

erfaßt

## Empfehlungen des Deutschen Ausschusses für Unterirdisches Bauen e.V. (DAUB) zu Planung und Bau von Tunnelbauwerken

Nach einem Vortrag von J. Naumann und Dr. G. Brem anlässlich der STUVA-Tagung 2003 in Dortmund/D

### Vorbemerkung

Die im Deutschen Ausschuss für Unterirdisches Bauen e.V. (DAUB) vertretenen Ingenieure aus den Bereichen Behörden und Bauherren, Wissenschaft und Planung sowie Bauwirtschaft stellen gemeinsam fest, dass das Baugeschehen in Deutschland generell und hierbei auch der vom DAUB repräsentierte Tunnelbau zunehmend von Differenzen zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern über Qualität, Kosten und Risiken belastet wird. Dies führt immer öfter zu vermeidbaren Mehrkosten, unter Umständen zu erheblichen Terminüberschreitungen mit negativen Auswirkungen auf Folgemaßnahmen und teilweise zu gravierenden Planungs- und Ausführungsmängeln. Diese Ent-

wicklung verursacht nicht nur einen hohen volkswirtschaftlichen Schaden, sondern beeinträchtigt auch zunehmend das Ansehen der Bauingenieure in der Gesellschaft. Der DAUB ruft daher dazu auf, dass die an Planung und Bau Beteiligten diese Entwicklung kritisch reflektieren und unter Anerkennung der unterschiedlichen Interessen zu einem fairen Miteinander beitragen.

Die aktuelle Situation ist einerseits durch tief greifende Wandlungen bei den gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen begründet, andererseits aber auch teilweise durch planerische, technische und vertragliche Defizite verursacht. Der DAUB hat daher Empfehlungen erarbeitet, mit denen diese Defizite vermieden werden können und das Ziel eines gemeinsamen Erfolges erreicht werden kann. Die große Anzahl der weiterhin erfolgreich abgeschlossenen Projekte zeigt, dass bei Beachtung dieser Grundregeln auch unter den veränderten Rahmenbedingungen eine konstruktive und kooperative Zusammenarbeit möglich ist.

Min.-Rat Dipl.-Ing. Joachim Naumann, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn/D  
Dr.-Ing. Günther Brem, HOCHTIEF Construction AG, Frankfurt/Main/D

## Recommendations by the German Committee for Subsurface Construction Inc. (DAUB) on Planning and Constructing Tunnels

Based on a paper delivered by J. Naumann and Dr. G. Brem during the STUVA Conference 2003 in Dortmund/D

### Introduction

The engineers that are represented in the German Committee for Underground Construction Inc. from public authorities and clients, science and planning as well as the construction industry have arrived at the conclusion that construction activities in Germany in general and tunnelling as represented by DAUB in particular are encumbered to an increasing extent by differences between clients and contractors relating to quality, costs and risks. This frequently leads to avoidable added costs, in some cases to exceeding deadlines substantially with negative effects on follow-up measures as well as to serious flaws in planning and execution. This development results in high economic damage as well as having an increasingly negative influence on the standing of construction engineers in society. As a consequence the DAUB calls on all those involved in planning and construction to reflect this development critically and contribute towards fair cooperation taking the various interests properly into account.

The current situation is on the one hand a result of the far-reaching changes that have affected the social, political and economic marginal conditions but on the other, it is caused in part by planning, technical and contractual deficits. As a result, the DAUB has come up with recommendations aimed at avoiding these deficits and reaching a common successful approach. The majority of projects that continue to be successfully concluded shows that constructive cooperation is still possible providing that the basic rules are observed even given changed marginal conditions.

These recommendations are directed at all those involved in planning and construction of tunnels as well as at decision-makers in politics, the economy and administration.

Dipl.-Ing. Joachim Naumann, Federal Ministry for Transport, Building and Housing, Bonn/D  
Dr.-Ing. Günther Brem, HOCHTIEF Construction AG, Frankfurt/Main/D

Die Empfehlungen richten sich an alle unmittelbar an der Planung und am Bau von Tunnelbauwerken Beteiligten, aber auch an die Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Verwaltung.

## Empfehlungen

Die Empfehlungen sind nach 4 Themengruppen gegliedert:

- 1 Planung und Entwurf
- 2 Ausschreibung, Vertragsgestaltung, Vergabe
- 3 Bauausführung, Vertragsabwicklung, Qualitätssicherung
- 4 Kompetenz der Beteiligten, Aufgabenverteilung.

### 1 Planung und Entwurf

**1.1** Tunnelbauwerke sind komplexe Bauwerke, die vielfältigen Anforderungen der Betreiber und der Nutzer entsprechen müssen. Zur Erfüllung dieser Anforderungen sind bereits in einem frühen Planungsstadium alle notwendigen technischen und betrieblichen Anforderungen zu klären.

■ Die Anforderungen in baulicher, ausrüstungstechnischer und betrieblicher Hinsicht sind frühzeitig festzulegen und im weiteren Planungsverlauf zu vertiefen, da spätere Änderungen in der Regel zu erheblichem Mehraufwand und zu zeitlichen Verzögerungen führen.

**1.2** Wegen der Wechselwirkung Bauwerk/Boden stellen Planung und Bau eines Tunnels in statisch-konstruktiver Hinsicht einen permanenten iterativen Prozess dar, der in den einzelnen Planungsstufen mit unterschiedlicher Bearbeitungstiefe behandelt wird. Nur eine sorgfältige und mit ausreichendem zeitlichem Vorlauf durchgeführte Planung sichert eine reibungslose Bau-

durchführung und ein qualitätsgerechtes Bauwerk.

■ Grundsätzlich sollte die Planung eines Tunnelbauwerkes in mehreren Planungsstufen mit zunehmender Bearbeitungstiefe durchgeführt werden (Machbarkeitsstudie, Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung).

**1.3** Der Bauherr sollte fachkundig sein, um die Planungsvorgaben richtig formulieren und die Entscheidungsprozesse während der Planung, Ausschreibung, Vergabe und Bauausführung kompetent begleiten zu können.

■ Auch die Übertragung der Planung an ein erfahrenes Planungsbüro ersetzt nicht die Fachkunde des Bauherren, da die Gesamtverantwortung beim Bauherren, der später in der Regel auch Betreiber ist, verbleibt. Zu seiner Unterstützung kann der Bauherr ggf. zusätzlich unabhängige Sachverständige hinzuziehen.

**1.4** Die einzuschaltenden Sachverständigen oder unabhängigen Gutachter sollten während der Planungs- und Ausführungsphase durchgehend beteiligt werden, um die Kontinuität während der gesamten Planungs- und Bauzeit sicherzustellen. Planung und Begutachtung sollten durch voneinander unabhängige Personen bzw. Büros erfolgen.

■ Insbesondere auf Grund des iterativen Planungsprozesses im Tunnelbau ist ein Wechsel der Sachverständigen u.U. mit Verlust von wichtigen Informationen und mit Fehlinterpretationen verbunden. Der Planer bleibt auch nach Begutachtung seiner Planung durch den Sachverständigen für die Planung verantwortlich.

**1.5** Gründliche geologische und hydrologische Untersuchungen sind Voraussetzung für eine vollständige und aussagefähige Planung als

## Recommendations

These recommendations are divided up into four groups:

- 1 Planning and design
- 2 Tendering, form of contract, awarding
- 3 Execution of construction, contract management, quality assurance
- 4 Competence of those involved, distribution of tasks.

### 1 Planning and Design

**1.1** Tunnels are complex structures, which must comply with manifold demands on the part of the operators and users. All necessary technical and operational requirements must be clarified at an early stage in planning to ensure these demands are fulfilled.

■ The demands relating to constructional, technical and operational matters have to be laid down at an early point in time so that they can be consolidated as planning progresses as subsequent alterations generally lead to considerably more costs and time delays.

**1.2** On account of the interaction between structure and ground the planning and construction of a tunnel represent a permanent iterative process in static-constructional terms, which is tackled with a varying degree of intensity at the individual planning stages. Planning must be carried out carefully and sufficient time devoted to it during the run-up stage to ensure that construction is executed without problems and that the final structure is a quality product.

■ Basically the planning of a tunnel should be undertaken in a number of stages with ever increasing intensity (feasibility study, preliminary planning, draft planning, approval planning, execution planning).

**1.3** The client should have sufficient expertise to formulate

the planning parameters properly and so that he is in a position to accompany the decision-making processes during planning, tendering, awarding and executing construction competently.

■ Transference of the planning to an experienced planning office does not replace the client's expertise as the overall responsibility still lies with the client, who generally is also the operator at a later stage. If necessary the client can call on the services of additional independent experts to provide him with support.

**1.4** The appointed expert or independent consultant should be permanently involved during the planning and execution phase in order to secure continuity throughout the entire planning and construction time. Planning and consultation should be undertaken by persons or offices that are independent of one another.

■ Should experts have to be replaced this can possibly lead to the loss of essential information and to misinterpretations especially on account of the iterative planning process in tunnelling. The planner still remains responsible for the planning even after his plans have been appraised by the independent consultant.

**1.5** Thorough geological and hydrological investigations represent the prerequisite for complete and substantive planning as the basis for tendering and executing construction. The extent and nature of subsurface investigations depend among other things on the type of structure, the construction method and local marginal conditions and determined in each individual case after expert appraisal. The subsurface investigations are carried out step-by-step with increasing intensity accompanying planning.

■ An economic and technically suitable construction method

Grundlage der Ausschreibung und der Bauausführung. Umfang und Art der Baugrunduntersuchungen sind unter anderem von der Bauwerksart, dem Bauverfahren und den örtlichen Randbedingungen abhängig und durch den Bodengutachter im Einzelfall festzulegen. Die Baugrunduntersuchungen werden begleitend zur Planung schrittweise mit zunehmender Erkundungstiefe durchgeführt.

■ Nur durch ausreichende Kenntnis der Baugrundverhältnisse kann ein wirtschaftliches und technisch geeignetes Bauverfahren sichergestellt werden. Anhand der Ergebnisse der Baugrunderkundungen sollten die Machbarkeit des geplanten Konzepts in jedem Stadium geprüft und auch Aussagen über alternative Bauverfahren dargestellt werden.

**1.6** Eine Risikoabschätzung ist in planungs- und genehmigungsrechtlicher, bautechnischer, bauvertraglicher und finanzieller Hinsicht in allen Planungsstadien erforderlich und zu dokumentieren. Entsprechende Maßnahmen zur Risikosteuerung sind vorzusehen.

■ Nicht rechtzeitig erkannte Risiken können die Projektziele (z. B. Funktion, Sicherheit, Qualität, Kosten, Termine) gefährden und im Extremfall zum Scheitern des Projektes führen.

**1.7** In allen Planungsphasen ist die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprojektes ein wesentliches Kriterium. Die Herstellungskosten sowie die späteren Erhaltungs- und Betriebskosten sind mit hinreichender Genauigkeit entsprechend der Planungstiefe abzuschätzen bzw. zu veranschlagen und fortzuschreiben.

■ Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sind immer die Gesamtkosten über die voraussichtliche Nutzungsdau-

er des Bauwerks zu berücksichtigen.

**1.8** Planungssicherheit ist erst durch das Baurecht im Rahmen eines genehmigten Bebauungsplanes bzw. eines abgeschlossenen Planfeststellungsverfahrens gegeben. Erst damit können die endgültigen Kosten veranschlagt und die Finanzierung gesichert werden.

■ Neben den öffentlich-rechtlichen Belangen, die im Rahmen der Bebauungsplan- bzw. Planfeststellungsverfahren geregelt werden, sind möglichst frühzeitig auch die privatrechtlichen Belange (Betreibererlaubnis, Grunderwerb) zu klären.

Im Planfeststellungsbeschluss sollte die Möglichkeit von Nebenangeboten nicht unnötig eingeschränkt werden.

**1.9** Bereits während der Planung von Bauverfahren und Bauabläufen sind die Belange des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes des Bauausführungspersonals zu berücksichtigen. Entsprechende Regelungen enthält die Baustellenverordnung.

■ Nur bei Berücksichtigung der Baustellenverordnung bereits bei der Planung kann ein optimierter Schutz des Baustellenpersonals sichergestellt werden.

## 2 Ausschreibung, Vertragsgestaltung, Vergabe

**2.1** Vertragsklarheit und faire Risikoverteilung sind Voraussetzung für eine partnerschaftliche und erfolgreiche Projektabwicklung.

■ Regeln zur Lösung von Entscheidungs-, Abwicklungs- und Abrechnungskonflikten sind hierfür ein wertvolles Hilfsmittel.

**2.2** Voraussetzungen für die Ausschreibung sollten sein – das Vorliegen aller öffentlich-rechtlichen Genehmigun-

gen kann nur durch ausreichende Kenntnisse der Baugrundverhältnisse sichergestellt werden. Auf der Basis der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen ist die Machbarkeit des geplanten Konzepts zu prüfen und die Finanzierung zu sichern. Die Kosten sind zu veranschlagen und die Finanzierung zu sichern. Die Baugrunduntersuchungen sind schrittweise mit zunehmender Erkundungstiefe durchzuführen.

**1.6** An estimation of risks is required at all stages of planning for legal, constructional technical, contractual and financial reasons. This should be documented. Appropriate measures designed to control risks should be undertaken.

■ Risks which are not identified in time can jeopardise the aims of the project (e.g. function, safety, quality, costs, and deadlines) and at the very worst lead to the failure of the project.

**1.7** The economy of the overall project is an essential criterion in all planning phases. The production costs as well as the subsequent maintenance and operational costs have to be estimated or calculated with sufficient accuracy in accordance with the stage planning has reached.

**1.8** Planning safety is first attained through legislation governing construction in the form of an approved building plan or a concluded compulsory acquisition procedure. Only then can the final costs be calculated and the financing assured.

■ In addition to public legal requirements, which have to be settled within the scope of the building plan or compulsory acquisition procedure, private legal requirements (right of access, acquisition of property) should be clarified as soon as possible. The possibility of secondary offers should not be unnecessarily restricted in the plan approval decision.

**1.9** Requirements relating to safety and health protection

of the construction site staff should be taken into consideration when the construction method and construction phases are being planned. The construction site ordinance contains corresponding regulations.

■ It is only possible to assure optimal protection for the site staff providing the construction site ordinance is taken into account at the planning stage.

## 2 Tendering, Form of Contract, Awarding

**2.1** Contractual clarity and fair risk distribution are the prerequisite for concluding a project amicably and successfully.

■ Rules to solve conflicts relating to decision-making, settling up and accounting represent an invaluable aid here.

**2.2** The provisions for tendering should be

– that all public legal permits and private legal consents are available,

– secure financing with regard both to the overall costs as well as the funds needed at any given point in time,

– complete contract documents based on appropriate planning for the object in question (without formwork and reinforcement plans).

■ Public legal permits and private legal agreements that are unavailable when the contract is signed can lead to delays in the project and to added costs. Transference of the permit risks to the contractor must be rejected.

**2.3** Evident risks have to be divided in a fair manner between the client and contractor on the basis of the VOB. Risk distribution must be clearly regulated prior to the awarding of the contract.

■ Additional risks as a result of secondary offers and alteration proposals have generally to be borne by the contractor.

gen und der privatrechtlichen Zustimmungen.

– eine gesicherte Finanzierung sowohl im Hinblick auf die Gesamtkosten als auch auf den zeitlichen Mittelbedarf.

– vollständige Verdingungsunterlagen auf der Grundlage einer ausreichenden Objektplanung (ohne Schal- und Bewehrungspläne).

■ Zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses fehlende öffentlich-rechtliche Genehmigungen und privatrechtliche Regelungen können zu Verzögerungen des Projekts und zu Mehrkosten führen. Eine Übertragung der Genehmigungsrisiken auf den Auftragnehmer ist abzulehnen.

**2.3** Erkennbare Risiken sind auf der Grundlage der VOB zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer ausgewogen zu verteilen. Die Risikoverteilung ist vor Auftragserteilung eindeutig zu regeln.

■ Zusätzliche Risiken auf Grund von Nebenangeboten und Änderungsvorschlägen sind in der Regel vom Auftragnehmer zu tragen.

**2.4** Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen sollte ein detailliertes Leistungsverzeichnis (Einheitspreisvertrag) sein. Eine Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm („Funktionale Ausschreibung“) ist bei Tunnelbauwerken ungeeignet, da die für die Vortriebsarbeiten erforderlichen Maßnahmen sich trotz sorgfältiger Baugrunderkundung nicht mit ausreichender Zuverlässigkeit im Planungsstadium vorausbestimmen lassen.

■ Bedarfspositionen sollten nur ausnahmsweise in das Leistungsverzeichnis aufgenommen werden.

**2.5** Die Ausschreibung sollte Störfallszenarien und Risiken ansprechen und geeignete Maßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der Ri-

siken abfordern. Hierfür ist die Risikoverteilung zu definieren.

■ Maßnahmen zur Risikobewältigung sollten im Einzelfall als Bedarfs- oder Leistungsposition ausgeschrieben werden.

**2.6** Bestandteile der Ausschreibung sollen uneingeschränkt die VOB/B und VOB/C sein.

■ Zusätzliche Vertragsbedingungen dürfen der VOB/B nicht widersprechen. Sie sind auf ein Mindestmaß zu beschränken. Wird die VOB nicht als „Ganzes“ vereinbart, können vertragsrechtliche Probleme entstehen.

**2.7** Für die zeitabhängigen Gemeinkosten und Vorhaltekosten der Vortriebsarbeiten sollten gesonderte Positionen vorgesehen werden.

■ Dadurch wird eine klare Abrechnungsgrundlage für eventuelle Änderungen der Bauzeit, z. B. aus Verschiebungen der Ausbruchklassenverteilung, geschaffen.

**2.8** Nebenangebote und Änderungsvorschläge sollten in der Regel zugelassen werden. Die Bedingungen hierfür sind eindeutig und vollständig zu formulieren.

■ Werden Nebenangebote nicht oder nur eingeschränkt zugelassen, ist dies in den Bewerbungsbedingungen eindeutig zu beschreiben.

**2.9** Regelungen für den Fall von Konflikten wie z. B. aus Abweichungen vom Bauvertrag oder von der Abrechnung sollten im Bauvertrag enthalten sein (Konfliktmanagement).

■ Spätestens bei der Auftragserteilung sollte für den Fall streitiger Auseinandersetzungen ein Mediator oder ein Schlichtergremium vereinbart werden. Bestehende vertragsrechtliche Regelungen bleiben hiervon unberührt.

**2.10** Die Bearbeitungszeit für Angebote sollte ausreichend lang bemessen sein.

**2.4** A detailed list of specifications (standard price contract) should be included in the tendering documents. A description of specifications with programme (“functional tender“) is unsuitable for tunnels as the measures required for the driving operations cannot be established in advance with sufficient reliability at the planning stage in spite of careful subsurface investigation.

■ Requirements should only be included in the list of specifications in cases of exception.

**2.5** The tender should refer to disturbance case scenarios and risks and call for suitable measures designed to avoid or minimise these risks. The distribution of risks must be defined towards this end.

■ Measures designed to overcome risks should be written out in individual cases as requirements or specifications.

**2.6** The VOB/B and VOB/V must unrestrictedly be parts of the tender.

■ Additional contractual conditions must not contradict the VOB/B. They must be restricted to a minimum. Should the VOB not be agreed on „in total“ legal problems can occur.

**2.7** Separate positions should be foreseen for time-related general costs and overheads for the driving operations.

■ In this way, a clear basis for accounting for possible changes in the construction time e.g. owing to alterations in the distribution of excavation classes is created.

**2.8** Secondary offers and alteration proposals should generally be permitted. The related conditions must be formulated clearly and completely.

■ If secondary offers are not approved or only approved to a limited extent, this must be clearly stated in the application conditions.

**2.9** Regulations should conflicts occur, as e.g. from deviations to the construction contract or from accounting should be contained in the construction contract (conflict management).

■ A mediator or an arbitration body should be agreed on at the latest when the contract is awarded should conflicts arise. Existing contractual regulations remain unaffected by this.

**2.10** The processing period for offers should be commensurately long. During this processing period an on-the-spot inspection and an inspection of the ground explorations should be made possible.

■ The periods laid down in the VOB/A should be regarded as minimum periods.

**2.11** In the case of open and non-open processes in accordance with VOB Part A discussions between clients and bidders serve only to clarify technical and contractual matters after the offer is opened. Price negotiations do not take place. The outcome of these clarifying talks should be carefully and precisely registered.

■ Subsequent alternations to the offer are not permitted in the case of open and non-open processes.

During the negotiation process all bidders have the opportunity to put forward a modified offer on the basis of these technical explanatory and clarifying talks by a certain deadline. The results of these clarifying talks should be carefully and precisely registered.

■ Several rounds of negotiations promote the risk of unacceptable prices and of losses in quality and safety during execution.

**2.12** Before the contract is awarded the bidder must appoint the responsible project manager, planning manager, construction manager and deputy construction manager

Während der Bearbeitungszeit sollten eine Ortsbesichtigung und eine Besichtigung der Bodenaufschlüsse ermöglicht werden.

■ Die in VOB/A angegebenen Fristen sind als Mindestzeiten zu betrachten.

**2.11** Beim Offenen und Nicht offenen Verfahren nach VOB Teil A beinhalten Gespräche zwischen Auftraggebern und Bietern nach Angebotsöffnung nur Aufklärungen technischer und vertraglicher Sachverhalte. Preisverhandlungen finden nicht statt. Die Ergebnisse der Aufklärungsgespräche sollten sorgfältig und ausführlich protokolliert werden.

■ Nachträgliche Änderungen der Angebote sind beim Offenen und Nicht offenen Verfahren nicht gestattet.

Beim Verhandlungsverfahren erhalten alle Bieter auf Grund der technischen Erläuterungs- und Abstimmungsgespräche die Gelegenheit, unter Fristsetzung ein modifiziertes Angebot abzugeben. Die Ergebnisse der Aufklärungsgespräche sollten sorgfältig und ausführlich protokolliert werden.

■ Mehrere Verhandlungsrunden fördern das Risiko unauskömmlicher Preise und von Einbußen in der Qualität und Sicherheit während der Ausführung.

**2.12** Vor Auftragserteilung sind dem Auftraggeber vom Bieter der bevollmächtigte Projektleiter, Planungsleiter, Bauleiter und stellvertretende Bauleiter zu benennen und deren fachliche Kompetenz nachzuweisen.

■ Wegen der Besonderheiten des Tunnelbaus sind fachliche Kompetenz und spezielle praktische Erfahrungen besonders wichtig.

**2.13** Vor Auftragserteilung ist die Urkalkulation vorzulegen. Sie sollte von Auftraggeber und Auftragnehmer gemeinsam auf Vollständigkeit

und Plausibilität durchgesehen werden. Die Kalkulation der Nachunternehmer sollte nachgereicht werden.

■ Eine sachgemäße und vollständige Urkalkulation ist Voraussetzung, um spätere Vertragsstreitigkeiten zu vermeiden.

**2.14** Es ist eine zeitnahe Vergütung erbrachter Leistungen zu vereinbaren. Dies gilt auch für Nachtragsangebote, die während der Projektdurchführung erforderlich werden. Maßgebend sind auch hier der Zeitpunkt der Leistungserbringung und die Anspruchsgrundlage der zu vergütenden Nachtragsleistung. Die Nachtragsforderungen müssen prüfbar vorliegen und dem Grunde nach berechtigt sein.

■ Bei zeitaufwändigen Verhandlungen über Nachtragsangebote sind angemessene Abschlagszahlungen zu vereinbaren. Hierdurch können unnötige Zinskosten vermieden werden.

**2.15** Bürgschaften sind auf das notwendige Mindestmaß zu beschränken.

■ Vertragserfüllungsbürgschaften sollten 5 %, Gewährleistungsbürgschaften 2 % nicht überschreiten.

### 3 Bauausführung, Ausführungsplanung, Vertragsabwicklung, Qualitätssicherung

**3.1** Bei der Festlegung der vertraglichen Bauzeit ist ausreichend Zeit für die Bauvorbereitung des Auftragnehmers zu berücksichtigen.

■ Eine gründliche Arbeitsvorbereitung ist im Tunnelbau im Hinblick auf Auswahl, Einsatzplanung und Beschaffung geeigneter Geräte ein entscheidender Faktor für das Gelingen eines Projekts. Bei maschinellem Vortrieb ist die Planungs- und Lieferzeit zu berücksichtigen.

and prove their professional competence to the client.

■ On account of the special circumstances of tunnelling professional competence and special practical experience are especially important.

**2.13** The basic calculation has to be tabled prior to the contract being awarded. It should be checked jointly by both client and contractor to establish its completeness and plausibility. The calculations of sub-contractors should be handed over.

■ A proper and complete basic calculation is the prerequisite to avoid subsequent contractual disputes.

**2.14** Prompt reimbursement of supplied performances has to be agreed on. This also applies for subsequent offers, which become necessary when the project is being carried out. Here too the point in time when the performance is provided and the basis for claiming the subsequent performance that has to be reimbursed are determining. Subsequent claims must be made available for control purposes and be justifiable.

■ Appropriate part-payments should be agreed on in the event of time-consuming negotiations pertaining to subsequent offers. In this way, unnecessary interest costs can be avoided.

**2.15** Guarantees should be restricted to the minimum.

■ Guarantees relating to the fulfilling of contracts should not exceed 5 %, warranty guarantees 2 %.

### 3 Execution of Construction, Contract Management, Quality Assurance

**3.1** When determining the contractual construction period sufficient time for the contractor's construction preparations

must be taken into consideration.

■ Thorough construction preparations represent a decisive factor in tunnelling for the success of a project with respect to the choice, deployment planning and procurement of suitable equipment. The planning and delivery time must be taken into account in the case of mechanized driving.

**3.2** Immediately after the contract is awarded the contractor should supply the client a detailed construction time plan to be approved. The construction time plan and the funding allocation plan should be revised at regular periods.

■ Up-to-the-minute revision provides transparency for all those involved and enables rapid reactions to delays to take place e.g. through acceleration measures.

**3.3** The client should appoint a responsible project manager, who is available throughout the entire construction period. He is also responsible for the overall construction management and construction supervision, which must be staffed with project-specific, experienced personnel regardless of the nature of the contract (standard price contract, description of specifications with specification programme).

■ The application of QM systems during execution does not mean that quality control through the AG is superfluous. The „four eyes see more than two“ principle is still regarded as worthwhile.

**3.4** The contractor should appoint a person to be responsible for the office (planning manager/coordinator) for the entire construction period, who is responsible for the cooperation of the various persons involved in planning and who can approve all relevant decisions.

**3.5** The application of QM systems must not be confined

**3.2** Unmittelbar nach Auftragserteilung sollte dem Auftraggeber vom Auftragnehmer ein detaillierter Bauzeitenplan zur Abstimmung vorgelegt werden. Bauzeitenplan und Mittelabflussplan sollten in regelmäßigen zeitlichen Abständen fortgeschrieben werden.

■ Die zeitnahe Fortschreibung gibt Transparenz für alle Beteiligten und erlaubt frühzeitige Reaktionen auf Verzögerungen, z. B. durch Beschleunigungsmaßnahmen.

**3.3** Der Auftraggeber sollte einen verantwortlichen Projektleiter benennen, der während der gesamten Bauzeit zur Verfügung steht. Er ist auch verantwortlich für die Bauoberleitung und Bauüberwachung, die unabhängig von der Art des Vertrages (Einheitspreisvertrag, Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm) mit projektspezifisch erfahrenem Personal zu besetzen ist.

■ Die Anwendung von QM-Systemen bei der Ausführung macht eine Qualitätskontrolle durch den AG nicht überflüssig. Das „Vieraugenprinzip“ wird nach wie vor für sinnvoll gehalten.

**3.4** Der Auftragnehmer sollte für die gesamte Bauzeit einen mit der bürotechnischen Bearbeitung Beauftragten (Planungsleiter/Koordinator) benennen, der für die Zusammenarbeit verschiedener Planungsbeteiligter verantwortlich ist und mit dem alle diesbezüglichen Abstimmungen vereinbart werden können.

■ Bei Tunnelbauwerken sind regelmäßig eine größere Zahl von Fachleuten und Fachfirmen beteiligt. Eine entsprechende Koordinierung der Beteiligten ist Voraussetzung für eine reibungslose und erfolgreiche Baudurchführung.

**3.5** Die Anwendung von QM-Systemen darf sich nicht auf die Bearbeitung und Dokumentation formaler Vorgänge

beschränken. Einer produktionsbegleitenden Prüfung ist der Vorzug vor einer nachträglichen Kontrolle einzuräumen.

■ Insbesondere bei Beginn von Arbeiten wie Tübbingproduktion, TBM-Vortrieb, konventioneller Vortrieb, Bau der Innenschale sind Qualitätsanalysen so rechtzeitig durchzuführen und auszuwerten, dass eine Rückkopplung und ggf. Produktionsanpassung an die noch auszuführenden Arbeiten möglich ist (Vermeidung systematischer Fehler).

**3.6** Ein Wechsel der bei Auftragserteilung vom Auftragnehmer benannten bevollmächtigten Projektleiter, Planungsleiter, Bauleiter und stellvertretenden Bauleiter ist zu vermeiden und bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

■ Änderungen oder Wechsel bei Zuständigkeiten und Ansprechpartnern verursachen Informationsdefizite.

**3.7** Ist die Erstellung der Ausführungsunterlagen Bestandteil des Bauvertrages, so sind Plan- und Prüflauf sowie Bearbeitungszeiten und Prüfzeiten verbindlich zu vereinbaren.

■ Es wird empfohlen, den Planlauf insbesondere bei mehreren Beteiligten in einem Ablaufdiagramm mit Angabe von Fristen darzustellen. Hierdurch wird der Ablauf transparent und gibt den Beteiligten Planungssicherheit.

**3.8** Werden genehmigte Ausführungsunterlagen vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt, sind im Zusammenhang mit dem Vertragsterminplan auch Termine für die späteste Übergabe der freigegebenen Ausführungsunterlagen zu vereinbaren.

■ Eine mit ausreichendem Vorlauf vor der Ausführung genehmigte Ausführungsplanung vermeidet Behinderungen bei der Baudurchführung.

**3.9** Dem Sicherheits- und Gesundheitsschutz aller am

to the processing and documentation of formal procedures. Checking production as it happens is preferable to some subsequent control.

■ Quality analyses should be carried out and evaluated at a sufficiently early point in time especially at the start of tasks such as producing segments, TBM driving, conventional driving, building the permanent lining that it is still possible to rethink and if necessary production can be adjusted to the tasks that still have to be carried out (avoiding systematic mistakes).

**3.6** A change of the responsible project manager, planning manager, construction manager or deputy construction manager appointed by the contractor when the contract was awarded should be avoided and requires the client's approval.

■ Changes regarding responsibilities and contact partners result in information deficits.

**3.7** If the drawing up of the execution documents represents part of the construction contract then the course of planning and controlling as well as processing times and controlling times must be bindingly agreed on.

■ It is recommended to present the plan procedures especially if a number of persons are involved in an operational diagram containing the various deadlines. In this way operations are lent transparency and those involved provided with planning security.

**3.8** If approved execution documents are made available by the client, deadlines for the latest date when the released execution documents should be handed over are to be agreed on in conjunction with the contractual deadline plan.

■ Hold-ups during the execution of construction are avoided by execution planning that is approved well in advance.

**3.9** Safety and health protection of all those involved in the project must be accorded utmost priority. Emergency, alarm and rescue plans should be agreed well before construction work starts with the responsible authorities and emergency services by the client and contractor.

■ In special cases, rescue drills should be carried out in order to test and if necessary improve cooperation among those participating.

**3.10** In the event of the failure of equipment and operational facilities (lighting, ventilation, drainage etc.) that can never be completely precluded in spite of the utmost care being taken, salvage plans with the counter-measures required to be taken should be available from the contractor.

■ Salvage plans allow speedy reaction to unforeseen incidents and restrict the possible effects.

**3.11** Risk management with the approaches to be pursued in technical and organisational terms should be foreseen for sensitive and tricky constructional situations.

■ This includes e.g. undercutting buildings, tricky geological situations, restricting public transport.

**3.12** In the event of unforeseen incidents (e.g. ground instabilities and/or supporting) a basic documentation should be compiled immediately, which has to be approved by the contractual partners.

■ A mutually approved documentation is essential for the harmonious regulation of deadlines and financial effects.

**3.13** Necessary alterations and adjustments to the contract must be agreed on promptly between the client and contractor

■ These alterations or adjustments to the contract should be dealt with quickly and reimbursed on the part of the client through appropriate amendment management.

Projekt Beteiligten ist oberste Priorität einzuräumen. Notfall-, Alarm- und Rettungspläne sollten daher rechtzeitig vor Beginn der Bauarbeiten von Auftraggeber und Auftragnehmer mit den zuständigen Behörden und Rettungsdiensten abgestimmt werden.

■ In besonderen Fällen sind Rettungsübungen durchzuführen, um die Zusammenarbeit der Beteiligten zu überprüfen und ggf. zu verbessern.

**3.10** Für den trotz aller Sorgfalt nie vollständig auszuschließenden Ausfall von Geräten und Betriebseinrichtungen (Beleuchtung, Belüftung, Wasserhaltung etc.) sollten vom Auftragnehmer Havariepläne mit zu treffenden Gegenmaßnahmen ausgearbeitet vorliegen.

■ Havariepläne erlauben eine rasche Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse und begrenzen die möglichen Auswirkungen.

**3.11** Für empfindliche und schwierige bauliche Situationen und Arbeitsabläufe sollte ein Risikomanagement mit Festlegung der Verfahrensabläufe in technischer und organisatorischer Hinsicht vorgesehen werden.

■ Hierzu gehören z. B. die Unterfahrung von Bebauung, schwierige geologische Verhältnisse, Einschränkungen des öffentlichen Verkehrs.

**3.12** Bei unvorhergesehenen Ereignissen (z. B. Instabilitäten von Gebirge und/oder Ausbau) sollte unverzüglich eine gründliche Dokumentation erstellt werden, die von den Vertragspartnern anzuerkennen ist.

■ Eine gegenseitig anerkannte Dokumentation ist unentbehrlich für die einvernehmliche Regelung terminlicher und finanzieller Auswirkungen.

**3.13** Notwendige Vertragsänderungen und Vertragsanpassungen sind zeitnah zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu vereinbaren.

■ Eine zügige Abwicklung und Vergütung dieser Vertragsänderungen oder -anpassungen sollte auf Auftraggeberseite durch ein geregeltes Nachtragsmanagement sichergestellt werden.

## 4 Kompetenz und Aufgabenverteilung

**4.1** Kompetenz im Sinne allgemeiner und auf die Besonderheiten des Projekts abgestimmter fachlicher Qualifikationen und Erfahrungen müssen sowohl beim Auftraggeber als auch beim Auftragnehmer vorhanden sein.

■ Der in der Vergangenheit unter dem Ziel der „Verschlan- kung“ eingetretene Personalabbau hat bereits zu einem erheblichen Verlust an Kompetenz geführt. Dieser negativen Entwicklung muss gegengesteuert werden, auch durch Ausbildung und Förderung von Nachwuchs.

**4.2** Anfallende Entscheidungen bei der Projektabwicklung in technischer, wirtschaftlicher und vertraglicher Hinsicht sollten so weit wie möglich von den unmittelbar mit dem Projekt befassten Beteiligten getroffen werden. Dies erfordert umfassende Kenntnisse und eine entsprechende Entscheidungskompetenz bei den Beteiligten.

■ Kurze Kommunikationswege erlauben schnelle Entscheidungen und vermeiden Verzögerungen bei der Abwicklung des Projekts. Die beteiligten Ingenieure sollten auch über entsprechende kaufmännische, juristische und vertragsrechtliche Kenntnisse verfügen. Die Hinzuziehung zusätzlicher Fachleute sollte auf Ausnahmen beschränkt sein.

**4.3** Insbesondere Tunnelbauwerke verlangen interdisziplinäres Arbeiten zwischen vielen verschiedenen Fachleuten (Geologie, Fels- und Boden-

mechanik, Verfahrenstechnik, Ausrüstungstechnik usw.). Eine klare Projektstruktur mit Definition der Zuständigkeiten und Schnittstellen sowie eine geregelte Kommunikation und Dokumentation sind unbedingt erforderlich.

■ Teamfähigkeit aller Beteiligten ist vor diesem Hintergrund besonders wichtig. Projektleiter bzw. Koordinatoren sollten „Generalisten“ sein.

## Mitglieder des Arbeitskreises

Dipl.-Ing. Joachim Naumann (Leitung)

Dr.-Ing. Günther Brem

Dipl.-Ing. Jürgen Breuer

Dipl.-Ing. Gundolf Denzer

Dipl.-Ing. Wolfgang Frietzsche

Dipl.-Ing. Richard Harpf

Dr. E. h. Martin Herrenknecht

Dipl.-Ing. Joachim Hettwer

Dipl.-Ing. Hartmuth Höfle

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke

Dipl.-Ing. Gerhard Maier

Dipl.-Bauing. Ludwig Martin

Dipl.-Ing. Martin Muncke

Prof. Dipl.-Ing. Franz Remmer

Dipl.-Ing. Dieter Stephan

Dipl.-Ing. Helmut Wanner

## 4 Competence and Distribution of Tasks

**4.1** Competence in the sense of general qualifications and experience as well as being geared to the special circumstances of the project must be possessed by both the client and the contractor.

■ The reduction of personnel that has taken place in the past with the aim of "slimming down" has already led to a considerable loss in competence. This negative development must be countered – also by training and fostering young prospects.

**4.2** Technical, economic and contractual decisions taken when executing the project should as far as possible be made by

those directly involved in the project. This calls for extensive knowledge and corresponding ability to take decisions on the part of those involved.

■ Short communication paths permit speedy decisions and avoid delays during the execution of the project. The engineers involved should also have corresponding commercial, juristic and contractual knowledge at their fingertips. Additional experts should only be called on in cases of exception.

**4.3** Tunnels in particular require inter-disciplinary collaboration among different experts (geology, rock and soil mechanics, process technology, equipment technology etc.). A clear project structure with definitions of responsibilities and intersecting points as well as established communications and documentation is absolutely imperative.

■ seen against this background, the ability of all those involved to work as a team is especially important. Project managers or coordinators should be „generalists.“

## Members of the Working Group

Dipl.-Ing. Joachim Naumann (Head)

Dr.-Ing. Günther Brem

Dipl.-Ing. Jürgen Breuer

Dipl.-Ing. Gundolf Denzer

Dipl.-Ing. Wolfgang Frietzsche

Dipl.-Ing. Richard Harpf

Dr. E. h. Martin Herrenknecht

Dipl.-Ing. Joachim Hettwer

Dipl.-Ing. Hartmuth Höfle

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kirschke

Dipl.-Ing. Gerhard Maier

Dipl.-Bauing. Ludwig Martin

Dipl.-Ing. Martin Muncke

Prof. Dipl.-Ing. Franz Remmer

Dipl.-Ing. Dieter Stephan

Dipl.-Ing. Helmut Wanner

Internet: [www.stuva.de/daub](http://www.stuva.de/daub)  
E-Mail: [info@stuva.de](mailto:info@stuva.de)