

Problemlösung aus der Sicht des Tunnelbautechnischen Sachverständigen

Von Eckart Schneider

Der Bau des Strenger Tunnels war für alle Beteiligten eine echte Herausforderung. Vortriebe, die sich über lange Strecken in stark druckhaftem Gebirge bewegen, sind auch für erfahrene Tunnelbauer nicht alltäglich. Um auf Erfahrungen mit einem konventionellen Tunnelvortrieb unter ähnlichen Verhältnissen zurückgreifen zu können, mussten die Beteiligten entweder beim Bau des Arlberg Straßentunnels Baulos West, beim Inntaltunnel oder beim Galgenbergtunnel beteiligt gewesen sein.

Im Fall des Autors war es der Arlberg Straßentunnel, dessen Bau rund 20 Jahre zurückliegt. Von den damals tätigen Beratern ist nur noch der Geologe Professor Weiss aktiv, die anderen befinden sich wie Professor Pacher im Ruhestand oder sind verstorben (Altmeister Rabczewicz).

Einen Tunnelbautechnischen Sachverständigen gemäß ÖNORM B 2203, der von den Vertragspartnern gemeinsam bestellt wurde, gab

es damals noch nicht. Aber das ist Geschichte, wenden wir uns dem Strenger Tunnel zu.

Aufgaben des Tunnelbautechnischen Sachverständigen

Die Funktion eines Tunnelbautechnischen Sachverständigen (TSV), der von den Vertragsparteien einvernehmlich bestellt wird, wurde mit dem Inkrafttreten der Norm für Untertagebau B 2203 am 1. Oktober 1994 geschaffen. Zu seinen Aufgaben zählen in der gültigen Fassung dieser Norm:

- 1) Schlichtung bei technischen Meinungsverschiedenheiten zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer,
- 2) Geotechnische Beratung insbesondere bei setzungsempfindlichen und oberflächennahen Tunnelvortrieben,
- 3) Fallweise sachverständige Vertretung gegenüber Dritten in Fragen von Vortrieb und Ausbau.

Solving Problems According to the Opinion of the Independent Tunnel Expert

Construction of the Strenger Tunnel turned out to be a challenge for all parties including the Independent Tunnel Expert (ITE). Tunnel excavation under severely squeezing conditions over considerable length is by no means usual, even for experienced tunnellers. The position and the duties of an independent tunnel expert are laid down in the Austrian Standard B2203 "Underground works - Part 1: Cyclic driving - Works contract". The ITE is supposed to act as adviser and mediator between the parties in technical matters. Eventually he represents the project towards third parties in matters concerning excavation and support.

Recently some organisations intend to abandon this well proven way. Instead of appointing an independent tunnel expert jointly by the client and contractor the client intends to appoint additional experts for tunnelling and contract management by his own. This is a rather pitiful development because it gives up the only serious attempt towards dispute resolution which the austrian tunnelling community has used to date.

The author proposes a contrary move. The duties of the ITE should even be extended. Besides technical matters he should also cover contractual matters. This proposal considers the fact, that very often the arguments used in technical discussions have a contractual background. Disputes of this sort could be solved much easier if both aspects were discussed at once.

Der Bau des Strenger Tunnels bedeutete für alle Beteiligten eine echte Herausforderung. Vortriebe, die sich über lange Strecken in stark druckhaftem Gebirge bewegen, sind auch für erfahrene Tunnelbauer nicht alltäglich. Stellung und Pflichten des unabhängigen Tunnelbautechnischen Sachverständigen (TSV) sind in der österreichischen Untertagebau-NORM B 2203 beschrieben. Seine Rolle ist die eines unabhängigen Beraters und umfasst sowohl Schlichtung bei technischen Meinungsverschiedenheiten als auch geotechnische Beratung und sachverständige Vertretung in Fragen von Vortrieb und Ausbau gegenüber Dritten.

In letzter Zeit gibt es von Auftraggebern aus dem halböffentlichen Bereich Tendenzen, diesen erprobten Weg zu verlassen. An Stelle des unabhängigen TSV soll zusätzlich zum beauftragten Planer ein Tunnelbautechnischer Berater mit Erfahrung im Vertragsmanagement zur Verstärkung des Auftraggebers bestellt werden. Diese Entwicklung ist insofern bedauerlich, weil damit der einzige funktionierende Ansatz, der bisher in Österreich zur Streitvermeidung und -beilegung gefunden wurde, verlassen wird.

Der Autor schlägt einen entgegengesetzten Weg vor. Der Aufgabenbereich des TSV soll nicht allein auf geotechnische Fragen beschränkt bleiben, sondern auf vertragliche Aspekte ausgedehnt werden, weil diese bei den Auseinandersetzungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer ohnedies einer Klärung bedürfen. Es wäre einfacher, einen Konsens zu finden, wenn in den TSV-Besprechungen vertragliche Aspekte offen diskutiert würden und die Vertragspartner keine technischen Scheinargumente austauschen würden.

Für diese Aufgabe soll ein „vorher mit dem Projekt nicht befasster Tunnelbautechnischer Sachverständiger mit langjähriger, einschlägiger Erfahrung vorgesehen werden“. Es wird gefordert, „dass der Sachverständige von Baubeginn an laufend alle Informationen über Vortrieb und Gebirge erhält“.

Dieser Text war die Basis für die Arbeit beim Strenger Tunnel. Andere Auftraggeber haben ihn präzisiert und ergänzt, indem sie zum Beispiel die Aufgaben des TSV vor Vortriebsbeginn aufgelistet haben oder die Beurteilung der Standsicherheit und die Interpretation der geotechnischen Messungen in den Mittelpunkt der TSV-Tätigkeit gerückt haben. Das Thema Beratung wurde andernorts ebenfalls präzisiert. Es wurde dort festgelegt, dass diese zwar jederzeit, aber nur im gegenseitigen Einvernehmen der Vertragspartner in Anspruch genommen werden kann. Die Haftung für die gesetzten Maßnahmen verbleibt im Verantwortungsbereich desjenigen Vertragspartners, in dessen Sphäre die Verantwortung gemäß Vertrag fällt.

Von der gemeinsamen Bestellung eines neutralen Sachverständigen zum TSV wird in letzter Zeit von manchen Auftraggebern abgegangen. Stattdessen wird einseitig und zusätzlich zum Planer ein Berater bestellt, der den Auftraggeber in tunnelbautechnischen und vertraglichen Fragen unterstützen soll.

TSV und tunnelbautechnischer Berater des Auftraggebers haben gemeinsam, dass sie primär mit den technischen Aspekten des Projekts befasst werden. Die wirtschaftlichen und vertraglichen Belange werden überwiegend vom Bau- oder Projektmanagement des Auftraggebers wahrgenommen. Ein neutraler Dritter, der als Schlichter bei Meinungsverschiedenheiten in Vertragsfragen eingeschaltet wird, ist in Österreich bisher nicht vorgesehen.

Die von der ASFINAG und den drei Eisenbahngesellschaften für einzelne Großprojekte und damit auch für den Strenger Tunnel installierte Begleitende Kontrolle hat zwar umfassende Kompetenzen in technischer, wirtschaftlicher und vertraglicher Hinsicht, ist aber, wie der Name schon sagt, ein Kontrollorgan, welches extern als vorher nicht mit dem Bauvorhaben befasstes Ingenieurbüro bestellt wird und daher im Auftrag des Auftraggebers agiert und nicht als neutraler Dritter.

Einbindung von Sachverständigen in Nachbarländern

In der Schweiz wurde im Mai 2000 eine Sachverständigen-Richtlinie vom BAV herausgegeben, demzufolge die Ausführungsplanung insbesondere in sicherheitstechnischer Hinsicht zu prüfen ist. Beim Gotthard-Basis-Tunnel wurde diese Aufgabe durch die Einrichtung der sicherheitsorientierten Prüfung (SIOP) vom Beginn der Projektierung an (1992) vorweggenommen.

Die SIOP ist sowohl in der Planungsphase als auch in der Bauphase tätig. Die SIOP ist ein Organ des Auftraggebers und wird zur Abgabe einer Zweitmeinung herangezogen. Sie hat die Aufgabe, die Planung und deren Umsetzung sowie die Überwachung der Arbeiten durch Oberbauleitung und örtliche Bauleitung beratend zu begleiten. Abstimmungen von Auffassungsunterschieden erfolgen in Werkstattgesprächen, bei denen der Auftraggeber über das Vorgehen entscheidet.

Zur Schlichtung von Meinungsverschiedenheiten wurde in allen Baulosen des Lötschberg- und des Gotthard-Basis-Tunnels ein mehrstufiges Schlichtungsverfahren und die Möglichkeit zur Anrufung eines Schiedsgerichts eingerichtet. Dazu sind in jedem Baulos dreiköpfige Schlichtungsgremien bereits vor Baubeginn eingesetzt worden, die das Projekt über seine gesamte Realisierungsphase begleiten.

In Deutschland ist ein Prüfenieur zwingend vorgeschrieben, der alle Pläne und Berechnungen im Auftrag des Bauherrn überprüft. Daneben werden bei den Großprojekten der Deutschen Bahn, zum Beispiel die Neubaustrecken Köln-Rhein/Main und Nürnberg-Ingolstadt, tunnelbautechnische Sachverständige vom Bauherrn als Berater über die gesamte Projektdauer vertraglich eingebunden. In den Bauverträgen beider Neubaustrecken ist auch ein Schlichtungsverfahren für Fragen von Vortrieb und Ausbau vorgesehen, das in unterschiedlichem Ausmaß eingesetzt wird.

Sachverständigentätigkeit beim Strenger Tunnel

Die Bestellung des Autors zum TSV beim Strenger Tunnel erfolgte bereits vor Baubeginn. Wie üblich fanden die TSV-Besuche auf der Baustelle in Abständen von sechs bis acht Wochen statt, in kritischen Phasen auch in kürzeren Abständen. Gelegentlich wurden Sondersitzungen abgehalten, zum Beispiel beim erstmaligen Erkennen der Sohlhebungen in der Kalotte. An den Besprechungen, die sich an Begehungen anschlossen, nahmen durchschnittlich 14 bis 15 Personen teil.

Die Anzahl mag im ersten Moment groß erscheinen, sie ergibt sich jedoch zwangsläufig aus der Projektorganisation. Die „Tafelrunde“ setzte sich aus mehreren Vertretern von Auftraggeber und Auftragnehmer, zwei bis drei Vertretern der Bauüberwachung, zwei Geologen (vier Vortriebe), einem Messtechniker, dem Planer und geotechnischen Berater, fallweise einem Tunnelstatiker und einem Vertreter der begleitenden Kontrolle zusammen. Der Auftragnehmer war immer mit mindestens einem Mitglied der Geschäftsführung, dem Oberbauleiter und wenigstens einem der beiden Tunnelbauleiter – somit drei bis vier Personen – vertreten.

Zu Anfang, als alle vier Kalottenvortriebe sich in den prognostizierten oder sogar günstigeren Gebirgsverhältnissen bewegten, konnte der zeitliche Abstand der Sitzungen groß und die Traktandenliste klein gehalten werden. Mit Anfahren der ersten stark druckhaften Zone in der Südröhre des Westvortriebs änderte sich die Situation grundlegend. Der zeitliche Abstand der Besuche wurde verkürzt, und die Liste der zu behandelnden Besprechungspunkte nahm zu. Als beinahe logische Konsequenz der Organisationsstruktur wurden die Entscheidungen in geotechnischen Fragen, die nicht direkt auf Baustellenebene zwischen Auftragnehmer und ÖBA gelöst werden konnten, nicht in den regelmäßig abgehaltenen Jour-fixe-Besprechungen oder den dafür ohnehin nicht vorgesehenen Projektbesprechungen, sondern in den TSV-Besprechungen getroffen. Diese boten sich dafür an, denn sie waren zur Gänze dem Themenkreis Vortrieb und Ausbau unter geotechnischen Aspekten gewidmet. Zudem waren bei diesen Besprechungen alle Fachleute an einem Tisch versammelt, und die Diskussionen fanden unter dem Eindruck einer unmittelbar vorhergehenden gemeinsamen Begehung des Tunnels statt.

Kritische Bemerkungen zur Projektorganisation

Aus gruppendynamischer Sicht ist ein Gremium mit einer Teilnehmerzahl von 15 Personen bereits an einer kritischen Grenze angelangt. Die Vorsitzführung, Diskussionsleitung und Protokollführung, die beim Strenger Tunnel vom TSV wahrgenommen wurde, wird nach ein bis zwei Stunden, wenn eine gewisse Ermüdung der Sitzungsteilnehmer eintritt, schwierig. Das hängt damit zusammen, dass einige Sitzungsteilnehmer meist nur zu ein bis zwei Punkten gehört werden. Dazu kommt die große Anzahl an Besprechungen auf einer Baustelle dieser

Größenordnung. Eine Straffung der gesamten Projektorganisation und eine Reduktion der Sitzungen und Sitzungsebenen wären von Vorteil. Eine weitere Komplizierung, die sich bei Beauftragung weiterer Experten wie Tunnelbautechnischer Berater des Auftraggebers abzeichnet, ist für die Sitzungseffizienz kontraproduktiv. Viele Diskussionen könnten vermieden werden, wenn, wie früher üblich, der Tunnelplaner mit der örtlichen Bauleitung beauftragt würde. Damit würde auch der Rückfluss von Erfahrungen aus der Bauausführung an den Planer verbessert.

Der aktuelle Trend, der die bauherrenseitige Bestellung eines Tunnelbautechnischen Beraters vorsieht, wird, da dieser nicht neutral sein kann und darf, vonseiten der ausführenden Unternehmungen nicht als Ersatz für den TSV nach ÖNORM akzeptiert werden. Es fehlt die entscheidende Komponente des Schlichtens, die das wesentliche Tätigkeitsmerkmal eines TSV nach ÖNORM ist. Dafür sitzt ein Teilnehmer mehr am Besprechungstisch, der als Beauftragter des Auftraggebers gemäß Ingenieurvertrag verpflichtet ist, die Interessen des Auftraggebers zu vertreten. Ob diese weitere Verschiebung des numerischen Gleichgewichts zulasten des Auftragnehmers einer partnerschaftlichen Vertragsabwicklung dienlich ist, darf mit Recht bezweifelt werden. Die Projektstrukturen in Österreich führen dazu, dass wenige Auftragnehmer-Mitarbeiter einer Phalanx von Mitarbeitern des Auftraggebers und der vom Auftraggeber beauftragten Büros und Experten gegenüber sitzen. Diese Entwicklung wird nach Ansicht des Autors dazu führen, dass sich die Unternehmer ebenfalls durch Experten verstärken werden. Die Teilnehmeranzahl bei Baubesprechungen wird entsprechend anwachsen. Die Zeiten, als auf österreichischen Tunnelbaustellen über die „deutsche Gutachter-Bauweise“ mokiert werden durfte, gehören dann endgültig der Vergangenheit an.

SPIRK & PARTNER
Ziviltechnikergesellschaft m. b. H.

<p style="text-align: center;">SPEZIALISTEN FÜR</p> <p style="text-align: center;">Planung Ausschreibung und Vergabe Örtliche Bauaufsicht Begleitende Kontrolle Projektmanagement Gutachten und Bau KG</p>	<p style="text-align: center;">IN DEN BEREICHEN</p> <p style="text-align: center;">Hoch- und Tiefbau Straßenbau Eisenbahnbau Brückenbau Kulturtechnik Wasserwirtschaft</p>
---	---

SALZBURG · WIEN · STEYR · GRAZ

Erkenntnisse aus der Baudurchführung

Statische Berechnungen

Lange Zeit erfolgte beim Strenger Tunnel die Festlegung der Stützmaßnahmen in der üblichen Weise aus Interpretation der geotechnischen Messungen und der geologischen Verhältnisse. Erst bei Antreffen außergewöhnlichen Verformungsverhaltens wurden diese durch rechnerische Untersuchungen über die Wirkung der eingesetzten Stützmittel ergänzt. Die Modellierung des Gebirges und der Spannungsverhältnisse gelang für einen tiefliegenden Tunnel recht überzeugend. So konnten beispielsweise die Hebungen der Kalottensohle sowohl qualitativ als auch quantitativ zutreffend dargestellt werden. Die aus den Berechnungen abgeleiteten Empfehlungen bezüglich Stützmitteleinsatz in der Strosse und Sohle gewannen dadurch an Plausibilität. Aufgrund der aus den Berechnungen gewonnenen Erkenntnisse steht auch für die Festlegung des Einbaupunkts und für die Dimensionierung der Innenschale eine fundiertere Entscheidungsgrundlage zur Verfügung.

Geotechnische Messungen

Die Messung und Auswertung der Verformungsmessungen des Hohlraums hat durch die Automatisierung einen hohen Stand erreicht. Es wäre wünschenswert, wenn in Zukunft Angaben über das Zusammendrücken der Stauchelemente in Form von direkten Messungen geliefert würden. Damit würde eine zusätzliche Information über das Verformungsverhalten der Außenschale gewonnen.

Im üblichen Messschema für geodätische Verformungsmessungen, wie es auch beim Strenger Tunnel verwendet wurde, sind keine Messpunkte in der Kalottensohle vorgesehen. Das ist einerseits zwar verständlich, weil die Sohle in Folge des Fahrbetriebs oberflächlich ständigen Veränderungen unterworfen ist, andererseits hatte das Fehlen der Messpunkte zur Folge, dass die Sohlhebungen erst erkannt wurden, als sie bereits mehrere Dezimeter erreicht hatten.

Stauchelemente

Die rechnerischen Untersuchungen zeigten, dass die Spritzbetonschale im Kalottenscheitel besonders hoch belastet ist. Diese Vermutung wird durch das Auftreten von längslaufenden Scherrissen in der Tunnelfirste, die in mehreren Bereichen und teilweise über größere Längen auftraten, bestätigt. Abhilfe konnte durch eine andere Anordnung der Stauchelemente im Querschnitt – oberer Kämpferbereich näher der Tunnelfirste – in beschränktem Maß gefunden werden. Die Anordnung von je einem zusätzlichen Stauchelement links und rechts im unteren Ulmenbereich erwies sich als wenig vorteilhaft. Weil in den Stauchelementen Querkräfte nur begrenzt und Biegemomente gar nicht übertragen

werden können, fördert diese zusätzliche Unterteilung der Schale das Hereindrücken des zwischen den Stauchelementen gelegenen Teils der Schale. Dabei spielt die asymmetrische Belastung des Ausbaus eine nicht unwesentliche Rolle.

Die Abstimmung der Steifigkeit und des Arbeitsvermögens der Stauchelemente erfolgte beim Strenger Tunnel rein empirisch. Der eingesetzte Elementtyp wurde so lange variiert, bis er visuell den Anforderungen entsprach. Auch hier wäre in Zukunft eine rechnerische Abschätzung und Abstimmung auf das Tragvermögen der übrigen Elemente des Ausbaus (Spritzbeton, Anker und Gitterbögen) in Hinblick auf das Systemverhalten anzuraten.

Schlussbemerkung

Beim Strenger Tunnel hat sich bestätigt, dass es Sinn macht, grundsätzliche Entscheidungen über Vortrieb und Ausbau in den TSV-Besprechungen zu treffen. Die Tatsache, dass in diesem Gremium alle maßgeblichen Projektbeteiligten vertreten sind, bietet die Voraussetzung dafür, dass alle technischen Aspekte berücksichtigt werden.

Die in der ÖNORM aufgelisteten Aufgaben des TSV sollten nach Ansicht des Autors umgereicht und im Punkt 1) ergänzt werden und damit wie folgt lauten:

- 1) Geotechnische Beratung und Mitwirkung bei der Entscheidungsfindung in Fragen des Ausbruchs und des Ausbaus bei setzungsempfindlichen, oberflächennahen Tunnelvortrieben sowie in tiefliegenden oder unter druckhaften Verhältnissen aufzufahrenden Tunneln,
- 2) Schlichtung bei technischen Meinungsverschiedenheiten zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer,
- 3) Sachverständige Vertretung gegenüber Dritten in Fragen von Vortrieb und Ausbau.

Darüber hinaus wäre es überlegenswert, den Aufgabenbereich des TSV nicht auf rein geotechnische Fragen zu beschränken, sondern um vertragliche Aspekte zu erweitern, weil diese bei den Auseinandersetzungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer ohnedies unausgesprochen im Hintergrund mitlaufen. Es wäre einfacher, einen Konsens zu finden, wenn in den TSV-Besprechungen auch dieser Aspekt offen diskutiert würde und die Vertragspartner ihre wahren Gründe nicht hinter technischen Scheinargumenten verstecken müssten.

Autor

o. Univ.-Professor Dipl.-Ing. Eckart Schneider, Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement, Bauakultät der Leopold-Franzens Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck, Österreich, E-Mail eckart.schneider@uibk.ac.at