebäude Glatt teilt sich das Abwasser in zwei Strassen und überwindet danach vor der Drossel im Sturz eine Höhendifferenz von rund 2,50 m,

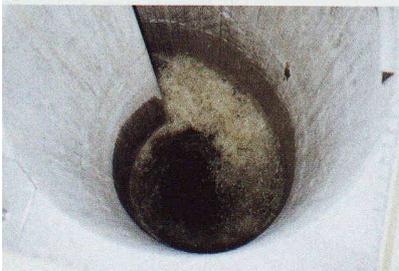
bevor es durch einen Wirbelfallschacht weitere rund 6,50 m auf das Niveau der beiden Stollenrohre fällt (Bild 5). Diese Abflussregulierung wurde im Anschluss an die hydraulischen Berechnungen an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich im Modell nachgebildet. Die relevanten Ergebnisse der Versuche fanden unmittelbaren Eingang in die Ausführungsplanung. Ebenso liessen sich Pegel-Abfluss-Beziehungen im Bereich der Toskammern für bestimmte Drosselöffnungen simulieren.

Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik

Die Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik weist einen hohen Anteil sicherheitstechnischer Installationen auf. Die Anlage Bauwerke Glatt wird vom Klärwerk Werdhölzli fernüberwacht und ist unbemannet. Die Länge des Stollens erforderte besondere Vorkehrungen, um die Sicherheit des Personals während der Unterhaltsarbeiten zu gewährleisten. Der Stollen ist mit Betriebs- und Feuerwehrfunk ausgestattet, zudem steht dem Unterhaltspersonal ein Funktelefonnetz zur Verfügung. An der Decke des Stollens verläuft ein Fibrolaser zur Branddetektion. Der Brandherd wird auf dem Bildschirm des Leitsystems unter Angabe der Kilometrierung angezeigt und die Fluchtwegbeleuchtung automatisch eingeschaltet. Die Luftqualität im Stollen wird laufend gemessen, bei jedem Schachteinstieg in die Abwasserrohre sind Messgeräte installiert, die das Personal automatisch warnen, wenn Methan aus den Rohren entweicht. Der Datenfluss zwischen den beiden Betriebsleitwarten erfolgt über zwei redundante Datenetze. Das Steuer- und Leitsystem kann sowohl von der Betriebszentrale Glatt als auch vom Klärwerk Werdhölzli aus bedient werden.

Heizungs- und Lüftungsanlagen

Auf beiden Seiten des Abwasserstollens sind grosse Lüftungseinheiten mit drei verschiedenen Leistungsstufen installiert. Eine Grundlüftung sorgt für die laufende Erneuerung der Luft im Stollen und beheizt gleichzeitig über Wärmepumpen die Betriebszentrale Glatt. Die Normallüftung wird zugeschaltet, wenn Personen im Stollen arbeiten; für die Aktivierung der so genannten Sturmlüftung als höchste Stufe ist im Brandfall die Feuerwehr zuständig.



5

Wirbelfallschacht in der Betriebszentrale Glatt. Die durch den Fall des Abwassers in den gut 6 m tiefer gelegenen Überleitungsstollen entstehende Energie wird zur Schonung der Bauteile mit der Verwirbelung vernichtet

Erfahrungen des Generalunternehmers

Die Bauherrschaft liess unabhängig von den Qualitätskontrollen des Generalunternehmers alle zwei Wochen die Qualität am Bau durch ein ausgewiesenes Planer- und Beraterteam erheben. Dadurch stieg zwar der Aufwand, andererseits konnte ein sehr hoher Qualitätsstandard erreicht werden. Der Generalunternehmer beanspruchte zur Umsetzung des projektorientierten Qualitätsmanagements ebenfalls externe Berater, beispielsweise für das Korrosionsschutzkonzept. Hierbei zeigte sich, dass bereits in einem frühen Projektstadium eine umfassende Aufgabenanalyse notwendig ist, um die Abläufe detailliert planen zu können.

Einige Schwierigkeiten verursachte der Plangenehmigungsprozess durch die Bauherrschaft. Laut Werkvertrag hatte die Bauherrschaft, wie bereits erwähnt, Anspruch auf eine Prüffrist von maximal 20 Arbeitstagen. Davon betroffen waren die meisten Ausführungsdokumente, vom Schalungsplan bis hin zu den Elektroschemata. Weil ohne genehmigte Plangrundlagen nicht gebaut werden durfte, musste ein detailliertes Planlieferungsprogramm ausgearbeitet werden. Mit der Plangenehmigung konnte die Bauherrschaft überprüfen, ob das von ihr ausgearbeitete Bauprojekt korrekt und vollständig in ausführungsfähige Dokumente umgesetzt worden war. Dieser Prozess beeinflusste die ausführungstechnischen Abläufe massgeblich. Rückblickend darf gesagt werden, dass die Prüfarbeit einen intensiven Informationsaustausch auslöste, der viel zum Gelingen des Projekts beitrug. Durch die Vertrags- und Projektstruktur war es dem Bauherrn jederzeit möglich, Einblick in den Stand der Realisierung zu nehmen und gegebenenfalls notwendige Änderungen rechtzeitig zu veranlassen.

Als ebenso anspruchsvoll erwies es sich, auf Beststellungsänderungen ohne Zeitverzug zu reagieren. Der enge Zeitplan erlaubte es dem Generalunternehmer nicht, rechtzeitig ein ordentliches Angebot vor Beginn der Ausführungsarbeiten zu unterbreiten. Mit geeigneten Massnahmen war es dennoch möglich, zeitnahe Kosten- und Terminkonsequenzen aufzuzeigen und damit Entscheidungsgrundlagen für die Bauherrschaft bereitzustellen.

Einer der massgeblichen kritischen Erfolgsfaktoren liegt in der nicht zu unterschätzenden Aufgabenanalyse, die dann die Grundlage für die Projektorganisation bildet. Dabei gilt es in jedem Fall zu beachten, dass eine stark arbeitsteilige Struktur hohe Führungskompetenz erfordert. Es ist deshalb sehr wichtig, dass die Projektstellenbesetzung auf der Basis von Anforderungsprofilen vorgenommen wird. Diesem Thema ist hohe Aufmerksamkeit zu schenken, denn der Erfolg ist massgeblich vom Projektmanagement und dem Einbezug aller Beteiligten abhängig. Für den Generalunternehmer bedeutete die erfolgreiche Realisierung dieser bau-, verfahrens- und steuerungstechnisch sehr anspruchsvollen Aufgabe eine signifikante Erhöhung seiner Fachkompetenz, insbesondere im Bereich der Abwasserreinigungsanlagen.