Hydrogeologische und geotechnische Verhältnisse

Autor(en): **Aeberli, Ulrich / Mützenberg, Stefan**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **115 (1997)**

Heft 33/34

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-79290

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ulrich Aeberli und Stefan Mützenberg, Zürich

Hydrogeologische und geotechnische Verhältnisse

Im Abschnitt Glattal werden geotechnisch schwierige Lockergesteine durchfahren. Die Sondierungen haben gezeigt, dass auf dem Stollenniveau nicht nur feinkörnige Seeablagerungen, sondern auch eine Schwelle aus Molassegesteinen und lokal kompliziert verzahnte Moränen-, Kies- und Sandschichten zu erwarten sind. Dabei liegt das Druckniveau des Grundwassers teilweise über der Geländeoberfläche. Der Stollenvortrieb durch den Käferberg ist zwar der «härtere» geologische Abschnitt, er erfolgt aber in bereits von anderen Stollen gut bekannten und geotechnisch unproblematischen Gesteinen der Molasse.

Nordwestlich der Stadt Zürich besteht der Felsuntergrund aus einer Wechsellagerung von Sandsteinbänken und Mergelschichten der Oberen Süsswassermolasse, deren Ablagerungsalter gut 15 Millionen Jahre beträgt. Die Schichten liegen fast horizontal und fallen nur leicht gegen SSE ein.

Das Relief der Molasseoberfläche wurde durch die Gletschererosion während der Eiszeiten geformt. Vom Käferberg fällt die Molasseoberfläche nach Süden zum Felstrog des Limmat- und gegen Nordosten zum Felstrog des Glatttals ab. Über der Felsoberfläche liegt verbreitet eine würmeiszeitliche Moränendecke sehr unterschiedlicher Mächtigkeit. Darüber folgen im Limmat- und Glattal, als glaziale und postglaziale Füllung der Felströge, feinkörnige Seeablagerungen in grosser Mächtigkeit. Im Limmattal werden die Seeablagerungen vom Limmattalschotter überdeckt, dessen Mächtigkeit vom Talrand zur Talmitte zunimmt. Im Glattal sind über den Seeablagerungen nur geringmächtige Schottervorkommen bei Oerlikon und lokale, rinnenförmige Kiesvorkommen aus verschwemmtem Moränenmaterial bekannt. Den Abschluss des Bodenprofils bilden Verlandungssedimente in den flachen Talebenen und weit verbreitete künstliche Auffüllungen, Umlagerungen und Einbauten im städtischen Gebiet.

Die feinkörnigen Seeablagerungen sind generell schlecht durchlässig. Das darin enthaltene Grundwasser ist nicht nutzbar. Im Glattal sind siltig-sandige Schichten mit leicht grösserer Durchlässigkeit durch eine tonig-siltige Schichtabfolge mit sehr kleiner Durchlässigkeit unterteilt. Dadurch weist das Grundwasser im Glattal einen Stockwerkbau auf, wobei das Wasser des unteren Stockwerks meist artesisch gespannt ist. Die Wasserspiegellage im oberen Stockwerk wird von Drainagen und Kanälen beeinflusst, deren Vorflut die Glatt bildet. Nutzbares Grundwasser ist nur im Limmattal-Schotter und in geringmächtigen, oberflächennahen Schottern bei Oerlikon vorhanden.

Der Schacht Glatt und der Nordostteil des Anschluss-Stollens Glatt bis Oerlikon liegen in den Lockergesteinen des Glattaltrogs. Der Südwestteil des Stollens durchquert die Molasse des Käferbergs. Das Dükerbauwerk für die Limmatquerung liegt am Hangfuss in Molasse und Moräne, im Flussbereich in Seeablagerungen und Limmattal-Schotter.

Molassestrecke zwischen Oerlikon und Limmat

Auf der rund 2900 m langen Strecke zwischen Oerlikon und der Limmat unterquert der Stollen den Käferberg in den Schichten der Oberen Süsswassermolasse mit einer maximalen Überlagerung von 150 m (Bild 1).

Eine geologische Voruntersuchung wurde nur in den Randbereichen zur Abtastung der Molasseoberfläche durchgeführt. Zur geotechnischen Beurteilung der Molasse wurden Erfahrungs- bzw. Vergleichswerte herangezogen, die insbesondere aus dem Wasserstollen Hardhof-Strickhof stammen. Dieser Wasserstollen wird vom Anschluss-Stollen in einem vertikalen Abstand von nur rund drei Metern unterquert.

Gesteine und Schichtlagerung

Die Obere Süsswassermolasse besteht aus einer Wechsellagerung von Sandsteinbänken und Mergellagen. Anteilsmässig überwiegen die Mergel.

Die Schichten liegen flach und fallen mit nur 1-2° nach SSE ein. Dies entspricht ihrer Lage im Nordschenkel der sogenannten «Üetliberg-Schauenberg-Mulde», einer flachen Synklinalstruktur. Die Streichrichtung der Schichten bildet mit der Axe des Anschluss-Stollens einen Winkel von lediglich 10°. Diese fast schichtparallele Streckenführung und das kleine Gefälle des Stollens von 2‰ bringen es mit sich, dass der Stollen zwischen Oerlikon und der Limmat ein Schichtpaket von nur etwa 15 m Mächtigkeit durchfährt. Dabei liegt der Stollen an der Limmat in stratigraphisch höheren, in Oerlikon in stratigraphisch tieferen Schichten.

Innerhalb der Oberen Süsswassermolasse treten dünne Bentonit-Horizonte auf. In einer Sondierbohrung beim Bahnhof Oerlikon wurde ein solcher Horizont auf der Kote 422 m ü.M. angetroffen. Es handelt sich dabei um den sogenannten «Urdorfer» Bentonit-Horizont. An der Limmat liegt er nur knapp über dem Stollenfirst. Der Anschluss-Stollen Glatt liegt damit auf der ganzen Länge noch unterhalb dieses Horizonts.

Verwitterung der Gesteine und Wasserführung

Der Stollen verläuft zur Hauptsache in unverwittertem Gestein. Darin war die Wasserführung so gering, dass keine Wasseraustritte zu beobachten waren.

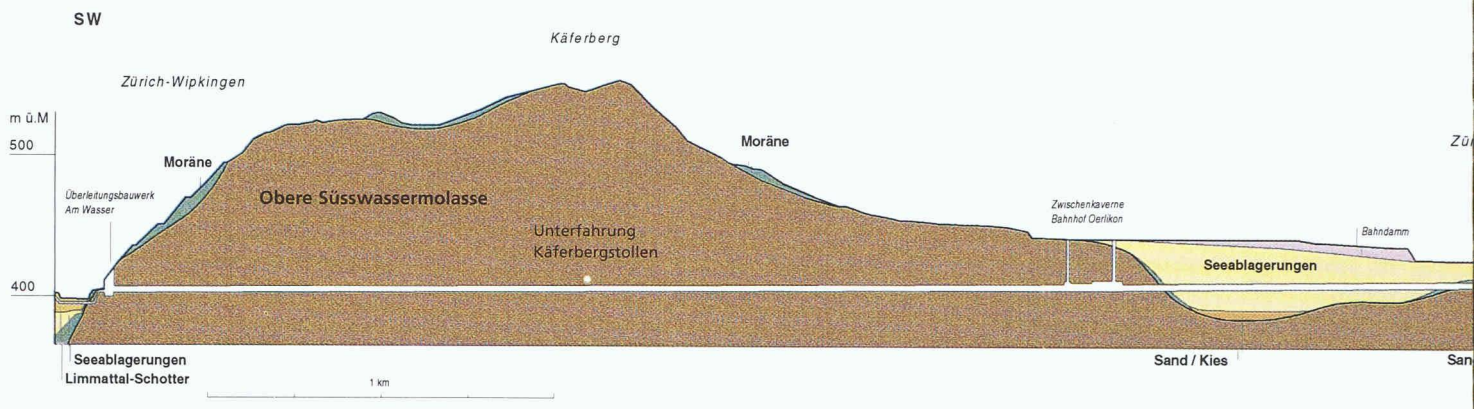
Nur im Portalbereich an der Limmat traten verwitterte Gesteine auf. In den Kernbohrungen waren die Mergel überwiegend weich und bröcklig. Die Sandsteine waren vielfach mürb, entfestigt, und es traten auch offene Klüfte auf. In diesem Bereich war im Stollen auch ein mässiger Wasserzutritt festzustellen.

Diese eher ungewöhnlich starken Verwitterungserscheinungen im Portalbereich Limmat lassen sich mit den Verhältnissen im Portalbereich des Wasserstollens Hardhof-Strickhof vergleichen, der etwa einen Kilometer weiter westlich ebenfalls am Hangfuss liegt. Auch dort konnten offene Klüfte mit verstärkter Wasserführung beobachtet werden. Ob es sich um die gleiche tektonische Störungszone (Bruchzone) in der Molasse handelt, oder ob es sich in beiden Fällen um eine oberflächennahe glazialtektonische Erscheinung handelt, kann nicht entschieden werden.

Erfahrungen beim Bau

Geologisch bedingte Probleme traten in der Molassestrecke keine auf, auch nicht bei der Unterfahrung des bestehenden Wasserstollens und in der Verwitterungszone im Portalbereich Limmat. Nur der Wasserandrang erforderte hier zusätzliche Dichtungsmassnahmen.

Bei der gewählten Baumethode (Tübbingausbau) konnte der Fels im Normalbetrieb nicht eingesehen werden. Eine geologische Aufnahme des Stollens war nicht möglich, und es wurde zum vornherein auf eine entsprechende Bauwerksdokumentation verzichtet.



1
Geologisches Längenprofil (vierfach überhöht)

Lockergesteinsstrecke zwischen Oerlikon und Glatt

In der rund 2400 m langen Strecke zwischen Oerlikon und dem Endschacht bei der Kläranlage Glatt liegt der Anschluss-Stollen zur Hauptsache in der Lockergesteinsfüllung des Glattaltrogs mit hochliegendem Grundwasserspiegel. Für die geologische Erkundung wurden, neben der Auswertung vorhandener Daten, insgesamt 23 Kernbohrungen sowie Untersuchungen im Erdbaulabor an gestörten und ungestörten Bodenproben ausgeführt. Die Schwankungen des Wasserspiegels wurden in Piezometerrohren und Porenwasserdruckmessern während rund drei Jahren gemessen.

Gliederung des Glattaltrogs

In diesem Talabschnitt ist der glaziale Felstrog des Glattals durch eine Felsschwelle, die nicht ganz bis zur Terrainoberfläche ansteigt, in einen südlichen und einen nördlichen Teiltrog zweigeteilt (Bild 2). Der Tiefgang des südlichen Teiltrogs beträgt rund 60 m (Kote 380 m). Der grösste Tiefgang des nördlichen Trogs wurde nicht erfasst.

Die Molasseschwelle liegt im Bereich Hagenholzstrasse und erreicht die Kote 410 m ü.M. Sie ragt damit bis etwa zur Hälfte ins Stollenprofil. Da die Schwelle flach ausgebildet ist, ist auf einer Länge von 150 m innerhalb des Stollenprofils Molasse zu erwarten.

Gliederung der Lockergesteine der Trogfüllung

Moräne

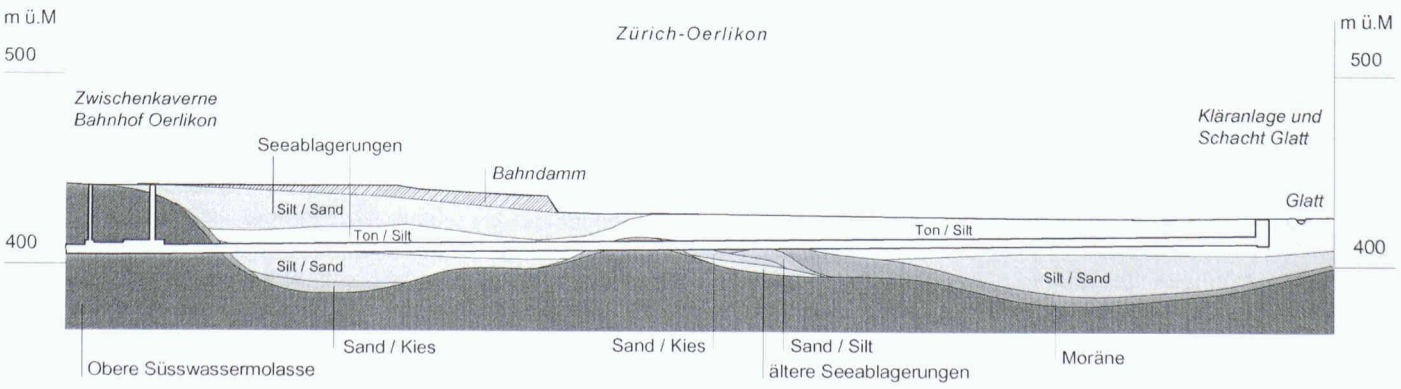
Wo Moräne vorhanden ist, liegt diese meist direkt auf der Molasse. Im südlichen Teiltrog fehlt sie teilweise. Der Anschluss-Stollen durchfährt sie am Rand des südlichen Teiltrogs in Oerlikon und im Bereich der Molasseschwelle an der Hagenholzstrasse (Bild 2). Charakteristisch für die Kornverteilung des Moränenmaterials ist das Auftreten aller Korngrössen. Knapp die Hälfte des Materials ist feinkörnig (überwiegend Silt), die andere Hälfte besteht in etwas wechselnden Anteilen aus Sand und Kies. Darin eingelagert sind Steine, häufig mit Durchmesser bis rund 20 cm. Nur vereinzelt wurden Blöcke von 0,2–0,7 m erbohrt, grössere Findlinge jedoch nicht. Das Auftreten von Findlingen ist allerdings nicht vollständig auszuschliessen.

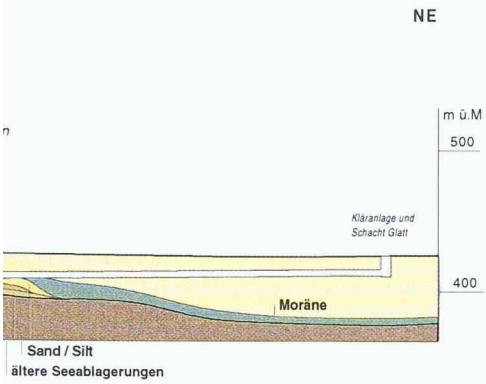
Seeablagerungen

Der überwiegende Teil der Trogfüllung besteht aus generell feinkörnigen Seeablagerungen. Sie entstanden im ehemaligen Zungenbecken des abschmelzenden Glattalgletschers durch Ablagerungen von sehr feinen Trübestoffen bei fast fehlender Wasserbewegung sowie von Silt, Feinsand und Sand bei stärkeren Strömungen oder Zuflüssen. Vielfach ist eine Feinschichtung zu erkennen (Warvenschichtung, Wechsel von Schichten mit viel tonigem und Schichten mit viel siltigem Material in Millimeterdicke), die auf witterungsbedingte Wechsel der Strömungs- und Sedimentationsverhältnisse im Gletschersee hinweist.

Damit sind diese Seeablagerungen innerhalb des generell feinen Korngrössenbereichs von Ton bis Feinsand lokal und im Kleinbereich heterogen zusammengesetzt. Übergänge zwischen tonreichen und siltig-sandigen Schichten sind vielfach fliessend. Es können daher nur grössere Bereiche ausgeschieden werden, in denen entweder tonig-siltig zusammengesetzte

2
Detailausschnitt der Lockergesteinsstrecke im Glattal





oder siltig-sandige Schichten überwiegen.

In den feinkörnigen, tonig-siltigen Bereichen handelt es sich zur Hauptsache um tonigen Silt kleiner und mittlerer Plastizität mit der Kurzbezeichnung CL (USCS-Klassifikation). Der Tonanteil liegt im Mittel bei 21%, der Siltanteil bei 67%. Demgegenüber tritt in den siltig-sandigen Bereichen zur Hauptsache Silt und siltiger Fein- bis Mittelsand ohne oder nur mit kleiner Kohäsion auf (Kurzbezeichnungen ML, SM-ML und SM). Im Mittel besteht die Hälfte aus Sand. Der Siltanteil beträgt 40% und der Tonanteil 7%.

Der Stollen durchfährt sowohl im südlichen als auch im nördlichen Teiltrog vorwiegend tonig-siltige Bereiche. Partiell und mit unscharfen Grenzen dürften aber auch siltig-sandige Schichten auftreten.

Verschwemmte Moräne

Nordöstlich der Molasseschwelle durchfährt der Anschluss-Stollen verschwemmtes Moränenmaterial, das in Form einer Rinne schief zur Axe des Stollens verläuft. Es handelt sich im wesentlichen um sandig-kiesige Schichten, begleitet von siltig-sandigen Schichten und von Einschaltungen moränenartiger Zusammensetzung. Diese heterogene Schichtabfolge verzahnt sich nördlich der Molasseschwelle mit der Moräne und mit den darüberliegenden tonig-siltigen Seeablagerungen. Kiesig-sandiges Material ist im Stollenquerschnitt auf einer Länge von rund 100 m zu erwarten. Die Gesamtlänge dieser komplexen Lockergesteinszone erreicht etwa 250 m.

Grundwasserverhältnisse

Die Sedimente des Glattaltrogs weisen generell eine kleine, in den tonig-siltigen Seeablagerungen sogar eine sehr kleine Durchlässigkeit auf. Nur in den sandig-kiesigen Schichten des verschwemmten Moränenmaterials erreicht die Durchlässigkeit mittlere Werte.

In beiden Teiltrögen treten im mittleren Teil der Sedimentabfolge tonig-siltige Schichten mit sehr kleiner Durchlässigkeit auf. Diese wirken als Trennschicht für ein oberes und ein unteres Grundwasserstockwerk. Das obere Vorkommen weist einen freien Wasserspiegel auf, der nur wenig unter Terrain liegt und vielfach von bestehenden Drainagen und Kanälen beeinflusst wird. Demgegenüber ist das Wasser im unteren Stockwerk gespannt. Im südlichen Teiltrog liegt das Druckniveau beim Bahnhof Oerlikon nur wenig unter Terrain. Entlang des Stollentrassees nach Nordosten sinkt das Druckniveau nur wenig, das Terrain jedoch stärker ab, so dass das Druckniveau im Bereich gegen die Molasseschwelle bis zu fünf Metern über Terrain liegt (artesisch gespanntes Wasser). Auch im nördlichen Teiltrog ist das Wasser des unteren Stockwerks subartesisch bis leicht artesisch gespannt. Der Druckabbau innerhalb der trennenden Schichten ist uneinheitlich und im Detail nicht genau bekannt.

Im südlichen Teiltrog verläuft der Anschluss-Stollen zur Hauptsache im unteren, gespannten Grundwasser. Der Wasserdruck an der Stollensohle erreicht bei Oerlikon rund 3 bar und nimmt gegen die Molasseschwelle nur wenig ab. Im nördlichen Teiltrog liegt der Stollen weitgehend im Bereich des oberen, freien Grundwasservorkommens, und der Wasserdruck an der Sohle erreicht etwa 1,5–1,8 bar.

Geotechnische Aspekte

Im Hinblick auf die Ausführung des Stollens im Glattal sind die folgenden Aspekte von besonderem Interesse.

Lagerungsdichte

Im südlichen Teiltrog weisen die ausgeführten Standard-Penetration-Tests auf eine verbreitet hohe Lagerungsdichte hin. Insbesondere im Tiefenbereich des Stollens muss von einer Überkonsolidierung durch glaziale Vorbelastung ausgegangen werden. Im nördlichen Teiltrog verläuft der Stollen in normal konsolidierten, nicht vorbelasteten Seeablagerungen. Eine Vorbelastung tritt erst in tiefer liegenden Schichten auf. Die Grenze zwischen normalkonsolidierten und tiefer liegenden, vorbelasteten Schichten kann nicht genauer festgelegt werden. Insbesondere fehlen eindeutige Moränenreste des Gletschers, der die Vorbelastung verursachte.

Hohlraumstabilität und Grundwasserabsenkung

Die feinkörnigen Seeablagerungen in der Tunnelaxe sind bei einer Porenwasserspannung von 1,5–3,0 bar stark grundbruchgefährdet. Die Hohlraumstabilität ist daher nicht gegeben. Eine Verbesserung durch die Absenkung des Grundwasserspiegels bzw. durch Entspannen des Grundwassers wäre aber mit Setzungen und entsprechenden Schäden an Gebäuden und Leitungen verbunden, die insbesondere bei Entspannung des unteren, gespannten Grundwasservorkommens weite, dicht überbaute Gebiete beidseits des Stollens erfassen könnten. Es muss daher eine Stollenbaumethode gewählt werden, bei der ohne Grundwasserentspannung die Stützung des Hohlraums allseitig jederzeit gewährleistet ist. Die nun gewählte technische Lösung wird auf Seite 28 ff. beschrieben.

Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials

Die zur Hauptsache anfallenden feinkörnigen Seeablagerungen können nicht als Baustoff wiederverwendet werden. Sie dienen als Auffüllmaterial.

Seeablagerungen beim Schacht Glatt

Die Kläranlage Glatt und der Standort des Schachts Glatt, in den der Stollen mündet, liegen im Bereich von Seeablagerungen, wie sie oben für den Nordostteil des Stollens bereits beschrieben worden sind. Auch hier wird eine tonig-siltige Schichtabfolge von siltig-sandigen Schichten über- und unterlagert. Der obere Bereich ist normal konsolidiert.

Die unteren siltig-sandigen Schichten enthalten artesisch gespanntes Wasser mit einem Druckniveau von knapp einem Meter über Terrain.

Auch beim Schachtbau stellen sich daher die Probleme der Grundbruchsicherheit und des Verzichts auf ein Entspannen des Grundwassers, um Setzungsschäden, insbesondere auch im Bereich der Kläranlage, zu vermeiden.

Limmatquerung

Verlauf der Molasseoberfläche

Die Molasseoberfläche fällt im Gebiet des Zielschachts «Am Wasser» mit einem treppenförmigen Verlauf gegen Südwesten, in Richtung Limmattal, ab. Der Zielschacht liegt dabei in einer Steilstufe. Hang- und talseits ist die Molasseoberfläche wesentlich flacher ausgebildet.

Lockergesteine

Im rechten Uferbereich der Limmat liegt über der Molasse eine geringmächtige, blockreiche Moräne. Wo die Molasse-

oberfläche steiler abfällt, fehlt die Moräne infolge Erosion.

Späteiszeitliche, feinkörnige Seeablagerungen sind im rechten Uferbereich der Limmat nur in unbedeutender Mächtigkeit vorhanden. Sie werden gegen das linke Ufer zunehmend mächtiger, wobei gleichzeitig ihre Oberfläche flach abfällt. Das Dükerbauwerk liegt nur am rechten Limmatufer in diesen Seeablagerungen.

Im Flussbereich der Limmat liegt das Dükerbauwerk zum grössten Teil im Limmattal-Schotter. Die Zusammensetzung des Schotters ist hier sehr wechselhaft, wobei generell ein vergleichsweise hoher Feinanteil und Einschaltungen von Lehmschichten festgestellt wurden. Vor allem in den höheren Schichtpartien des Schotters treten auch grössere Blöcke und Reste von Schwemmholz auf.

Grundwasserverhältnisse

Die Limmat verläuft im betrachteten Abschnitt am Nordrand des ausgedehnten und in zahlreichen Fassungen genutzten Limmattal-Grundwasserstroms. Grundwasserleiter ist der gut durchlässige Limmattal-Schotter. Das Grundwasser wird dabei massgeblich durch Flussinfiltration aus der Limmat gespeist, und die Lage des Grundwasserspiegels hängt dadurch direkt von der Wasserführung der Limmat ab.

Das Dükerbauwerk liegt im Bereich der Flusssohle vollständig im Grundwasser. Dies führt einerseits zu einer geringfügigen Verringerung des nutzbaren Grundwasservolumens, anderseits werden die natürlichen Strömungs- und Infiltrationsverhältnisse verändert. Um nachhaltige Beeinträchtigungen möglichst zu vermeiden, sind daher während der Bauphase und im Endzustand Gegenmassnahmen vorgesehen. Dazu gehören unter anderem das vollständige Entfernen der dichten Baugrubenumschliessung und der Verzicht auf Injektionen. Damit das fertiggestellte Bauwerk umströmt werden kann, werden um den Düker gut durchlässige Geröllpackungen eingebaut.

Adresse der Verfasser
Ulrich Aeberli, Dr. sc. nat. ETH, und *Stefan Mützenberg*, Dr. sc. nat. ETH, Geologen, Dr. Heinrich Jäckli AG, Limmattalstrasse 289, 8049 Zürich

Mathias Müller und Elmar Ledergerber, Zürich

Umweltverträglichkeit

Das Projekt hat zum Ziel, die Wasserqualität in der Glatt dauerhaft zu verbessern. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass dies erreicht wird, ohne dass die verminderte Wasserführung in der Glatt oder der verhältnismässig wenig erhöhte Eintrag gereinigten Abwassers in die Limmat problematisch werden. Die Bauherrschaft und die Projektverfasser achteten von Anfang an darauf, dass umweltschonende Bau- und Transportverfahren zur Anwendung gelangten und gelangen werden.

Im Kanton Zürich wird die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für ein Projekt, wie es das Vorhaben «Sanierung der Abwasserverhältnisse Zürich-Nord» darstellt, in einem zweistufigen Verfahren abgewickelt. Dabei wird zuerst eine sogenannte Vorstudie erstellt, die die wichtigsten Umweltwirkungen beschreibt und in ihrer Schwere bewertet. Die festgestellten oder vermuteten Umweltwirkungen werden mittels einer Relevanzmatrix in übersichtlicher Form dargestellt, und es wird ein Pflichtenheft für die Erarbeitung der Hauptuntersuchung vorgeschlagen.

Anschliessend wird unter der Leitung der Koordinationsstelle für Umweltschutz (KOFU) die erste Runde des Mitberichtsverfahrens gestartet, d.h.: Die im UVP-Verfahren involvierten Ämter nehmen das erste Mal Stellung zum Projekt. (Die durchgeführte Runde brachte keine Einwände seitens der Mitberichterstatter, die die spätere Bewilligung des Überleitungsprojekts in Frage gestellt hätten.)

Unter Berücksichtigung der Informationen aus dem Mitberichtsverfahren wird dann die Hauptuntersuchung zur Umweltverträglichkeit ausgearbeitet.

Die Fragen im Zusammenhang mit der Wasserführung und Wasserqualität in Glatt und Limmat wurden in einem vorgezogenen Teilbericht zur Hauptuntersuchung bearbeitet. In diesem Bericht wurden ebenfalls die Konsequenzen des Überleitungsprojekts auf die Biozönose im mittleren Glattal dargelegt.

Der gewichtigere zweite Teil der Hauptuntersuchung beschäftigte sich vornehmlich mit den Auswirkungen des Projekts während der Bau- und der Betriebsphase auf die Umwelt. Es zeigte sich, dass beim damaligen Projektierungsstand keine projektverhindernden Umweltbelastungen erkennbar waren.

Den Kern des Umweltverträglichkeitsberichts bildeten die formulierten Empfehlungen und Massnahmen zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit.

Die eigentliche Umweltverträglichkeitsprüfung wurde als Teil der Projektgenehmigung durch den Kanton vorgenommen. Die Federführung lag beim kantonalen Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (AGW). Auf der Basis der Resultate der Hauptuntersuchung fand eine Überprüfung statt, inwieweit bei umweltmässig sensitiven Projektauswirkungen Übereinstimmung mit der entsprechenden Gesetzgebung herrschte. Durch die Formulierung von Auflagen, die häufig auf Empfehlungen des Berichts zurückgingen, wurden, wo notwendig, umweltfreundlichere Lösungen verlangt. Allerdings blieben noch eine Reihe von Detailfragen im Zusammenhang mit der konkreten Bau-

Chronologie

Dez. 1990	Erteilung des Auftrags für die Erarbeitung der Vorstudie
Feb. 1991	Vorstudie liegt vor
Juli 1991	Erste Runde des Mitberichtsverfahrens abgeschlossen. Es wurden keine fundamentalen Einwände gegen das Projekt geäussert.
Nov. 1991	Erteilung des Auftrags zur Erarbeitung der Teiluntersuchung zur UVP «Überleitung der Abwässer aus Zürich-Nord zur KA Werdhölzli - Auswirkungen auf Hydrologie, Wasserqualität und Biozönose im mittleren Glattal und Auswirkungen auf Abfluss und Wasserqualität der Limmat im Bereich der KA Werdhölzli».
Juli 1992	Teilbericht ist fertiggestellt
Juli 1993	Erteilung des Auftrags zur Erarbeitung der Hauptuntersuchung der Umweltverträglichkeit.
31. Dez. 1993	Einreichung des genehmigungsreifen Projekts inklusive Umweltverträglichkeitsbericht an die kantonale Baudirektion, AGW.
10. April 1994	Annahme der Vorlage durch die Stimmbürger der Stadt Zürich
26. Okt. 1994	Genehmigung des Projekts durch den Regierungsrat des Kantons.