

Das Stollensystem von Lugano. I: Die Bauanlagen

Autor(en): **Zanetti, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **91 (1973)**

Heft 12: **SIA-Heft, Nr. 3/1973: Untertagebau**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-71828>

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.

SIA-Heft Nr. 3, 1973. Untertagebau

Das Stollensystem von Lugano

DK 624.191 6

Es wird das Stollensystem für die Durchleitung von Telefon- und Hochspannungskabeln, Trink- und Schmutzwasserleitungen der Stadt Lugano beschrieben und auf einige Gesichtspunkte der Bauausführung hingewiesen. Der 1965/66 nach herkömmlicher Methode erstellte Stollen führt vom Stadtzentrum in die Vedeggioebene. Die zweite Anlage, von der die erste Etappe 1971 von der Crespera bis nach Gemmo mit einer Tunnelvortriebsmaschine Robbins durchörtert wurde, verbindet Massagno mit Paradiso und Pambio-Noranco. In Gemmo sind die beiden

Stollen über einen Schacht unter sich und mit der Erdoberfläche verbunden.

Im zweiten Teil des Aufsatzes wird versucht, die Mannigfaltigkeit der im Stollen Crespera-Gemmo angetroffenen geologisch-geotechnischen Verhältnisse darzustellen, um die Grundlage für die felsmechanische Interpretation zu schaffen. Verglichen wird weiter das Verhalten des gleichen Gebirges in einem Stollen, der mit einer mechanischen Vortriebsmaschine hergestellt, und einem, der konventionell vorgetrieben wurde.

I. Die Baulanlagen

Von A. Zanetti, Locarno

1. Einleitung

Die ständig wachsenden Anforderungen an die Versorgung der Stadt Lugano und der unmittelbar angrenzenden Gemeinden mit Wasser und elektrischer Energie, die zunehmende Nachfrage nach Telefonanschlüssen und die Forderung nach Überleitung der Schmutzwässer von der Stadt zur Kläranlage im Vedeggiotal haben die Gemeindebehörden Anfang des letzten Jahrzehnts veranlasst, den gesamten Problemkreis zu untersuchen und eine möglichst allen Bedürfnissen auf längere Sicht gerecht werdende Lösung zu finden. Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass der Bau eines Stollensystems den konventionellen Methoden, d. h. der Verlegung von Kabeln und Rohrleitungen in den Strassenzügen, überlegen ist, sofern die Erstellungskosten der Stollen auf verschiedene Träger verteilt werden können. Es ist gelungen, bei den bis jetzt verwirklichten und projektierten Untertagebauten 4 bis 5 Partner pro Objekt zu interessieren. Es ist an dieser Stelle angezeigt, den verantwortlichen Instanzen des Gemeindeelektrizitätswerks (Officina Elettrica Comunale, Lugano, OECL), des Gemeindeverbands für Abwasserreinigung (Consorzio Depurazione Acque del Luganese), der Telephondirektion der PTT in Bellinzona, des städtischen Wasserwerks (Azienda Acqua Potabile), der SBB und des kantonalen Elektrizitätswerks (Azienda Elettrica Ticinese, AET) die Anerkennung auszusprechen, dass durch aktive Zusammenarbeit und gegenseitige Rücksichtnahme mehr als die Hälfte der Gesamtanlage bereits erstellt werden konnte und zum Wohl der Gemeinde in Betrieb ist.

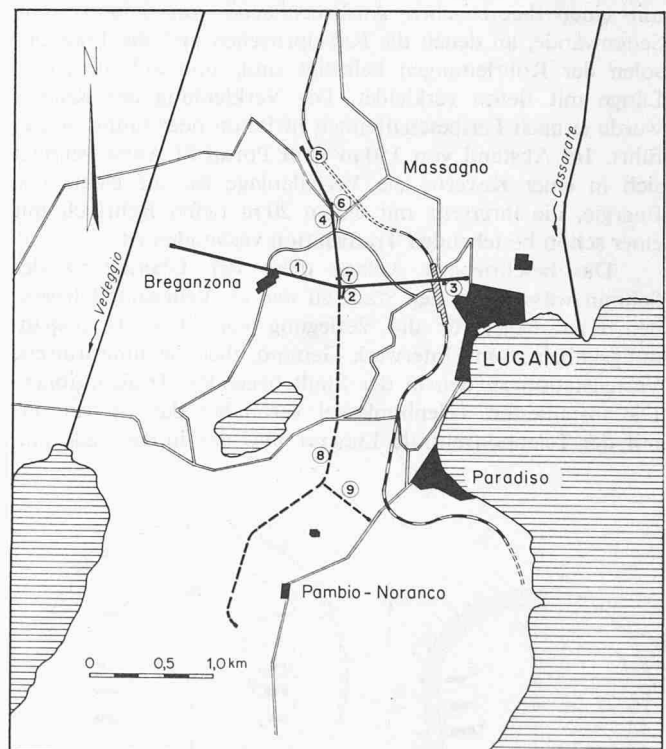


Bild 1. Übersichtsplan über das Stollensystem von Lugano. 1 Stollen Lugano-Vedeggio, 2 Verbindungsschacht zum Unterwerk Gemmo OECL, 3 Kaverne für das Elektrizitätswerk, 4 Stollen Crespera-Gemmo, 5, 7 vertikale Zugangsschächte, 6 neue Telephonzentrale und vertikaler Verbindungsschacht, 8 projektierte Fortsetzung des Stollens Crespera-Gemmo nach Pambio-Noranco, 9 projektiertes Fenster Paradiso

2. Beschreibung der Anlagen

Nach Verwirklichung der dritten Etappe besteht unter dem westlichen Teil der Stadt Lugano ein System von unterirdischen Stollen in der Form eines Kreuzes (Bild 1). Der in den Jahren 1965/66 als erster erstellte Stollen verläuft in west-östlicher Richtung und verbindet das Stadtzentrum mit der Vedeggioebene. Die zweite Anlage liegt senkrecht dazu und führt vom Rande der Agglomeration im Norden mit einem Ast nach Paradiso und mit dem andern zum «Pian Scairolo» im Süden. Von dieser Anlage ist der Abschnitt vom Nordportal bis zu dem im Grundriss erscheinenden Kreuzungspunkt mit dem 1. Stollen erstellt, währenddem für den südlicheren Teil die Projekte zur definitiven Genehmigung vorliegen.

2.1 Der Stollen Lugano-Vedeggio

Bauherr der ersten Anlage sind das «Consorzio Depurazione Acque del Luganese», die OECL, die Telephondirektion und das Wasserwerk der Stadt Lugano.

Das östliche Portal St. Anna liegt nahezu im Stadtzentrum; das andere, auf der Westseite, in unmittelbarer Nähe der projektierten Kläranlage. Die Länge des Stollens beträgt 2410 m. Er liegt auf rund 280 m ü. M. mit einer fast konstanten Überdeckung von rund 80 m von Gemmo bis zum Bahnhof von Lugano und einer grössten Überdeckung von etwa 200 m unter dem Hügelzug von Breganzona.

Aus ausführungstechnischen Gründen steigt der Stollen von beiden Portalen aus mit minimalem Längsgefälle an. Der Scheitelpunkt liegt rund 100 m nördlich des Unterwerkes Gemmo der OECL. Von diesem Punkt aus ist der Stollen mittels eines Schachtes mit der Erdoberfläche verbunden, wobei die obersten 15 m durch die Deckschicht und die verwitterte oberste Felszone vertikal und die restlichen 65 m als Schrägschacht ausgeführt wurden.

Das Stollenprofil ist hufeisenförmig (Bild 2, linke Seite) mit einer theoretischen Ausbruchfläche von 5,50 m². Die Seitenwände, an denen die Kabelpritschen und die Tragkonsolen der Rohrleitungen befestigt sind, sind auf die ganze Länge mit Beton verkleidet. Die Verkleidung der Kalotte wurde je nach Felsbeschaffenheit in Beton oder Gunit ausgeführt. Im Abstand von 150 m vom Portal St. Anna befindet sich in einer Kaverne die Verteilanlage für die elektrische Energie, die ihrerseits mit einem 20 m tiefen Bohrloch mit einer schon bestehenden Trafostation verbunden ist.

Die beschriebene Anlage dient der Überleitung der Schmutzwässer von der Stadt zu der im Vedeggiotal liegenden Kläranlage, für die Verlegung von 50-kV-Hochspannungskabeln vom Unterwerk Gemmo über die unterirdische Verteilstation zu den in der Stadt liegenden Trafostationen. Die installierten Telephonkabel verbinden das Malcantone mit der Telephonzentrale Lugano, und das in der Vedeggio-

ebene geförderte Trinkwasser wird durch den Stollen in die Stadt und später über eine im Schrägschacht noch zu verlegende Rohrleitung in ein neues Reservoir in Gemmo geleitet.

2.2 Der Stollen Crespera-Gemmo und die Fortsetzung südwärts nach Paradiso und dem Pian Scairolo

Die 150-kV-Versorgungsleitung der Stadt Lugano stösst von Norden her kommend beim Nordportal des Eisenbahntunnels von Massagno auf das Gebiet der Agglomeration Lugano. Von hier weg bis zum Unterwerk Gemmo ist die Leitung verkabelt.

Auf den Baubeginn des Autobahnanschlusses Lugano-Nord musste für diese Versorgungskabel, die den bestehenden Strassen folgten, ein neues Trasse gefunden werden, denn eine tiefgreifende Umgestaltung des gesamten Strassenetzes ist in diesem Gebiet der Gemeinde Massagno im Zuge des Nationalstrassenbaues geplant. Gestützt auf die guten Erfahrungen, die mit dem oben beschriebenen ersten Stollen gemacht worden waren, entschloss man sich, einen Kabelstollen von der Crespera nach Gemmo zu durchhörtern. Auf Grund der günstigen Linienführung und der Möglichkeit, die Anlage in Richtung Süden zu verlängern, konnten neben der OECL die Telephondirektion, die SBB, die AET und das Wasserwerk der Stadt Lugano als Partner gewonnen werden.

Die Lage des Stollens ist aus Bild 1 ersichtlich. Sie ist einerseits von der Geologie her angezeigt und andererseits durch die Randbedingungen gegeben. Für die erste Etappe von der Crespera nach Gemmo bestimmten der Endmast der Hochspannungsfreileitung der OECL die Lage des Nordportals, die im Bau stehende neue Telephonzentrale, die über einen Vertikalschacht mit dem Stollen verbunden sein wird, einen Zwischenpunkt und das Unterwerk Gemmo den vorläufigen Endpunkt des Stollens. Die Linienführung der projektierten Fortsetzung ist weitgehend geologisch bedingt. Die Lage der beiden Tunnelausgänge im Süden entspricht den Bedürfnissen der einzelnen Partner. So sind das Wasserwerk und die Telephondirektion vor allem an einer möglichst direkten Verbindung in Richtung Paradiso interessiert. Die AET und die SBB, denen mit dieser Anlage die Möglichkeit eröffnet wird, ihre Freileitungen, welche sich stark entwickelnde Gebiete durchqueren und somit Gegenstand ständiger Friktionen darstellen, in Kabel zu verlegen, bedürfen eines Zuganges im Pian Scairolo in der Gegend von Pambio-Noranco. Die OECL ist an beiden Ausgängen interessiert. In Gemmo ist der Stollen über einen Querschlag mit dem Schrägschacht der ersten Anlage verbunden, womit sich Verbindungsmöglichkeiten in allen Richtungen ergeben.

Die Stollenlänge der ersten Etappe, vom Portal Crespera bis nach Gemmo, beträgt 1295 m.

Durch die gegebene Lage des Portals liegt der Stollen relativ hoch (rund 345 m ü. M.). Die Überdeckung beträgt im Mittel 25 m mit einer geringsten Mächtigkeit von nur 12 m. Dem Terrainverlauf entsprechend steigt der Stollen vom Portal her über 1100 m mit 6,5 Promille an, worauf er über die restlichen 200 m in ein Gegengefälle von 4% übergeht. Für die Entwässerung stellen sich daraus keine besonderen Probleme, da am Stollende die Verbindung über den Schrägschacht zu der tiefer liegenden ersten Anlage führt.

Durch Vertikalschächte von 18 m Tiefe gelangen die Kabel von der Erdoberfläche in den Stollen, wo sie beidseitig eines Mittelganges in 5 übereinander angeordneten Kabelpritschen verlegt sind. Das Querprofil ergab sich aus dem gewählten Bohrvortrieb und ist in Bild 2, rechte Seite, dargestellt.

3. Bauausführung

3.1 Stollen Lugano-Vedeggio

Die Ausführung des Stollens lag bei der Unternehmung Muttoni, Bellinzona, für das Los Vedeggio und den Schacht

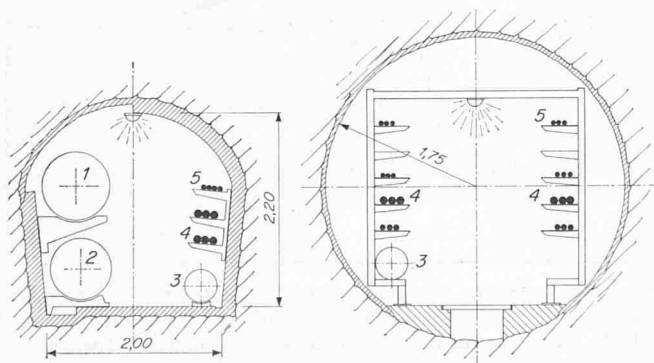


Bild 2. Links Profil des Stollens Lugano-Vedeggio (1965/66); rechts dasjenige des Stollens Crespera-Gemmo (1971). 1, 2 Abwasserrohrleitungen, 3 Trinkwasser, 4 Leitungskabel, 5 Meldekabel

und beim Konsortium Losinger-Ticino/Vicari, Lugano, für das Los Lugano.

Während im Vedeggiotal nach Einrichten der Baustelle sofort im zweischichtigen Betrieb die Durchörterung in Angriff genommen werden konnte, mussten auf der Stadtseite vorerst inmitten von Wohnhäusern in Form eines beträchtlichen Voreinschnittes die notwendigen Installationsflächen geschaffen werden. Die Arbeitsbedingungen waren auf der Ostseite wesentlich schwerer als im gegenüberliegenden Los, hemmte doch die stets zu wahrende Rücksichtnahme bezüglich Lärm, Sprengerschütterungen, Baustellenverkehr usw. gegenüber der umliegenden Wohnbevölkerung den Baustellenbetrieb. Insbesondere konnte während des Vortriebs nur einsichtig in der üblichen Arbeitszeit gearbeitet werden.

Die beiden Stollen wurden konventionell vorgetrieben. Der Fels, obwohl stark zerklüftet, war an und für sich standfest. Seine Standfestigkeit hat sich aber kurze Zeit nach der Sprengung im Kontakt mit Luft und Wasser schnell verschlechtert. Streckenweise musste fortlaufend mit Felsankern und Netzen oder mit Stahleinbau gesichert werden. Die angewandten Felssicherungen verteilen sich auf die ganze Länge (100%) wie folgt: 33% mit Stahleinbau, 26% mit Ankern und 41% ohne Felssicherung. Die Kalotte wurde in den standfesten Partien mit Gunit von 5 bis 7 cm Stärke verkleidet, in den eingebauten Strecken wurde sie in Beton und in den mit Ankern gesicherten Abschnitten je nach lokaler Felsbeschaffenheit in Gunit oder Beton ausgeführt. Der Anfall an Wasser war sehr gering und hat die Arbeiten nicht behindert.

Die mittleren Vortriebsleistungen betragen im Los Vedeggio (2schichtiger Betrieb) rund 45 m und im Los Lugano bei nur 1schichtigem Betrieb rund 17,5 m in der Woche. Der Schrägschacht wurde in der Zeit von 1½ Monaten von unten nach oben aufgeföhren.

3.2 Stollen Crespera-Gemmo

Auf Grund der Erfahrungen beim Stollen Lugano-Vedeggio und in Anbetracht einerseits der geringen Überdeckung und andererseits der beträchtlichen zu unterfahrenen Strecken dicht besiedelten Gebietes hegte man berechtigte Zweifel, ob die Durchörterung des Stollens nach konventioneller Methode Erfolg verspreche. Gleichwohl wurden beide Methoden – konventionell und Durchörterung mit Streckenvortriebsmaschine – ausgeschrieben, wobei in der Submission versucht wurde, die den einzelnen Methoden anhaftenden Eigenschaften und Risiken so gut wie möglich zu berücksichtigen. So wurde u. a. für den konventionellen Vortrieb eine laufende Überwachung der Sprengerschütterungen verlangt. Es wurden Zuschläge für die Reduktion der normalen Vortriebsgeschwindigkeit zur Verminderung von Erschütterungen an der Oberfläche vorgesehen und ein grösserer Aufwand an Felssicherung und Betonverkleidung gegenüber dem gefrästen Profil ausgewiesen. Die Submission ergab eindeutig geringere Kosten für die Ausführung mit der Tunnelbohrmaschine. Die in der Ausschreibung für diese Bauart vorgesehenen Ausmasse wurden recht genau eingehalten. Ob die Prognosen für den konventionellen Vortrieb zu pessimistisch waren oder nicht, kann nicht festgestellt werden, da ein Vergleich nicht möglich ist.

Die Arbeiten wurden im Herbst 1970 der Unternehmung Muttoni, Bellinzona, vergeben. Als Unterakkordant für die Fräsarbeit wurden die Firmen Theiler & Kalbermatten, Luzern, und Riva AG, Buochs, beigezogen, die ihre Robbins-Maschine mit einem Bohrdurchmesser von 3,50 m einsetzten.

Die Arbeiten am Vortrieb begannen am 3. März 1971, und nach 17 Wochen und 2 Tagen waren die 1294,5 m durchörtert; dies ergibt eine mittlere Vortriebsleistung von

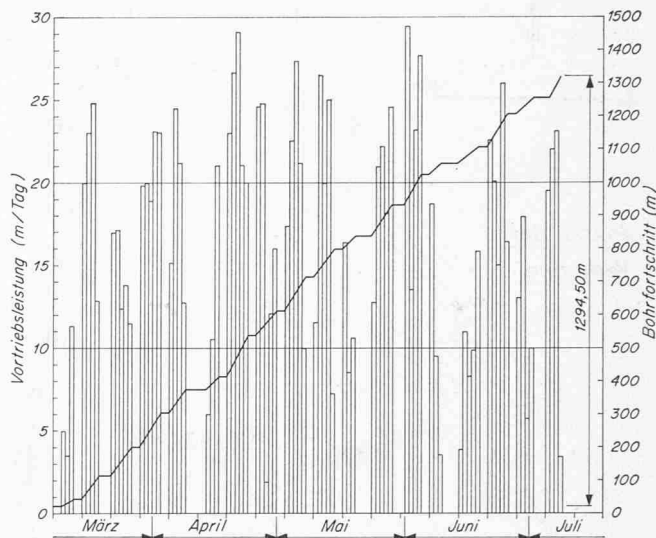


Bild 3. Vortriebsprotokoll für den Stollen Crespera-Gemmo

75 m/Woche oder rund 10 m/Tag (Bild 3). Hiezu folgende Bemerkung: Auf die Fröhlingszeit fallen viele Feiertage (Ostern, Pfingsten, Auffahrt usw.), und überdies hat sich die Gewohnheit eingebürgert, dass in den Wochen mit einem Feiertag am Donnerstag nur noch 3 Tage gearbeitet wird. So ergibt sich in unserem Falle, dass auf die ganze Zeit von 17 Wochen nur 77 Arbeitstage fallen, das sind nur 63,5% aller Tage.

Die Vortriebsleistung, umgerechnet auf die Arbeitstage, ergibt das Mittel von 16,80 m pro Tag. Die Minima liegen bei 3 bis 4 m Vortrieb/Tag in den kurzen Strecken in hartem und kompaktem Amphibolit, währenddem die beste Leistung bei 29,50 m/Tag liegt. Eine Vortriebsleistung von 20 m und mehr wurde an 33 Tagen erreicht (Bild 3).

Die Durchörterung des Stollens mit der Fräse hat sich bewährt. Einerseits haben die Bewohner über den unterqueren Gebieten von der Arbeit unter Tag keine Störung erfahren, und andererseits wurde trotz der nicht sehr vorteilhaften Felsqualität ein Ausbruch erzielt, der nur an wenigen Stellen mit Stahleinbau (total 110 m oder 8,5%) und insgesamt mit 217 Ankern gesichert werden musste. Der Stollen ist auf der ganzen Länge mit einer Gunitschicht von 3 bis 5 cm Stärke verkleidet. Niederbrüche mit Ausnahme kleiner Platten, die sich an besonders stark gestörten Zonen aus der Kalotte lösten, sind keine vorgekommen.

Adresse des Verfassers: A. Zanetti, dipl. Bauing. ETH/SIA, im Ingenieurbüro Dr. G. Lombardi, via A. Ciseri 31, casella postale, 6601 Locarno.

II. Geologisch-geotechnische Verhältnisse

Von E. Dal Vesco und H. Wanner, Zürich

1. Allgemeine Lage

Das mit dem Stollen durchörterte Gebiet zwischen Crespera und Gemmo liegt im südlichen Bereich des sogenannten insubrischen Grundgebirges. Die Aufschlüsse der Felsunterlage sind äusserst spärlich, weil die ganze Region von den Gletschern erodiert und mit einer verschiedenen mächtigen Moräne überdeckt wurde. Glücklicherweise standen zur Abklärung der geologischen Verhältnisse im vorgesehenen Stollen die Aufnahmen eines der beiden SBB-Tunnel und diejenigen des Stollens Lugano-Gemmo-Piano del Vedeggio zur Verfügung (Bild 4).