

# Tunnelbauarbeiten - ein Sicherheitsrisiko?: Unfallverhütung beim unterirdischen Holraumbau

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 19

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85709>

## **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.

- Im Norden Kanadas wurde im Sumpfbereich ein Wetterschacht von 2,50 m Durchmesser durch 20 m wasserführende Deckschichten und 40 m standfestes Gebirge abgeteuft; dazu hat man nach Dipl.-Ing. *Erwin Roesner*, Mülheim/Ruhr, im Sommer 1985 die Deckschichten künstlich gefroren, den Schacht im Raisebohr-Verfahren (0,73 m/h im gefrorenen Deckgebirge) erstellt und den Betonausbau (30 cm) im Schutz der Frostwand mit Gleitschalung eingebracht. - In Grossbritannien werden rund 30% der im Tiefbau gewonnenen Kohle über Schrägschächte gefördert. Dipl.-Ing. *Willi Luthé* und Dr.-Ing. *Bert Schmucker*, Mülheim/Ruhr, gehen auf die Besonderheiten beim Bau dieser Schächte ausführlich ein. Wasserführende Gebirgsschichten werden mit Hilfe von Injektionen, Spezialausbau oder Gefrierverfahren [4] durchfahren. Trotz sorgfältiger Voruntersuchungen und Planung sollte der finanzielle und zeitliche Rahmen nicht zu eng gesteckt werden. - Anschließend beschreibt Dr.-Ing. *Johannes Baumann*, Essen, die Auffahrung von geneigten Grubenbauten (6,10 m Ø) mit Teil- und Vollschnittmaschinen und NÖT für den Kohlebergbau im Ruhrgebiet (im Mittel 8 bzw. 20 m/d) am Beispiel des Förderberges Prosper (3650 m; 14 gon) und des Gesteinsberges Westfalen (1100 m; 13 gon) mit besonderen Massnahmen bei Störungs- und Flözdurchörterungen (Entspannungsbohrungen und Gasabsaugung).

#### Literatur

- [1] *Pothhoff, A.*: Überwachung, Sicherung und Reparatur von Schächten der Kali und Salz AG. Kali und Steinsalz 9 (1986) Nr. 7, S. 213-222
- [2] *Brune, H.*; *Schauwecker, E.*: Sicherung alter Tübbingsäulen durch wasserdichte Vorbauäulen. Glückauf 119 (1983) Nr. 20, S. 993-997
- [3] *Link, H.*: Zur Bemessung dünnwandiger Vorbauäulen in Tübbingschächten. Glückauf-FH 47 (1986) Nr. 5, S. 244-251
- [4] *Klein, J.*: Handbuch des Gefrierschachtbaus im Bergbau. Glückauf-Betriebsbücher Band 31, 1985
- [5] *Martinek, K.*: Technische Regeln für die Tunnels der Neubaustrecken der DB. Felsbau 1 (1983) Nr. 3/4, S. 121-125
- [6] *Martinek, K.*; *Winter, K.*: Tunnelbau unter Tage, Erläuterungen zu den Normen, Richtlinien und Regeln. Bauverlag, Wiesbaden-Berlin, 1987, 271 S., 330 Quellen
- [7] Neubau- und Ausbaustrecken der DB. Felsbau 2 (1984) Nr. 1, S. 54-55
- [8] *Maak, H.*: Die Neubaustrecke Hannover-Würzburg (Südabschnitt) als Bauaufgabe. Felsbau 2 (1984) Nr. 2, S. 65-69
- [9] *Schrewe, F.*: Stand der Tunnelbauarbeiten im Nordabschnitt der Neubaustrecke Hannover-Würzburg. Felsbau 3 (1985) Nr. 3, S. 175-176
- [10] Die Arbeiten am Südabschnitt der Neubaustrecke Hannover-Würzburg, Felsbau 4 (1986) Nr. 3, S. 162-163

#### Neubau von Tunnels

Nach Dipl.-Ing. *Wilhelm Linkerhägner*, Mainz, sind die beiden Neubaustrecken der Deutschen Bundesbahn Hannover-Würzburg und Mannheim-Stuttgart für Höchstgeschwindigkeiten von 250 km/h Kernstück ihres Modernisierungskonzepts. Bei 426 km Streckenlänge sind 76 Tunnels mit einer Länge von insgesamt 151 km Länge erforderlich; das entspricht einem Tunnelanteil von über 30% (bisher nur 0,8% beim Streckennetz von 28 000 km mit 554 Tunnels), wobei der Landrückentunnel mit 10 780 m am längsten ist. Eingegangen wird auf den Tunnelquerschnitt [5,

6], -bau, Bau- und Unterhaltungskosten [7-10], Unfallvorsorge (Notausstiege, Hubschrauberlandeplätze in Portalnähe), Erfahrungen bei Versuchsfahrten und aerodynamische Probleme.

G. B.

#### Tagungsband:

Die Vortragsmanuskripte des «20. Schacht- und Tunnelbau-Kolloquiums - 40 Jahre VBS» sind in der Fachzeitschrift Glückauf 123 (23. April 1987) Nr. 8, S. 413-502, 74 Quellen, abgedruckt. Bezug: Verlag Glückauf GmbH, Postfach 103 945, D-4300 Essen 1.

## Tunnelbauarbeiten - ein Sicherheitsrisiko?

Unfallverhütung beim unterirdischen Hohlraumbau

**Die 3. Tunnelbau-Fachtagung der Tiefbau-Berufsgenossenschaft (TB-BG) [1-3] fand in Hennef/Sieg (22.-24. Oktober 1986) unter dem Motto «Unfallverhütung beim unterirdischen Hohlraumbau» unter Beteiligung von über 240 Fachleuten aus der Bundesrepublik Deutschland, VR China, Griechenland, Grossbritannien, Finnland, Österreich und der Schweiz statt. Dieser sicherheitstechnische Gedankenaustausch und die abschliessende Podiumsdiskussion über «Tunnelbauarbeiten - ein Sicherheitsrisiko?» haben die Zusammenarbeit und das Verständnis zwischen den planenden Stellen, den Auftraggebern, den Technischen Aufsichtsinstanzen der TB-BG, der Berg- und Gewerbeaufsicht und den Tunnelbauunternehmen auf dem Gebiet der Unfallverhütung auf Baustellen unter Tage gefördert und vertieft.**

In den 18 Fachvorträgen zu den Themengruppen Tunnelbautechnik, Sprengarbeiten, Unfallverhütung, Schadensfälle und Verantwortung werden bestehende Probleme des Tunnel- und Stollenbaus in ungewöhnlich offener Weise angesprochen, so auch die vielen Verbrüche auf den Tunnelbaustellen

der Neubaustrecken Hannover-Würzburg und Mannheim-Stuttgart der Deutschen Bundesbahn (DB).

#### Tunnelbautechnik und Unfallverhütung

Prof. Dr.-Ing. *Walter Wittke*, Aachen, bringt ein Berechnungsverfahren für

den «Standsicherheitsnachweis, einer wesentlichen Komponente der Spritzbetonbauweise» [4], und geht auf den Kalottenvortrieb ohne Sohle anhand eines wirklichkeitsnahen Berechnungsmodells ein [5]. Es werden mögliche Versagensformen aufgezeigt und deutlich gemacht, wie man einen drohenden Verbruch rechtzeitig erkennt und mit welchen konstruktiven Mitteln die Standsicherheit sich vergrössern lässt. Dazu werden Beispiele kürzlich ausgeführter Tunnel mit Gegenüberstellung von EDV-gestützter, dreidimensionaler Berechnung und Messergebnissen gebracht. - Dipl.-Ing. *Heinz Distelmeier*, München, grenzt die «Anwendungskriterien von Spritzbetonbauweisen im Lockergestein» [6-8] gegenüber dem Felshohlraumbau ab und gibt vorrangige Ursachen für Probleme bei Tunnelbauten mit einer Primärsicherung aus Spritzbeton an: Übertragung von Grundsätzen der Neuen Österreichischen Tunnelbauweise (NÖT) in Lockergesteinsvortrieben (Bild 1) sowie Irreführung bei Preisermittlung und Bau-

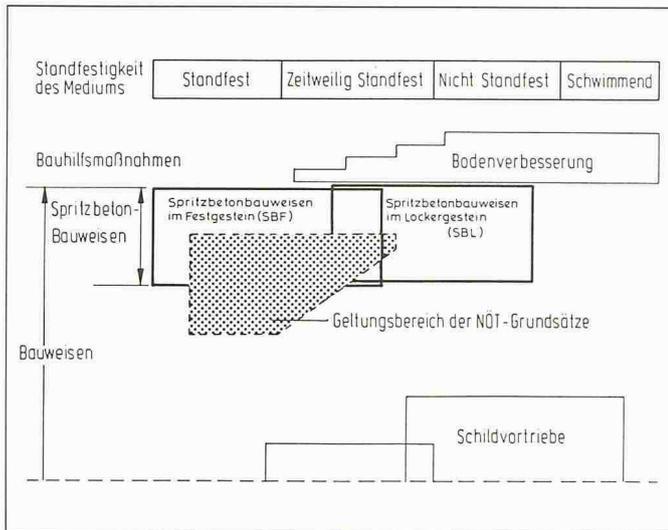


Bild 1. Relation der NÖT zu den Spritzbetonbauweisen

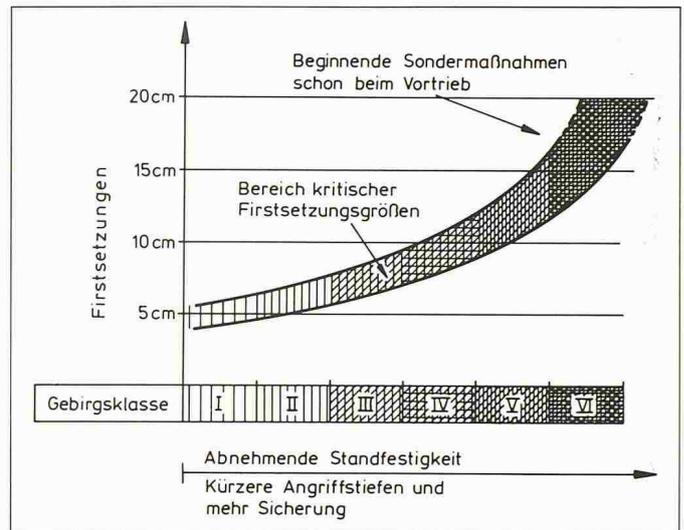


Bild 2. Größenordnung kritischer Setzungen, die in Tunneln mit Spannweiten von mehr als 10 m zu Verbrüchen führen können

ablaufplanung durch stark veränderliche Massenvorgaben in den Leistungsbeschreibungen. Es werden Empfehlungen (Checkliste) für die Anwendung von Spritzbetonbauweisen im Lockergestein gegeben. - Dipl.-Ing. Jörg Schreyer, Köln, berichtet über den «Stand der Spritzbetontechnik» [9] und über die Vor- und Nachteile des Trockenspritz-Verfahrens, des Nassspritz-Verfahrens im Dichtstrom, des Zweiwegespritzbeton-Verfahrens ([7], S. 86), von Spritzrobotern und flüssigen Erstarrungsbeschleunigern (BE-Mittel) sowie über Massnahmen gegen hohe Staubbekämpfung (u.a. besonderer Schutzhelm) [10] und Verätzungen durch BE-Mittel und Rückprall.

### Geologische Vorerkundung, Sprengarbeiten, Staub- und Schadstoffbekämpfung

Nach Prof. Dr. Georg Spaun, München, müssen aus der «geologischen Vorerkundung mehr Konsequenzen für die Sicherheit der Bauausführung» gezogen werden, da Fehlleistungen der geologisch bedingten Gefahrenquellen immer noch eine viel zu häufige Ursache von Steinfällen, Nachbrüchen und Verbrüchen sind. Dabei ist besonders auf das Erfassen und Erkennen von Störungszonen, Verwitterungserscheinungen und Entfestigungen des Gebirges durch ehemalige Hangbewegungen zu achten und dazu Deformationsmessungen (Bild 2) durchzuführen. - Dipl.-Ing. Diethelm Kieser, Freiburg, geht auf das neue Sprengstoffgesetz ein, das nach Ausserkrafttreten des § 130 Bundesberggesetz (1. Mai 1987) auch für «Sprengarbeiten unter Tage» volle Gültigkeit erhält, und auf die Unfallverhütungsvorschriften (UVV) «Sprengarbeiten» (1985) mit den «zusätzlichen Bestimmungen bei Arbeiten für unterirdi-

sche Hohlräume», Dipl.-Ing. Joachim Prinz, Dortmund, auf die Vor- und Nachteile des «gebirgsschonenden Sprengens» (Abscher- und Abspaltverfahren) im Berg- und Tunnelbau und Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Thum, Finntrop, auf die «Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung neuartiger Sprengstoffe unter Tage» (Emulsionssprengstoffe) [11]. - Dipl.-Ing. Elmar Kaufmann, Neunkirchen, schildert in seinen Ausführungen über «Staub- und Schadstoffbekämpfung» die Rechtslage (Gefahrstoffverordnung, UVV) und die Grenzwerte für die Schadstoffe bei Bauarbeiten unter Tage (MAK-Werte) [10, 12], die Messpflicht und das Messwesen und schlägt Massnahmen zum Verringern der Schadstoffe bei Bauarbeiten unter Tage vor [13].

### Unfallverhütung

Dr.-Ing. Wolfgang Rauscher, München, unterscheidet bei der Bemessung der «Tunnelbelüftung für die Vortriebe der Neubaustrecken der DB» nach Tunneln unter und solchen über 1000 m Länge und Betriebsweisen mit niedrigem Dieselgeräteanteil [15-19], wofür Beispiele unter Berücksichtigung der erhöhten Frischluftmengen nach den UVV «Bauarbeiten» (VBG 37) [14], Vergleiche von Belüftung mit Zwischenschächten oder Pilotstollen und geändertem Baubetrieb gebracht werden. - Dipl.-Ing. Gerhard Philipp, München, erläutert «Anzeichen, Sofortmassnahmen und Aufwältigungen von Verbrüchen» anhand einiger Tunnel im Bauzustand mit gebirgsstabilisierenden Massnahmen (Injektionen vom Gelände aus, Pilotstollenmethode, Rohrschirme und horizontales Jet-Grouting [20, 21]). Vorbeugen ist besser als Wiederaufwältigen. - Dr.-Ing. Manfred Wyrobek, Miltenberg, gibt das Er-

gebnis der Untersuchung «des Unfallrisikos und der Unfalltragweite beim Tunnelbau in Spritzbetonbauweise» von zehn Baustellen bekannt [10, 13, 22-26]: Vortriebsarbeiten sind überdurchschnittlich gefährlich nach Arbeiten zur Baustelleneinrichtung (mit grösster Unfalltragweite). Es werden Verbesserungsvorschläge gemacht. - Dipl.-Ing. Helmut Köhler, Hann.Münden, berichtet über Einzelheiten des «Unfallgeschehens im Bereich der Neubaustrecke Hannover-Würzburg», Dipl.-Ing. Hannes Ramisch, München, über den «betrieblichen Katastrophenschutz auf Untertagebaustellen» (Flucht-, Rettungs- und Katastrophenschutzplan, Rettung bei Verbrüchen sowie im Brand- und Explosionsfall) [27, 28] und Dipl.-Ing. A. Respondek, Dortmund, über die «Zuständigkeitsregelung für den unterirdischen Hohlraum-bau nach dem 30. April 1987», wenn das Bundesberggesetz (§ 130) [2] für den Tunnelbau nicht mehr gilt, sondern die Gewerbeordnung der einzelnen Bundesländer.

### Tunnelbauwerke der DB-Neubaustrecken - Schadensfälle und Verantwortung

Dr.-Ing. Wolhard Lechnitz, Hannover, analysiert «Schadensereignisse bei Neubaustrecken-Tunneln der DB» (76 Tunnel mit bis zu 145 m<sup>2</sup> Ausbruchquerschnitt und 151 km Gesamtlänge) mit Angaben der verbruchsbedingten Zusatzkosten und zieht aus den bisherigen Untersuchungen Folgerungen für künftige Tunnelbaumassnahmen [29, 30]. Dipl.-Ing. Peter Aubel, Frankfurt/Main, und Dr.-Ing. Dieter Kirschke, Ettlingen, weisen die «Verantwortung für den Schadensfall» aus den verschiedenen Bauphasen den einzelnen am Tunnelbau Beteiligten zu und erläutern

## Literatur

- [1] Spritzbetonbauweise auf Baustellen unter Tage. Sicherheit bei Anwendung der Spritzbetonbauweise im Tunnelbau (NÖT). 1. Tunnelbau-Fachtagung, St. Engelmar 2.-4.7.1979. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 793, 112 S., 118 Quellen (1.1983)
- [2] Unterirdische Hohlrumbaute, Unfallverhütung und Bundesberggesetz. 2. Tunnelbau-Fachtagung, Lüdenscheid 10.-12.11.1982. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 799, 176 S., 250 Quellen (10.1985)
- [3] Unfallverhütung beim unterirdischen Hohlraumbau. 3. Tunnelbau-Fachtagung, Hennef/Sieg 22.-24.10.1986. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 799.1, 300 Quellen (11.1987)
- [4] Wittke, W.: Felsmechanik - Grundlagen für wirtschaftliches Bauen im Fels. Springer-Verlag, Berlin - New York 1984
- [5] Wittke, W.; Feiser, J.; Krieger, J.: Standsicherheitsuntersuchung eines Kalottenvortriebs mit offener Sohle nach der FE-Methode. Geotechnik 8 (1985), S. 186-205
- [6] Empfehlungen für den Tunnelbau in Ort beton bei geschlossener Bauweise. Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau, Essen. Bautechnik 63 (1986) Nr. 10, S. 331-338
- [7] Gönner, D. u.a.: Die sichere Anwendung der Spritzbetonbauweise unter Druckluft. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 793-1, 73 S., 60 Quellen (9.1986)
- [8] Schreyer, J.: Grundlagen für die Anwendung von Spritzbeton unter Druckluft. Tunnelbau-Taschenbuch 10 (1986), S. 83-123, 25 Quellen
- [9] Brux, G.; Linder, R.; Ruffert, G.: Spritzbeton - Spritzmörtel - Spritzputz, Herstellung, Prüfung und Ausführung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 290 S., 428 Quellen
- [10] Schreyer, J.: Staubbekämpfung bei Trockenspritzbetonarbeiten im Tunnelbau. Tunnelbau-Taschenbuch 9 (1985), S. 181-201
- [11] Thum, W.: Emulsionssprengstoffe - eine neue Sprengstoffgeneration. Sprenginfo 10 (1986) Nr. 1, S. 8-30
- [12] Meyeroltmann, W. u.a.: Staubbekämpfung beim Einsatz von Teilschnittmaschinen auf Baustellen unter Tage. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 782, 64 S., 336 Quellen (6.1984)
- [13] Haack, A.: Erkenntnisse zur Staubbekämpfung im Tunnelbau. Tiefbau-Berufsgenossenschaft 98 (1986) Nr. 3, S. 208-211
- [14] Unfallverhütungsvorschriften (UVV) «Bauarbeiten» VBG 37, Tiefbau-Berufsgenossenschaft (4.1985)
- [15] Baulüftung von Untertagebauten. Empfehlung Nr. 1996 der SIA, Zürich 1983
- [16] Kaufmann, E. u.a.: Numerische Berechnung von Lüftungen für Tunnelbaustellen. Tiefbau-Berufsgenossenschaft 95 (1983) Nr. 9, S. 626-632
- [17] Bachofen, G.: Die Frischluft-Mengenbestimmung. Tunnel 3 (1984) Nr. 2, S. 100-105
- [18] Kaufmann, E.: Belüftungseinrichtungen im Tunnelbau - Bemessung. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 793.2, 28 S., 12 Quellen (10.1987)
- [19] Eber, A.; Rauscher, W.: Technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Bemessung von Belüftungseinrichtungen von Vortrieben unter Berücksichtigung der Frischluftmenge nach UVV «Bauarbeiten» (VBG 37). Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München (X.1988)
- [20] Meyer, B.: Horizontales Jet Grouting im Tunnelbau. Cementbulletin 55 (1987) Nr. 22, S. 1-22
- [21] Fechtig, R.: Anwendungserkenntnisse zum Jetting-Verfahren im Tunnelbau. Schweizer Baublatt 98 (1987) Nr. 101/102, S. 26-32
- [22] Meyeroltmanns, W. u.a.: Lärmbekämpfung auf Baustellen unter Tage. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München, Abruf-Nr. 795, 70 S., 226 Quellen (3.1986)
- [23] DIN 31 004 - Begriffe der Sicherheitstechnik, Teil 1. Beuth-Verlag, Berlin 1984
- [24] Waninger, K.: Betrachtung von Unfallschwerpunkten bei der Neuen Österreichischen Tunnelbauweise (NÖT). Tiefbau-Berufsgenossenschaft 94 (1982) Nr. 2, S. 64-77
- [25] Schaaf, E. u.a.: Schadensindex zum Vergleich beruflich bedingter Risiken. TÜV Rheinland 1986
- [26] Wyrobek, M.: Ein Beitrag zur Methodik der quantitativen Beurteilung von Gefährdungen auf der Basis des Unfallgeschehens im Tiefbau. Dissertation Bergische Universität, GHS Wuppertal 1986
- [27] Bohnenblust, H.; Schneider, T.: Ein quantitatives Sicherheitsmodell für die Neubaustreckentunnel der Deutschen Bundesbahn, Eisenbahntechnische Rundschau ETR 33 (1984), S. 193-201
- [28] Merz, H.; Schneider, Th.; Hehlen, P.: Studie zur Beurteilung des Unfallgeschehens aus der Sicht des individuellen kollektiven Risikos. Ingenieurbüro Ernst Baseler und Partner, Mai 1985
- [29] Linkerhägner, W.; Leichtnitz, W.: Tunnelbau bei den Neubaustrecken der Deutschen Bundesbahn. Eisenbahntechnische Rundschau ETR 34 (1985) Nr. 6, S. 441-448
- [30] Kirschke, D.; Schrewe, F.: Im Zweifel für die Sicherheit: Kosten und Nutzen von Massnahmen zur Anhebung des Sicherheitsniveaus beim Tunnelbau. Forschung + Praxis 21 (1986) Band 30, S. 119-124

die Mitverantwortung von Geologen, Gutachtern, Prüfeningenieuren und Bauüberwachern. Dipl.-Ing. Rudolf Burckhardt, München, erklärt die «Auswirkung von Planung und Bauüberwachung auf die Arbeitssicherheit». Für den vorbeugenden Gesundheits- und Unfallschutz bei Spritzbeton-, Verbau-, Sicherungs-, Bohr- und Sprengarbeiten sind die sicherheitstechnischen Massnahmen mitauszuschreiben und die Erfüllung dieser Leistungen zu überwachen. Ergänzend dazu geht Assessor Manfred Palm, München, auf die «strafrechtliche Verantwortung für die

Arbeitssicherheit von Beteiligten an Baumassnahmen» auch im Hinblick auf die anerkannten Sicherheitsregeln und Durchführungsanweisungen ein.

In der Podiumsdiskussion «Tunnelbau - ein Sicherheitsrisiko?» am Tagungsende stimmten Auftraggeber, Auftragnehmer und Planer nach eingehender Aussprache über die verschiedensten Schadensfälle und Gefahren beim modernen Tunnelbau darin überein: weniger Unfälle sind nur durch vertiefte Massnahmen für Unfallverhütung und den modernen Arbeits- und Gesundheitsschutz zu erreichen.

## Tagungsband:

Die Vortragsmanuskripte - ergänzt durch Schrifttum über Spritzbeton (300 Quellen) und Bohr- und Sprengarbeiten (150 Quellen) - und die Podiumsdiskussion «Tunnelbauarbeiten - ein Sicherheitsrisiko?» sind im Tagungsband «Unfallverhütung beim unterirdischen Hohlraumbau» (145 Seiten) abgedruckt; Abruf-Nr. 799.1 (11.1987). - Bezug: Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Am Knie 6, D-8000 München 60.

G. Brux