Einschaliger Tunnelausbau mit Stahlbetontübbings

Autor(en): **Brux, G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73045

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

die vier Konzepte mittels der Zielkriterien beurteilt und in der Wertsynthese die Nutzwerte der einzelnen Konzepte ermittelt.

In einem *letzten Schritt* der Richtplanungsstufe, der eigentlichen *Richtplanung,* konnte auf Grund der Folgerungen aus Konzeptanalyse und -bewertung ein Nutzungsprogramm für den Richtplan aufgestellt werden. Die Inhalte des ausgewählten Konzeptes mussten in Diskussionen modifiziert und differenziert werden, so dass Prämissen für die Quartierplanungsstufe formuliert werden konnten, die wir zusammenfassend im Richtplan darstellten.

Die wichtigsten Ergebnisse, dargestellt durch den Richtplan, sind der Vorbehalt von 50 % aller Nutzflächen für das Wohnen, Erhaltung und Erweiterung der Grünräume, Berücksichtigung der ausgezeichneten Lage des Quartiers durch eine Ausnutzungserhöhung gegenüber dem bestehenden Zonenplan, Immissionsschutz des Quartiersinneren gegen die Quartiersumgebung durch eine geschlossene Randbebauung und das Verkehrskonzept mit Erschliessungsschlaufen.

Die kurz vor dem Abschluss stehende Quartierplanungsphase vertiefte das ausgewählte Konzept in rechtliche Festlegungen der Nutzungsart, -lage und -verteilung sowie der Ausnutzungen und deren Verteilung usw. in Form von baureglementartigen Sonderbauvorschriften (öffentlich-rechtliche Beschränkungen), Aufsichtsplänen und Profilschnitten. Problematisch war dabei die Festlegung des angestrebten Wohnschutzes bei gleichzeitiger Wahrung grösstmöglicher Entwicklungsflexibilität im Quartier.

Wir glauben, hierfür eine allseits befriedigende Lösung gefunden zu haben.

Einschaliger Tunnelausbau mit Stahlbetontübbings

Nach einem Vortrag von Dipl.-Ing. **Volker Meldner,** Wayss & Freytag AG, Frankfurt/Main,
am 14. Mai 1975 auf dem Deutschen Betontag in Hamburg

DK 624.191.6

Das Schildvortriebsverfahren erlebte in Deutschland in den sechziger Jahren einen Aufschwung, der auch heute noch ungebrochen anhält. Eine der wesentlichen Voraussetzungen hierfür war das Anwenden wirtschaftlicher Tunnelausbauarten, wie zum Beispiel der Einsatz von Stahlbetontübbings. So wurden in den vergangenen zehn Jahren in Berlin, Frankfurt am Main und München zusammen etwa 15 km U-Bahn-Tunnel mit Stahlbetontübbings und einer wasserabsperrenden Ortsbetoninnenschale ausgekleidet, also nach dem inzwischen üblichen Verfahren zweischalig ausgebaut. In jüngster Zeit wurden auch einschalige Auskleidungen mit Stahlbetontübbings ausgeführt, wobei die Einsparung der Innenschale die Herstellungskosten der Tunnelauskleidung wesentlich senkt.

In Stuttgart wurden 1970 als erste Ausführung dieser Art 790 m des bis zu 8 m tief im Wasser gelegenen *Hauptsammlers West* mit 4220 mm Aussendurchmesser in einschaliger Bauweise aus wendelförmig versetzten Stahlbetontübbings erstellt. Durch Ausfüllen der Fugen mit Zementmörtel konnte der Sammler einwandfrei gegen einfliessendes Wasser abgedichtet werden. In gleicher Art wird derzeit der 1972 begonnene und das Freihafengelände in 20 m Tiefe unterquerende 4,6 km lange *Hauptsammler Wilhemsburg* mit 4340 mm Aussendurchmesser als Verbindung des Sammlers Ost mit dem Klärwerk Köhlbrandhöft erbaut. Bis Mai 1975 waren etwa 1,2 km dieses Sammlers vorgetrieben, und zwar vollmechanisch mit einem Hydroschild und Bentonitsuspension-gestützter Ortsbrust. Wegen des grossen Wasserdruckes werden höhere Anforderungen an die Massgenauigkeit der Tübbings gestellt, den Tübbings umlaufende Neopreneleisten aufgeklebt, die durch Verschraubung gegeneinander gepresst werden und damit das Wasser am Einfliessen hindern; die Fugen werden später an der Tunnelinnenseite versiegelt.

Die erste Ausführung im *Verkehrstunnelbau* findet in München im Baulos 7.1 der U-Bahnlinie 8 statt (1,2), das sich vom Startschacht in der Schlotthauerstrasse am südlichen Isarufer bis zum Sendlinger Tor in Zentrumsnähe erstreckt und zwei eingleisige, rd. 1320 m und 990 m lange Tunnelröhren von 6900 mm Aussendurchmesser (Bild 2) mit dem Bahnhofbauwerk Frauenhoferstrasse – zwischen den Haltestellen Kolumbusplatz und Sendlinger Tor – umfasst. Die Tunnelröhre liegt etwa 15 m unter dem Wasserspiegel der Isar und wurde im wesentlichen Abschnitt von

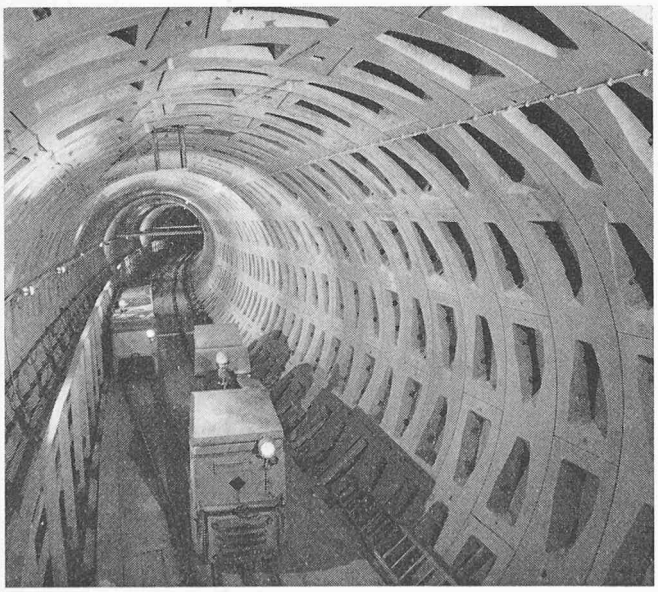
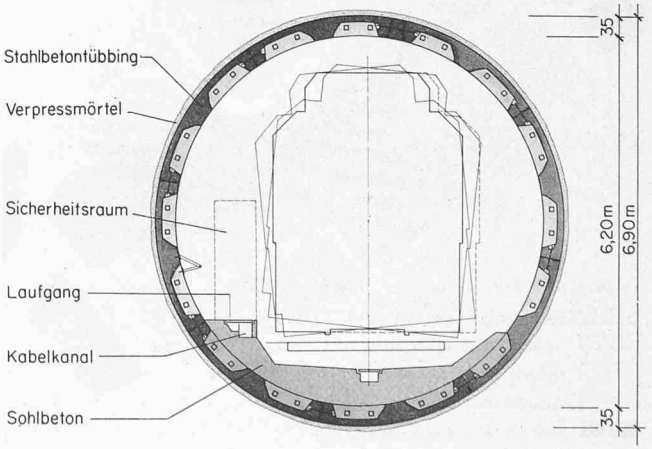


Bild 1 (links). Streckentunnel von Bild 2 im Bauzustand. Einschaliger Tunnelausbau mit Stahlbetontübbings

Bild 2. Regelquerschnitt für das Los 7.1 der U-Bahnlinie 8 in München



Mai 1974 bis Februar 1975 auf 1,3 km Länge mit einer im Schild eingebauten Tunnelfräse mit offenem Schneidrade im Druckluftbetrieb vorgetrieben und einschalig mit kassettierten Stahlbetontübbings ausgekleidet (Bild 1). Jeweils acht Tübbings und ein Schlussstein bilden einen 1 m breiten Tunnelring (vgl. Bild 2). Die Ringe sind gegenseitig um eine halbe Tübbinglänge versetzt. Zur Stabilisierung des Ausbausystems sind in den Ringfugen durchlaufende, ineinander greifende Nuten und Federn angeordnet. Äussere Kennzeichen sind die aus statischen Gründen spiegelbildlich angeordneten, trapezförmigen Kassetten (Bild 1).

Die Ringfugen und Tübbingstossfugen werden gegen das Grundwasser mit Neoprene-Zahnleisten abgedichtet, die zu Rahmen vorgefertigt geliefert und auf die Tübbings in umlaufende Nuten geklebt werden (Bild 3). Die Betonoberfläche der Nuten erhält zuvor als Schutz gegen Wasserumläufigkeit einen Harzanstrich. Die äusseren Bedingungen sind ausserdem für Gummi im Tunnel besonders günstig, da die schädigend auf sie wirkenden atmosphärischen Einflüsse, wie Sonneneinstrahlung und Temperaturwechsel, nicht auftreten. Diese Fugenabdichtung besitzt den Vorteil, dass alle Arbeiten mit Dichtungsmitteln ausserhalb des Tunnels vorgenommen werden und die Dichtung sofort nach dem Einbau der Tübbings wirksam ist. Zur Rissesicherung der Stahlbetontübbings werden druckausgleichende, plastische Futterstücke aus Bitumen sowohl in Längs- als auch in Querfragen als Knautschzonen eingebaut (Bild 3), die bei örtlicher Überbeanspruchung Risse und Abplatzungen vermeiden.

Die rd. 20 000 Tübbings haben je 100 cm Breite, 35 cm Gesamtdicke und 12,5 cm Spiegeldicke bei den Kassetten sowie 1,8 t Einzelgewicht. Sie werden aus wasserdichtem Beton Bn 450 nach DIN 1045 (370 kg/PZ 550, 800 kg Sand 0/4 mm, 1157 kg Kies 8/16 mm je m³ FB; W/Z = 0,43; Konsistenz K 2) mit 97 bis 107 kg Stabstahlbewehrung BSt 42/50 je m³ FB in sehr genau gearbeiteten Stahlschalungen (53 Stück; 4 t/Schalungseinheit aus 70 mm Stahlblech; ± 0,2 mm) in zwei Betonwerken in der Nähe Münchens hergestellt. Für die Tübbingsfertigung waren als Toleranzen zugelassen: ± 0,5 mm an den Seitenflächen oder Tübbingfugen, ± 1,0 mm an den Kassetten und Einbauteilen ausser Verpressöffnungen und ± 2,0 mm bei den Tübbingdicken. Die Erhärtungszeit des Betons musste durch Wärmebehandlung wesentlich abgekürzt werden. Im Werk Aichach lagerten die Paletten mit den frisch betonierten Tübbings zunächst eine Stunde lang unter Raumtemperatur; anschliessend wurden sie in den Heiztunnel gefahren. Unter der Wirkung von 85 °C heisser Luft erwärmte sich der Beton auf 50 °C. Während die Paletten den Tunnel in 4,5 Stunden durchlaufen, erhöht sich die Temperatur auf 60 bis 65 °C. Durch die schonende Erwärmung wurden Spannungsrisse im Beton vermieden. Nach dem Verlassen des Heiztunnels kühlten die Tübbings innerhalb einer Stunde auf 35 bis 40 °C ab und

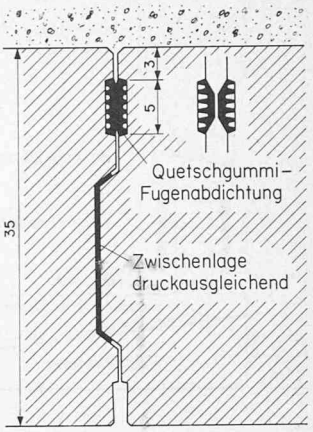


Bild 3. Abdichtung der Tübbingstossfuge mit Neoprene-Zahnleiste nach dem Zusammenschrauben der Tübbings; oben Gebirge, unten Tunnelinneres. Masse in cm

wurden dann entschalt. Zu diesem Zeitpunkt besassen sie bereits etwa 50 % ihre Endfestigkeit, d. h. bis 350 kp/cm². Die Tübbings verblieben noch mindestens einen Tag lang in der Halle bei Raumtemperatur, ehe sie auf dem Lagerplatz gestapelt wurden. Nach vier Wochen Erhärtungszeit erreichte der Tübbingbeton eine mittlere Würfeldruckfestigkeit von 653 kp/cm² bei einer Standardabweichung von nur 36 kp/cm². Im Werk Utting verwendete man anstelle von Warmluft Dampf für die Wärmebehandlung sowie feststehende Schalungen bei Bedampfung mit Abdeckhauben. Die Tagesleistung im Zweischichtenbetrieb betrug im Werk Utting bei 20 Formen fünf Tunnelringe oder 40 Tübbings und im Werk Aichach bei 27 Formen sechs Tunnelringe oder 48 Tübbings.

Die Tübbings werden nach Durchgang durch die Materialschleuse mit Stollenzügen vor Ort gefahren und mit einem hydraulisch betätigtem Versetzgerät eingebaut (1 Ring = 1 m Tunnel/30 Minuten). Täglich wurden in Dreischichtbetrieb im Mittel 12 m, in der Spitze 20 m Tunnelstrecke aufgefahren (Vorschub mit 16 Pressen von je 150 Mp) und einschalig mit Tübbing ausgekleidet.

Nach dem Vortrieb wurde die Druckluft ohne zusätzliche Dichtungsmassnahmen abgelassen. Der Tunnel stand nun voll unter der Beanspruchung des Grundwassers. Es zeigten sich nur wenige Fehlstellen; diese konnten eindeutig erkannt und durch gezielte Injektionen beseitigt werden. Die Stahlbetontübbings des Bauloses 7.1 kosteten etwa die Hälfte von dem, was herkömmliche, gusseiserne Tübbings gekostet hätten. *-gb-*

Literatur

[1] *H. Distelmeier:* Die Montage von Stahlbetontübbings bei Tunnelbauten mit Schildvortrieb. «Beton- und Stahlbetonbau» *70* (1975), Nr. 5, S. 120–125.

[2] *V. Meldner:* Zur Statik der Tunnelauskleidung mit Stahlbetontübbings. Beitrag in der Festzeitschrift «100 Jahre Wayss & Freytag AG», Juni 1975.

Behandlung von Getreide mit Hochfrequenz

DK 631.563

Das intensivere Umweltbewusstsein hat auch die Diskussion um die Entwesung von Getreidelagern neu belebt. Unter Entwesung versteht man dabei, eingelagertes Getreide von Schädlingen wie Insekten und deren Larven sowie von Schimmelpilzen frei zu halten.

Die heute gängigen Methoden

Das Problem ist alt. Über Trocknen, Räuchern und Salzen des Lagergutes kam man in der Zeit der Alchemie zu den ersten eigentlich chemischen Methoden des Vorratschutzes. Chemische Substanzen bilden heute noch – selbstverständlich neben der Forderung nach unbedingter Sauberkeit und höchster Qualität des Lagergutes – den meistverwendeten Schutz von Getreidevorräten vor Schädlingen.

Es werden vorwiegend zwei chemische Methoden angewendet, namentlich die Begasung der Getreidesilos mit Phosphor-Wasserstoff (Phosphin) oder mit Methylbromid, zwei Chemikalien, die insektentötende Substanzen ent-