

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 110 (1992)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Tunnelbau - neue Chancen aus europäischer Sicht: STUVA-Tagung vom 26.11.1991 in Dübendorf  
**Autor:** AB  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77861>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Tunnelbau – neue Chancen aus europäischer Sicht

STUVA-Tagung vom 26.11.1991 in Düsseldorf

**Die alle zwei Jahre stattfindende Tagung der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. (STUVA), Köln, war mit fast 1500 Teilnehmern aus 14 Nationen, davon allein über 300 aus Österreich und der Schweiz (220), 1991 international die grösste Tunnelfachtagung. In acht Themengruppen mit 27 Vorträgen wurde ausführlich auf europäische Grosstunnelprojekte und unterirdisches Bauen eingegangen sowie auf Umweltschutz, den maschinellen Vortrieb, Spritzbetonbauweisen, Tunnelauskleidungen, Ausbau, Abdichtung, Qualitätssicherung, Sicherheit und Arbeitsschutz.**

Sowohl national als auch international trägt der Tunnelbau erheblich zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur bei; zahlreiche Tunnel sind im Bau, und für weitere ist Bedarf [1]. Bei dem hohen Investitionsbedarf in den neuen Bundesländern muss nicht nur die herkömmliche Finanzierung für Investitionen und Fahrzeuge für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) ausgeweitet (*Girnau*), sondern neue Finanzierungswege beim Tunnel- und Verkehrswegebau beschritten werden. Deshalb wurde die «Privatfinanzierung europäischer Verkehrsinfrastrukturen einer kritischen Analyse» (*Becker*) unterzogen und auf die Finanzierung des Eurotunnels und der festen Fehmarnbelt-Querung näher eingegangen.

Dabei stellt sich die Frage, was ein Bauwerk als Aufgabe unserer Generation kosten darf. In Anbetracht der bis zum Jahr 2000 in Deutschland bestehenden Finanzierungslücke von 100 Mia. sFr. für erforderliche Verkehrsinfrastrukturen beabsichtigt man bereits 1992 den Ausbau einer Eisenbahnstrecke (Nürnberg–Ingolstadt–München) und von drei Autobahnabschnitten mit insgesamt 4,5 Mia. sFr. privat zu finanzieren.

## Europäische Grosstunnelprojekte

Im Vortrag «Tunnel unter dem Ärmelkanal: Erkenntnisse aus dem maschinellen Vortrieb» (*Götz*) mit insgesamt 150 km Bohrung wurde auf die verhältnismässig lange Anlaufphase, die erzielten Rekord-Vortriebsleistungen [2, 3] und Massnahmen zum Aufholen der anfänglichen Bauverzögerungen eingegangen und beim Bau des «Crossover im Kanaltunnel und der Parkkaverne in Landsberg/Lech» auf die gleich grossen Kavernen (Bild 1; 182/18,90/16,40 m) mit unterirdischen Bauaufgaben in Spritzbetonbauweise (*Harpf/Myers/Axhausen*); sie wurden im Mergel mit Teilschnittmaschinen bzw. Tunnelbagger aufgefahren, und zwar zunächst mit zwei Umlenstollen, dann der Kernvortrieb mit weiterer Unterteilung der Teilquerschnitte in 2 bis 3 bzw. 3 bis 4 Unterquerschnitte [4, 5], um Setzungen möglichst gering zu halten.

|   | TBM-Einsatz | <sup>1</sup> | Röhren | Bohrlänge (m) | Bohrloch-durchmesser (m) | Bemerkungen    |
|---|-------------|--------------|--------|---------------|--------------------------|----------------|
| <i>Vollschnittmaschinen</i>                   |             |              |        |               |                          |                |
| Heitersbergtunnel                             | 1970/72     | B            | 1      | 2 596         | 10,67                    | ohne Schild    |
| Zürichbergtunnel                              | 1985/86     | B            | 1      | 4 350         | 11,52                    | offener Schild |
| Gubristtunnel                                 | 1980/82     | S            | 2      | 6 000         | 11,52                    | offener Schild |
| Tunnel Mont Russelin                          | 1990/..     | S            | 1      | 3 550         | 11,81/11,87              | offener Schild |
| Bözbergtunnel                                 | 1990/..     | S            | 2      | 7 100         | 11,87/11,93              | offener Schild |
| <i>zum Vergleich:</i>                         |             |              |        |               |                          |                |
| Eurotunnel                                    | 1987/91     | B            | 2      | 101 000       | 8,78                     |                |
|   |             | D            | 1      | 50 500        | 5,38                     |                |
| <i>Aufweitungsmaschinen</i>                   |             |              |        |               |                          |                |
| Sonnenbergtunnel                              | 1969/73     | S            | 2      | 3 092         | 3,50/7,70/10,46          | dreistufig     |
| Kerenzerbergtunnel                            | 1979/82     | S            | 1      | 3 042         | 3,50/7,50/11,00          | dreistufig     |
| Umfahrung Neuchâtel (Ost)                     | 1985/88     | S            | 2      | 5 220         | 3,70/7,70/11,30          | dreistufig     |
| Umfahrung Locarno                             | 1989/..     | S            | 1      | 4 864         | 4,50/10,80               | zweistufig     |
| <i>Mixschild<br/>(Nass- und Trockenabbau)</i> |             |              |        |               |                          |                |
| Grauholztunnel                                | 1989/..     | B            | 1      | 5 548         | 11,65                    |                |

<sup>1</sup> B Eisenbahntunnel; S Strassentunnel; D Diensttunnel

Tabelle 1. In der Schweiz eingesetzte Tunnelbohrmaschinen (TBM) mit grösserem Durchmesser als 10 m (1969 bis 1991; 32,8 km Bohrlänge mit 3,4 Mio m<sup>3</sup> Ausbruch)

auch Gneise (zweistufige Erweiterungsmaschine) oder Molassefels mit vorgelagerten wasserführenden Lockergesteinen (Mixschild) an. Aufällig ist Ende der 80er Jahre die sprunghafte Entwicklung der installierten Leistung und der maximalen Anpresskraft der Rollenmeissel. Die Penetration (Bohrfortschritt je Bohrkopfumdrehung) und der Meisselverschleiss führten in den bisher angetroffenen Gesteinsarten nicht zu besonderen Problemen. Unerwartete geologische Störzonen ergaben jedoch Leistungseinbussen oder gar Arbeitsunterbrechungen. In einzelnen Tunneln wurde quellfähiges Gebirge mit TBM aufgefahrene (Bözbergtunnel) [6]. Angesichts der bedeutenden Risiken hinsichtlich Geologie, Bauzeit und finanzieller Mittel beim Einsatz grosser TBM im Fels sind die meist eingehaltenen Baukosten und Bauzeiten bemerkenswert.

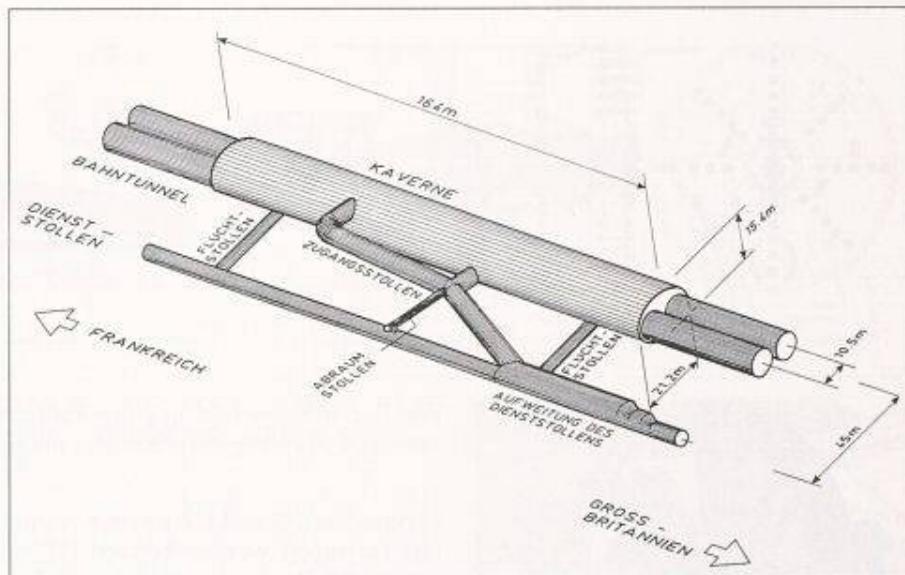


Bild 1a. Überleitstelle (Crossover) für die Gleise der beiden eingleisigen Eisenbahntunnel im britischen Teil des Kanaltunnels

### Maschineller Tunnelvortrieb

Die «Definition geotechnischer Parameter für den Einsatz von Schildvortriebsmaschinen mit suspensionsgestützter Ortsbrust» (Hydro- oder Mixschild) (Jancsez) bedeutet verfeinerte Kenntnisse über die Wechselwirkung zwischen Boden und Maschine, wozu neue geotechnische Erkundungs-, Mess- und Interpretationsmethoden in enger Zusammenarbeit zwischen Praxis und Forschung gehören. Dagegen hängen die «Risiken und Chancen der Mechanisierung im Tunnelbau» (Braach) von entsprechend qualifiziertem und erfahrenem Personal für Planung und Bauausführung sowie optimierter Anpassung der Vortriebsmaschinen ab. Für den «setzungsarmen Tunnelvortrieb in weichen Sedimenten» (Gudehus) eignet sich der Trichtervortrieb, wobei der Boden von der Ortsbrust ohne Störung der Umgebung in einen schlanken Trichter dringt; das kann mit Rohrvortrieb, Tübbings oder Extrudieren kombiniert werden. Zum Vermeiden oder Ausgleichen unerlaubter Setzungen kann man derartige Böden über dem Tunnel mit getrocknetem Kalkmehl anstelle von Zementsuspensionen injizieren.

Beim «Bau eines Mischwasserkanals in Bremen» konnten 1991 zum ersten Mal «Erfahrungen mit einem Erddruckschild» (Krause) in Deutschland gesammelt werden, und zwar bei einem 1436 m langen unterirdischen Rohrvortrieb (3 Baustrecken; Stahlbeton-Vorpresrohre 2600 NW/3,50/0,25 m, 18 t) in einem ökologisch empfindlichen Gebiet. Dabei wirkt der abgebauten Boden gegen den Druck des Grundwassers und des anstehenden Bodens vor Kopf des

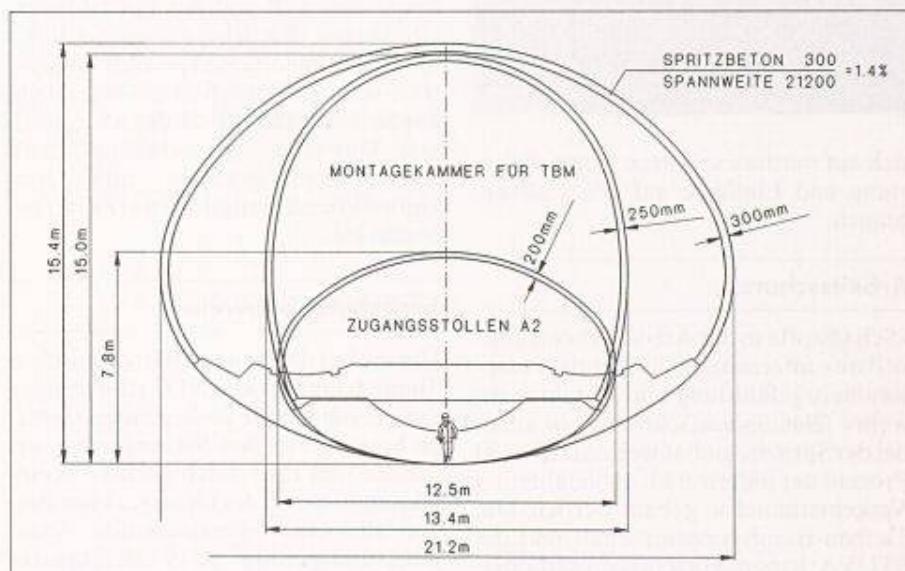


Bild 1b. Vergleich der Abmessungen der in Spritzbetonbauweise gesicherten Hohlräume im britischen Teil des Kanaltunnels

Schildes. Dadurch kann der Vortrieb grundwasserabsenkungsfrei mit so geringem Gegendruck gefahren werden, dass es möglich ist, trotz der hier vorhandenen geringen Überdeckung von etwa 1 m bis max. 2 m eine einwandfreie Tiefenlage zu erreichen. Mit einem sich langsam drehenden Schneidrad wird der Boden an der Ortsbrust gelöst, zu einer homogenen Masse geknetet und mit einer Förderschnecke und anschliessenden Dickstoffpumpe [7] durch die schon vorgepresste Rohrstrecke bis 700 m weit in ein Absetzbecken gefördert (Bild 2). Zur Hindernisbergung kann die Mischkammer kurzzeitig unter Druckluft gesetzt werden. Die Vortriebsleistung betrug im Mittel 12 und max. 32 m/d und die Stillstände 14 Prozent. Danach wurde der «Tunnelvortrieb mit Mixschild im Hartgestein bei der Ruhr-

unterquerung in Mühlheim/Ruhr» für die S-Bahn Rhein-Ruhr (Elmer/Kramer/Hettwer) erläutert; eingesetzt war eine Vollschnittmaschine mit Hartgesteinbohrkopf (6,90 m Ø; 1260 kW Schneidradleistung, max. 300 mt Drehmoment; 54 Disken, Meisselkoefizient F = 0,4 bis 2,0 N/mm) mit einer Suspensionsschildausführung für Lockerböden. Durch Umbau des Bohrkopfes konnte die Leistung für die zweite Schildfahrt (1040 m) von 2,8 auf 8,9 m/AT (7,5 Ringe/AT) – Soll 6 m/TA (5 Ringe/AT) – für Zweischichtbetrieb und durchlaufende Reparatursschicht in der Nacht gesteigert werden. Die «Erfahrungen beim Auffahren einer Fernwärme-Verbundleitung im Münchner Tertiär unter Druckluft» (Bretz) mit drei Schildvortrieben (1100, 2160 und 2210 m; 4200 und 4400 NW) und einem Los in Spritzbetonbauweise beziehen

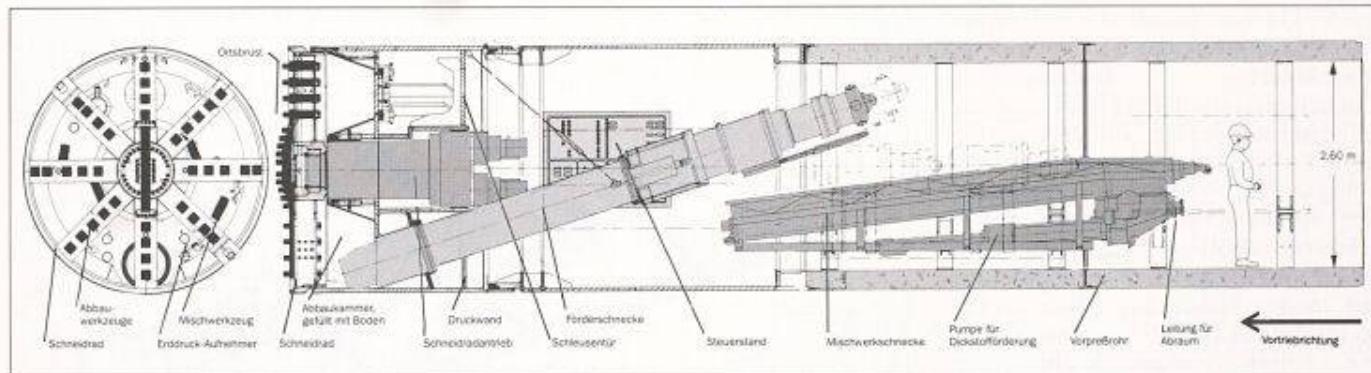
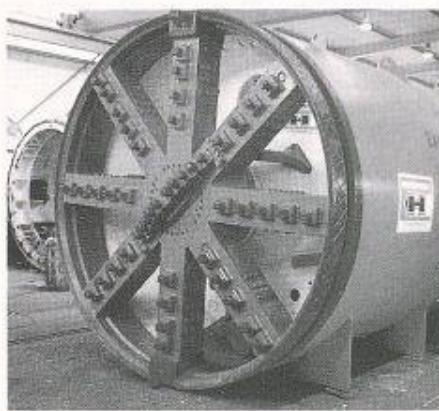


Bild 2. Erdruckschild für einen Rohrvortrieb - mit 18 t schweren Stahlbetonrohren von 3,08 m Aussendurchmesser - mit Dickstoffpumpe für den Bodentransport



sich auf mittlere und max. Vortriebsleistung und Einflüsse auf den Luftverbrauch.

## Arbeitsschutz

«Schadstoffe in der Atemluft beim Tunnelbau» interessieren hinsichtlich «Gesundheitsgefährdung und Gefahrenabwehr» (Bandmann/Schreyer) vor allem bei der Spritzbetonbauweise, da über 90 Prozent der unterirdisch aufgefahrenen Verkehrstunnel so gebaut werden. Die Tiefbau-Berufsgenossenschaft und die STUVA haben Vorschläge erarbeitet, wie die durch Dieselfahrzeuge (Indirekteinspritzer; Tabelle 2; Kraftstoff CZ 48; Bild 3) [8], Sprengen (Emulsions-sprengstoffe, höherer Bohrlochfüllungsgrad, CO-arme Sprengschnüre), Teilschnittmaschinen (Staubschutzschild: -85 Prozent) und Spritzbetonarbeiten (Staubbindemittel beim Trockenspritzverfahren: -40 Prozent)

verursachten Schadstoffe in der Atemluft verringert werden können [8]; es wurde ein Rechenprogramm zum Ermitteln der Staubbelastung an verschiedenen Arbeitsplätzen im Tunnel für die Bemessung ausreichender Tunnellüftung entwickelt und mit Fortbildungsliegängen (Spritzbetonarbeiten usw.) für Tunnelmannschaften zum Verbessern der Arbeitssicherheit begonnen. Ergänzend dazu wurde der «Vergleich von Vortrieben mit schadstoffarmen Emulsionssprengstoffen und herkömmlichen Sprengstoffen» (Prinz) gebracht [8].

## Spritzbetonbauweise

Um die bei der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) durch Lastumlagerungen im umliegenden Gebirge hervorgerufenen Setzungen zu vermeiden, hat man durch gezielte Vorinjektion (6-8 bar) des Gebirges vom Tunnel aus eine «vorauseilende Spannungsumlagerung als Weiterentwicklung der Spritzbetonbauweise im Lockergestein» (Etel) erreicht und nachweislich das Sicherheitsniveau erhöht.

Über die «Entwicklung von Robotern für die Herstellung von Spritzbeton, die Arbeitsbedingungen, Qualität und Wirtschaftlichkeit» (Maidl) [9] ist berichtet worden, ebenso über den Robo-

tereinsatz aus der Sicht des Arbeitsschutzes [10]. Für die Beurteilung der Spritzbetonarbeiten hat man den Düsenführungskoeffizienten

$$K_D = X_D \cdot \frac{A_{SB} R_{SB}}{m_s T} \cdot 10^2 \text{ (m/cm)}$$

|          |                                      |                      |
|----------|--------------------------------------|----------------------|
| $K_D$    | Düsenführungskoeffizient             | (m/cm)               |
| $X_D$    | vom Spritzstrahl zurückgelegter Weg  | (m)                  |
| $A_{SB}$ | definierte Auftragsfläche            | (m <sup>2</sup> )    |
| $R_{SB}$ | Spritzbetonrohdichte                 | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| $m_s$    | Massestrom Bereitstellungs-gemisch   | (kg/min)             |
| T        | zum Überstreichen von $A_{SB}$ (min) |                      |
|          | benötigte Zeit                       |                      |

eingeführt; durch die automatische Düsenführung (Roboter) konnte gegenüber der manuellen Düsenführung (Tabelle 3) die Betondruckfestigkeit um 10 Prozent verbessert, die Streuung um 21 Prozent vermindert, die Gleichmässigkeit um 24 Prozent vergrössert, der Rückprall um 30 Prozent und die Feinstaubkonzentration um 14 Prozent verringert werden.

## Tunnelauskleidung, Ausbau, Abdichtung

«Einsatz und Weiterentwicklung von Stahlfaserpumpbeton bei Tunnelinnen-schalen» (Hoffmann/Wacker) wurde

| Bauteil             | Vorteil                        | Nachteil                               |
|---------------------|--------------------------------|--|
| Abgaswäscher        | Russreduktion etwa 30%         | keine Reduktion von CO und NO          |
| Russfilter          | Partikelreduktion etwa 80%     | Regeneration Prototyp                  |
| Granulatkatalysator | CO-/HC-Reduktion etwa 60% *)   | mehr NO <sub>2</sub> , Abgastemperatur |
| Indirekteinspritzer | CO-/NO-/HC-Reduktion 80/30/70% | Verbrauch Motor                        |

\*) bei 250 °C und etwa 80% bei über 400 °C Abgastemperatur

Tabelle 2. Verringern der Dieselemissionen

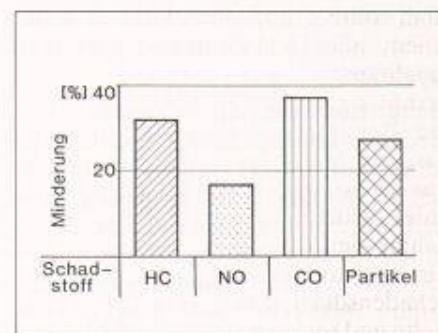


Bild 3. Emissionsminderung durch Dieselkraftstoff mit höherer Cetanzahl (CZ 48 statt CZ 40)

| Parameter                |        | manuelle<br>Düsenführung | automatische<br>Düsenführung |
|--------------------------|--------|--------------------------|------------------------------|
| Bewegungsgeschwindigkeit | (cm/s) | i.M. 25                  | 25                           |
| Düsenabstand             | (m)    | 1,30-1,70                | 1,50                         |
| Düsenwinkel              | (°)    | i.M. 80                  | 90                           |
| Form der Düsenbewegung   | (-)    | pendelnd                 | kreisend                     |
| Radius/Amplitude         | (cm)   | i.M. 7                   | 5                            |
| Frequenz                 | (1/s)  | i.M. 1,5                 | 5                            |

Tabelle 3. Düsenführungsparameter im Vergleich

am Bau eines S-Bahn-Tunnels in Dortmund [11] gezeigt, wo man durch ein neues Nachweisverfahren erstmalig die besonderen Material und Trageigenschaften von Stahlfaserpumpbeton (50 kg Sondertypfaser/m<sup>3</sup> Beton) berücksichtigte.

Es folgten Ausführungen über den «Oberflächenschutz für Sichtbetonflächen bei Trog und Tunnelbauwerken» (*Tölle*) nach der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton und den «Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Vertragsbedingungen des Bundesministers für Verkehr für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (ZTV-SIB '90)» sowie über «die Abdichtung unterirdischer Bauwerke – Entwicklung neuer Systeme und Folgerungen für die Abdichtung der Alpenbasistunnel» (*Schmid*), insbesondere bei einschaligem Spritzbetonausbau (dichterer Spritzbeton durch Zugabe von Si-Stoffen, bessere Qualität durch videogeführte Spritzroboter [9]), Hochpolymerdichtungsbahnen (LLDPE) und zweischaligem Ausbau.

Bedeutung der «Brandschutz in Verkehrstunneln und neue Erkenntnisse aus Grossversuchen» (Flucht- und Rettungswesen, Tragverhalten der Tunnelauskleidung, Freisetzung von Schadstoffen; Eureka-Forschungsprojekt) (*Haack*) [12] für die Sicherheit in Tunnelanlagen haben.

### Umweltschutz

Die «geotechnischen Probleme beim Bau von Tunneln in Wasserschutzgebieten für die Neubaustrecke Stuttgart-Ulm» (*Bienstock/Wittke*) erforderten Neuentwicklungen hinsichtlich der Baustofftechnologie (Injektionen und Spritzbeton ohne physiologisch bedenkliche Stoffe, d.h. mit Si-Stoffen und Zement ohne Gipsanteil) und Tunnelbauweisen (Heiss-bitumen-Verpresungen).

Die «Verringerung chemischer Auslauungen aus Spritzbetonauskleidungen zum Schutz von Tunneldränagen und Umwelt» (*Breitenbücher/Springenschmid/Dorner/Handke*) erreicht man durch Verwenden von Hochofenzement mit mindestens 50 Prozent Hüttensand, den Austausch von 10-15 Prozent Zement gegen Flugasche oder 5-10 Prozent gegen Siliciumstaub oder -suspensionen, Verringern der (alkalihaltigen) Beschleuniger (BE) (max. 3 Prozent Wirkstoff bezogen auf den Zementgehalt) und Verwenden nichtkalkhaltiger Zuschläge (Basalt) zumindest im Bereich von Wasser mit aggressiver Kohlensäure sowie durch andere Dränagen und Ankerungen. Diese Massnahmen werden derzeit beim Bau des Schönraintunnels [13] angewandt und die Auslaugbarkeit des Spritzbetons dabei um bis 80 Prozent verringert.

Mit der «Schlitzwandbauweise mit Gasmattenelementen zur Abschirmung von Erschütterungen» (*Schiffer*) lässt sich erstmalig der Ausbreitungsweg im Boden zwischen Erreger (Schienenverkehr usw.) und Empfänger (Wohngebäude) wirksam unterbrechen; außerdem bleiben beide beim Einbau der Schutzmaßnahme unbeeinträchtigt.

### Qualitätssicherung/Sicherheit

«Erfahrungsaustausch und neue Konzepte zur Qualitätssicherung» (*Kirschke*) zeigen, dass der Bauherr durch die Planung, Ausschreibung, Vertragsgestaltung und Vergabe für die Qualität seines Bauwerks mitverantwortlich ist. Da Unterhaltungsmassnahmen an Tunneln aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen meist sehr aufwendig sind, sollte die Qualitätssicherung mit einem alle Teilbereiche erfassenden Qualitätssicherungssystem auf Fehlerverhütung ausgerichtet sein. Es folgte die «Bewertung bestehender Verfahren zur zerstörungsfreien Tunnelinspektion» (*Sartori/Jackel*), wie Thermographie, Multispektralanalyse, 3D-Aufnahme der Tunnelleibung und Radar, für eine aussagekräftige, umfassende Schadensdiagnose als Grundlage für gezielte und rechtzeitige Instandsetzungsmassnahmen.

Eine Zusammenstellung grösserer Brandereignisse zeigt, welche grosse

### Literatur

- [1] *Haack, A.*: Tunnelbau in der Bundesrepublik Deutschland: Statistik (1990), Analyse und Ausblick. Tiefbau, Strassenbau, Ingenieurbau 33 (1991), Nr. 11, S. 828-850
- [2] Automation und Vermessung beim Bau des Eurotunnels. Tunnelbohrmaschinen, Tübingen, Vermessung und Tunneldurchschlag. Folgt in einer späteren Nummer von SI+A
- [3] *Brugger, M.*: Eisenbahnverbindung unter dem Ärmelkanal. Schweizer Ingenieur und Architekt 108 (1990), Nr. 26, S. 741-748; vgl. S. 749-752
- [4] *Myers, A.*, u.a.: Planung und Ausführung der britischen Überleitstelle im Kanaltunnel. Felsbau 9 (1991), Nr. 1, S. 37-47; Teilschnittmaschinen: S. 33-36; NÖT S. 21-36
- [5] *Dressler, J.; Griessinger, H.*: Ausbaukonzept und Risikobeurteilung bei einer grossen Kavernengarage. Int. Symposium «Sicherheit und Risiken bei Untertagebauwerken», ETH Zürich, 21./22.3.1991, S. 107-115
- [6] Bözberg- und Habsburgtunnel. SIA-Dokumentation D 074, Referate der Studientagung vom 23.5.1991 in Brugg-Windisch
- [7] *Schlecht, K.*: Abraum-Pumpenförderung am Eurotunnel. Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) 40 (1991), Nr. 10, S. 669-674
- [8] Unfallverhütung beim Tunnelbau – Forschung. 4. Tunnelbau Fachtagung, 7./9.11.1990 in Hennef/Sieg. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München 11/1991. Abruf-Nr. 799.2, S. 79-84; Dieselabgase S. 85-91; Tunnellüftung S. 93-98; Sprengarbeiten S. 71-77
- [9] Automatisierung und Roboter im Tunnelbau (ISARC). Folgt in einer späteren Nummer von SI+A
- [10] *Maidl, B.*, u.a.: Verbessern der Qualität von Spritzbeton durch den Einsatz von Spritzrobotern. Bauingenieur 66 (1991), Nr. 11, S. 497-501; vgl. Schweizer Ingenieur und Architekt 109 (1991), Nr. 16, S. 357-360
- [11] *Hoffmann, R.; Wacker, M.*: Bau eines S-Bahn-Tunnels in Dortmund-Lütgendortmund. Tiefbau-Berufsgenossenschaft 103 (1991), Nr. 10, S. 660-666
- [12] *Haack, A.*: Brandschutz in Verkehrstunneln – eine europäische Aufgabe. Technische Überwachung 32 (1991), Nr. 4, S. 133-138
- [13] *Könnings, H.-D.*: Die Tunnel der Verbindungskurve Nantenbach. Die Bundesbahn 67 (1991), Nr. 10, S. 987-991
- [14] *Waaser, E.; Erdmann, J.*: Rheinufer-tunnel in Düsseldorf. Schlitzwandbauweise bewährt sich. Beton-Informationen 31 (1991), Nr. 6, S. 63-66



**Bild 4.** Mit einem Betonfertigteil be schwertes Gas mattenelement vor dem Einbau in eine suspensions gefüllte Schlitz wand

Die Abschirmmatte aus geotextilgeweben umschlossenen, gasgefüllten Kammern aus Kunststofffolie wird ballastiert in einem suspensionsgefüllten Schlitz eingebaut (Bild 4) und an dessen Sohle verankert, sowie mittels erhärtender Bentonit-Zementmasse dauerhaft versiegelt. Damit werden 40 Prozent bis 60 Prozent Abschirmung erreicht.

### Unterirdisches Bauen in Düsseldorf

Das Beispiel Düsseldorf zeigt, dass «unterirdische Verkehrswege Impulse für städtebauliche Entwicklungen» (Küppers) darstellen; die Eintunnelung von

zwei Güterzugstrecken, einigen Autobahnteilstücken und einer Brücke rampe im Stadtgebiet sowie 7,7 km U-Bahn-Tunnel (1,3 km im Bau) helfen innerstädtische Probleme lösen (Lärm minderung, Reisezeitverkürzung und Entlastung der Straßen). Näher eingegangen wurde auf «besondere Bauprobleme bei der Tieferlegung der Rhein uferstrasse» (Waaser) mit täglich über 55 000 Fahrzeugen auf 2,6 km Länge für insgesamt 445 Mio. sFr. Baukosten; dazu gehören ein ohne Grundwasser absenkung erbauter, 2 km langer, zweistöckiger Tunnel (Bild 5), dichte Schlitzwände mit zum Teil Meissel-, Bohr- und Sprengarbeiten [14], inhomogene Gründungsverhältnisse bau grubennaher Hochbauten und die Unterfangung hochbelasteter Brückenfun-

damente (HDI-Verfahren). Einzelheiten über die Arbeiten mit «Hochdruck injektionen, Vereisung und Druckluft als Besonderheiten beim Bau der Stadtbahn in Düsseldorf» (Uhendorf) be treffen die 1,7 km lange, zweigleisige Neubaustrecke östlich des Hauptbahnhofes. – Diese Vorträge dienten zur Einführung für die Bauwerks- und Baustellenbesichtigungen am Abschluss tag.

Die nächste STUVA-Tagung findet vom 29. November bis zum 1. Dezember 1993 in Hamburg statt.

AB

### Wettbewerbe

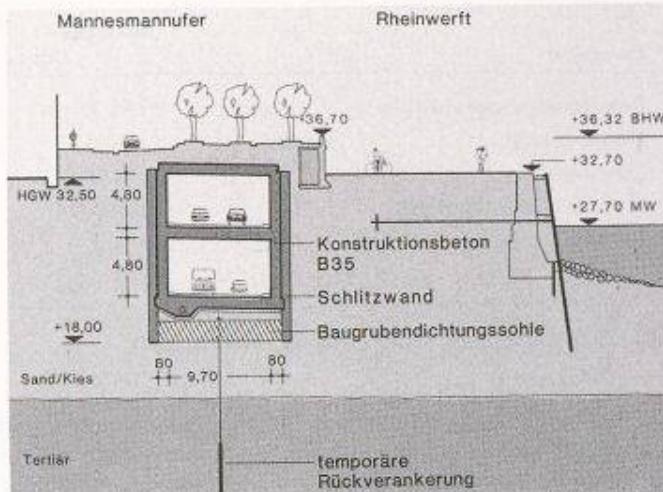
#### Wohnüberbauung Müllheim, Steinach SG

Die Baugesellschaft Müllheim, bestehend aus der Erbgemeinschaft Johann Mäder, Steinach, veranstaltet einen öffentlichen Ideenwettbewerb für eine Wohnüberbauung des zentrumnahen Baugrundstückes. Teilnahmeberechtigt sind Architekten, die im Bezirk Rorschach und in der Munizipalgemeinde Arbon seit mindestens dem 1. Janu-

ar 1991 niedergelassen (Wohn- oder Geschäftssitz) oder heimatberechtigt sind. Zusätzlich werden fünf auswärtige Architekten zur Teilnahme eingeladen. Es wird ausdrücklich auf die Bestimmungen der Art. 27 und 28 der Ordnung für Architekturwettbewerbe sowie auf den Kommentar zu Art. 27 hingewiesen. Fachpreisrichter sind Jan Hlavica, Windisch, Rudi Krebs, St. Gallen, Urs Niedermann, St. Gallen, Ernst Weber, Wil, Ersatz. Für Preise stehen 100 000.– Fr. für Ankäufe zusätzlich 20 000.– Fr. zur Verfügung. Das Wettbewerbsgebiet umfasst

28 000 m<sup>2</sup>. Es sind Miet-, Eigentumswohnungen sowie Eigenheime von hoher Qualität zu planen. Das Wettbewerbsprogramm kann beim Büro Strittmatter und Partner, St. Gallen, kostenlos bezogen werden. Die weiteren Unterlagen sind an derselben Adresse ab 12. Februar gegen Hinterlage von 500.– Fr. erhältlich (Kopie des Zahlungsbeleges erforderlich). Termine: Fragestellung bis 20. März, Ablieferung der Entwürfe bis 22. Mai, der Modelle bis 5. Juni 1992.

Fortsetzung Seite 138



**Bild 5.** Rheinufertunnel in Düsseldorf

### Tagungsband

Die Vorträge werden zusammen mit den Diskussionsbeiträgen in Forschung + Praxis, Band 34, 1992, abgedruckt: «Tunnelbau – neue Chancen aus europäischer Sicht; Tagungsband: STUVA-Jahrestagung 1991 in Düsseldorf». Bezug: Alba-Fachverlag GmbH, Römerstrasse 9, D-4000 Düsseldorf 30, Telefon (0049) 211/46 90 10