Die Untergrundbahn in Budapest

Autor(en): **Schnitter, Erwin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **76 (1958)**

Heft 39

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-64053

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

2. Betrieb

Der Betrieb regelt sich vollkommen automatisch auf konstante Leistung. Der Druckpegel wird zu diesem Zweck auf dem eingestellten Wert konstant gehalten, und die Naturgasmenge stellt sich auf gleichbleibende Temperatur vor der Turbine (± 5° C) ein. Die Regulierung der Verbrennungsluftmenge geschieht nach Massgabe des CO_2-Gehaltes der Rauchgase. Ausserdem werden Saugzug und Frischluftgebläse ständig derart aufeinander abgestimmt, dass in der Brennkammer ein Unterdruck von einigen mm WS herrscht. Dadurch wird das Austreten von Gasen durch Ritzen im Mauerwerk des Lufterhitzers verhindert.

Normalerweise passt der Maschinist die Leistung der anfallenden Gasmenge an, um diese vollständig auszunützen. Es ist aber auch möglich, die Anlage als Spitzen-Kraftwerk zu betreiben. In diesem Fall regelt sich die Leistung nach der Netzfrequenz.

3. Ausserbetriebsetzung

Soll die Anlage abgestellt werden, so senkt man den Druckpegel und die Temperatur so weit, bis sozusagen keine Leistung mehr erzeugt wird; dann stellt man die Naturgaszufuhr ab und trennt den Generator vom Netz. Durch Oeffnen des Bypassventils wird die Maschine stillgesetzt. Um den heissen Turbinenrotor vor Verkrümmung zu schützen, schaltet man eine Wellendrehvorrichtung ein. Auch die automatisch eingesprungene Hilfsölpumpe bleibt noch einige Zeit in Betrieb, um die mit Weissmetall ausgegossenen Turbinenlagerschalen zu kühlen, solange der Turbinenrotor noch heiss ist.

Im Gefahrenfall kann der «Schnellschluss» von Hand oder automatisch ausgelöst werden. Er bewirkt ein sofortiges Oeffnen des Bypassventils und des Auslassventils sowie das Absperren der Naturgaszufuhr zum Lufterhitzer. Dadurch wird nicht nur die Maschinengruppe stillgelegt, sondern auch das Kreislaufsystem vom Druck entlastet. Anschliessend muss auch in diesem Fall die Wellendrehvorrichtung in Betrieb genommen werden.

Der Schnellschluss wird automatisch ausgelöst bei: Ueberdrehzahl, bei axialer Verschiebung des Turbinenrotors infolge Störung am Spurlager, bei zu tiefem Lageröldruck, bei zu hoher Lagertemperatur sowie bei zu hoher Lufttemperatur vor der Turbine. In den beiden letztgenannten Fällen geht ein Warnsignal voraus. Gleichzeitig mit der Oeffnung der beiden Ventile wird auch der Generator vom Netz getrennt.

IV. Schlussbemerkungen

Die bisherigen Erfahrungen mit dem Betrieb der Anlage Toyotomi haben gezeigt, dass das gesteckte Hauptziel — bestmögliche Ausnutzung der mit starken Schwankungen anfallenden Naturgasmenge — voll und ganz erreicht wurde. Darüber hinaus zeigt sich der Betrieb dieser Heissluftturbinenanlage höchst einfach und übersichtlich.

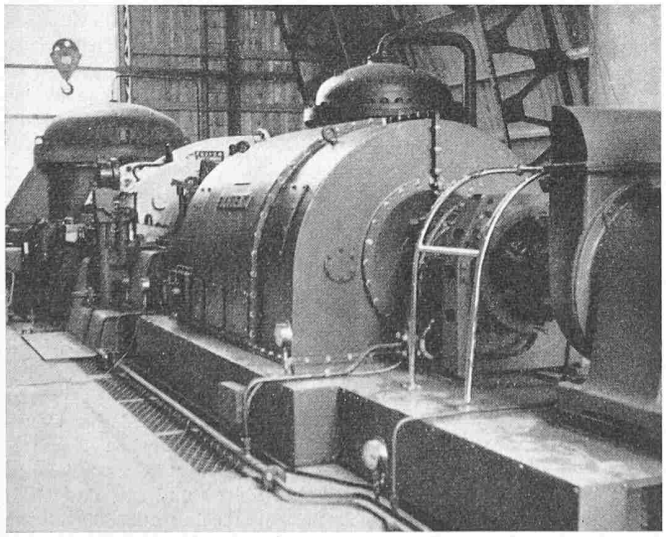

Bild 7. Ansicht der Maschinengruppe. Im Vordergrund (nur teilweise sichtbar), Erregermaschine, Generator, anschliessend Kompressor-Turbine mit Vorkühler im Hintergrund

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass es sich bei der Anlage Toyotomi um ein reines Kraftwerk handelt. Es wird also keine Abwärme zu Heizzwecken verwendet, obwohl solche ohne die geringste Wirkungsgradeinbusse in Form von Heisswasser (z. B. 80° C) abgegeben werden könnte. In Toyotomi befindet sich ein Badehotel, welches zur Aufwärmung des Badewassers Naturgas verwendet. Ausserdem heizt im Winter die ganze Ortschaft mit diesem wertvollen Gas. Diese Heizaufgaben könnten sehr wohl durch das heisse Kühlwasser gelöst werden.

Die Untergrundbahn in Budapest

DK 625.42

Der Entwurf für die nach modernsten Grundsätzen projektierte Untergrundbahn für die Stadt von 1,7 Millionen Einwohnern, der im wesentlichen ein Netz von radialen Linien vorsieht, ging von der sorgfältigen Verkehrszählung von 1949 aus. Man entschloss sich zu einer tiefen Lage der Linienführung, um vom Oberflächenverkehr sowie von der Ueberbauung unabhängig zu bleiben, und nahm tiefe Lage der Haltestellen und die höheren Baukosten in Kauf. Da hier 8 bis 12 m mächtige, Grundwasser führende Aluvial-Schotter der Donau tertiären Ton mit Rissen und Sandlinsen überlagern, musste für die Ausführung der Tunnel weitgehend Schildvortrieb unter Druckluft vorgesehen und hierzu die Tiefenlage so gewählt werden, dass die luftdichte Ueberdeckung durch Ton gewährleistet war. Diese tiefe Lage ergibt für eine Haltestelle Baukosten, die denen von 1 km doppelspurigem Tunnel entsprechen; dies veranlasste, den Abstand der Haltestellen auf 1,17 km anzusetzen. Die Höchstgeschwindigkeit der Züge ist zu 70 km/h vorgesehen bei kleinstem Krümmungsradius von 400 m und grösster Steigung von 22 ‰. Sechs Triebwagen zu 19 m Länge, je 240 Personen fassend, sollen einen Zug bilden. Das automatische Signalsystem soll eine Folge von 34 Zügen je Stunde regeln, entsprechend 50 000 Personen in der Stunde in einer Richtung. Für jedes Gleis ist eine gesonderte Tunnelröhre von 5 m Innendurchmesser angeordnet. In den Haltestellen sind diese Röhren auf einer Länge von 120 m auf 8 m erweitert; sie enthalten den 4 m breiten Bahnsteig und liegen in einem Axabstand von 22,6 m; Querstollen führen zu der Mittelröhre von 8 m Durchmesser, durch welche man zur Rolltreppe gelangt.

Der Bau der tiefliegenden Strecken begann mit den *vertikalen Zugangsschächten,* die als zylindrische Druckluft-Senkkasten von 5 m Durchmesser seitlich des Bahntunnels an den Haltestellen und in der Mitte der Zwischenstrecke etwas über 20 m tief abgesenkt wurden. Von der Sohle eines Schachtes führte ein Zugangsstollen zu den bergmännisch ausgebrochenen Schildmontage-Kammern; stationsseitig mussten drei Schilde von 8,5 m Durchmesser montiert werden, streckenseitig zwei Schilde von 5,5 m. Die Absenkung der tiefen Zylinder machte zunächst wegen des geringen Gewichtes bei grosser Mantelreibung Mühe. Diese Schwierigkeit wurde überwunden, als man die Aussenwand über der Arbeitskammer mit einer 10 cm zurückspringenden Stufe versah und den bei der Absenkung sich dadurch bildenden Hohlraum mit einer thixotropen Flüssigkeit [1]) füllte, die schmierte und schwer genug war, um durch ihren hydrostatischen Druck den Baugrund zu stützen. 1 m³ dieser Flüssigkeit enthielt 120 kg Bentonit, 80 kg Baryt, 500 kg Ton und 720 l Wasser, womit sich ein spezifisches Gewicht von 1,42 t/m³ ergibt. Die Mantelreibung im sandigen Kies konnte durch diese Massnahme von 1,8 bis 2 t/m² auf 0,4 bis 0,5 t/m² herabgesetzt werden. Deutlich trat hierbei der Anstieg der Schneidenlast in Erscheinung, was bei der Bemessung der Schneiden im Auge zu halten ist.

Für die bergmännisch vorgetriebenen *Verbindungsstollen* von 6,4 m Durchmesser wurde in weichen, lockeren Böden die Kernbauweise angewandt: 1. Vortriebsstollen im Kämpfer; 2. Schachtabteufung im Widerlager und Betonierung; 3. Scheitel-

[1]) Ein Kolloid wird als thixotrop bezeichnet, wenn es die Eigenschaft besitzt, durch mechanische Einwirkung eine Aenderung der Kohäsion der Teilchen zu erleiden und vom Zustand eines Gels in eine Flüssigkeit überzugehen. Zur Ruhe gekommen, geht der Stoff wieder in die kolloidale Form über. Im Gel bilden die festen Teilchen ein Gitterwerk, in welchem die Flüssigkeit gefangen ist; im flüssigen Zustand schweben die Teilchen frei in der Flüssigkeit (thixis = Berührung, tropos = Wendung).

stollen; 4. Ausweitung längs Gewölbe; 5. Betonierung des Gewölbes; 6. Aushub des Kerns; 7. Betonierung der Sohle. In standfesteren Böden wurde nach der belgischen Bauweise vorgegangen unter Anwendung des Kunzschen Verfahrens mit innern und äussern Stahlbogen und stählernen Rippenplatten von 50 × 90 × 1 ÷ 0,6 cm, die alle beim Betonieren zurückgewonnen wurden. In dieser Arbeitsweise wurden auch einige Tunnelstrecken und Stationen ausgeführt, teils mit offener Wasserhaltung, teils unter Druckluft. Im Tunnel von 5 m Durchmesser wurde ein durchschnittlicher Vortrieb von 1,5 m/Tag erreicht.

Die Herstellung der *Schildmontage-Kammern* von 10 bis 20 m Länge bei 9 bis 11 m Innen-Durchmesser erwies sich als besonders schwierig und zeitraubend. Durch Sohl- und Kämpferstollen wurden zunächst die Kammerwände erstellt. Von einem weiteren Stollen aus wurden Aufbrüche zum Scheitel getrieben und von hier die Gewölberinge ausgeweitet. Nach Aushub des Kerns konnte das Sohlgewölbe ausgehoben werden. Hiermit erforderte die Erstellung einer Montage-Kammer 9 bis 11 Monate bei sehr grossem Holzaufwand. Besser kam man voran, als die Bauweise gewechselt wurde: Ein Sohlstollen von 3,2 m Aussendurchmesser wurde durch selbsttragende, stählerne Rippenplatten (ähnlich Tübbingen) ausgesteift. Von hier aus wurden Aufbrüche in den Seitenwandebenen bis Kämpferhöhe vorgetrieben. Auf Kämpferhöhe wurden Seitenstollen angelegt, von denen aus die Seitenwände in fortschreitenden Abteufungen schrittweise erstellt wurden. Aufbrüche zum Scheitel und Firststollen ermöglichten Ausbruch und Betonieren der Gewölbe. Diese Arbeitsweise ermöglichte die Herstellung einer Schildmontage-Kammer in acht Monaten.

Die Stirnwände dieser Montage-Kammern mussten während der Schild-Montage gegen den Erd- und Wasserdruck durch kräftige Eisenbetonwände abgeschlossen werden, die bei Beginn des Schild-Vortriebes herauszubrechen waren. Um die auf 2 m berechnete Wandstärke auf 80 cm zu vermindern, wurden in den Stirnabschluss drei 12 m lange, mit Stahlrippenplatten ausgekleidete Verankerungsstollen vorgetrieben.

Ein Schild von 8,5 m Durchmesser dient für die Stationsröhren, ein solcher von 5,5 m Durchmesser für den einspurigen Tunnel; er besteht aus einem Stahlzylinder, der im vorderen Teil den Aushub ermöglicht, im hintern Teil die Ausmauerung durch gusseiserne Tübbing-Segmente. Der vordere Teil enthält demnach die Schneide mit den Arbeitsbühnen, der mittlere Teil die Vortriebspressen, Hochdruckpumpen und einen Druckverteilring, ausserdem rücklaufende Stirnwandpressen, die den Brustverzug während des Vorschubes stützen. Der Schild-Schwanz dient dem Einbau der Tübbinge mittels eines drehbaren Auslegerarmes auf besonderem Wagen. Nach Verschrauben der Tübbinge wird ein Ring durch mehrstufige Zementinjektionen satt an das Gebirge angeschlossen. Das Gewicht der Tübbingverkleidung je lfm einer Röhe von 6 m Aussendurchmesser beträgt 7400 kg.

Eine unter Druckluft gesetzte Arbeitsstrecke war gegen den Zugang durch eine Betonmauer luftdicht abgeschlossen, durch die zwei Schleusen für je 20 Personen oder drei Förderwagen sowie eine oben liegende Notschleuse führten. Nach einem Vortrieb von 120 m wurde eine neue Trennmauer errichtet und die vorgehende entfernt.

Es wurden Versuchsarbeiten in die Wege geleitet, geeignete Tübbinge aus Stahlbeton zu entwickeln als Ersatz für die teuren ausländischen aus Gusseisen. Durch Behandlung des Betons P 350, Korn 0 ÷ 5, 5 ÷ 15 mm im Kessel unter Dampfdruck von 7,5 ÷ 10 at bei 167 ° konnte ein unter 10 at wasserdichter Beton von einer Druckfestigkeit von 450 kg/cm² nach 24 Stunden und 600 kg/cm² nach 28 Tagen hergestellt werden.

Im Jahre 1950 wurde der Bau der gänzlich unterirdisch auszuführenden Ost-West-Strecke von 8,2 km in acht Stationen in Angriff genommen bei einem Kostenvoranschlag von 2 Mrd. Forint. Nach 3½ Jahren waren die Tiefbauarbeiten auf 11 Bauplätzen mit 8000 Mann in vollem Gang, 12 Schilde standen zur Verfügung, 3,5 km doppelgleisige Strecken und 750 m Stationsstrecken waren vollendet, 900 Mio Forint waren investiert, als die Bauarbeiten durch Regierungsbeschluss eingestellt wurden.

Weitere interessante technische Einzelheiten teilt Prof. *K. Széchy*, Budapest, in der «Oesterreichischen Ingenieur-Zeitschrift» vom Juli 1958 mit.

Erwin Schnitter, dipl. Ing., Küsnacht ZH

Baustoffwerke AG. Hunziker & Cie. DK 061.5

Am 24. Juni 1958 wurden zahlreiche Fachleute von der AG. Hunziker & Cie. zu einer stark besuchten Besichtigungsfahrt ihrer Baustoffwerke eingeladen. Referate von Dr. G. Glystras, Präsident, und Ing. W. Thut, Delegierter des Verwaltungsrates, sowie von Ing. W. Zschokke, Betriebsleiter, gaben einen Ueberblick über die ausserordentlich vielseitigen Produktionsmöglichkeiten, worüber wir folgendes wiedergeben:

Die Geschichte der AG. Hunziker & Cie. beginnt im Jahre 1873 mit Johannes Hunziker in Reinach, Kt. Aargau. Das eigentliche Stammwerk der heutigen Gesellschaft ist Brugg, dem nacheinander die Werke Olten, Pfäffikon, Bollenberg, Bern, Oerlikon, Döttingen und Landquart angegliedert wurden. An diesen Orten besitzen die AG. Hunziker & Cie., bzw. die ihr angeschlossenen Schwestergesellschaften drei Kalksandstein-Werke und sechs Fabriken für die Herstellung von Zementwaren und Leichtbaustoffen, eine moderne Ziegelei, eine Zementfabrik, eine Kalkfabrik und drei Betriebe für die Herstellung von Spezialrohren (nämlich Durobeton-Rohre, Superbeton-Schleuderrohre und Rocbeton-Spannrohre) und einen grossen Kiesgrubenbetrieb.

Kennzeichnend für den schweizerischen Baustoffmarkt ist die starke Verschiedenheit der Typen. So werden z. B. in der Schweiz gegen vierzig verschiedene Kalksandsteinformate und -typen hergestellt, während im ganzen Gebiet der USA nur sechs verschiedene Formate verkauft werden. Die Baustoffwerke der AG. Hunziker & Cie. stellen mehrere Tausend verschiedene Standardartikel her.

Das Spezialitätengeschäft in der Zementwarenabteilung umfasst zur Hauptsache Betonfenster, Strassenbauartikel und Leichtbauplatten. Ein neues Produkt sind die Platten aus Leca-Blähton. Blähton wird im Drehofen hergestellt. Es besteht im Prinzip aus hoch porosierten, gebrannten Tonkügelchen, die eine in sich geschlossene Zellenstruktur besitzen (Bild 1). Die im Werk Olten gegenwärtig für die Grossbaustelle eines schweizerischen Industrieunternehmens fabrizierten Wandverkleidungsplatten haben eine Dimension von 300 × 100 × 12 cm und entsprechen in der Isolationsfähigkeit

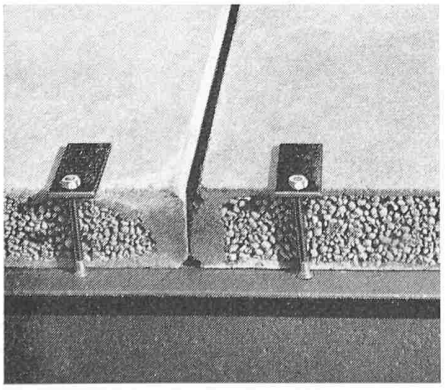

Bild 1. Blähtonplatten

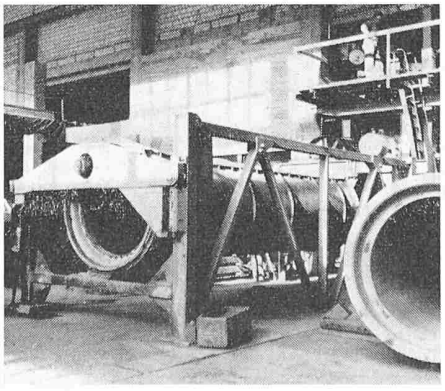

Bild 2. Kernrohrfabrikation

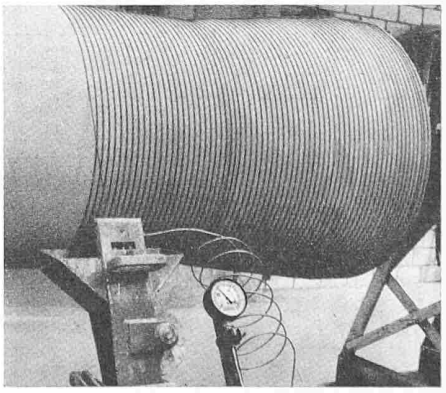

Bild 3. Vorspannarmieren