Geologie des Milchbucktunnels

Autor(en): **Ryf, Walter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 23

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-75806

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

derbar und müssen der jeweiligen Situation angepasst werden (Verkehr und Immissionszustand).

Diese Aufgabe übernimmt ein zentraler Prozessrechner. Im Lüftungsteil des Rechnerprogrammes werden alle relevanten Messdaten analysiert. Daraus entsteht ein Prozessabbild, welches mit Hilfe eines gespeicherten Verhaltensmusters (Entscheidungstabelle) zur Formulierung eines zyklisch erneuerten Befehlssatzes führt. Dieser wird von der Fernwirkanlage den dezentralen Steuerorganen übermittelt, wo letztlich die genannten Kopplungen zustande kommen.
Dank zentraler Koordination gewährleistet der Lüftungsbetrieb ein Optimum an Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Neben der Betriebsart mit zentraler Prozessführung sind auch andere Betriebsarten möglich. Diese haben höhere Priorität und werden teils automatisch bei bestimmten Vorfällen aktiviert. Beispielsweise geht bei einer Störung im Fernwirksystem die Betriebsart mit lokaler Automatik in Betrieb.

Die Tabelle 2 enthält einige Angaben über die Betriebsarten bezüglich ihrer Priorität, ihrem Befehlsort und die Wirkorte. Gewisse Befehle können nur lokal in den Lüftungszentralen generiert oder eingegeben werden, andere hingegen nur von fern, d.h. im Kommandoraum via Fernwirkanlage. Mehrere Betriebsarten sind sowohl lokal als auch fern anwählbar. Zur reibungslosen Abwicklung des Betriebes besteht eine Kompetenzregelung zwischen den einzelnen Betriebsorten.

Die Vielfalt der Betriebsarten ist zur Abdeckung aller Situationen und besonders der Störfälle nötig. Die qualitativ beste Betriebsart hat den niedrigsten Rang. Die umfangreichen Mess- und Steuereinrichtungen, die Fernwirk- und Rechneranlage entlasten den Betreiber von allen direkten Schalthandlungen und Steuereingriffen. Dennoch bleibt der Betriebsführung ein grosses Arbeitspensum für Überwachung, Betrieb und Unterhalt überbunden.

Adresse des Verfassers: *M. Berner*, dipl. Masch.-Ing. ETH, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich.

Geologie des Milchbucktunnels

Von Walter Ryf, Zürich

Der Milchbucktunnel durchsticht als flacher Scheiteltunnel die Wasserscheide zwischen dem Limmattal und dem Glattal und liegt unter vollständig überbautem Gebiet der Stadt Zürich. Der Höhenzug vom Zürichberg über den Milchbuck zum Käferberg besitzt einen Felskern aus flach liegender oberer Süsswassermolasse. Über diesem Felskern liegen kompakt gelagerte, vorbelastete Moränenablagerungen. Damit ergibt sich für den Tunnel die natürliche Gliederung in eine Moränenstrecke und eine Molassestrecke. Die Moränenstrecke beherbergte gespanntes Grundwasser, das für die Erstellung des Tunnels auf Sohlniveau abgesenkt werden musste.

Moränenstrecke

Diese umfasst den 250 m langen Voreinschnitt Süd und den anschliessenden 330 m langen, im Vollausbruch nach dem Gefrierverfahren erstellten Tunnelabschnitt. Die Überdeckung erreicht 25 m. Die Molasseunterlage liegt durchwegs nahe der Bauwerkssohle, im Voreinschnitt und den ersten 100 m bis 2 m darüber, dann etwas darunter.

Bei der vom Tunnel durchfahrenen Moräne handelt es sich um eine typische Grundmoräne von kompakter bis sehr kompakter Lagerung. Lediglich die oberflächennahen Teile der Moräne sind durch Verwitterungsvorgänge etwas aufgelockert und zeigen im Gegensatz zur mausgrauen kompakten Moräne bräunliche Farbtöne. Materialmässig unterscheiden sich die beiden Typen kaum. Die Siltfraktion dominiert, die Tonfraktion ist sehr bescheiden. Kieskomponenten, Steine und Blöcke bis zur Grösse von Findlingen sind in schwach tonigem Silt eingepackt. Darin finden sich linsen- bis schichtförmige Einlagerungen, die sehr tonarm sind und aus Feinsand, Sand oder gar aus sandreichem Kies bestehen. Die Durchlässigkeit ist hier erhöht, wobei in den Sanden ein Durchlässigkeitsbeiwert k von 1 bis $9 \cdot 10^{-6}$ m/s, in den sandreichen Kiesen von 1 bis $3 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt wurde.

Die Standfestigkeit der Moräne erwies sich für den gewählten Bauvorgang fast durchwegs als ausreichend. Einzelne kleinere Abbrüche traten lediglich bei nicht vollständig entwässerten Sandlinsen auf.

Molassestrecke

Die Molassestrecke umfasst den mechanisch im Teilausbruch erstellten 960 m langen Hauptteil des Tunnels sowie den 280 m langen Voreinschnitt Nord. Die Molasseüberlagerung über dem Tunnel erreicht maximal 22 m, die Gesamtüberdeckung 35 m.

Wie dies in der Zürcher Molasse üblich ist, sind Sandstein, Siltstein und Mergel die überwiegend auftretenden Gesteinstypen. Diese treten in reiner Form wie auch in allen Übergängen auf. Daneben treten als Seltenheit eine Süsswasserkalkbank (im Voreinschnitt Nord) und eine Bentonitlage auf. Die über 800 m ununterbrochen durchziehende, 5–20 cm mächtige Bentonitschicht ist stratigraphisch derjenigen gleichzustellen, die im Küsnachter Tobel zutage tritt. Damit steht fest, dass der Tunnel die obersten Teile der sog. «Meilener-Schichten» durchfährt, die altersmässig dem Torton zugeordnet werden.

Die Molasseschichten sind mit etwa 1,5–2,5° gegen S bis SSE geneigt. Daraus resultiert im mit 2,7% gegen SW fallenden Tunnel neben einem leichten Längs- auch ein geringes Quergefälle der Schichten, und der Tunnel steigt von SW nach NE in fortlaufend höhere Schichten auf. Die Schichten sind jedoch nicht vollständig eben. Vor allem mit Hilfe des Bentonit-Horizontes kann im nördlichen Tunnelteil eine leichte, muldenförmige Verformung erkannt werden.

Zwischen Kilometer 486,100 und 486,150 quert der Tunnel eine tektonische Störungszone, die NNW-SSE streicht und gegen WSW geneigt ist. Bewegungssinn und Verstellungsbetrag an dieser Störung sind nicht mit Sicherheit bekannt. Am wahrscheinlichsten scheint ein Anheben des Südwestflügels um etwa 8 m.

Die Standfestigkeit der Molasse erwies sich für den gewählten Ausbruchsvorgang des Tunnels praktisch durchwegs als genügend. In den vorgängig gefrästen Pilotstollen, die über Monate weitgehend unverkleidet sich selbst überlassen blieben, stellten sich in Mergelzonen zahlreiche kleinere und mittlere Ausbrüche im First und in den Para-

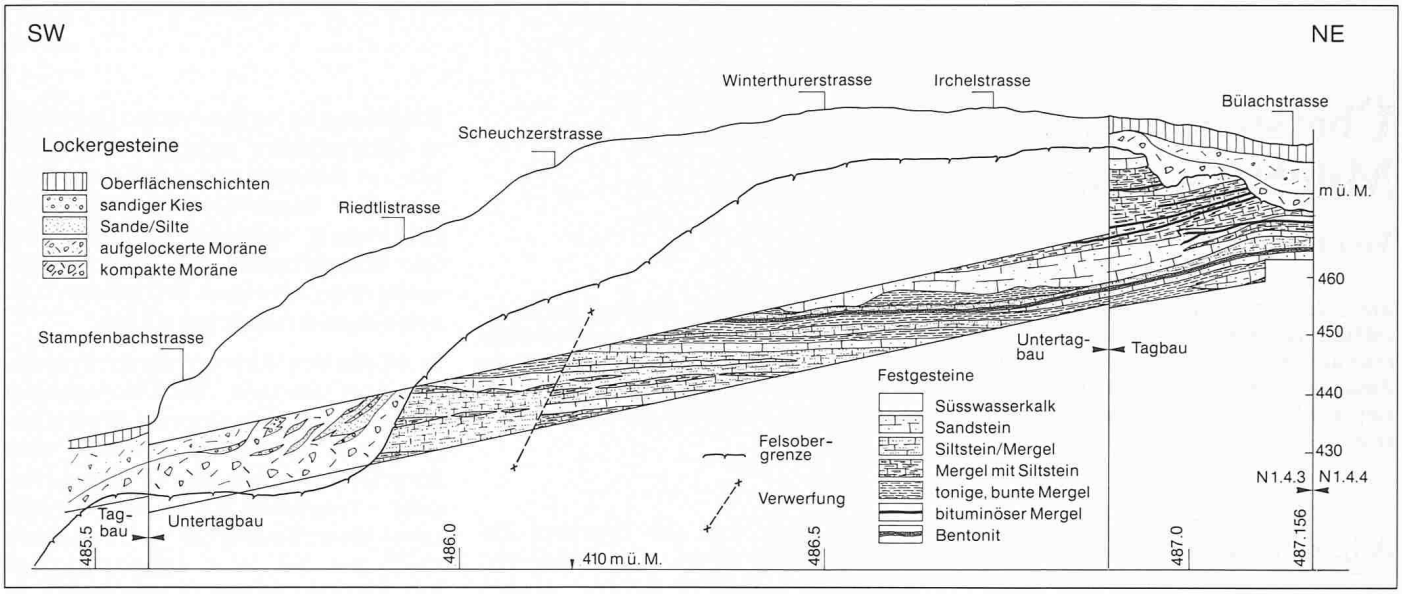
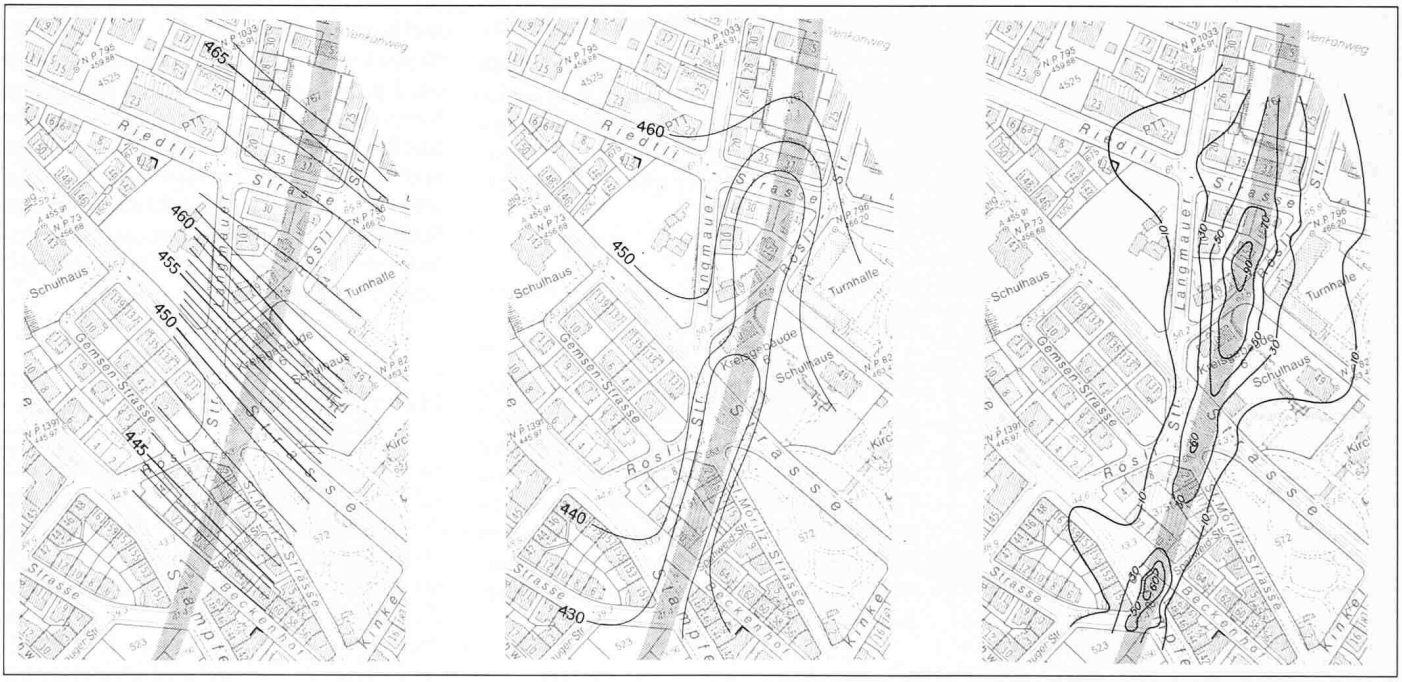


Bild 1. Geologisches Längsprofil (8× überhöht)

Bild 2. Grundwasseroberfläche (a) vor und (b) nach Erstellung des Tunnels, (c) Setzungsmulde



menten ein, die aber mit einer Ausnahme nicht über das Vollprofil des Tunnels hinausreichten.

Wasserverhältnisse

Der Wasserfall in der *Molassestrecke* war allgemein sehr bescheiden und beschränkte sich fast ausschliesslich auf einzelne Klüfte an der Basis von Sandsteinbänken im nördlichen Tunnelteil und im Voreinschnitt Nord. Die gesamthaft aus der Molassestrecke anfallende Wassermenge lag bei 20 bis 30 l/min. Das aus der Molasse austretende Wasser besitzt einen aberranten Chemismus. Tritium-Bestimmungen zeigen, dass weniger als 5 bis 10% des Wassers jünger als 30 Jahre sein können. Das tatsächliche Alter ist unbekannt.

Die Wasserverhältnisse in der *Moränenstrecke* waren für den Bauvorgang von grosser Bedeutung. Die durchlässigeren, sandigen und kiesigen Zonen beherbergten ein artesisch gespanntes Grundwasser (Rösli-Grundwasser). Zur Erstellung des Tunnels in der Moränenstrecke wurde das Grundwasser mittels Kleinfilterbrunnen sowie durch horizontale Entlastungsbohrungen aus dem Tunnel bis in den Sohlbereich, d. h. zum Teil bis über 30 m abgesenkt. Pro Brunnen wurden dabei wenige l/min bis 100 l/min gepumpt, gesamthaft aber nicht mehr als 260 l/min.

Der Milchbucktunnel wirkt heute als tiefliegende Drainage, welche permanent 60 bis 80 l/min Grundwasser abführt. Das ursprünglich nahe der Geländeoberfläche oder wenig darüber liegende Druckniveau wird dadurch in einem langgestreckten Senkungstrichter um bis 25 m abgesenkt. Die Absenkung des Grundwasserspiegels hat einerseits eine flache Setzungsmulde erzeugt (durch die Erstellung des Bauwerkes im zentralen Teil verstärkt), bietet anderseits aber den Vorteil, dass für zukünftige Tiefbauten in diesem Gebiet die Gefahr von hydraulischem Grundbruch wesentlich vermindert sein dürfte.

Adresse des Verfassers: Dr. *W. Ryf*, Geologe, c/o Büro Dr. H. Jäckli AG, Limmattalstrasse 289, 8049 Zürich.