

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115 (1997)  
**Heft:** 33/34

**Artikel:** Das Gesamtvorhaben SAN  
**Autor:** Wiesmann, Jürg / Kiefer, Hansjörg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-79288>

### **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:** 06.02.2025

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

chen werden. Weil beabsichtigt war, den Variantenentscheid möglichst frühzeitig zu fällen, um damit Projektierungskosten einsparen zu können, war im Zeitpunkt des Kostenvergleiches der Projektstand begrifflicherweise noch nicht sehr weit fortgeschritten. Trotzdem war es möglich, verlässliche Zahlen einander gegenüberzustellen. Die Kosten für die Erweiterung der Kläranlage Glatt basieren auf Kosten, die im Rahmen des Projekts «Kläranlagensanierung mittleres Glattal» erhoben worden waren. Die entsprechend angepassten Kosten konnten mit den damals eben in Betrieb genommenen Kläranlagen Klotten-Opfikon und Winterthur verifiziert werden. Die Kosten der Stollenlösung wurden teilweise unter Beizug von Unternehmungen und Lieferfirmen abgeschätzt.

Der Kostenvergleich zeigte, dass bei einer Stollenlösung mit etwas höheren Investitionskosten gerechnet werden muss. Schliesslich sind allerdings aufgrund der höheren Gebrauchsdauer des Stollens die jährlich zu tragenden Finanzkosten etwas kleiner als diejenigen der Kläranlagenerweiterung (Bild 4).

Zugunsten der Überführung des Abwassers zur Kläranlage Werdhölzli spricht bei den Kostenüberlegungen aber vor

allem, dass mit der Aufgabe der Kläranlage Glatt die dort anfallenden hohen Betriebskosten gespart werden können. Die heute bekannten Randbedingungen lassen den Schluss zu, dass mit der Stollenlösung jedes Jahr rund 10 Mio. Franken eingespart werden können. Mit einer Sensibilitätsanalyse wurde belegt, dass diese Lösung auch dann kostengünstiger wäre, wenn sich die Randbedingungen markant anders entwickelten. So konnte gezeigt werden, dass erst, wenn die Erweiterung der Kläranlage Glatt nur noch die Hälfte des geschätzten Betrages kosten würde, die beiden Varianten kostenmässig gleichwertig wären.

Aufgrund der ökologischen und kostenmässigen Entscheidungsunterlagen gab der Gemeinderat bereits am 27. Juni 1990 grünes Licht für die weitere Projektierung der Stollenlösung. Im Vorfeld des Volksentscheids über das 238 Mio. Franken teure Projekt am 10. April 1994 konnte belegt werden, dass sich auch mit den nunmehr detailliert vorliegenden Kosten und den zu diesem Zeitpunkt bekannten Randbedingungen kein nennenswerter Kostenunterschied ergab, so dass die Stollenlösung als ökologisch wie kostenmässig überzeugendes Projekt präsentiert werden konnte.

Jürg Wiesmann und Hansjörg Kiefer, Zürich

## Das Gesamtvorhaben SAN

**Auf der Basis des Konzepts, die sanierungsbedürftige Kläranlage Glatt aufzuheben und das Abwasser aus Zürich-Nord in das Einzugsgebiet der Kläranlage Werdhölzli überzuleiten, ist das Gesamtvorhaben Sanierung der Abwasserverhältnisse Zürich-Nord (SAN) erarbeitet worden. Seit Ende 1994 realisiert die Stadt Zürich nun ihr bisher grösstes Einzelbauvorhaben. Von besonderem Reiz für den Baufachmann ist bei diesem Bauvorhaben die ausgeprägte Kombination von Bauwerken sowohl des Hoch- und Tiefbaus als auch des Untertagebaus.**

Mit der Sanierung der Abwasserverhältnisse Zürich-Nord ist die Glatt von grösseren Schadstoffmengen zu entlasten. Anstelle eines weiteren Ausbaus der Kläranlage Glatt ist aus ökologischen, aber vor

allem aus wirtschaftlichen Gründen, das Abwasser aus Zürich-Nord in einem Stollen zur Kläranlage Werdhölzli, die freie Kapazitäten zur Verfügung stellen kann, überzuleiten. Die Kläranlage Glatt ist bis auf Anlagenteile, die allenfalls für die Regenwasserbehandlung gebraucht werden, ausser Betrieb zu nehmen. Sie ist so lange voll betriebsfähig zu halten, bis die Funktionstüchtigkeit des neuen Konzepts in mindestens sechsmonatigem Dauerbetrieb belegt ist.

Die vom Kanton für den Abfluss der Kläranlage Werdhölzli geforderte Abwasserqualität muss trotz Anschluss des Abwassers aus dem Raum Zürich-Nord garantiert bleiben. Entsprechende Anpassungen sind bei Bedarf im Werdhölzli vor der definitiven Ausserbetriebsetzung der Kläranlage Glatt vorzunehmen. Die Ausserbetriebsetzung der Kläranlage Glatt ermöglicht es, die dort vorhandenen Vorklärbecken mit wenig Aufwand zu Regen-

### Literatur

- [1] Eawag, Abwassertechnische Studie Glattal, Teile I und II, 15. Januar 1979
- [2] Eawag, Untersuchungen und Modellberechnungen zum Zusammenschluss der Kläranlagen Werdhölzli und Glatt der Stadt Zürich, November 1989
- [3] Stadtentwässerung, Anschlussstollen Kläranlage Glatt-Werdhölzli, Machbarkeitsstudie, März 1989
- [4] Basler und Hofmann, Risiko und Sicherheitsvergleich Anschlussstollen Glatt, Juli 1992 und Risiko und Sicherheitsvergleich Teil 2: Vertiefungsstudie, Februar 1993
- [5] Stadtentwässerung, Sanierung der Abwasserverhältnisse Zürich-Nord, Bericht zur Umweltverträglichkeit, Dezember 1993

Adresse der Verfasser:

Jürg Wiesmann, dipl. Bauing. ETH/SIA, und Fritz Conradin, dipl. Bauing. ETH/SIA, Stadtentwässerung, Bändlistr. 108, 8064 Zürich

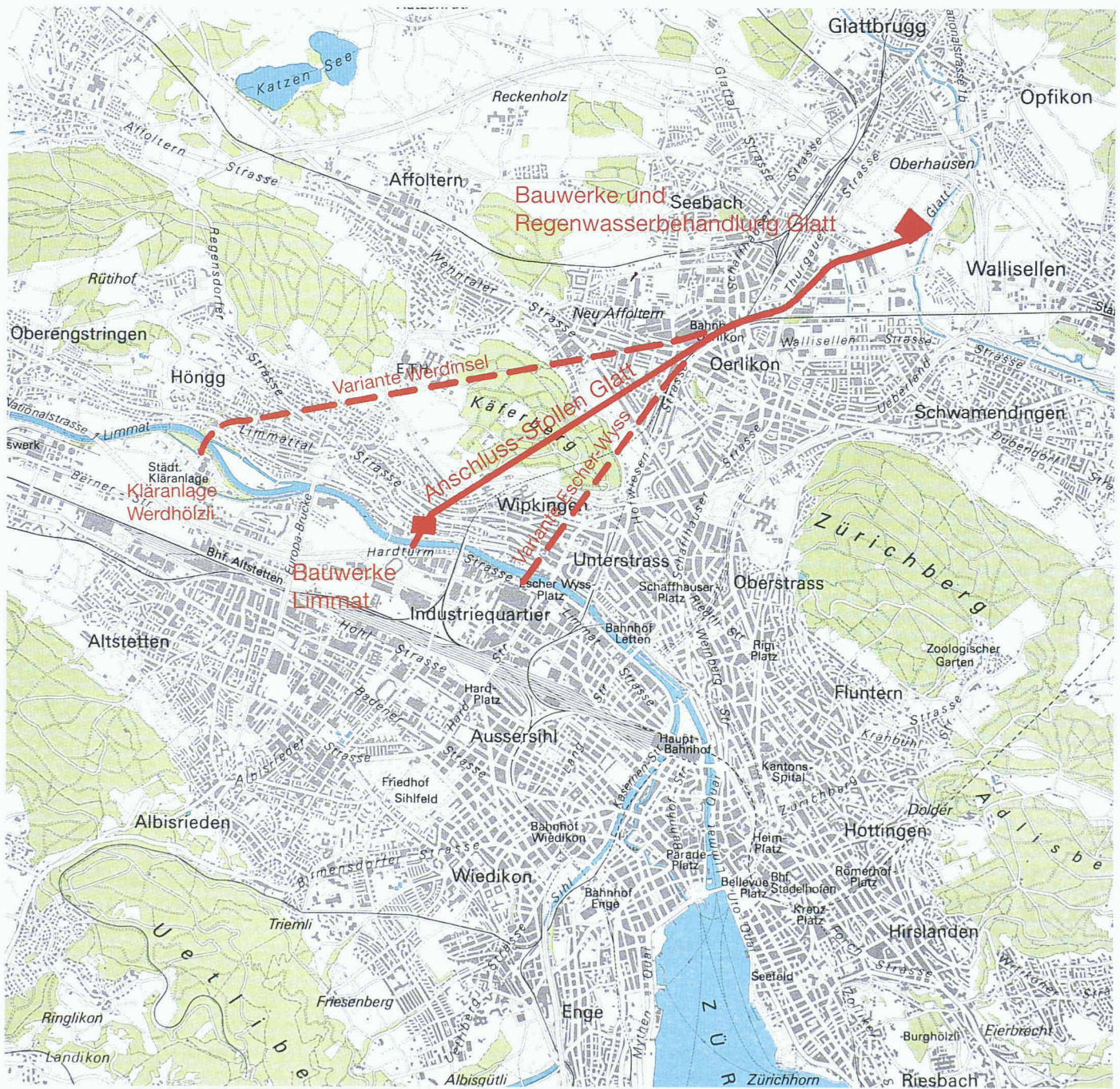
becken umzugestalten und die gesetzlichen Vorschriften betreffend der Regenwasserbehandlung im Einzugsgebiet Zürich-Nord zu erfüllen.

Die Sanierungsarbeiten haben unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit nach dem neuesten Stand der Technik zu erfolgen. Die neugeschaffenen oder mitbenutzten Anlagen sollen wenig störungsanfällig sein und einen möglichst immissionsarmen und wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten. Auch ist auf einen geringen Energieverbrauch zu achten. Die notwendigen Bauwerke auf dem Areal der heutigen Kläranlage Glatt sollen im Normalfall vom Werdhölzli aus überwacht werden.

### Gesetzliche Vorgaben, Randbedingungen und Umweltverträglichkeit

Für den Abfluss der Kläranlage Werdhölzli gelten die nachfolgenden, maximalen Grenzwerte:

- Durchsichtigkeit mind. 0,5 m
- total ungelöste Stoffe (SS) 5,0 mg/l
- absetzbare Stoffe 0,1 ml/l
- biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB5) 10,0 mg/l



1  
 Situation mit geprüften (strichliert) und definitiver (ausgezogen) Stollenvarianten. Bewilligung des Vermessungsamts der Stadt Zürich vom 2.6.1997

- gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 10,0 mg/l
- Ammonium (NH<sub>4</sub>-N) 2,0 mg/l
- Gesamtphosphor (P<sub>ges</sub>) 0,8 mg/l

Die Abwassermenge, die über den Stollen ins Einzugsgebiet der Kläranlage Werdhölzli geleitet werden muss, entspricht dem Wasseranfall von rund 165 000 Einwohnergleichwerten. Diese Zahl ergab sich nach einer Studie über die erwartete Überbauungsentwicklung im Einzugsgebiet in den nächsten 70 Jahren, wobei zwei Vollarbeitsplätze als ein Einwohnergleichwert angenommen wurden. Da ein Rück-

halt der Wassermenge auf dem Gelände der Kläranlage Glatt nur für kurze Zeit möglich ist, wird ein unterbrochener Abwasserabfluss gefordert. Die Beschaffenheit des mit dem Stollen durchfahrenen Bodens ist durch viele bereits vorhandene Aufschlüsse und weitere spezifische Untersuchungen im Rahmen des Projekts sehr gut bekannt (Artikel auf Seite 23 ff.).

Von Anfang an wurde darauf geachtet, dass das Projekt keine nachteiligen Folgen für die Umwelt mit sich bringt [2]. Neben der Einhaltung der entsprechenden Gesetzgebung waren die Projektverfasser

stets angehalten, umweltverträglichen Lösungen hohe Priorität einzuräumen.

#### Elemente des Gesamtvorhabens

Das Gesamtprojekt ist in folgende Projekte unterteilt:

- Bauwerke auf dem Areal der Kläranlage Glatt
- Anschluss-Stollen Glatt
- Bauwerke Limmat
- Anpassung Kläranlage Werdhölzli infolge Anschluss der Kläranlage Glatt

Das Projekt Regenwasserbehandlung Glatt (RBG) ist in einer separaten Volksabstimmung bewilligt worden; infolge der engen Zusammenhänge mit SAN wird es im folgenden als integrierender Bestandteil des Gesamtvorhabens behandelt.

### Bauwerke Kläranlage Glatt

Der maximale Zufluss zur Kläranlage Glatt beträgt rund  $16,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Davon können maximal  $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$  über beide Abwasserleitungen im Stollen zur Kläranlage Werdhölzli geleitet werden. Ein Teil des bei Regenwetter zufließenden Mischwassers kann in den Regenbecken aufgefangen werden, der Rest gelangt über Hochwasserentlastungen in die Glatt. Der prognostizierte Trockenwetterabfluss beträgt im Jahr 2070 knapp  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Das in den Regenbecken aufgefangene Wasser wird später über beide Abwasserleitungen zur Kläranlage Werdhölzli geleitet. Die Gesamtdisposition weist im wesentlichen folgende Merkmale auf:

Im Normalbetrieb - d.h. bis zu einer Zuflussmenge von  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (doppelter Trockenwetterabfluss) - wird das Abwasser vom Zulaufkanal über einen Steinfang und Grobrechen geführt und dann aufgrund des Höhenunterschieds zwischen Zulauf und Stollen in einen Fallschacht und von hier in den Anschluss-Stollen Glatt geleitet.

Bei starken Regenfällen entsteht durch die Begrenzung der Abflussmenge ein Rückstau im Zulaufkanal. Sobald der Wasserspiegel eine bestimmte Kote erreicht, überläuft das Wasser in den zu den Regenbecken führenden Kanal und füllt die vier umgestalteten Vorklärbecken, die ein Gesamtvolumen von  $6400 \text{ m}^3$  aufweisen, sukzessive auf. Diese Regenbecken werden wegen allfälliger Geruchsemissionen mit einer leichten Dachkonstruktion überdeckt. Die Reinigung der Becken geschieht - entsprechend dem im Regenbecken Werdinsel bewährten System - über Spülkästen.

Die zwei Sicherheitsbecken (Auffangbecken für explosionsgefährliches Abwasser) weisen ein Speichervolumen von  $3200 \text{ m}^3$  auf, was im Normalfall bei Trockenwetter dem Zufluss während rund anderthalb Stunden entspricht. Im Falle einer Kontamination des zufließenden Abwassers bzw. bei Eingang einer Havariemeldung wird durch die ständig betriebene Kontrollanlage ein Alarm ausgelöst, mittels automatisch gesteuerten Schiebern der Zufluss zum Stollen gesperrt und derjenige zu den Sicherheitsbecken geöffnet. Die Sicherheitsbecken sind wegen Explosionsgefahr nicht überdeckt.

Neben den vorerwähnten Anlagen zur Ableitung bzw. Zwischenspeicherung

des Abwassers bilden die Betriebszentrale für den Anschluss-Stollen Glatt sowie das angebaute Rechengebäude zentrale Elemente der Bauwerke auf dem Areal der Kläranlage Glatt. In der Betriebszentrale sind der Umschlagplatz für die Wartungs- und Unterhaltsarbeiten des Stollens mit den zugehörigen Lagerräumen, die Lüftungszentrale für den Stollen, die Elektroräume (Trafo, Notstrom, Mittel- und Hochspannungsverteilung), die Zentralen für Wasseraufbereitung und eventuelle Wärmerückgewinnung sowie Räume für Überwachungseinrichtungen und für das Personal untergebracht. Für letzteres besteht allerdings nur ein sehr bescheidener Raumbedarf, da im Normalfall die gesamte Überwachung des Betriebs von der Zentrale in der Kläranlage Werdhölzli aus erfolgt.

Dem oberirdischen Teil der Betriebszentrale direkt anschliessend ist die eingeschossige Halle über der Rechenanlage angeordnet. Der Rechen wird eingehaust, um Geruchsemissionen in der Umgebung - das freiwerdende Gebiet der Kläranlage Glatt soll später anderweitig genutzt werden können - zu vermeiden.

### Anschluss-Stollen Glatt

Im Anschluss-Stollen Glatt wird das Abwasser wegen der Kanalgasbildung in zwei geschlossenen Rohren geführt (siehe Artikel auf Seite 4 ff.). Für die Wartung des Stollens (Reinigung und Unterhalt), den Ersatz von Leitungen sowie für eine allfällige Evakuierung von Personal in einem Unglücksfall sind die erforderlichen Vorkehrungen eingeplant; so ist aufgrund der beschränkten Zugänglichkeit (nur von den beiden Endschächten her) und der langen Transportwege vor allem eine geeignete Transportmöglichkeit erforderlich. Grosse Bedeutung kommt der Materialwahl für die technische Ausrüstung zu, wobei insbesondere die Korrosionsbeständigkeit der Einrichtungen zu beachten ist.

Der rund  $5,3 \text{ km}$  lange Anschluss-Stollen beginnt bei der heutigen Kläranlage Glatt, führt über den für die Dauer der Bauzeit provisorisch zu erstellenden Zwischenangriffsschacht bei Bahnhof Oerlikon und endet im Raum Limmat (Bild 1). Der Stollen weist einen Minimaldurchmesser von  $4,5 \text{ m}$  und auf der ganzen Länge ein Gefälle von etwa  $2\text{‰}$  auf. Die Abwasserrohre werden als Freispiegelleitungen mit einem Innendurchmesser von  $1,1 \text{ m}$  ausgebildet.

Die technischen Ausrüstungen und Installationen im Stollen umfassen neben dem Längstransportmittel noch diverse weitere, für die Sicherheit sowie für Reinigung und Unterhalt unerlässliche Einrichtungen (Elektro-, Sanitär- und Lüftungs-

anlagen). Die gesamte Ver- und Entsorgung des Stollens (Elektrisch, Lüftung, Wasser) erfolgt von der Seite Glatt aus. Das ebenfalls zu installierende Leitsystem ist eine Automatisierungseinrichtung und dient der Datenübertragung von Funktion und Überwachung der Anlagen. Die Anlagen können von der Hauptschaltwarte in der Kläranlage Werdhölzli sowie von der Unterschaltwarte in der Betriebszentrale Glatt bedient werden.

Zur Raumlüftung im Stollen wird im Rechengebäude (Betriebszentrale Glatt) eine zentrale Abluftanlage installiert. Die nachströmende Aussenluft wird beim Stollenzugang Limmat angesaugt. Dieses Lüftungssystem kann auch für den Notfall (Brand o.ä.) mit maximalem Absaugen bzw. Ausblasen verwendet werden.

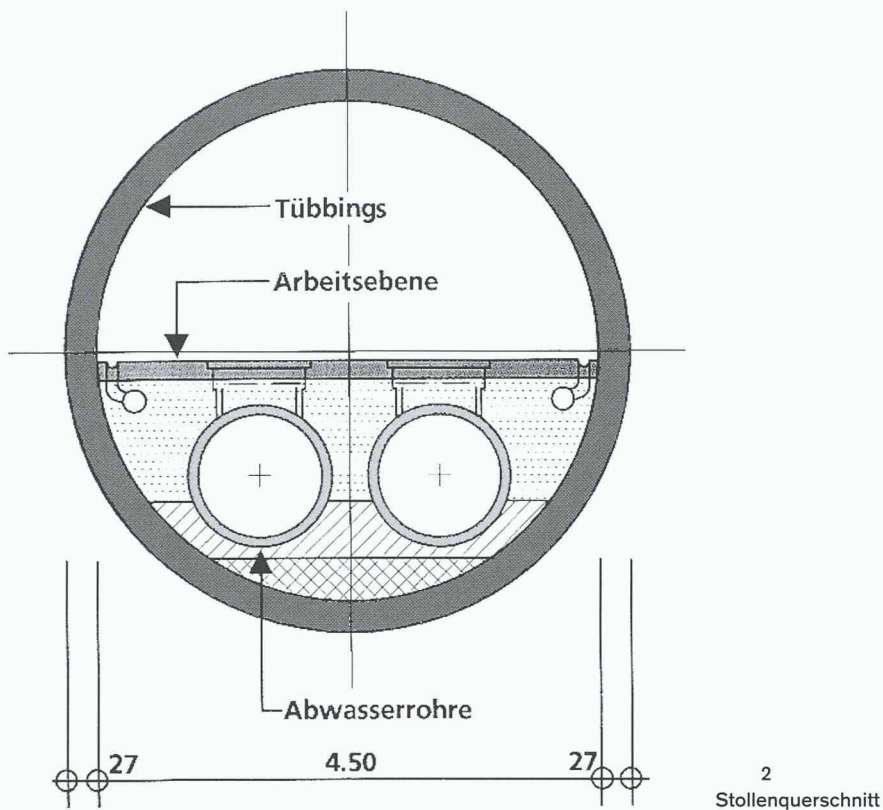
Da der Stollen durch zwei grundsätzlich verschiedene geologische Bereiche verläuft (siehe Artikel auf Seite 23 ff.) - er durchquert eine Molasse- und eine Lockergesteinsstrecke - erfolgt die Bauausführung nicht überall in der gleichen Art und Weise (siehe Artikel auf Seite 28 ff.).

In der Felsstrecke durchquert der Stollen, ausgehend vom Zwischenangriffsschacht beim Bahnhof Oerlikon (Kaverne) auf der ganzen Länge bis zum Düker den Molassefelsen. Der Vortrieb in der Molasse stellte keine aussergewöhnlichen Probleme und konnte mit gängigen und erprobten Baumethoden (Tunnelbohrmaschine) erfolgen.

In den schwierigen geologischen Verhältnissen der Lockergesteinsstrecke ist nur ein Schildvortrieb denkbar. Dieser bietet im wenig standfesten Baugrund einen Schutz vor eindringendem Grundwasser und vor Bodeneinbrüchen.

Der Stollen führt über den Bahnhof Oerlikon, damit die Materialtransporte im Sinn des Umweltschutzes wo immer möglich mit der Bahn erfolgen können. Der Stollen wurde bzw. wird nach Abteufen des provisorischen Zwischenangriffsschachts von dort aus in beiden Richtungen aufgeföhren; das Rechengebäude und die Betriebszentrale Glatt sowie der Stollenzugang Limmat werden als reine Endschächte ausgebildet. Gemäss den Vorgaben der SBB muss der Zwischenangriffsschacht nach Fertigstellung des Stollens wieder abgebrochen und aufgefüllt werden.

Sobald der Stollenrohnbau vollendet ist, kann mit dem Innenausbau begonnen werden. In einem ersten Arbeitsgang wird die untere Querschnittshälfte des Stollens, bestehend aus den Abwasser führenden Rohren, deren Umhüllung und der abschliessenden befahrbaren Arbeitsebene, ausgebaut. Sie steht danach für alle weiteren Montagearbeiten zur Verfügung (Bild 2).



In der nächsten Montagephase wird die Arbeitsebene komplettiert, so dass in der Folge alle übrigen Sanitär-, Elektro- und Lüftungsinstallationen eingebaut werden können.

#### Bauwerke Limmat

An den Stollenzugang Limmat schliesst das rund 145 m lange Dükerbauwerk an, in dem die Abwasserleitungen in drei Druckrohren unter der Limmat hindurchgeführt werden. Schliesslich wird das Abwasser dem in der Hardturmstrasse verlaufenden, bestehenden Zulaufkanal zur Kläranlage Werdhölzli zugeführt.

Der Abschnitt Düker umfasst den Einlaufschacht, die Einlauframpe, den Unterhaltsschacht mit dem Pumpensumpf, das Druckrohr, die Auslauframpe sowie den Auslaufschacht.

Der Einlaufschacht erfüllt drei Funktionen: Er dient als Zusammenschluss der zwei Abwasserrohre im Stollen, als Verteiler des Abwassers in die drei Dükerrohre sowie als Notüberlauf in die Limmat. Im weiteren wird die Kanalisation der Strasse «Am Wasser» an den Einlaufschacht angeschlossen, in dem auch die Absperrschieber zur Trockenlegung der Dükerrohre im Revisionsfall untergebracht sind.

Der Auslaufschacht des Dükers liegt im Weg zwischen den Bernoulli-Häusern und dem Schoeller-Hardturm-Areal sowie in der Ecke eines zur Bernoulli-Siedlung gehörenden Grundstücks. An den Auslaufschacht des Dükers schliesst ein Freispiegelkanal (Dimension 1800/1600 mm)

an, der das Abwasser schliesslich zu den Kanälen in der Hardturmstrasse leitet.

Der Bau des Dükers ist in vier Etappen mit offenen Baugruben in der Limmat geplant. Die Hochwassersicherheit ist immer gewährleistet, und mit temporären Kolkenschutzmassnahmen wird ein zusätzlicher Geschiebetrieb (Erosionen an der Flusssohle und am Ufer) vermieden.

In der Hardturmstrasse sind heute zwei Abwasserkanäle vorhanden, die genügend gross sind, um auch bei normalen Regenereignissen die zusätzliche Abwassermenge aus Zürich-Nord aufzunehmen. Zudem sind sie mit einer Hochwasserüberlastung am Regenbecken Werdinsel angeschlossen. In Ausnahmefällen, bei sehr starken Regenereignissen im ursprünglichen Einzugsgebiet der Kanäle, muss die Zuflussmenge aus Zürich-Nord auf  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  beschränkt bleiben.

#### Anpassung Kläranlage Werdhölzli

Nach Fertigstellung des Anschluss-Stollens Glatt wird aus Kostengründen zunächst im Betrieb überprüft, ob die Kläranlage Werdhölzli mit den bestehenden Anlagen (ohne Teilstufe) auch mit dem zusätzlichen Abwasser alle Bedingungen für einen sicheren Betrieb erfüllt. Sollten die Bedingungen nicht erfüllt werden können, muss weiteres Beckenvolumen - solches ist gemäss theoretischen Abschätzungen nicht auszuschliessen - zur Verfügung gestellt werden. Dafür müsste die heute ausser Betrieb stehende Teilstufe reaktiviert werden.

Die Baumassnahmen beschränken sich auf Umbauten und Sanierungen an der bestehenden Bausubstanz und auf Anpassungen sowie auf apparative und elektromechanische Neuausrüstungen. Ob das Projekt allerdings je zur Ausführung gelangt, ist auch aus einem anderen Grund noch ungewiss. Gemäss einer Auflage des Kantons soll in der Kläranlage Werdhölzli in Zukunft nämlich zusätzlich eine Denitrifikationsstufe installiert werden. Deshalb wurde der Projektierungsaufwand vorerst klein gehalten, um unnötige Kosten zu vermeiden.

#### Betriebs-, Instandhaltungs- und Sicherheitskonzept

Das Gesamtvorhaben SAN soll den Zielsetzungen der Stadtentwässerung für den Betrieb und die Instandhaltung ihrer Anlagen und Einrichtungen entsprechen, z.B. lange Lebensdauer, Wirtschaftlichkeit und uneingeschränkte Funktionserfüllung über die gesamte Lebensdauer.

Die Betriebsaufgaben der neuen Abwasseranlagen (Überwachung, Reinigungs- und Unterhaltsarbeiten) können mit der bestehenden Organisation der Stadtentwässerung ohne Mitarbeiteraufstockung bewältigt werden. Der Personalbestand wird wegen der Ausserbetriebnahme der Kläranlage Glatt sogar schrittweise um rund fünf Stellen abgebaut werden können.

Die geplante Instandhaltung wird gemäss den Vorgaben von Unternehmungen und Lieferanten erfolgen. Diese Vorgaben werden dann - ergänzt durch die Erfahrungen der Stadtentwässerung - zu Arbeits- und Terminplänen sowie zu Checklisten verdichtet.

Die ungeplante Instandhaltung ist auch ausserhalb der Normalarbeitszeit durch den bei der Stadtentwässerung installierten Pikettdienst gewährleistet.

Der Instandhaltungsaufwand kann dank der vorgeschlagenen Lösung als niedrig betrachtet werden. Angesichts der geplanten hohen Lebensdauer des Stollens (in der Grössenordnung von 100 Jahren) ist allerdings mit mehreren grösseren Revisionen zu rechnen, was mit der eingeplannten Anlagenredundanz während des laufenden Betriebs möglich sein wird. Die Instandhaltung soll aus fachlichen sowie aus finanziellen Gründen soweit als möglich den Anlagenerstellern und Einrichtungslieferanten übertragen werden.

Für die Sicherheit sind neben gesetzlichen Vorschriften und Erfahrungen des Betriebs auch organisatorische Massnahmen, Arbeitsvorschriften und Hilfsmittel geplant, damit gewährleistet ist, dass die

Personen-, Anlagen- und Umweltgefährdung auf nicht eliminierbare Restrisiken reduziert werden. Um Personen- und Sachgefährdung zu vermeiden, werden z.B. die wichtigsten Anlagenteile bei Netzausfall über ein Notstromnetz versorgt. Kommunikationsmöglichkeiten bestehen dank Telefon und einer Personensuchanlage. Zum Schutz des Betriebspersonals und der Einrichtungen sind auch Brand-, Gas-, Leckwasser- und Alarmsignalisationen vorgesehen.

### Ablauf der Realisierung

Mit der positiv verlaufenen Volksabstimmung vom 10. April 1994 und der Projektgenehmigung durch den Regierungsrat vom 26. Oktober 1994 waren die Voraussetzungen für den Übergang von der Projektierungs- zur Ausführungsphase geschaffen. Die Bauarbeiten wurden am 6. Dezember 1994 aufgenommen.

Eine erste Bauphase umfasst den Stollenrohbau der Fels- und Lockergesteinsstrecke, die Provisorien auf dem Areal der Kläranlage Glatt, die Baugruben für die Stollenzugänge Glatt und Limmat sowie die Gebäudehülle des Stollenzugangs Limmat. Sie wird gegen Ende des Jahres 1997 abgeschlossen sein. Noch in diesem Jahr ist der Baubeginn für den Düker und den anschliessenden Freispiegelkanal geplant. 1998 beginnen die Bauarbeiten für die Bauwerke Glatt (exkl. Provisorien), den Ausbau der unteren Querschnittshälfte des Stollens, die restlichen Rohbau- und die Ausbauarbeiten für den Stollenzugang Limmat und den Anschluss an die Hauptschaltwarte. Die Ausführung der Ausbauarbeiten für die obere Querschnittshälfte des Stollens und der Abschluss der 1998 begonnenen Arbeiten werden das Jahr 1999 in Anspruch nehmen. Die Inbetriebsetzungsphase wird im Jahr 2000 stattfinden.

Nach erfolgreichem Abschluss des sechsmonatigen Probetriebs kann mit den Bauarbeiten für die Regenwasserbehandlung Glatt begonnen werden.

### Kosten

#### Subventionen, Beiträge Gemeinden

Die Sanierung der Abwasserhältnisse Zürich-Nord wird vom Kanton Zürich mit 10%, vom Bund mit 13,5% sub-

ventioniert. Für die Regenwasserbehandlung sind nur vom Kanton Subventionen gesprochen worden, und zwar in der Höhe von 5%.

An die heutige Kläranlage Glatt sind auch Gebiete aus Wallisellen und Opfikon sowie einzelne Häuser aus Rümlang abwassertechnisch angeschlossen.

Aus den seinerzeitigen Verhandlungen über die Abwasseranschlussverträge mit den beteiligten Gemeinden und aus den Ermittlungen eines neutralen Ingenieurbüros ergab sich ein Kostenteiler für die Investitionskosten, der sowohl den heutigen Überbauungszustand als auch denjenigen in 20 bzw. 50 Jahren berücksichtigt.

Die Aussengemeinden beteiligen sich mit rund einem Fünftel an den Gesamtkosten.

#### Investitionskosten

Die Investitionskosten des Gesamtvorhabens, mit Preisstand 1.4.1993, teilen sich wie folgt nach Projekten auf (in Millionen Franken):

	SAN	RBG
Allgemeines, Gesamtanlage	17,6	
Bauwerke Glatt	35,2	
Anschluss-Stollen Glatt inkl. Bauwerke Limmat	173,3	
Anpassung Kläranlage Werdhölzli infolge Anschluss der Kläranlage Glatt	11,9	
Regenwasserbehandlung Glatt		15,0
Total	238,0	15,0

#### Finanzierung (Abwassergebühren)

Die Auswirkungen des Gesamtvorhabens auf die Abwassergebühren wurden bereits mit dem Projekt dem Gemeinderat vorgelegt. Dieser genehmigte eine notwendige Anpassung der Gebühren (vorbehältlich des Ausgangs der damals noch ausstehenden Volksabstimmung). Die Erhöhung beträgt rund 8% auf der vorherigen Gesamtgebühr.

Die Gebührenerhöhung beschränkte sich auf die Schmutzwasserkomponenten. Die Netto-Investitionskosten für das Projekt Regenwasserbehandlung Glatt haben keinen Einfluss auf die Gebühren, da die entstehenden Mehrbelastungen mit den für die Sanierung des Kanalnetzes vorgesehenen Mitteln abgefangen werden können.

Die aus dem Projekt resultierende Gebührenerhöhung von weniger als 10% konnte klein gehalten werden, weil mit ausserordentlichen Abschreibungen wäh-

#### Jahreskosten

Die Jahreskosten für das Überführungsprojekt, berechnet bzw. geschätzt als Jahresdurchschnittswerte auf Kostenbasis 1993, stellen sich wie folgt dar (in Mio. Franken):

Personalaufwand der STE (ohne Instandhaltung)	0,6
Sachkosten für die Abwasserüberleitung (Chemikalien, Energie usw.)	0,5
Instandhaltungskosten (Obergrenze)	3,2
Zusätzliche variable Kosten für Abwasserreinigung und Schlammbehandlung der Kläranlage Werdhölzli	3,3
Kalkulatorische Abschreibungen und Zinsen	16,6
Dabei wurde ein Zinssatz von 6% eingesetzt und von folgenden Lebensdauern ausgegangen:	
Stollenhülle und die beiden darinliegenden Kanäle	80 Jahre
Hoch- und Tiefbauten Bauwerke Glatt und Limmat	30 Jahre
Installationen	30 Jahre
Elektromechanische Einrichtungen	15 Jahre
Total Jahreskosten	24,2

rend vier Jahren ab 1996 im Sinne einer Vorfinanzierung die Anfangsbelastung aus Abschreibungen und Zinsen in den ersten Betriebsjahren deutlich reduziert wird. Der Arbeitspreis erhöhte sich von Fr. 2.05 um 20 Rappen auf Fr. 2.25 pro m<sup>3</sup> geliefertes Trinkwasser, die Grundgebühr von Fr. 45.75 um Fr. 4.25 auf Fr. 50.— pro m<sup>3</sup>/h der Nenngrösse des Wasserzählers.

Adresse der Verfasser:

Jürg Wiesmann, dipl. Bauing. ETH/SIA, und Hansjörg Kiefer, dipl. Ing. FH, Stadtentwässerung, Bändlistr. 108, 8064 Zürich