

MASTERARBEIT



VERGLEICHENDE BAUBETRIEBLICHE UNTERSUCHUNGEN ZUR AUSSCHREIBUNG VON TUNNELBAUWERKEN MIT TUNNELVORTRIEBSMASCHINEN

Kirschner Astrid

Vorgelegt am
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Projektentwicklung und Projektmanagement

Betreuer
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Mitbetreuender Assistent
Bmstr. Dipl.-Ing. Dieter Schlagbauer

Graz am 09. November 2010

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

STATUARY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz,

date

.....

(signature)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck und Herrn Bmstr. Dipl.-Ing. Dieter Schlagbauer.

Besonderer Dank gebührt meinen Eltern Hilde und Richard, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützten. Ich möchte auch meinem Freund Thomas danken, der mir ebenfalls in jeglicher Hinsicht eine große Unterstützung war.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Studienkollegin Eva bedanken, die mir während meines Studiums immer mit Rat und Tat zur Seite stand und mir dadurch eine besondere Studienzeit bescherte.

(Ort), am (Datum)

(Unterschrift des Studenten)

Kurzfassung

Die Arbeit beschäftigt sich mit einer vergleichenden baubetrieblichen Untersuchung zur Ausschreibung von Tunnelbauwerken mit Tunnelvortriebsmaschinen. Zunächst werden allgemeine Angaben zu den Tunnelvortriebsmaschinen gemacht. In diesen werden die einzelnen Maschinentypen, die sich zum Auffahren eines kontinuierlichen Vortriebs eignen, aufgezählt und beschrieben.

In weiterer Folge werden die generellen Richtlinien, die gemäß dem Österreichischen Bundesvergabegesetz für eine Ausschreibung von öffentlichen Auftraggebern zwingend sind, angegeben. Dabei werden die Anforderungen an die Grundsätze der Ausschreibung, den Inhalt der Ausschreibungsunterlagen und die Beschreibung der Leistung dargelegt.

Auf Basis der ÖNORM B 2203-2, die die Untertagebauarbeiten für kontinuierlichen Vortrieb regelt, wurde ein Vergleich von Ausschreibungsunterlagen von vier Projekten durchgeführt. Die nach dieser Norm zum Vergleich kommenden Kriterien werden zunächst beschrieben. Bei den Projekten handelt es sich um drei Tunnelbauprojekte aus Österreich und eines aus Deutschland. Durch diesen Vergleich wird festgestellt, inwiefern sich die Ausschreibungsunterlagen unterscheiden. Der Vergleich zwischen Österreich und Deutschland bietet eine Darstellung der jeweiligen Unterschiede beim Vorgehen bei der Erstellung der Ausschreibung.

Abstract

This master thesis deals with a comparative study of tender documents for tunnels with tunnel driving machines. At first, the different tunnel driving machines, which are used for continuous excavation, are listed and general information about them is given.

Subsequently, the general guidelines, which are mandatory according to the Austrian federal law for procurement procedures, are presented. Therefore the requirements for the principles of tendering, the contents of the tender documents and the technical specifications are described.

The ÖNORM B 2203-2 deals with underground work with continuous driving. According to this norm different criteria are determined. Based on these criteria the comparison of the tender documents of four projects is conducted. Three of the four projects are Austrian tunneling-projects. The fourth is a German tunneling-project. The comparison of the three Austrian projects shows the variation of the tender documents to the norm. The comparison between Austria and Germany points out the differences in approach to the preparation of the tender.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemeines zum kontinuierlichen Vortrieb von Tunneln in Österreich.	1
1.2	Problematik und Zielsetzung.....	1
2	Allgemeines über Tunnelvortriebsmaschinen	3
2.1	Einteilung der Tunnelvortriebsmaschinen	4
2.2	Tunnelbohrmaschinen	6
2.2.1	Gripper-Tunnelbohrmaschine	6
2.2.2	TBM mit Aufweitungsbohrkopf	8
2.2.3	TBM mit Einfachschild	9
2.2.4	TBM mit Doppelschild.....	10
2.3	Schildmaschine	12
2.3.1	Teilschnittmaschinen	12
2.3.2	Vollschnittmaschinen.....	14
3	Ausschreibung	19
3.1	Grundsätze der Ausschreibung.....	19
3.2	Inhalt der Ausschreibungsunterlagen.....	20
3.2.1	Alternativangebote.....	21
3.2.2	Abänderungsangebote	22
3.3	Beschreibung der Leistung	22
3.3.1	Technische Spezifikationen	24
3.3.2	Konstruktive Leistungsbeschreibung.....	25
3.3.3	Funktionale Leistungsbeschreibung.....	26
4	Ausschreibungsunterlagen von TVM	27
4.1	Hinweise für die Ausschreibung der TVM	27
4.2	Angaben zur Beschreibung des Gebirges.....	27
4.3	Gebirgsklassifikation entsprechend der Richtlinie für Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten.....	28
4.3.1	Bestimmung der Gebirgsarten	31
4.3.2	Bestimmung von Gebirgsverhaltenstypen.....	32
4.3.3	Festlegung von Ausbruch und Sicherung.....	34
4.3.4	Erarbeitung des Tunnelbautechnischen Rahmenplanes	35
4.3.5	Ermittlung der Vortriebsklassen	35
4.4	Angaben zur Projektbeschreibung	40
4.5	Angaben zur Wahl der TVM und deren technische Mindestanforderungen.....	40
4.5.1	Vorgaben für das TVM-System.....	41
4.5.2	Vorgaben für den Ausbau	43
4.6	Hinweise zur Ausschreibung der Baustellengemeinkosten	48
4.6.1	Einmalige Kosten.....	48
4.6.2	Zeitgebundenen Kosten Baustelle	49
4.6.3	Gerätekosten.....	50
4.6.4	Sonstige Kosten der Baustelle	51
4.7	Positionen des Ausbruchs	51
4.7.1	Ausbruch für das Überbohrmaß (\ddot{u}_B).....	52
4.7.2	Mehrausbruch bergseitig der Grenzfläche A	52
4.8	Erschwernisse	56
4.8.1	Wassererschwernisse.....	56
4.8.2	Hoher Verschleiß.....	56

4.8.3	Klebrigkeit.....	57
4.8.4	Hindernisse	57
4.9	Regiepositionen.....	57
4.10	Geotechnische Messungen	58
4.11	Abdichtung	59
4.12	Innenschalenarbeiten	59
4.12.1	Innenschale aus Spritzbeton.....	59
4.12.2	Ortbeton-Innenschale	60
5	Vergleich der Ausschreibungsunterlagen	61
5.1	Vergleich Gebirgsbeschreibung	61
5.2	Vergleich Projektbeschreibung	65
5.3	Vergleich Wahl der TVM.....	67
5.4	Vergleich Vorgaben für den Ausbau	70
5.5	Vergleich Baustellengemeinkosten	73
5.5.1	Vergleich einmalige Kosten der Baustelle.....	74
5.5.2	Vergleich Zeitgebundene Kosten Baustelle.....	76
5.6	Vergleich Positionen des Ausbruchs.....	81
5.7	Vergleich Erschwernisse.....	84
5.8	Vergleich Regiepositionen	85
5.9	Vergleich Geotechnische Messungen.....	87
5.10	Vergleich Abdichtungen.....	89
5.11	Innenschalenarbeiten	91
5.12	Beurteilung der ÖNORM B 2203-2 als Ausschreibungsgrundlage für den kontinuierlichen Vortrieb.....	92
6	Expertengespräche	93
6.1	Befragung ÖBB Infrastruktur AG.....	93
6.2	Befragung DB Projektbau GmbH.....	95
7	Zusammenfassung	96
7.1	Abweichungen zur ÖNORM B 2203-2 und innerhalb der österreichischen Tunnelbauprojekte	96
7.2	Abweichungen zwischen Österreich und Deutschland	98
A.1	Anhang 1 Ebene 1	Fehler! Textmarke nicht definiert.
A.1.1	Anhang 1 Ebene 2.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
	Glossar	100
	Literaturverzeichnis	101

Abbildungsverzeichnis

Bild 1.1	Einteilung der Tunnelvortriebsmaschinen.....	5
Bild 1.2	Funktionsprinzip einer Gripper-TBM.....	7
Bild 1.3	Aufweitungs-TBM im Einsatz beim Uetliberg von WIRTH	8
Bild 1.4	Funktionsprinzip einer TBM mit Einfachschild	9
Bild 1.5	Funktionsprinzip einer Doppelschild-TBM	11
Bild 1.6	Übersicht der Teilschnittmaschinen mit Arbeitsablauf	13
Bild 1.7	Übersicht der Vollschnittmaschinen mit Arbeitsablauf	16
Bild 3.1	Schematischer Ablauf der Geomechanischen Planung.....	30
Bild 3.2	Systemskizze TBM-O	44
Bild 3.3	Systemskizze TMB-DS	46
Bild 3.4	Systemskizze TBM-S	46
Bild 3.5	Systemskizze SM mit Flüssigkeitsstützung	47
Bild 3.6	TVM-Vortrieb mit konventionellen Ausbau	54
Bild 3.7	Tübbingausbau ohne Innenschale (links), Tübbingausbau mit Innenschale (rechts).....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1	Beispiel von maßgebenden Parametern und möglichen Methoden zur Parametererhebung in Abhängigkeit von der Projektphase	31
Tabelle 3.2	Übergeordnete Kategorien von Gebirgsverhaltenstypen.....	33
Tabelle 3.3	Vortriebsklassenmatrix TBM-O und TBM-A.....	38
Tabelle 3.4	Bewertung der Regelstützmittel für kontinuierlichen Vortrieb mit TBM-O und TBM-A	38
Tabelle 3.5	Vortriebsklassenmatrix TBM-S, TBM-DS und SM	39
Tabelle 4.1	Vergleich Beschreibung der Gebirgsarten.....	62
Tabelle 4.2	Vergleich Gebirgsverhaltenstypen.....	63
Tabelle 4.3	Vergleich Festlegung von Ausbruch und Sicherung.....	64
Tabelle 4.4	Vergleich Tunnelbautechnischen Rahmenplans	65
Tabelle 4.5	Vergleich Projektbeschreibung	66
Tabelle 4.6	Vergleich Wahl der TVM.....	68
Tabelle 4.7	Vergleich Vorgaben zum Ausbau	70
Tabelle 4.8	Vergleich Einmalige Kosten der Baustelle.....	74
Tabelle 4.9	Vergleich Positionen des Ausbruchs	81
Tabelle 4.10	Vergleich Erschwernisse	84
Tabelle 4.11	Vergleich Regiepositionen.....	85
Tabelle 4.12	Vergleich Geotechnische Messungen	87
Tabelle 4.13	Vergleich Abdichtung.....	89
Tabelle 4.14	Vergleich Innenschalenarbeiten	91

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
BE	Baustelleneinrichtung
BVerG	Bundesvergabegesetz
DB	Deutsche Bahn
KT	Kalendertage
LB	Leistungsbeschreibung
l_{fm}	Laufmeter
LV	Leistungsverzeichnis
OT	Obertage
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
ÖBGL	Österreichische Baugeräteliste
SM	Schildmaschine
SM-T	Schildmaschine mit Teilschnittabbau
SM-T1	Teilschnittmaschine ohne Stützung der Ortsbrust
SM-T2	Teilschnittmaschine mit mechanischer Teilstützung der Ortsbrust
SM-T3	Teilschnittmaschine e mit Druckluftstützung der Ortsbrust
SM-T4	Teilschnittmaschine mit Flüssigkeitsstützung der Ortsbrust
SM-V	Schildmaschine mit Vollschnittabbau
SM-V1	Vollschnittmaschine ohne Stützung der Ortsbrust
SM-V2	Vollschnittmaschine mit mechanischer Teilstützung der Ortsbrust
SM-V3	Vollschnittmaschine mit Druckluftstützung der Ortsbrust
SM-V4	Vollschnittmaschine mit Flüssigkeitsstützung der Ortsbrust
SM-V5	Vollschnittmaschine mit Erddruckstützung der Ortsbrust
TBM	Tunnelbohrmaschine
TBM-A	Tunnelbohrmaschine mit Aufweitungsbohrkopf
TBM-DS	Tunnelbohrmaschine mit Doppelschild
TBM-O	offene Tunnelbohrmaschine
TBM-S	Tunnelbohrmaschine mit Einfachschild
TVM	Tunnelvortriebsmaschine
UT	Untertage
VE	Verrechnungseinheit
ZGKB	Zeitgebundene Kosten der Baustelle

1 Einleitung

1.1 Allgemeines zum kontinuierlichen Vortrieb von Tunneln in Österreich

In Österreich ist der zyklische Tunnelvortrieb im Sprengverfahren oder mit Baggereinsatz nach wie vor die gängigere Methode zum Auffahren von Verkehrstunneln. Als Gründe für die Bevorzugung dieses Verfahrens gelten die komplexen geotechnischen Verhältnissen im Alpenraum (stark wechselhafte Geologie, hohe Gebirgsverformungen, Störungszonen und dgl.), die großen Querschnittsabmessungen, die teilweise begrenzten Tunnellänge und der hohen Entwicklungsstand der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode, die aufgrund des laufenden Fortschritts in der Entwicklung ein sehr hohes technisches Niveau erreicht hat und eine sehr wirtschaftliche Herstellung von Tunneln zulässt. Jedoch durch den Einsatz der Tunnelvortriebsmaschinen mit großem Durchmesser, die Ausweitung ihres Anwendungsgebietes, die Tendenz zu Einspurtunneln sowie die Durchführung von Großprojekten wurde der kontinuierliche Vortrieb in den letzten Jahren zur Konkurrenz des konventionellen Vortriebs.¹

Mit dem Bau des Wienerwaldtunnels wurde der erste Verkehrstunnel Österreichs im TVM-Vortrieb aufgefahren. Der Baubeginn dieses Projektes erfolgte im August 2004. Zusätzlich zu diesem gibt es in Österreich noch zwei Tunnelbauprojekte, die mit einem kontinuierlichen Vortrieb ausgeschrieben wurden. Die Auftraggeber dieser Tunnelbauprojekte sind die ÖBB und die ASFINAG. Von der ÖBB wurden bereits zwei Tunnelbauprojekte mit TBM-Vortrieb abgeschlossen. Der Tunnel der ASFINAG befindet sich derzeit noch im Bau.

Diese drei Tunnelbauprojekt und ein weiteres der Deutsche Bahn bilden die Ausgangslage für die vergleichende baubetriebliche Untersuchung der Ausschreibungsunterlagen von Tunnelbauwerken mit TVM-Vortrieb, die im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurde.

1.2 Problematik und Zielsetzung

Die Problematik bei der Ausschreibung von Tunnelbauprojekten mit kontinuierlichem Vortrieb ergibt sich aus den oben genannten Tatsachen. Im Speziellen bedeutet dies, dass auf wenig Erfahrung bei

¹ Vgl.: SCHNEIDER E.; JOHN, M.: Entwurfsrichtlinien – Kontinuierlicher Vortrieb von Eisenbahntunnel mit Tunnelvortriebsmaschinen; http://www.uibk.ac.at/i3b/publikation/PUBL_ES_Entwurfsrichtlinie.pdf; Datum des Zugriffs: 11.05.2010, 11:33 Uhr.

der Erstellung der Ausschreibung zurückgegriffen werden kann. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2005 vom Österreichischen Normungsinstitut eine eigene Norm für die Untertagebauarbeiten mit kontinuierlichem Vortrieb herausgegeben. Diese gibt die Verfahrens- und Vertragsbestimmungen für diese Vortriebsart vor. Aufgrund der fehlenden Erfahrung wird diese Norm aber teilweise unterschiedlich ausgelegt. Anhand eines Vergleiches sollen die Unterschiede zur Norm und die Unterschiede zwischen den jeweiligen Projekten festgestellt werden. Außerdem soll das Ausmaß der Abweichungen angegeben werden. Für den Vergleich zwischen Österreich und Deutschland gilt ebenfalls eine Feststellung der Unterschiede.

Als Grundlage für den Vergleich gelten die Kriterien der ÖNORM B 2203-2. Dabei wird speziell auf die Beschreibung des Gebirges, die Wahl der TVM, die Baustellengemeinkosten, die Arbeiten des Ausbruchs, der Sicherung und des Ausbaus sowie auf die Erschwernisse eingegangen. Diese werden zunächst beschrieben. Im Vergleich sollen sie anhand einer Matrix gegenübergestellt und es sollen die jeweiligen Schlussfolgerungen geschlossen werden.

2 Allgemeines über Tunnelvortriebsmaschinen

In der ÖNORM B 2203-2 wird die Tunnelvortriebsmaschine (TVM) als eine Maschine bezeichnet, bei der der Vortrieb semi-kontinuierlich im Allgemeinen durch hubweises Vorschieben erfolgt und das anstehende Material mit einem Bohrkopf oder Schneidrad im Vollschnitt gelöst bzw. teilflächig durch geeignete Lösevorrichtung abgebaut und zur Schutterung übergeben wird.²

Der Vortrieb mittels TVM zählt zum hochmechanisierten, bergmännischen Tunnelbau im Fels- und Lockergestein. Diese Art von Vortrieb hat in den letzten Jahren eine immer größere Bedeutung erlangt. Der Einsatz der Tunnelvortriebsmaschine ist im Vergleich zum Sprengvortrieb und zur maschinellen Abbaumethoden mittels Teilschnittmaschine und Bagger unter gewissen Bedingungen wirtschaftlich sinnvoll. Dazu zählt unter anderem eine Mindestlänge des Baulos von 2000 m. Bei ungünstigen Bodenart- und Grundwasserverhältnissen, die ein geschlossenes System erfordern, ist der kontinuierliche Vortrieb von Vorteil. Werden hohe Anforderungen an eine geringe Oberflächensetzung bzw. Oberflächenerschütterung gestellt, so ist der Einsatz einer TVM gegenüber dem zyklischen Vortrieb ebenfalls wirtschaftlich sinnvoll. Auch bei der Forderung nach einer großen Vortriebsleistung, fällt die Wahl auf die Tunnelvortriebsmaschine.³

Somit ergeben sich einige Vor- und Nachteile für diese Vortriebstechnik. Zu den Vorteilen zählen unter anderem die hohe erzielbare Vortriebsgeschwindigkeit durch die hochmechanisierte und zum Teil automatisierte Bauverfahrenstechnik und die sich daraus ergebende kürzere Bauzeit. Außerdem ergibt sich aufgrund des kontinuierlichen Vortriebs eine geringe Beeinflussung vorhandener Bebauung durch Lärm, Erschütterung und Setzungen. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist die geringe Beeinflussung des Grundwassers. Ein Nachteil dieses Bauverfahrens ist, dass eine sorgfältige Vorerkundung des Baugrundes mittels geotechnischer sowie geophysikalischer Methoden notwendig ist. Außerdem bedarf es einer sorgfältigen Planung des Geräts bezüglich der Bodenarten, Grundwasserverhältnisse, Bodenüberdeckung, Überbauungen und Auskleidung. Der Einsatz der TVM stellt auch einen hohen Investitionsaufwand dar und es werden hohe Anforderungen an das technische sowie praktische Know-how des Personals gestellt.⁴

² Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 8.

³ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 381ff.

⁴ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 384.

Bei optimalen Einsatzbedingungen sowie sorgfältig abgewogenen Vor- und Nachteilen, kann der Vortrieb mittels Tunnelvortriebsmaschine erfolgreich sein und der Auftraggeber erhält ein qualitativ gutes Bauwerk im vereinbarten terminlichen Rahmen unter geringer Beeinflussung der Umwelt.⁵

2.1 Einteilung der Tunnelvortriebsmaschinen

Die Tunnelvortriebsmaschinen werden laut ÖNORM B 2203-2 in zwei Arten eingeteilt. Dabei handelt es sich bedingt durch die Einsatzzweck und den zu durchbohrenden Baugrund um Tunnelbohrmaschinen (TBM), zum Abbau im Felsgestein, und um Schildmaschinen (SM), zum Abbau im Lockergestein.⁶ Beide Systeme weisen zwar in den wichtigsten Elementen ihrer Struktur Gemeinsamkeiten auf, jedoch unterscheiden sie sich hinsichtlich der speziellen technischen Ausbildung der maschinellen Anlagen und Einrichtung teilweise erheblich voneinander.⁷

Eine weitere Aufteilung dieser beiden unterschiedlichen Vortriebs-techniken erfolgt in Bild 2.1.

⁵ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 384.

⁶ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 8.

⁷ Vgl.: <http://www.wirth-europe.com/>; Datum des Zugriffs: 06.07.200, 13:53 Uhr.

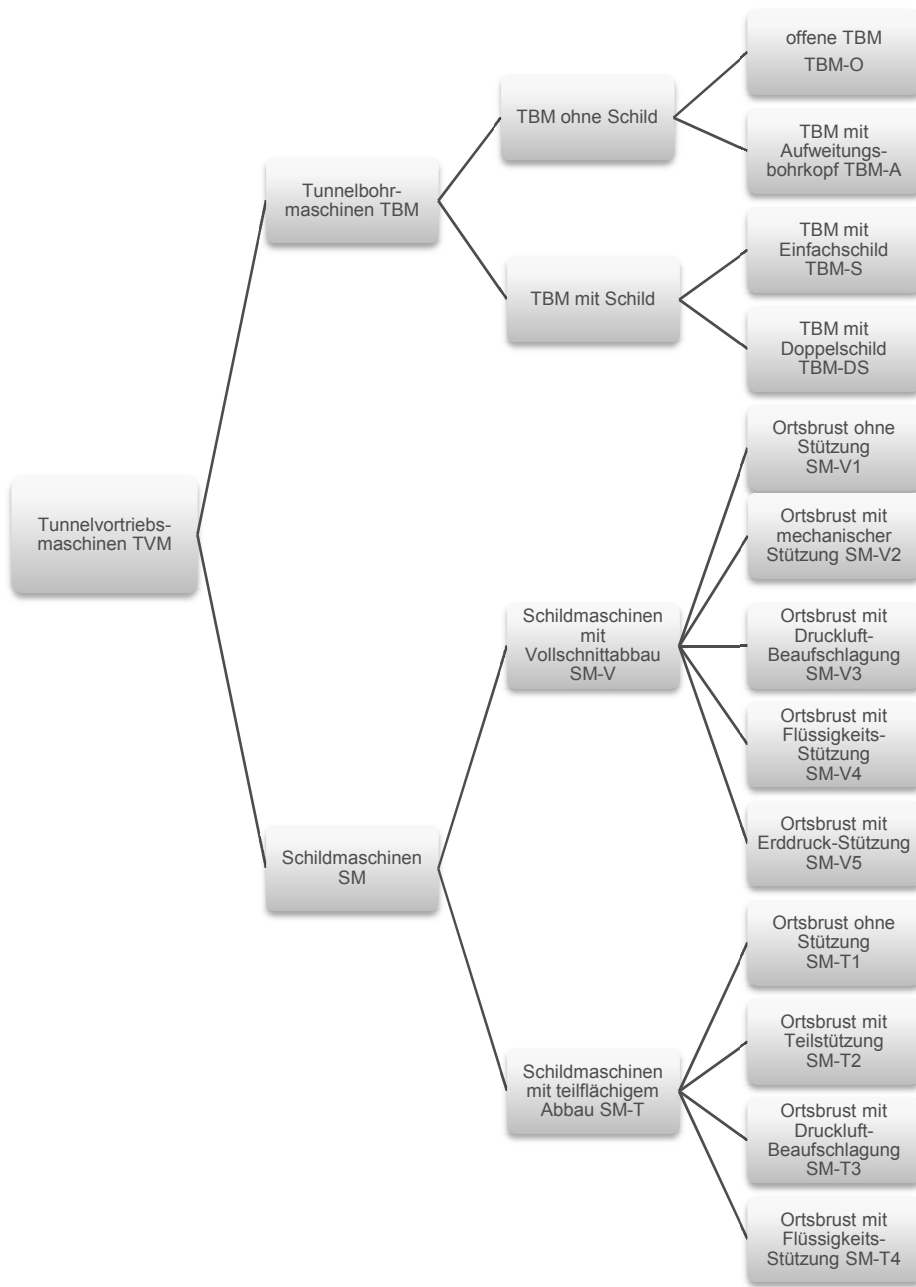


Bild 2.1 Einteilung der Tunnelvortriebsmaschinen⁸

⁸ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 385.

2.2 Tunnelbohrmaschinen

Tunnelbohrmaschinen werden zum Ausbruch von Festgestein mit mittlerer und hoher Festigkeit (50-300 N/mm²) und nicht zu hoher Abrasivität eingesetzt. Es werden nur Kreisquerschnitte im Vollausbuch aufgeföhren. Beim Ausbruch handelt es sich um einen profilgenauen und gerbigsschonenden Vorgang.⁹

Ein Einsatz von Tunnelbohrmaschinen wird aufgrund von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen bezüglich Kosten und Termine bestimmt. Wie bereits erwähnt, bedarf es einer Mindestprojektlänge von 2000 m sowie der Möglichkeit, die Gesamtinvestition in Folgeprojekten abzuschreiben. Da TBM-Systeme eine hohe Investition darstellen und der TBM-Einsatz in bezug auf veränderliche Gebirgsverhältnisse nur begrenzt flexibel ist, sind für jedes Projekt die Abbaubarkeit des Gesteins, die Verspannbarkeit der TBM im Gebirge sowie die Standfestigkeit und Verformbarkeit des Gebirges zu klären. Zur technischen und wirtschaftlichen Risikominimierung sind diese Aspekte äußerst sorgfältig entlang der Tunnelspur zu untersuchen und die Maschine einschließlich Nachläufersystem ist auf die Bandbreite der wahrscheinlichen Gebirgsverhältnisse zu optimieren.¹⁰

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Systeme der Tunnelbohrmaschine beschrieben.

2.2.1 Gripper-Tunnelbohrmaschine

Die Gripper-TBM gehört zu den offenen Tunnelbohrmaschinen und wird im Felstunnelbau eingesetzt. Die Maschine eignet sich für den Ausbruch aller Gebirgsklassen, die eine Mindeststehzeit aufweisen, die zum Einbau der Ausbaubögen hinter dem Bohrkopf genügt.¹¹

Das Funktionsprinzip der Gripper-TBM beruht auf dem Bohrsystem, dem Verspann- und Abstützsystem sowie dem Sicherungssystem. Das Bohrsystem, oder der sogenannte Bohrkopf, ist mit Rollenmeißeln (Disken) ausgestattet. Der Bohrkopf rotiert und presst dabei die Disken mit hohem Druck gegen die Ortsbrust. Durch das Rotieren der Disken entsteht eine Abrollbewegung auf der Ortsbrust, wodurch das anstehende Gebirge gelöst wird. Das sogenannte Bohrklein wird von Räumern, welche Öffnungen im Bohrkopf entsprechen, aufgenommen und über Rutschen auf ein Förderband gegeben. Anschließend transportiert das Maschinenband das Material über die gesamte Länge

⁹ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 392.

¹⁰ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 392.

¹¹ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 394.

der TBM und übergibt es zwischen TBM und Nachläufer dem Übergabeband. Der Aushub gelangt von dort entweder direkt über Bänder nach Außen oder zu einer Beladestelle eines Tunnelzuges.¹²

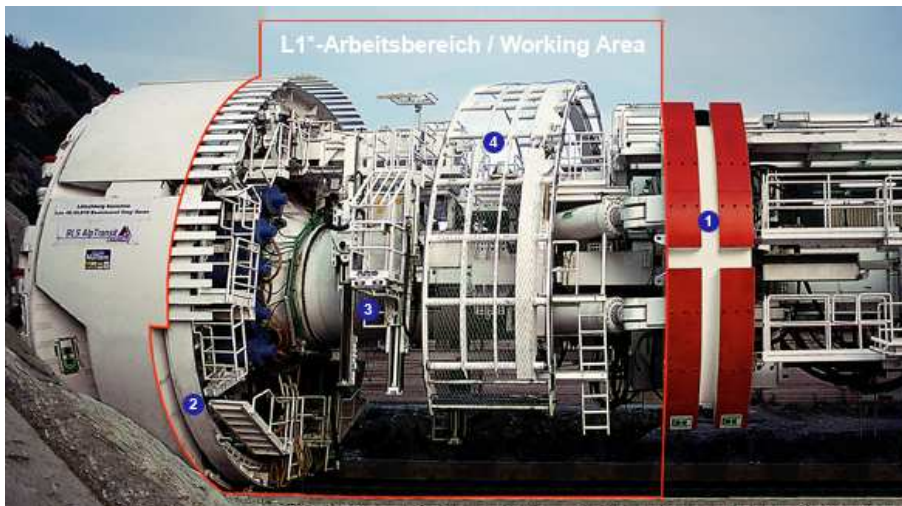


Bild 2.2 Funktionsprinzip einer Gripper-TBM¹³

Mittels Grippern (1) verspannt sich die TBM radial an der Tunnelwand. Durch Hydraulikzylinder wird der Bohrkopf an die Ortsbrust gepresst und ein weiteres Stück Tunnel kann aufgeföhren werden. Für den maximalen Bohrhuh ist die Länge des Kolbens im Vorschubzylinder entscheidend. Wenn das Abbohren eines Bohrhuhes erfolgt ist, wird der Bohrvorgang unterbrochen und die Maschine wird nach vorn umgesetzt. Bei diesem Vorgang wird die Gripper-TBM von einem zusätzlichen Abstüztssystem gestüzt.¹⁴

Für die Vortriebsleistung einer Gripper-TBM ist der Zeitbedarf für die Fellsicherungsmaßnahmen entscheidend. Als Sicherungsmittel werden Felsanker, Bögen, Netze und Spritzbeton sowie der TBM-charakteristische Sohlübbing und besonders geeignete Stahleinbauten verwendet. Bei der Gripper-TBM werden die umfassenden Fellsicherungsmaßnahmen bereits kurz hinter dem Bohrkopf, im sogenannten L1*-Arbeitsbereich, durchgeführt. Als Möglichkeiten für den Stüztmitteleinbau können beispielsweise Rigerektoren (2), Ankerbohrgeräte (3) oder Netzversetzeinrichtungen (4) vorgesehen werden.

¹² Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/gripper-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:00 Uhr.

¹³ <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/gripper-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:00 Uhr.

¹⁴ Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/gripper-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:00 Uhr.

Der Einbau des Spritzbetons sowie der Sohlübbinge erfolgt im Nachläuferbereich.¹⁵

2.2.2 TBM mit Aufweitungsbohrkopf

Auch die TBM mit Aufweitungsbohrkopf gehört zur Gruppe der offenen Tunnelbohrmaschinen. Sie werden hauptsächlich bei Tunnelauffahrungen mit einem Durchmesser größer als 10 Meter eingesetzt. Diese Maschine findet zumeist in standfestem Gebirge und in gestörten Felsformationen Anwendung. Dabei werden von einem zuvor gebohrten Pilotunnel aus Maßnahmen zur Vorbehandlung der Störzonen durchgeführt. Damit kann das Vortriebsrisiko bei der Erweiterungsbohrung des Haupttunnels mittels der Aufweitungs-TBM minimiert werden.¹⁶



Bild 2.3 Aufweitungs-TBM im Einsatz beim Uetliberg von WIRTH¹⁷

Nachdem es sich hierbei ebenfalls um eine offene Tunnelbohrmaschine handelt, sind die Hauptelemente dieser Maschine der Bohrkopf mit zugehörigem Antrieb, die Abstützkonstruktion, das sogenannte Verspannsystem und die Vortriebsmechanik.¹⁸ Die Aufweitungs-TBM ist meist mit einem Speichenrad ausgerüstet, auf welchem sich die Bohrrarme befinden. Auf diesen Bohrr Armen können pro Schneidspur mehrere Disken hintereinander angebracht werden. Das Verspannsystem der Aufweitungs-TBM mit Innen- und Außenkelly ist in Bohrrichtung gesehen vor dem Bohrkopf angeordnet und stützt den Pilotunnel ab. Somit wird der Bohrkopf während des Bohrvorganges zur

¹⁵ Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/gripper-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:00 Uhr.

¹⁶ Vgl.: <http://www.wirth-erkelenz.de/index.php?id=179&L=1>; Datum des Zugriffs: 07.07.2010, 16:06 Uhr.

¹⁷ <http://www.wirth-erkelenz.de/index.php?id=179&L=1>; Datum des Zugriffs: 07.07.2010, 16:06 Uhr.

¹⁸ Vgl.: <http://www.wirth-erkelenz.de/index.php?id=179&L=1>; Datum des Zugriffs: 07.07.2010, 16:06 Uhr.

Verspannung hingezogen und fast der gesamte Tunnelquerschnitt hinter der Maschine steht für den sofortigen Ausbau auf der nachgezogenen Nachläuferkonstruktion zur Verfügung. Besonders günstig wirkt sich dies bei gebrächen und zu Niederbrüchen neigenden Gebirgsklassen aus.¹⁹

Beim Übergang zwischen Pilotstollen und Aufweitungsbohrkopf muss neben der Verspannung ein Abstützring mit Firstschuttschild angebracht werden, damit ein unkontrollierter Materialabbruch in den Pilotstollen verhindert wird. Die Vorschubkraft der Maschine ist begrenzt, da durch den relativ kleinen Durchmesser des Pilotstollens nicht beliebig große Verspannkräfte in das Gebirge geleitet werden können. Die Sicherung des Tunnels erfolgt entweder mittels Ausbaubögen, Anker und Netzen oder Spritzbeton.²⁰

2.2.3 TBM mit Einfachschild

Die Tunnelbohrmaschine mit Einfachschild ist mit einem offenen Schild ausgestattet. Das Schild wird deshalb als offen bezeichnet, da es kein geschlossenes System zum Druckausgleich an der Ortsbrust besitzt, womit keine Abbaukammer definiert wird. Der Einsatz der TBM mit Schild erfolgt bei brüchigem Felsformationen oder weichem Gestein. Jedoch das Einsatzspektrum für das Hartgestein ist sehr groß.²¹

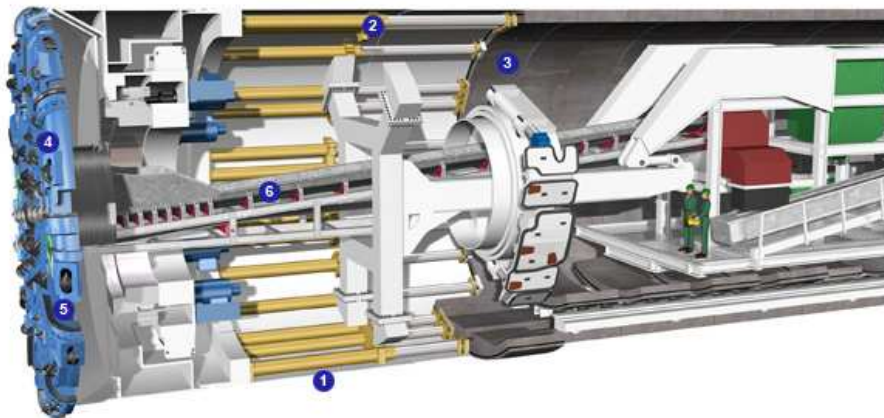


Bild 2.4 Funktionsprinzip einer TBM mit Einfachschild²²

¹⁹ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 405f.

²⁰ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; a.a.O.

²¹ Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/einfachschild-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:02 Uhr.

²² <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/einfachschild-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:02 Uhr.

Beim Schild (1) der Tunnelbohrmaschine handelt es sich um eine zylindrische Stahlkonstruktion. Von diesem ausgehend wird der Tunnel weitgehend automatisiert aufgeföhren und ausgebaut. Das Abstützen beim Bohrvorgang erfolgt mittels hydraulischer Vorpresse am zuletzt eingebauten Tübbingring (3). Das Schneidrad (4) ist mit Hartgesteindisken ausgestattet, welche sich an der Ortsbrust abrollen und diese einkerben. Die Kerbwirkung bewirkt eine Abplatzung von größeren Felsplatten. Ebenfalls am Schneidrad befinden sich Räumer (5). Sie sind etwas hinter den Disken angeordnet und haben die Aufgabe, den abgebauten Fels hinter das Schneidrad zu föhren. Nach der Übergabe auf die Fördereinrichtung (6) wird das abgebaute Material dann über Tage transportiert.²³

Der Einbau der Sicherung und der Ausbau mittels Tübbing erfolgt im Schutz des Schildes. Aus diesem Grund kann bei nachbrüchigen und gebrächen Gebirge das Personal sofort geschützt und die Leistung gesteigert werden. Der Ausbau mittels Tübbing ist zwar relativ teuer bezüglich des Materialeinsatzes und unflexibel gegenüber geologischen Veränderungen, jedoch wird durch eine konstant hohe Leistung aufgrund der Vorfertigung der Tübbinge und der hochmechanisierten und maschinellen Verlegung dieser, eine Verkürzung der Bauzeit gegenüber dem Einsatz einer Gripper-TBM erzielt.²⁴

2.2.4 TBM mit Doppelschild

Tunnelbohrmaschinen mit Doppelschild gehören zu den technisch anspruchsvollsten Vortriebsmaschinen im Tunnelbau. Nachdem bei diesem Maschinentyp sowohl das Gripper-Prinzip als auch der Segmentausbau in einem Prozessverfahren aufeinander abgestimmt sind, kann die TBM-DS an die jeweilige Geologie der Tunnelstraße flexibel angepasst werden. Damit besteht für diesen Typ von Tunnelbohrmaschine beim Aufföhren langer Tunnel im Hartgestein, bei denen Störzonen auftreten, ein Vorteil gegenüber den anderen.²⁵

Doppelschild-TBM kommen bei schwierigen, zu Nachbrüchen neigenden Gebirge und in gebrächen Gebirgsabschnitten ohne anstehendes Grund- und Gebirgswasser mit Tübbingausbau im Schild zum Einsatz. Sie wird außerdem auch als Teleskopschild-TBM oder Verspannmantel-TBM

²³ Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/einfachschild-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:02 Uhr.

²⁴ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 406.

²⁵ Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/doppelschild-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:03 Uhr.

bezeichnet. Dieser Maschinentyp wurde zur Erhöhung der Vortriebsleistung entwickelt.²⁶

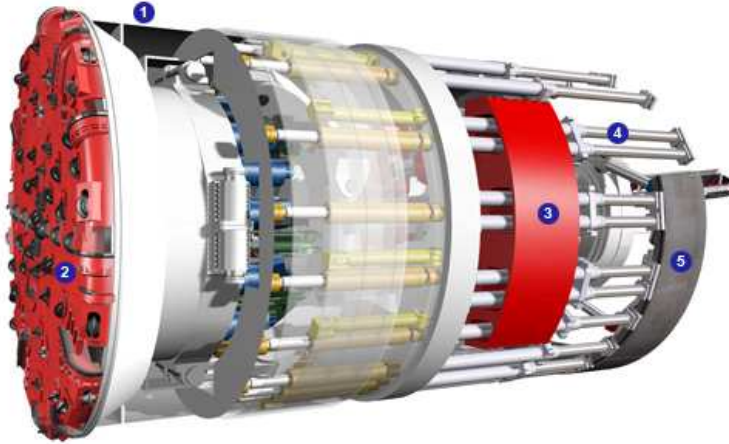


Bild 2.5 Funktionsprinzip einer Doppelschild-TBM²⁷

Aufgrund der besonderen konstruktiven Ausbildung erhält die Doppelschild-TBM ihren Namen. Zusätzlich zum Schild, welches aus einer zylindrischen Stahlkonstruktion besteht, befindet sich im vorderen Teil der Maschine ein vorpressbarer Frontschild (1). Dieser ermöglicht das Ausfahren des Bohrkopfes (2). Jene Reaktionskräfte, die beim Bohren auftreten, werden durch die ausgefahrenen Gripperschuhe (3) in das Gebirge abgeleitet. Aufgrund der Trennung des Kraftflusses können die Tübbingsegmente (5), im Gegensatz zur herkömmlichen Vorgehensweise während des Tunnelvortriebes gesetzt werden, was eine hohe Vortriebsleistung gewährleistet. Wenn ein Vorschubtakt abgeschlossen wurde, werden die Gripperschuhe eingefahren und der hintere Maschinenabschnitt durch die Hilfsvortriebpressen (4) gegen das Frontschild vorgeschoben. Nach wenigen Minuten ist die Umsetzphase beendet und es kann der nächste Tunnelabschlag aufgefahren werden.²⁸

Es gibt aber eine Einschränkung für den kontinuierlichen Vortrieb dieses Maschinentyps, denn dieser kann nur in ungestörten Gebirgsverhältnissen gefahren werden, da die Gripperschuhe das umliegende Gestein als Widerlager benötigen. Wird ein Gebirgsabschnitt mit Störzonen erreicht, so wird das teleskopierbare Frontschild zusammengefahren und die gesamte Tunnelbohrmaschine wird nur noch mit den Hilfsvortriebpressen vorgetrieben, die sich auf die Tunnelauskleidung abstützen. Hierbei handelt es sich dann um eine

²⁶ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 407.

²⁷ <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/doppelschild-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:03 Uhr.

²⁸ Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/doppelschild-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:03 Uhr.

diskontinuierliche Vortriebsart, da der Vortrieb, wie bei einem konventionellen Schild, mit den Pressen und nur nach Abschluss eines Tübbingringes erfolgt.²⁹

2.3 Schildmaschine

Schildmaschinen kommen bei Lockergesteinsböden im oder außerhalb des Grundwassers sowie bei geringer Stehzeit der Ortsbrust zum Einsatz. Dabei wird der Tunnel in einem durch ein Schild geschütztes System aufgeföhren. Dieses System wird je nach hydrologischen, geologischen und petrographischen Verhältnissen entweder als einfacher, offener Schild oder als geschlossene Schildmaschine ausgebildet. Beim Schildvortrieb handelt es sich um einen mechanischen Abbau. Die Schildmaschinen werden in Vollschnittmaschinen und Teilschnittmaschinen unterschieden.³⁰

Zu den Hauptaufgaben der Schildmaschine zählen:

- *Abbau des Bodenmaterials*
- *Erzeugung eines minimalen Überschnitts zur Reduzierung der Reibungskräfte*
- *Minimierung möglicher Setzungen durch Stützung der Ortsbrust*
- *Sichern der Ortsbrust gegen hereinbrechendes Material*
- *Steuern der Vortriebsstrecke auf der geplanten Trasse*³¹

2.3.1 Teilschnittmaschinen

Die Teilschnittmaschinen besitzen eine Schneide aus einem konisch gebildeten Schneidschuh, die auf einem mit Werkzeugen besetzten Abbauarm angebracht ist, welcher punktuell jeden Bereich der Ortsbrust abbauen kann. Beim Vortrieb wird der Schneidschuh in die Ortsbrust gepresst und erzeugt durch seine konische Form einen Schneidengrundbruch. Für den Abbau bzw. das Ausräumen der Abbaukammer stehen Bagger- oder Schrärmarme und eine Bandschutterung, die im Schild integriert sind, zur Verfügung.³²

Nach Bild 2.1 Einteilung der Tunnelvortriebsmaschinen werden folgende Systeme von Teilschnittmaschinen unterschieden.

²⁹ Vgl.: <http://www.herrenknecht.de/verfahren-technologie/maschinentechnik/doppelschild-tbm.html>; Datum des Zugriffs: 06.07.2010, 18:03 Uhr.

³⁰ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 388.

³¹ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 389.

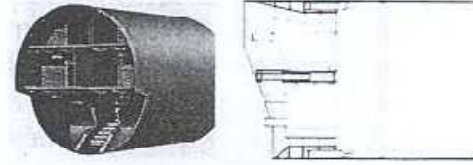
³² Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; a.a.O.

Schildmaschinen mit Teilflächenabbau

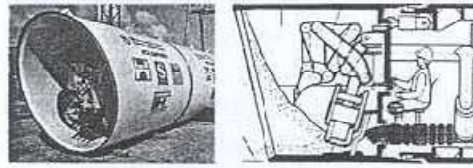
SM-T1 ohne Stützung



SM-T2 Teilstützung



SM-T3 Druckluft-Stützung



SM-T4 Flüssigkeits-Stützung

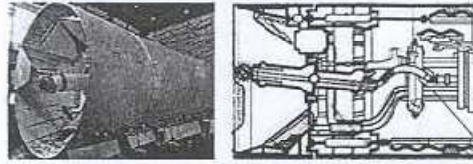


Bild 2.6 Übersicht der Teilschnittmaschinen mit Arbeitsablauf³³

2.3.1.1 Ortsbrust ohne Stützung SM-T1

Hierbei handelt es sich um eine Teilschnittmaschine ohne Schild. Sie kann bei standfester Ortsbrust ohne Grundwassereintritt, wie z.B. in steifen Schluff- oder Tonböden, eingesetzt werden. Dabei kann die Ortsbrust mit senkrechter oder steiler Böschung ausgeführt werden. Die Bestandteile dieser Maschine sind der Schildmantel und das Abbauwerkzeug (Bagger, Fräse, Reisszahn). Die Schutterung erfolgt mittels Förder- oder Kratzbänder.³⁴

2.3.1.2 Ortsbrust mit mechanischer Teilstützung SM-T2

Auch hierbei handelt es sich um eine Teilschnittmaschine mit offenem Schild. Wenn der natürliche Böschungswinkel zur Stützung der Ortsbrust ausreicht, wie z.B. in wenig bis nicht bindigen Kies-Sand-Böden, so kommt eine Schildmaschine mit mechanischer Ortsbruststützung zur Anwendung. Dieser Maschinentyp besteht wiederum aus Schildmantel

³³ SPANG, R.: Skriptum zur Vorlesung Grundlagen des Tunnelbaus; Seite 89; http://www.tu-dresden.de/biwigt/grundbau/studium/bau/tu/spang_05_06.pdf; Datum des Zugriffs: 08.09.2010, 10:56 Uhr.

³⁴ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 389.

und Abbauwerkzeug (Bagger, Fräse, Reisszahn). Findet der Vortrieb bei großen Durchmessern statt, so werden zusätzlich Bühnen, auf denen das Material stützend aufliegt, angeordnet. Zur Erhöhung der Standsicherheit im First- und Bühnenbereich können außerdem Brustplatten angeordnet werden, die zum mechanischen Abbau der Ortsbrust fensterweise hydraulisch zurückgefahren werden können. Zur Schutterung für das abgebaute Material werden entweder Förder- oder Kratzbänder verwendet. Es gibt eine Einschränkung für diese Teilschnittmaschine ist, denn der Vortrieb kann nur bedingt setzungskontrolliert durchgeführt werden.³⁵

2.3.1.3 Ortsbrust mit Druckluftbeaufschlagung SM-T3

Jene beiden zuvor genannten Schildmaschinen (SM-T1 und SM-T2) können unter der Voraussetzung, wenn sie mit einem Druckluftschlot ausgestattet werden, im Grundwasser eingesetzt werden. Diese werden meist hinter der Abbaukammer angebracht, um die Ortsbrust vom Tunnel zu trennen. Jedoch wird der Einsatz dieser Art von Schildmaschine durch die Luftdurchlässigkeit des Bodens begrenzt. Dabei spielen einerseits wirtschaftliche (Luftverbrauch) und andererseits sicherheitstechnische (Ausbläser) Überlegungen eine große Rolle.³⁶

2.3.1.4 Ortsbrust mit Flüssigkeitsstützung SM-T4

Diese Teilschnittmaschine wird zum Abbau von Kies-Sand-Böden unter Wasser verwendet. Bei diesem Maschinentyp gibt es eine Arbeitskammer, die durch eine Druckwand geschlossen und mit Flüssigkeit gefüllt ist. Zur Regelung des Drucks dient die Drehzahl der Förder- und Speisepumpe. Der Vortrieb erfolgt mittels Fräsarmen, die auch dazu geeignet sind, Hindernisse zu entfernen. Im Firstbereich besteht die Möglichkeit, Stützplatten anzuordnen. Zur Förderung des Flüssigkeits-Boden-Gemisches werden Kreiselpumpen eingesetzt.³⁷

2.3.2 Vollschnittmaschinen

Die Vollschnittmaschinen besitzen eine Schneide, die nur aus einem konisch angespitzten Schildmantel besteht. Beim Vortrieb wird bei jeder Bewegung des Schneidrades die gesamte Ortsbrust erfasst und abgebaut. Es ist sehr wichtig, dass diese hochmechanisierten

³⁵ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, a.a.O.

³⁶ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, a.a.O.

³⁷ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 389.

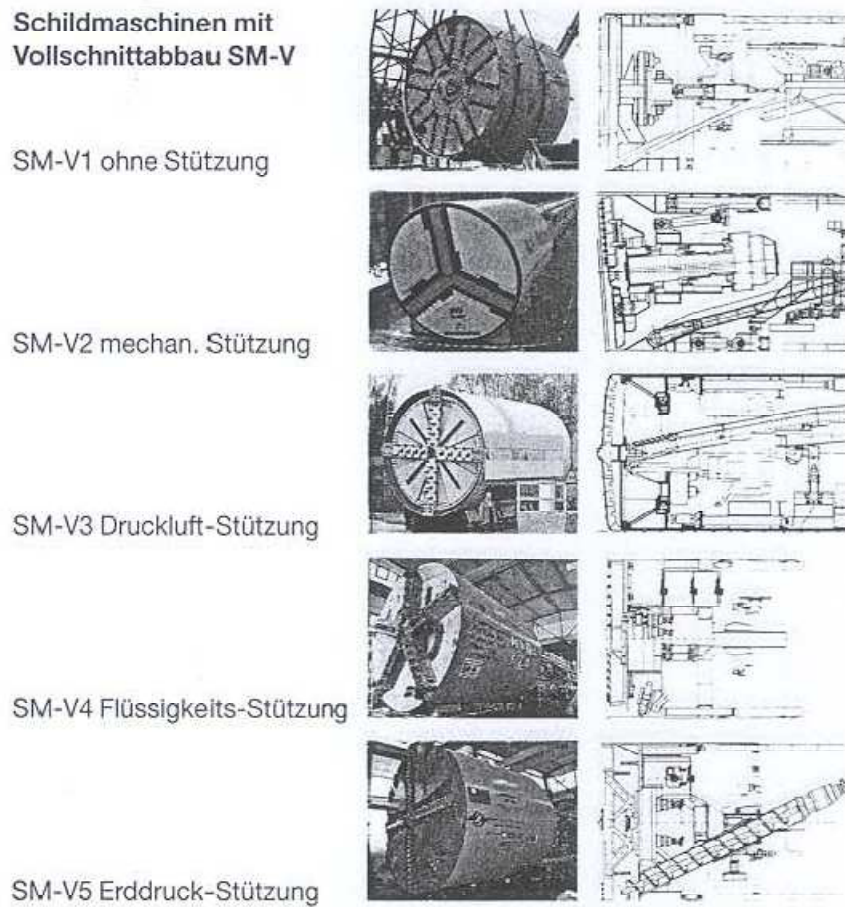
Maschinen sorgfältigst auf die wahrscheinliche Bandbreite der zu erwartenden Bodenverhältnisse abgestimmt ist. Dies betrifft insbesondere die Schneidradausbildung, den Werkzeugbesatz sowie die Fördertechnik. Aus diesem Grund ist beim Einsatz dieser Maschine eine sorgfältige und ausreichende Erkundung des Baugrundes zur Risikominimierung unumgänglich. Andernfalls bedeuten während des Vortriebs starke Veränderungen der hydrologischen, geologischen und bodenmechanischen Verhältnisse eine Leistungsreduktion oder es ist mit extrem schwierigen Umbaumaßnahmen zu rechnen.³⁸

Dieser Maschinentyp kommt in stark heterogenen gelagerten Lockergesteinsböden (wechselnde Sand-, Ton-, Kiesböden, etc.) im Grundwasser mit felsartigen Einlagerungen, Findlingen und wassergefüllten Sandlinsen zum Einsatz.³⁹

Im Folgenden werden die nach Bild 2.1 unterschiedlichen Vollschnitt-Schildmaschinentypen beschrieben.

³⁸ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 389f.

³⁹ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 390.

Bild 2.7 Übersicht der Vollschnittmaschinen mit Arbeitsablauf⁴⁰

2.3.2.1 Ortsbrust ohne Stützung SM-V1

Diese Vollschnittmaschine kommt bei standfester Ortsbrust ohne Grundwassereintritt, wie z.B. in steifen, überkonsolidierten und damit trockenen, bindigen, standfesten Schluff- und Tonböden zur Anwendung. Jedoch beim Vortrieb in weichem, aber wenig nachbrüchigem Fels sind geringe Mengen an Schicht- und Kluftwasser vertretbar. Sie ist mit einem Schildmantel und einem werkzeugbestückten Schneidrad, das die gesamte Ortsbrust bestreicht, ausgerüstet. Die Schutterung des abgebauten Materials erfolgt mit Förder- oder Kratzbändern.⁴¹

⁴⁰ SPANG, R.: Skriptum zur Vorlesung Grundlagen des Tunnelbaus; Seite 89; http://www.tu-dresden.de/biwigit/grundbau/studium/bau/tu/spang_05_06.pdf; Datum des Zugriffs: 08.09.2010, 10:56 Uhr.

⁴¹ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 390.

2.3.2.2 Ortsbrust mit mechanischer Stützung SM-V2

Dieser Maschinentyp ist mit einem vollflächig stützenden Schneidrad, das aus Speichen besteht und deren Zwischenräume durch meist variable Platten zur Stützung der Ortsbrust geschlossen werden können, ausgestattet. Aus diesem Grund können weiche, trockene Böden abgebaut werden. Für den Vortrieb sind somit nicht standfeste, bindige Böden und Wechsellagerungen aus bindigen und nichtbindigen Böden geeignet. Eingelagerte Findlinge und zum Fließen neigende Böden bereiten ein Problem beim Abbau. Diese führen nämlich zu Setzungen an der Oberfläche, da die Stützung im Bereich der Schlitze unvollkommen ist.⁴²

Aufgrund der Breite der Schlitze für die Materialförderung ist die maximale Korngröße begrenzt. Der Abbau erfolgt vollflächig durch das mit Abbauwerkzeugen bestückte Schneidrad. Zur Abräumung des gelösten Bodens dienen Schlitze, die sich zwischen Schneidrad und Stützplatten befinden. Zur Schutterung werden Förder- und Kratzbänder eingesetzt.⁴³

2.3.2.3 Ortsbrust mit Druckluftbeaufschlagung SM-V3

Bei diesem Maschinentyp gelten die gleichen Überlegungen, wie bei der Teilschnittmaschine SM-T3. Sowohl die Schildmaschine SM-V1 als auch die SM-V2 können unter der Voraussetzung, wenn sie mit einem Druckluftschlot und Schleusen ausgestattet sind, im Grundwasser eingesetzt werden.⁴⁴

2.3.2.4 Ortsbrust mit Flüssigkeitsstützung SM-V4

Diese Vollschnittmaschine besitzt eine Arbeitskammer, die durch eine Druckwand gegen den Tunnel abgeschlossen ist. Diese ist mit einer unter Druck stehenden Flüssigkeit, die die Ortsbrust stützt, gefüllt. Bei der Stützflüssigkeit handelt es sich um eine Bentonitsuspension. Die Möglichkeit des Einsatzes dieser Maschine wird durch die Durchlässigkeit des Bodens bestimmt. Besonders geeignet für diesen Vortrieb sind geringbindige bis nichtbindige Böden (Kiese und Sande) mit oder ohne Grundwasser. Sollten während des Durchfahrens von Schichtbereichen Findlinge oder Steine auftreten, so muss das Schneidrad mit Diskenmeißeln bestückt sein und ein Steinbrecher vor den Rechen geschaltet werden, um förderfähige Materialgrößen zu

⁴² Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, a.a.O.

⁴³ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, a.a.O.

⁴⁴ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; 390f..

erhalten. Der Abbau des Bodens erfolgt vollflächig mit dem Schneidrad. Zur Regelung des Stützdruckes dient ein Luftpolster oder diese erfolgt durch die abgestimmten Drehzahlen der Förder- und Speisepumpen. Zur Förderung des abgebauten Bodens werden hydraulische Kreiselpumpen eingesetzt. Das Flüssigkeits-Boden-Gemisch wird anschließend getrennt, damit die Stützflüssigkeit wiederverwendet werden kann.⁴⁵

2.3.2.5 Ortsbrüst mit Erddruckstützung SM-V5

Bei dieser Maschine gibt es ebenfalls eine Arbeitskammer, die durch eine Druckwand gegen den Tunnel abgeschlossen ist. Der Boden wird durch ein mehr oder weniger geschlossenes, werkzeuggestücktes Schneidrad abgebaut. Bei diesem Vorgang wird die Ortsbrüst in der Arbeitskammer durch den unter Druck stehenden Boden, der eine breiig-viskose Konsistenz (Erdbrei) aufweisen sollte, gestützt. Als Voraussetzung für die Erzeugung des Erdbreis muss Grundwasser vorhanden sein. Andernfalls muss Wasser hinzugegeben werden. Um die erforderliche Konsistenz zu erreichen, können außerdem Konditionierungsmittel, wie z.B. Bentonit oder Polymere, hinzugegeben werden. Durch diese Zugabe kann auch die Verklebungsgefahr reduziert werden. Das abgebaute Bodenmaterial wird mittels einer Schnecke gefördert. Zur Kontrolle des Drucks sind in der Arbeitskammer an der Vorderseite der Druckwand Druckmessdosen angeordnet. Zur Steuerung des Stützdruckes dient der Vorschub der Vortriebspresen und die Dreh- und Fördergeschwindigkeit der Schnecke. Diese Art von Vollschnittmaschinen eignet sich besonders für den Einsatz bei Böden mit bindigen Anteilen. Dies bedeutet, der Feinstkornanteil (Durchmesser < 0,06 mm) sollte mindestens 30 Gewichtsprozent betragen.⁴⁶

⁴⁵ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; 391..

⁴⁶ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, a.a.O.

3 Ausschreibung

Für ein erfolgreiches Bauprojekt bedeutet die Erstellung einer Ausschreibung die wohl wichtigste und zugleich schwierigste Aufgabe für den Auftraggeber. Aus diesem Grund sollen in diesem Kapitel die Anforderungen an die Ausschreibungsunterlagen dargestellt werden. Es werden die Bestimmungen laut Bundesvergabegesetz (BVerG) und der einschlägigen ÖNORMEN aufgezeigt.

Bei einer Ausschreibung handelt es sich allgemein um die Erklärung des Auftraggebers an eine bestimmte oder unbestimmte Anzahl von Unternehmen, in welcher festgelegt wird, welche Leistungen zu welchen Bestimmungen für den Auftraggeber zu erbringen sind. Außerdem werden unter der Ausschreibung die Unterlagen zur Bekanntmachung, zur Ausschreibung, zum Wettbewerb und zur Auktion verstanden.⁴⁷

3.1 Grundsätze der Ausschreibung

Bei den Grundsätzen der Ausschreibung handelt es sich um allgemeine Bestimmungen laut dem Bundesvergabegesetz, welcher der ÖNORM A 2050 entsprechen. Diese werden im Folgenden aufgezählt.

- Die Bekanntgabe der Leistungen muss so rechtzeitig erfolgen, damit die Vergabe nach den Verfahren des Bundesgesetzes ermöglicht wird. Als Ausnahme gilt hierbei ein Vergabeverfahren, das ohne vorherigen Aufruf zum Wettbewerb zur Anwendung kommt.⁴⁸
- Werden umweltgerechte Leistungen ausgeschrieben, so müssen geeignete technische Spezifikationen herangezogen werden. Somit müssen bei der Projektierung und Ausschreibung solcher Leistungen umweltgerechte Produkte sowie Verfahren berücksichtigt werden.⁴⁹
- Bezüglich der Ausarbeitung der Ausschreibungsunterlagen muss sichergestellt werden, dass die Angebote vergleichbar sind und die Preise ohne Übernahme nicht kalkulierbarer Risiken und – sofern es sich nicht um eine funktionale Leistungsbeschreibung handelt – ohne umfangreiche Vorarbeiten von den Bietern ermittelt werden können.⁵⁰ Das Gebot der Vergleichbarkeit der Angebote sowie das Verbot der Übertragung von nicht kalkulierbaren Risiken gilt sowohl für die konstruktive als auch funktionale Leistungsbeschreibung.

⁴⁷ Vgl.: ÖNORM A 2050: Vergabe von Aufträgen über Leistungen; Seite 4.

⁴⁸ Vgl.: § 79 (1) BVerG 2006.

⁴⁹ Vgl.: § 79 (2) BVerG 2006.

⁵⁰ Vgl.: § 79 (3) BVerG 2006.

Jedoch können bei einer funktionalen Leistungsbeschreibung dem Bieter gewisse Vorarbeiten für die Preisermittlung zugemutet werden. In diesem Fall müssen aber zum Zeitpunkt der Ausschreibung alle für die Ausarbeitung der Angebote und die Abwicklung des Vertrages maßgebende Umstände so weit definiert sein, dass die Leistungsbeschreibung exakt durchgeführt werden kann und auch die sonstigen Bestimmungen des Leistungsvertrages fixiert werden können.⁵¹

- Kommt in einem offenen oder nicht offenen Verfahren ausschließlich eine konstruktive Leistungsbeschreibung zur Anwendung, so ist sowohl für das Angebot als auch den Leistungsvertrag dieselbe Fassung der Beschreibung der Leistung zu verwenden.⁵²
- Die Vorbereitung einer Ausschreibung soll in den Aufgabenbereich von Personen übertragen werden, die den fachlichen Voraussetzungen genügen. Für diese sachkundige Person muss eine Unbefangenheit außer Zweifel stehen.⁵³ Für die Erstellung der Ausschreibung ist aber deswegen nicht zwingend, einen Sachverständiger einzusetzen, sondern es genügt Fachpersonal, dass über das nötige Spezialwissen verfügt.⁵⁴

3.2 Inhalt der Ausschreibungsunterlagen

In den Unterlagen der Ausschreibung ist der Auftraggeber oder der Auftraggeber und die vergebende Stelle zu nennen und genau zu bezeichnen. Nachdem das Bundesvergabegesetz die Vergabeverfahren im Unter- und Oberschwellenbereich regelt, ist in den Ausschreibungsunterlagen eine Angabe zu machen, nach welchem der beiden Bereiche die Vergabe der ausgeschriebenen Leistungen erfolgt und welche ergangene Verordnung gültig ist. Außerdem muss angeführt werden, welche Vergabekontrollbehörde für die Kontrolle des Vergabeverfahrens zuständig ist. Werden vom Auftraggeber Nachweise, wie berufliche Befugnis, berufliche Zuverlässigkeit, finanzielle und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit sowie technische Leistungsfähigkeit, verlangt, so müssen diese in den Ausschreibungsunterlagen angeführt werden.⁵⁵

⁵¹ Vgl.: STEINER, D.; RÖBLREITER, K.; WINDISCH, M.: Bundesvergabegesetz 2006, Textausgabe mit Anmerkungen; S. 286.

⁵² Vgl.: § 79 (4) BVergG 2006.

⁵³ Vgl.: § 79 (9) BVergG 2006.

⁵⁴ Vgl.: STEINER, D.; RÖBLREITER, K.; WINDISCH, M.: Bundesvergabegesetz 2006, Textausgabe mit Anmerkungen; S. 287.

⁵⁵ Vgl.: § 80 (1), (2) BVergG 2006.

In der Bekanntmachung oder in den Ausschreibungsunterlagen ist vorzusehen, ob das technisch wirtschaftlich günstigste Angebot oder das Angebot mit dem niedrigsten Preis den Zuschlag erhält. Als Voraussetzung für die Erteilung des Zuschlags an das Angebot mit dem niedrigsten Preis gilt der Qualitätsstandard der Leistung, der klar und eindeutig definiert werden muss. Sieht der Auftraggeber die Vergabe nach dem technisch und wirtschaftlich günstigsten Angebot vor, so müssen alle Zuschlagskriterien, deren Verwendung er in Betracht zieht, im Verhältnis der ihnen zuerkannten Bedeutung angegeben werden. Eine andere Möglichkeit der Nennung der Zuschlagskriterien ist die Festlegung einer Marge, deren größte Bandbreite angemessen sein muss. Ist dies aus nachvollziehbaren Gründen nach Ansicht des Auftraggebers nicht möglich, so kann er in den Unterlagen alle Zuschlagskriterien in der Reihenfolge der ihnen zuerkannten Bedeutung festlegen. Gibt es in den Ausschreibungsunterlagen keine Regelung betreffend das Zuschlagsprinzip, so bekommt das Angebot mit dem niedrigsten Preis den Zuschlag.⁵⁶

Des Weiteren besteht für den AG die Möglichkeit, die als wesentlich geltende Positionen anzuführen. Zusätzlich zu diesen Bestimmungen müssen Ausschreibungsunterlagen auch technische Spezifikationen beinhalten.⁵⁷

3.2.1 Alternativangebote

Es steht dem Auftraggeber frei, ob er Alternativangebote zulässt oder nicht. Jedoch darf er diese Entscheidung nur dann treffen, wenn es sich um Aufträge handelt, die nach dem Kriterium des technisch und wirtschaftlich günstigsten Angebots vergeben werden. Sollten Alternativangebote vom AG erlaubt sein, so muss er angeben, welche Art von Alternativangeboten zugelassen sind. Wenn keine Angaben darüber gemacht werden, ob Alternativangebote zugelassen sind, werden diese ausgeschlossen. Werden Alternativangebote angenommen, so sind diese nur neben einem ausschreibungsgemäßen Angebot gültig, sofern dies in den Ausschreibungsunterlagen nicht ausdrücklich anders festgelegt wurde.⁵⁸ Zur Vergleichbarkeit eines Alternativangebotes mit der ausgeschriebenen Leistung, müssen die Mindestanforderungen dazu definiert und angeführt werden. Außerdem ist anzugeben, in welcher Art und Weise ein Angebot eingereicht werden muss. Der AG ist dazu verpflichtet, nur jene Alternativangebote im

⁵⁶ Vgl.: § 80 (3) BVergG 2006.

⁵⁷ Vgl.: § 80 (4), (5) BVergG 2006.

⁵⁸ Vgl.: § 81 (1) BVergG 2006.

Vergabeverfahren zu berücksichtigen, von denen die festgelegten Mindestanforderungen eingehalten werden.⁵⁹

3.2.2 Abänderungsangebote

Bei den Abänderungsangeboten verhält es sich genau umgekehrt. Abänderungsangebote sind zulässig, wenn es der Auftraggeber in den Ausschreibungsunterlagen nicht anders festhält. Bei dieser Art von Angeboten besteht für den AG die Möglichkeit, diese auf bestimmte Positionen zu beschränken und die Erfüllung von Mindestanforderungen vorzuschreiben. Ebenfalls ist die Abgabe von Abänderungsangeboten nur dann erlaubt, wenn auch das ausschreibungsgemäße Angebot eingereicht wird, soweit dies zuvor nicht anders festgelegt wurde. In den Ausschreibungsunterlagen ist vom AG lediglich die Art und Weise, wie das Angebot einzureichen ist, zu bestimmen.⁶⁰

3.3 Beschreibung der Leistung

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Leistungsbeschreibungen. Sie kann entweder konstruktiv oder funktional durchgeführt werden. Dabei werden bei einer konstruktiven Leistungsbeschreibung die Leistungen genau beschrieben und es erfolgt eine Aufgliederung in die zu erbringenden Teilleistungen. Bei einer funktionalen Leistungsbeschreibung handelt es sich um eine Aufgabenstellung, in welcher die Leistungs- und Funktionsanforderungen festgelegt und beschrieben werden.⁶¹

Für beide Arten der Leistungsbeschreibung gilt uneingeschränkt, dass die Leistungen nicht so umschrieben werden dürfen, dass für bestimmte Bieter von vornherein Wettbewerbsvorteile entstehen. Außerdem müssen Leistungsbeschreibungen Anforderungen an die Umweltgerechtigkeit und diesbezügliche technische Spezifikationen beinhalten, soweit dies nach dem jeweiligen Stand der Technik und dem jeweils aktuellen Marktangebot zugelassen wird und es der Aufgabenstellung entspricht. Sowohl die Leistungs- als auch die Funktionsanforderungen müssen an die Umweltgerechtigkeit der Leistung angepasst werden, wenn dies auf Grund der Aufgabenstellung möglich ist.⁶²

Des Weiteren sind bei der Erstellung jeder Art von Leistungsbeschreibung, die mit der Leistung in Zusammenhang stehenden allfällige zukünftige laufende bzw. anfallende kostenwirksame Faktoren

⁵⁹ Vgl.: § 81 (2) BVergG 2006.

⁶⁰ Vgl.: § 82 (1), (2) BVergG 2006.

⁶¹ Vgl.: § 95 (1), (2), (3) BVergG 2006.

⁶² Vgl.: § 96 (3), (4) BVergG 2006.

(z.B. Betriebsarbeiten, Serviceleistungen, erforderliche Ersatzteil-Lagerhaltung, Entsorgung) anzuführen, wenn diese Kosten ein Zuschlagskriterium darstellen.⁶³ Dabei handelt es sich um jene kostenwirksamen Faktoren, die der Auftraggeber durch die nachgefragte Leistung zu tragen hat bzw. wirksam werden.⁶⁴

Zusätzlich müssen sowohl in der konstruktiven als auch funktionalen Leistungsbeschreibung alle Umstände (z.B. örtliche und zeitliche Umstände oder besondere Anforderungen bezüglich der Art und Weise der Leistungserbringung) beschrieben werden, die bei der Ausführung der Leistung und bei der Erstellung des Angebots vom Bieter benötigt werden. Auch besondere Erschwernisse oder Erleichterungen sind in dieser Bestimmung inkludiert.⁶⁵

Außerdem ist darauf zu achten, dass die Präzisierung der Beschreibung der Leistung nicht so weit geht, dass in der Ausschreibung Erzeugnisse eines bestimmten Lieferanten oder Bieters von vornherein namentlich erwähnt werden und sich dadurch Vorteile für diesen Bieter ergeben. Sollte aber die Wahrung der technischen Einheit bei der Erweiterung oder Instandhaltung von Systemen dies notwendig machen, ist es unter diesen Umständen erlaubt. Andernfalls würde das Anführen von bestimmten Firmenerzeugnissen den Grundsatz des freien Wettbewerbs verletzen.⁶⁶

Wie die oben genannten Paragraphen des Bundesvergabegesetzes erkennen lassen, sieht das Gesetz strenge Anforderungen an die Leistungsbeschreibung vor. Durch diese Regelungen sollen spätere Meinungsverschiedenheiten über den Gegenstand der Ausschreibung vermieden werden. Außerdem ist die exakte Bearbeitung der Leistungsbeschreibung in Hinblick auf die vergaberechtliche Generalmaxime, der Gleichbehandlung aller Bieter, sehr wichtig. Bei einer unklaren Beschreibung der Leistung könnten nämlich versierte Bieter für sich einen Vorteil gewinnen, wenn sie in ihrem Angebot eine Leistung aufnehmen, die diese Unklarheit bewusst ausnutzt. Dadurch würde sich für diese Bieter ein rechtswidriger Vorsprung den anderen Bietern gegenüber ergeben.⁶⁷

⁶³ Vgl.: § 96 (5) BVergG 2006.

⁶⁴ Vgl.: STEINER, D.; RÖBLREITER, K.; WINDISCH, M.: Bundesvergabegesetz 2006, Textausgabe mit Anmerkungen; S. 310.

⁶⁵ Vgl.: § 96 (6) BVergG 2006.

⁶⁶ Vgl.: STEINER, D.; RÖBLREITER, K.; WINDISCH, M.: Bundesvergabegesetz 2006, Textausgabe mit Anmerkungen; S. 310.

⁶⁷ Vgl.: STEINER, D.; RÖBLREITER, K.; WINDISCH, M.: Bundesvergabegesetz 2006, Textausgabe mit Anmerkungen; S. 244.

3.3.1 Technische Spezifikationen

Unter den Technischen Spezifikationen werden Vorschriften verstanden, welche sich auf die Planung und die Berechnungen der Leistungen und die Bestimmung für die Prüfung, Inspektion und Abnahme der Leistungen beziehen. Außerdem werden durch diese die Konstruktionsmethoden oder Konstruktionsverfahren und alle anderen technischen Anforderungen festgelegt, die der Auftraggeber bezüglich fertiger Leistungen oder der dazu notwendigen Materialien oder Teile durch allgemeine oder spezielle Vorschriften angeben kann.⁶⁸

Bei einer Ausschreibung müssen die technischen Spezifikationen für alle Bewerber und Bieter gleichermaßen zur Verfügung stehen und dürfen keinen Bieter in nachteiliger Weise behindern. Die technischen Spezifikationen sind nach den nationalen technischen Vorschriften festzulegen. Dabei sind diese unbeschadet, gemeinschaftsrechtskonform und als verbindlich zu behandeln. Als technische Vorschriften kommen nach folgender Reihenfolge nationale Normen, die mit den europäischen umgesetzt werden, europäische Zulassungen, gemeinsame technische Spezifikationen, internationale Normen und andere technische Bezugssysteme oder falls Normen und Spezifikationen fehlen, nationale Normen, national technische Zulassungen oder nationale technische Spezifikationen für die Planung, Berechnung und Ausführung von Bauwerken und den Einsatz von Produkten zur Anwendung. Technische Spezifikationen können aber auch in der Form von Leistungs- oder Funktionsanforderungen mit oder ohne Bezugnahme auf einschlägige Normen, die unter der zuvor genannten Rangfolge genannt wurden, in den Ausschreibungsunterlagen angegeben werden.⁶⁹

Aus Gründen des fairen Wettbewerbs darf in den technischen Spezifikationen nicht auf ein bestimmtes Verfahren oder auf Marken, Patente, Typen, einen bestimmten Ursprung oder eine bestimmte Produktion verwiesen werden. Dies ist deswegen der Fall, da dadurch bestimmte Produkte oder Verfahren begünstigt oder ausgeschlossen werden. Das Anführen eines solchen Verweises ist nur zulässig, wenn der Auftragsgegenstand nicht ausreichend genau und allgemein verständlich beschrieben werden kann. Jedoch muss ein Verweis mit dem Zusatz „oder gleichwertig“ angegeben werden. Bei einem solchen Zusatz ist aber der Bieter verpflichtet, Angaben über das Fabrikat oder die Type des gewählten gleichwertigen Produkts anzugeben. Zur Beurteilung der Gleichwertigkeit dieses Produkts sind in der Leistungsbeschreibung die maßgeblichen Kriterien zu nennen.⁷⁰

⁶⁸ Vgl.: ÖNORM A 2050: Vergabe von Aufträgen über Leistungen; Seite 15.

⁶⁹ Vgl.: § 98 (1), (2) BVergG 2006.

⁷⁰ Vgl.: § 98 (7), (8) BVergG 2006.

3.3.2 Konstruktive Leistungsbeschreibung

Als Grundsatz für die konstruktive Leistungsbeschreibung gilt, eine eindeutige, vollständige und neutrale Beschreibung der Leistung, dass ein Vergleichen der Angebote möglich ist bzw. gewährleistet wird. Die konstruktive Leistungsbeschreibung muss technische Spezifikationen beinhalten und ist, wenn notwendig, durch Pläne, Zeichnungen, Modelle, Proben, Muster und dergleichen zu erweitern.⁷¹

Es muss auf alle Umstände, wie z.B. örtliche oder zeitliche Umstände bzw. besondere Anforderungen hinsichtlich der Art und Weise der Leistungserbringung, die für die Leistungserbringung und damit für die Erstellung des Angebotes von Bedeutung sind, Rücksicht genommen werden. Bei der Erstellung der Leistungsbeschreibung sind aber auch besondere Erschwernisse oder Erleichterungen anzuführen.⁷²

3.3.2.1 Leistungsverzeichnis

Bei einer konstruktiven Leistungsbeschreibung werden die vertraglich bedungenen Leistungen in einem Leistungsverzeichnis dargestellt. Dabei soll dieser Aufgliederung eine zusammenfassende Beschreibung der Gesamtleistung vorangehen. Sind bei der Erstellung eines Leistungsverzeichnisses geeignete Richtlinien, wie ÖNORMen oder standardisierte Leistungsbeschreibungen, vorhanden, so sind diese vom Auftraggeber zu verwenden. Jedoch hat der Auftraggeber die Möglichkeit, in einzelnen Punkten davon abzuweichen, was er aber festhalten und auf Anfrage dem Unternehmen übermitteln muss.⁷³

Bei der Erstellung eines Leistungsverzeichnisses sind folgende Bestimmungen einzuhalten:⁷⁴

- Bei der Aufgliederung der Gesamtleistung dürfen die einzelnen Ordnungszahlen (Positionen) nur Leistungen gleicher Art und Preisbildung beinhalten. Die Mengen dieser müssen aufgrund von Projektunterlagen oder anderen Angaben so genau wie möglich bestimmbar sein. Wenn es sich um Leistungen handelt, die einmalige Kosten verursachen, so sind diese, von solchen, die zeit- oder mengenabhängige Kosten bilden, in getrennten Positionen zu erfassen.

⁷¹ Vgl.: § 96 (1) BVergG 2006.

⁷² Vgl.: ÖNORM A 2050: Vergabe von Aufträgen über Leistungen, Seite 16.

⁷³ Vgl.: § 97 (1), (2) BVergG 2006.

⁷⁴ Vgl.: § 97 (3) BVergG 2006.

- Bei der Zusammenfassung von zusammengehörenden Leistungen verschiedener Art und Preisbildung in einer Position, insbesondere von Haupt- und Nebenleistungen, ist darauf zu achten, dass dies nur erfolgen kann, wenn der Wert einer Leistung den Wert der anderen Leistung so übersteigt, dass eine getrennte Preisangabe von geringer Bedeutung ist. Durch die Zusammenfassung darf die Übersicht sowie die genaue Beschreibung der Leistung nicht beeinflusst werden.
- Im Leistungsverzeichnis muss die Aufgliederung der Preisanteile (Lohn, Sonstiges, Lieferung, Montage) zweckentsprechend angegeben werden. Bei der Vereinbarung von veränderlichen Preisen, erfolgt ebenfalls die Aufteilung in lohnbedingte und sonstige Preisanteile.
- Es besteht auch die Möglichkeit einzelne Leistungen nach Art, Güte, Menge, Herkunft der Roh- und Hilfsstoffe, Erfüllungsort und dergleichen in Wahlpositionen auszuschreiben. Dabei müssen auch diese mit den vorgesehenen Mengen ausgefüllt werden und sind ebenfalls dem Wettbewerb zu unterziehen. Diese Art von Positionen ist bei der Feststellung der Gesamtpreise für bestimmte ausgeschriebene Ausführungsvarianten zu berücksichtigen.

3.3.3 Funktionale Leistungsbeschreibung

Bei der Erstellung einer funktionalen Leistungsbeschreibung muss das Leistungsziel durch die technischen Spezifikationen so hinreichend genau und neutral erfasst werden, dass für den Bieter bei der Erstellung des Angebots alle maßgebenden Bedingungen und Umstände nachvollziehbar sind. Aus der Beschreibung der Leistung müssen sowohl der Zweck der fertigen Leistung als auch die an die Leistung gestellten Anforderungen in technischer, wirtschaftlicher, gestalterischer und funktionsbedingter Hinsicht hervorgehen. Dies muss in dem Ausmaß erfolgen, damit die Vergleichbarkeit der Angebote in Hinblick auf die vom Auftraggeber vorgegebenen Leistungs- und Funktionsanforderungen garantiert ist. Für die Leistungs- und Funktionsanforderungen gilt eine ausreichende Präzisierung, um den Bewerbern und Bietern eine klare Vorstellung über den Auftragsgegenstand zu vermitteln. Außerdem ist eine derartige Präzisierung notwendig, um dem Auftraggeber die Möglichkeit zu geben, die Vergabe des Auftrages durchzuführen. Eine funktionale Leistungsbeschreibung muss technische Spezifikationen enthalten und dieser sind Pläne, Zeichnungen, Modelle, Proben, Muster und dergleichen beizulegen, soweit diese vorhanden sind.⁷⁵

⁷⁵ Vgl.: § 96 (2) BVergG 2006.

4 Ausschreibungsunterlagen von TVM

In diesem Kapitel werden die Vorgaben an die Ausschreibungsunterlagen von Tunnelvortriebsmaschinen beschrieben. Dabei werden die Bedingungen an die Ausschreibungsunterlagen nach ÖNORM B 2203-2, die den kontinuierlichen Vortrieb behandelt, genannt.

4.1 Hinweise für die Ausschreibung der TVM

Durch die Art und Weise der Ausschreibung werden die Risikoverteilung und die Risikoeingrenzung weitgehend gestaltet. Bei einer konstruktiven Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis übernimmt der Auftraggeber durch die Umsetzung der Prognosen in Vortriebsklassen, Ausbrucharten und Bauverfahren das damit verbundene Risiko. Hingegen bei einer funktionalen Ausschreibung, wo die Umsetzung der Prognosen weitgehend die Aufgabe des Unternehmers ist, übernimmt dieser das Risiko für die getroffenen Prognosen.

Somit muss geklärt werden, ob der Bau eines Tunnels mittels einer Tunnelvortriebsmaschine funktional oder konstruktiv ausgeschrieben wird.

4.2 Angaben zur Beschreibung des Gebirges

Der Bauherr ist verpflichtet, Erkundungen des Baugrunds durchzuführen. Insbesondere bei sehr großen und komplexen Projekten können diese Vorerkundungen einen Zeitraum von mehreren Jahren oder gar Jahrzehnte einnehmen, da meist ein umfangreiches Variantenstudium Teil dieser Tätigkeit ist. Es liegt also im Einflussbereich des Auftraggebers, das Baugrundrisiko durch möglichst genaue Erkundungen zu minimieren. Durch die Bereitstellung des Baugrundes und die Baugrunderkundung übernimmt der AG die Verantwortung für die Richtigkeit der Beschreibung der geologischen und hydrologischen Daten.⁷⁶

Für die Erfassung der Gebirgsverhältnisse und in weiterer Folge für die Planung, Ausschreibung und Baudurchführung ist es notwendig, das Gebirge zu klassifizieren. Dabei wird das Gebirge in seine wichtigsten Eigenschaften und Kennzeichen eingeteilt und vergleichend beschrieben. Aber die Klassifizierung des Gebirges wurde nicht nur zur systematischen Einteilung definiert, sondern es ist auch ihre Aufgabe,

⁷⁶ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Projektentwicklung in der Bauwirtschaft, Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer; Seite 400.

eine Basis für Preisbildung und Verrechnung der Leistungen zu schaffen.⁷⁷

Gerade beim Vortrieb mit TVM ist dies von großer Bedeutung, da diese Art von Vortriebssystem eine gewisse Unflexibilität bei unvorhergesehenen Ereignissen gegenüber dem konventionellen Vortrieb aufweist. Aus diesem Grund müssen bereits in der Erstellung der Ausschreibung ausreichende geomechanische Planungen durchgeführt werden, um möglichst viele Risikobereiche zu berücksichtigen.⁷⁸

Die allgemeinen Angaben zur Gebirgscharakterisierung beinhalten eine detaillierte Beschreibung der Gebirgsverhältnisse, die den Baugrund und sein Verhalten so umfassend beschreiben, damit auf Basis dieses, ein abgestimmtes TVM-System vom Hersteller entwickelt werden kann.⁷⁹ Diese Gebirgscharakterisierung muss analog den Richtlinien für die Geomechanische Planung von Untertagebauwerken mit zyklischem Vortrieb der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik entsprechen. Dabei sind die Gebirgsarten, die Gebirgs- oder Systemverhaltenstypen sowie Vortriebsabschnitte und Vortriebsklassen zu beschreiben. Des Weiteren sind Prognosen für die Gesteins- und Gebirgskennwerte mit Einfluss auf die Bohrbarkeit und Verschleiß abzugeben. In den Prognosen hinsichtlich der Wasserführung im Gebirge sind die zu erwarteten Schüttungen und gegebenenfalls deren Dauer, die Wasserdrücke, der Wasserchemismus und außergewöhnliche Wassertemperaturen festzuhalten. Außerdem haben diese den Einfluss des Wassers auf das Gestein und das Gebirge, die Art und den Ort des Wasserzutritts sowie die dazugehörigen Wasserspenden und die Einwirkung des Wassers auf den geplanten Ausbau einzubeziehen. Für die Gebirgscharakterisierung sind zusätzlich Faktoren, wie der Gasaustritt aus dem Gebirge, das Verformungsmaß, außergewöhnliche Gebirgstemperaturen, geogene Verunreinigungen des Bodens und sonstige erkannte Risikoszenarien aus dem Baugrund, von Bedeutung.⁸⁰

4.3 Gebirgsklassifikation entsprechend der Richtlinie für Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten

Diese Richtlinie gliedert sich in zwei Phasen. Die erste Phase ist die Planung, welche wiederum in fünf Schritte unterteilt wird. In dieser Phase

⁷⁷ Vgl.: AYAYDIN, N.: Entwicklung und neuester Stand der Gebirgsklassifizierung, Felsbau 12 Nr. 6/1994, Seite 413.

⁷⁸ Vgl.: BAUER, F.; BENEDIKT, J.; DALLER, J.; LEMMERER, J.; OBERMEIER, O.; ZWITTNIG, G.: Zwischenresümee über TVM-Vortriebe bei der Neubaustrecke Wien-St. Pölten, Felsbau 25 Nr. 5/2007, Seite 178.

⁷⁹ Vgl.: BAUER, F.; BENEDIKT, J.; DALLER, J.; LEMMERER, J.; OBERMEIER, O.; ZWITTNIG, G.: Zwischenresümee über TVM-Vortriebe bei der Neubaustrecke Wien-St. Pölten, Felsbau 25 Nr. 5/2007, Seite 178.

⁸⁰ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 11.

erfolgt die Bestimmung der erwarteten Gebirgseigenschaften (Gebirgsarten) und des erwarteten Gebirgsverhaltens (Gebirgsverhaltenstypen). Aus diesen Untersuchungen des Gebirges ergeben sich die Festlegung der bautechnischen Maßnahmen und die Ermittlung der Vortriebsklassen. Die zweite Phase beschäftigt sich mit der Bauausführung. In dieser Phase erfolgen die Erfassung der geomechanisch relevanten Gebirgseigenschaften und die Zuordnung des aktuellen Gebirgsverhaltens zum jeweiligen Gebirgsverhaltenstyp. Jedoch wird diese Phase in dieser Arbeit nicht näher beschrieben, weil nur die Planungsphase für die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen von Bedeutung ist.⁸¹

Im folgenden Bild wird ein schematischer Ablauf der Geomechanischen Planung zur Beschreibung des Gebirges dargestellt.

⁸¹ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 3.

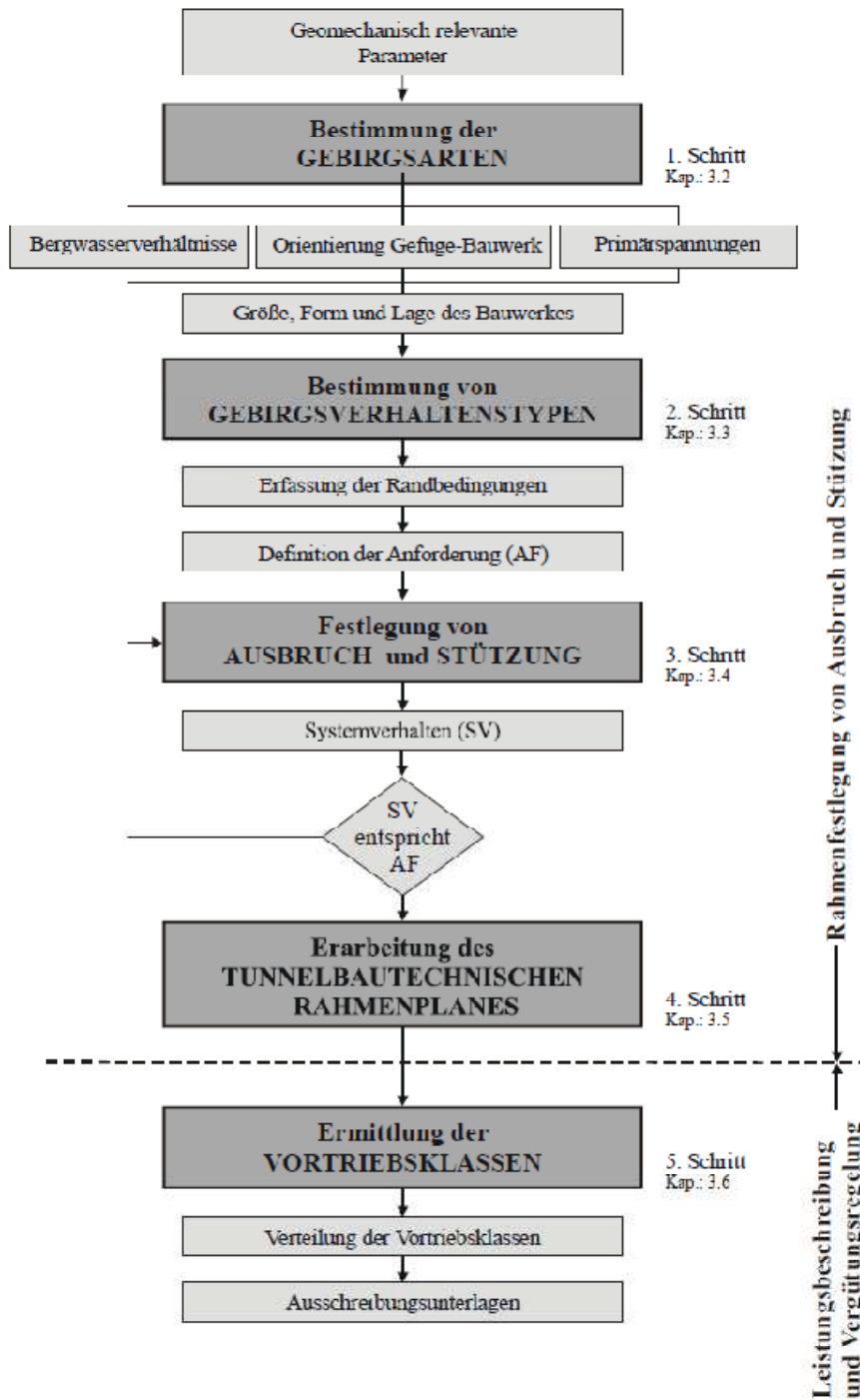


Bild 4.1 Schematischer Ablauf der Geomechanischen Planung⁸²

⁸² Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 8.

4.3.1 Bestimmung der Gebirgsarten

Als Gebirgsart wird ein geotechnisch relevantes Gebirgsvolumen inklusive seiner Trennflächen und tektonischen Struktur (Gebirge), welches gleichartige Eigenschaften besitzt, bezeichnet. Im Festgestein sind diese Festigkeitswerte (Gestein – Gebirge), Trennflächeneigenschaften, Gestein, Korngefüge, Gesteins- und Gebirgszustand und Trennflächentypen. Für das Lockergestein werden Parameter des Korngemisches, Parameter der Bodenkomponenten, Parameter der Matrix und das Bodenwasser als Eigenschaften für die Gebirgsart untersucht. Bei der Beschreibung verschiedener Gebirgsarten werden Schlüsselparameter definiert und bestimmt. In weiterer Folge werden diese in Art und Größe erfasst und zu einer Gebirgsart zusammengefasst. Die Anzahl der zu bestimmenden Gebirgsarten ist dabei projektspezifisch und richtet sich nach den vorliegenden geologischen Verhältnissen des Projektgebietes. Die Unterteilung in die verschiedenen Gebirgsarten unterscheidet sich dabei nach dem Vorschreiten des Projektes. Mit zunehmender Planungstiefe wird eine immer detaillierte Unterteilung notwendig.⁸³

Tabelle 4.1 Beispiel von maßgebenden Parametern und möglichen Methoden zur Parametererhebung in Abhängigkeit von der Projektphase⁸⁴

PROJEKTPHASE	MASSGEBLICHE PARAMETER	PARAMETERERHEBUNG
Machbarkeitsstudie / Vorstudie	Gesteinsart	regionalgeologische Karten, Literatur, Begehung, Luft- und Satellitenbild
	Gesteinseigenschaften (z.B. Festigkeitseigenschaften, Tropic)	Literatur, Vergleichswerte
	Trennflächeneigenschaften (z.B. Orientierung der dominierenden Hauptschar)	Literatur, Vergleichswerte, Begehung, Luft- und Satellitenbild
Vorprojekt	Gesteinsart	Kartierung, Bohrungen, Geophysik, Luft- und Satellitenbild
	Gesteinseigenschaften (z.B. Festigkeitseigenschaften, Tropic)	Grobklassifizierung laut Geländebefund und Bohrungen
	Trennflächeneigenschaften (z.B. Orientierung der dominierenden Hauptschar, Anzahl der Orientierung der Scharen, Zerlegungsintensität)	Klassifizierung laut Fernerkundung und Geländebefund, Luft- und Satellitenbild

⁸³ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 9.

⁸⁴ Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 12.

Einreichprojekt	Gesteinsart	Detaillkartierung, Bohrungen, Geophysik, Luft- und Satellitenbild
	Gesteinseigenschaften (z.B. Festigkeitseigenschaften, Tropic, Mineralbestand, Korngröße, Verhältnis Matrix / Komponenten, Verwitterung, Porosität)	Klassifizierung laut Detailkartierung, Bohrungen, Ergebnisse von Laboruntersuchungen
	Trennflächeneigenschaften (z.B. Orientierung der dominierenden Schar, Anzahl und Orientierung der Scharen, Zerlegungsintensität, Durchtrennungsgrad, Rauigkeit)	Klassifizierung nach statistischer Datenauswertung (Detailkartierung, Bohrungen, geophysikalische Bohrlochversuche, ausgewählte Aufschlüsse)
Ausschreibungsprojekt	Gesteinsart	Vertiefung des Kenntnisstandes in geotechnisch kritischen Bereichen, Modellrechnungen
	Gesteinseigenschaften	
	Trennflächeneigenschaften	

4.3.2 Bestimmung von Gebirgsverhaltenstypen

Die Gebirgsverhaltenstypen bestimmen die Planung des Vortriebsablaufes und der erforderlichen Stützmaßnahmen. Sie sind eine Beschreibung des Verhaltens des Gebirges bei Ausbruch des Querschnittes ohne Einfluss von Stützmaßnahmen. Bei der Ermittlung der Gebirgsverhaltenstypen wird bei langgestreckten Hohlräumen von einem unendlich langen, ungestützten Hohlraum ausgegangen. Dies ist deswegen der Fall, da sich alle bautechnischen Maßnahmen nachvollziehbar aus dem Verhalten des ungestützten Gebirges ableiten lassen sollen.⁸⁵

Bei der Bestimmung des Gebirgsverhaltenstyps werden folgende Einflussfaktoren berücksichtigt:

- *Gebirgsart*
- *Primärspannungszustand (Abschätzung der Spannungsverhältnisse im unverritzten Gebirge)*
- *Form, Größe und Lage des Hohlraumes, Lösemethode (Durchmesser und Querschnittsform im endgültigen Ausbauzustand, nicht für die einzelnen Zwischenbauzustände)*
- *Orientierung des Bauwerkes zum Trennflächengefüge (beschreibt die Lage des Bauwerkes zu den maßgebenden Trennflächenscharen; dient als Grundlage von kinematischen Überlegungen und zur Ermittlung von gefügebedingten Spannungsumlagerung)*

⁸⁵ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 13.

- *Bergwasser, Strömungsdruck, hydrostatischer Druck*⁸⁶

Um ein geeignetes Modell zu bilden, sind alle analytischen und numerischen Methoden geeignet, welche eine Abbildung der Charakteristika der jeweiligen Gebirgsart unter den gegebenen Randbedingungen realitätsnah darstellt. Nachdem die Ermittlung der Gebirgsverhaltenstypen erfolgt ist, sind diese den einzelnen Kategorien, die in der Tabelle 4.2 gezeigt werden, zuzuordnen. Bei der Zuordnung besteht die Möglichkeit Untergruppen einzuführen. Dies ist dann der Fall, wenn mehrere Gebirgsverhaltenstypen in eine Kategorie passen, sich jedoch im Detail unterscheiden.⁸⁷

Tabelle 4.2 Übergeordnete Kategorien von Gebirgsverhaltenstypen⁸⁸

Gebirgsverhalten	Beschreibung des Gebirgsverhaltens (ohne Stützmaßnahmen)
1 Standfestes Gebirges	Standfestes Gebirge mit dem Potenzial zum schwerkraftbedingten Herausfallen oder Herausgleiten von kleinvolumigen Kluftkörpern
2 Gefügebedingte Nachbrüche	Tiefreichende gefüge- und schwerkraftbedingte Nachbrüche, vereinzelt lokales Überschreiten der Scherfestigkeit
3 Hohlraumnahe Überbeanspruchung	Spannungsbedingte Entfestigung bzw. Plastifizierung des Gebirges in Hohlraumumgebung in Kombination mit gefügebedingten Nachbrüchen
4 Tiefreichende Überbeanspruchung	Spannungsbedingte tiefreichende Entfestigung bzw. Plastifizierung im Gebirge mit großen Deformationen
5 Bergschlag	Plötzliche Ablösung zufolge hoher Spannungen in Kombination mit sprödem Gebirge
6 Schichtknicken	Knicken von schlanken Platten, häufig in Kombination mit Scherversagen
7 Scherversagen bei geringem Spannungsniveau	Potenzial zu großvolumigen Nachbrüchen und progressivem Scherversagen infolge geringer Verspannung
8 Rolliges Gebirge	Ausfließen von meist kohäsionslosem, trockenem bis feuchtem Gebirge
9 Fließendes Gebirge	Ausfließen von Gebirge mit hohem Wassergehalt
10 Quellendes Gebirge	Zeitabhängige Volumszunahme des Gebirges durch physikalisch-chemische Reaktion von Gebirge und Wasser in Kombination mit Entspannung
11 Gebirge mit rasch wechselnden Verformungseigenschaften	Starke Variation von Spannungen und Deformationen bedingt durch Block-Matrix-Struktur (z.B. heterogene Störungszonen, tektonische Melange)

Zur Bestimmung der Gebirgsverhaltenstypen werden in den Ausschreibungsunterlagen folgende Mindestangaben gefordert:

⁸⁶ Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; a.a.O.

⁸⁷ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 14.

⁸⁸ Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 15.

- *Skizze der erwarteten Gebirgsstruktur und der Versagensmechanismen*
- *Gebirgsart(en)*
- *Orientierung der maßgeblichen Trennflächen relativ zum Hohlraum*
- *Beschreibung der Gebirgsbeanspruchung*
- *Bergwasser; Menge und Einfluss auf das Gebirgsverhalten*
- *Gebirgsverhalten (Ausbruchsverhalten Laibung und Ortsbrust, Art der Überbeanspruchung, Bruchmechanismen, Langzeitverhalten)*
- *Verschiebung des Hohlraumrandes, Einschätzung von Größe und Richtung⁸⁹*

4.3.3 Festlegung von Ausbruch und Sicherung

Nach der Bestimmung der Gebirgsarten und der Gebirgsverhaltenstypen werden die Baumaßnahmen (Ausbruch, Sicherung und eventuell gebirgsverbessernde Maßnahmen) festgesetzt. Außerdem wird das Systemverhalten, welches das Zusammenwirken aus Gebirge, Ausbau und Bauablauf beschreibt, untersucht. Dies geschieht durch eine Gegenüberstellung der jeweiligen Anforderungen.⁹⁰

Zu den Einflussfaktoren des Systemverhaltens zählen:

- *Der Gebirgsverhaltenstyp*
- *Die Form und Größe der Ausbruchsquerschnitte*
- *Die dreidimensionale Entwicklung des Bauablaufs*
- *Zeitabhängige Eigenschaften des Baugrundes und der Stützmittel, soweit relevant*
- *Stützmittel und deren Einbauort und -zeitpunkt⁹¹*

Welche Methode zur Untersuchung des Systemverhaltens angewendet wird, richtet sich nach den jeweiligen Randbedingungen des Bauwerks. Eine entscheidende Rolle bei der Wahl einer Methode spielt die Streuung der Einflussfaktoren sowie die möglichen Auswirkungen des Bauwerkes auf Dritte. Grundsätzlich gibt es drei methodische Hilfsmittel. Dazu zählen die analytische Methode, die numerische Methode und die vergleichende Untersuchung auf Grund von Erfahrungen an ähnlichen Bauwerken.⁹²

Als zu erbringende Nachweise bei der Untersuchung des Systemverhaltens gelten die Standsicherheit in allen Bauzuständen, das

⁸⁹ Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 15.

⁹⁰ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 16.

⁹¹ Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; a.a.O.

⁹² Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 16.

Einhalten von zulässigen Auswirkungen auf die Umwelt (Setzungen, Erschütterungen, Eingriffe in die Natur, etc.) und die Einhaltung von Verschiebungen innerhalb festgelegter Toleranzen (Zulässigkeit, Gebrauchstauglichkeit, Verträglichkeit, etc.).⁹³

4.3.4 Erarbeitung des Tunnelbautechnischen Rahmenplanes

Der Tunnelbautechnische Rahmenplan für Vortrieb und Stützung beinhaltet die Darstellung der Ergebnisse aus der Geomechanischen Planung. Dieser soll folgende Angaben enthalten:

- *Geologische Prognose mit Verteilung der erwarteten Gebirgsarten und Gebirgsverhaltenstypen*
- *Abgrenzung von Vortriebsbereichen, in welchen bestimmte Vorgaben für die Festlegung vor Ort Gültigkeit haben*
- *Vorgaben für den Ausbruch und Stützung (z.B. Abschlagslängen, Abbaufolgen, Übermaß, Vortriebsgeschwindigkeiten, Sohlschlussbedingungen, Stütz- und Sicherungsmaßnahmen, etc.)*
- *Angabe jener Maßnahme, die vor Ort festzulegen sind (z.B. vorauseilende Stützmaßnahmen, Ortsbruststützung, etc.)*
- *Angaben zum Systemverhalten (Ausbruchsverhalten, Verformungsverhalten, Auslastungsgrad der Stützmittel, etc.)*
- *Angaben im Rahmen des geotechnischen Sicherheitsmanagements (Warnkriterien, Maßnahmen, etc.)*⁹⁴

4.3.5 Ermittlung der Vortriebsklassen

Nachdem alle bautechnischen Maßnahmen für die einzelnen Gebirgsverhaltenstypen festgelegt wurden, erfolgt die Ermittlung der Vortriebsklassen. Dabei kommt die ÖNORM B 2203-2 als Grundlage für die Klassifizierung beim kontinuierlichen Vortrieb zur Anwendung. Die Vortriebsklassifizierung wird für die Leistungsbeschreibung, Kalkulation und Vergütung der erbrachten Leistung verwendet.⁹⁵ Sie bedeutet die Grundlage für eine konkrete, projektspezifische Klassifizierung eines Tunnelbauwerks. Dabei werden vom Auftraggeber die Vortriebsklassen aufgrund der Gebirgscharakterisierung vorgegeben und vom Auftragnehmer die dafür vorgesehen Mittel zur Stützung und des Ausbaus für den Hohlraum angegeben. Die Arbeiten des Lösens und des Sicherns/Ausbaus sowie gegebenenfalls die Stützung der Ortsbrust – bei der Anwendung von Schildmaschinen – sind die

⁹³ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 17.

⁹⁴ Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 17.

⁹⁵ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagbauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 17.

leistungsbestimmenden Vorgänge im Vortrieb. Es werden die sogenannten Auswirkungen der Sicherungsmaßnahmen und der Ausbruchart auf den Vortrieb kategorisiert und mit den angenommen konstruktiven und baubetrieblichen Maßnahmen den Gebirgsphänomenen entgegengewirkt.⁹⁶

Nicht jeder Gebirgsverhaltenstyp hat seine eigene Vortriebsklasse, da für verschiedene Gebirgsverhaltenstypen auch dieselben bautechnischen Maßnahmen geeignet sind. Es kann sich aber auch umgekehrt verhalten und für einen Gebirgsverhaltenstyp sind mehrere Vortriebsklassen erforderlich. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn für einen Gebirgsverhaltenstyp eine größere Bandbreite von Stützmaßnahmen notwendig ist.⁹⁷

Unter Beachtung der Gebirgscharakterisierung ist der Vortrieb in Abschnitte und diese gegebenenfalls in Vortriebsklassen zu unterteilen. Bei der Vortriebsklassifizierung für Tunnelvortriebsmaschinen handelt es sich gemäß ÖNORM B 2203-2 um eine Matrix. Diese Matrix besteht aus zwei Ordnungsgruppen. Die erste Ordnungsgruppe beschreibt die Vortriebsabschnitte und ist abhängig vom Löseverhalten (Gesteinsart, Mineralbestand, Zerlegungsgrad oder Penetration, Verschleiß). Ebenfalls kann diese Ordnungsgruppe vom Gebirgsverhalten abhängig gemacht werden. Die zweite Ordnungsgruppe steht in Abhängigkeit von Art und Umfang der leistungsbestimmenden Maßnahmen.⁹⁸

4.3.5.1 Erste Ordnungsgruppe (Löseverhalten/Vortriebsabschnitte)

Wie detailliert die Beschreibung der ersten Ordnungsgruppe sein muss, hängt von der Forderung nach einer klaren Leistungsbeschreibung, Kalkulierbarkeit und Abrechnung ab. Es gibt zwei Möglichkeiten der Unterteilung der ersten Ordnungsgruppe. Zum einen erfolgt diese nach Abschnitten mit deutlich unterschiedlichem Löseverhalten, gegebenenfalls Gebirgsverhalten und zum anderen erfolgt diese zur Gliederung des gesamten Vortriebes in Teilabschnitte. Es wird der Zweck zur Eingrenzung von Auswirkungen allfälliger örtlicher Abweichungen von der Prognose erfüllt.⁹⁹

Bei der Angabe der Vortriebsabschnitte sind mindestens die maßgeblichen Einflussparameter mit Bandbreiten erforderlich (z.B. Gesteinsdruckfestigkeit, Verschleiß bestimmender Mineralgehalt). Die Vortriebsabschnitte sind mit einer Mindestlänge anzugeben. Dies erfüllt

⁹⁶ Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Seite 46.

⁹⁷ Vgl.: Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischen Vortrieb; Seite 17f.

⁹⁸ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 13.

⁹⁹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 14.

sowohl den Zweck einer statistisch zutreffenden Angabe der Verteilung der Parameter als auch entspricht diese einem Vielfachen der dort erzielbaren Tages-Vortriebsleistung.¹⁰⁰

Wenn das Löseverhalten, insbesondere die Penetration, für die Leistungs- und Kostenermittlung bestimmend ist und die Prognose des Löseverhaltens sich als schwierig erweist, wird eine Unterteilung nach Penetration oder Festigkeitskennwerten empfohlen.¹⁰¹ Bei der Penetration handelt es sich um ein Maß der Bohrbarkeit. Dabei wird als maßgebende Penetration die bei einer Ausnutzung von 80 – 85% der Vorschubkraft und Drehzahl erreichbare Penetration bezeichnet.¹⁰²

4.3.5.2 Zweite Ordnungsgruppe (Stützmittel je nach Einbauort)

Die zweite Ordnungsgruppe unterscheidet sich für jede Art von TVM. Diese ist jeweils für TBM-O und TBM-A, TBM-S und TBM-DS sowie für die SM anders festzulegen.

- TBM-O und TBM-A

Hierbei dient die Stützmittelzahl als Ordnungskriterium. Diese wird aus der Art, dem Umfang und dem Ort des Einbaues der eingebauten Regelstützmittel pro m Tunnel festgelegt. In Tabelle 4.3 wird gezeigt, wie diese zu bewerten ist und welcher Bezug zwischen diesen mit der Bewertungsfläche herzustellen ist. Für die Bewertungsfläche gilt eine vertragliche Festlegung auf Grundlage des Nominalen Bohrdurchmessers und eine Unveränderlichkeit bei der Ausführung eines Überbohrmaßes. Für jede Vortriebsklasse sind die Stützmaßnahmen anzuführen und darzustellen und auch der jeweilige Geltungsbereich ist festzusetzen.¹⁰³

¹⁰⁰ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

¹⁰¹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

¹⁰² Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Seite 49.

¹⁰³ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

- TBM-S und TBM-D

Die zweite Ordnungsgruppe wird gestaffelt nach den leistungsbestimmenden Merkmalen des eingesetzten Vortriebssystems. Zu diesen leistungsbestimmenden Merkmalen zählen u.a. die Verspannbarkeit (volle/teilweise Verspannung im Gebirge), die Art der Abstützung (Vollabstützung/Teilabstützung am Ausbau), die Art des Ausbaus und die Ortsbruststützung (erforderlich/nicht erforderlich). Durch diese Unterteilung ergibt sich die Möglichkeit, für leistungsmindernde oder leistungsbestimmende Einflüsse, die nicht dem Löseverhalten zuzuordnen sind, Gruppen zu bilden und zu definieren. Wenn keine Unterscheidung in leistungsbestimmende Merkmale notwendig ist, so kann die zweite Ordnungsgruppe entfallen. Somit ist die Vortriebsklassifizierung aus der ersten Ordnungsgruppe zu entwickeln.¹⁰⁶

- SM

Auch bei den Schildmaschinen gilt innerhalb der zweiten Ordnungsgruppe die Staffelung nach leistungsbestimmenden Merkmalen. Ebenfalls ist eine keine Unterteilung in die zweite Ordnungsgruppe erforderlich und es ist dann allein die erste Ordnungsgruppe zur Vortriebsklassifizierung heranzuziehen.¹⁰⁷

Tabelle 4.5 Vortriebsklassenmatrix TBM-S, TBM-DS und SM¹⁰⁸

ERSTE ORDNUNGSGRUPPE	VORTRIEBSABSCHNITTE (VA) gemäß 4.3.2.2	VA	ZWEITE ORDNUNGSGRUPPE				
			Leistungsbestimmende Merkmale gemäß 4.3.2.4, 4.3.2.5				
			M 1	M 2	M 3	M (n-1)	M n
		1	1/1	1/2	1/3		
		2	2/1	2/2	2/3		
		3					
		n-1					
		n					

MUSTER

¹⁰⁶ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 15.

¹⁰⁷ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 15f.

¹⁰⁸ ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 16.

4.4 Angaben zur Projektbeschreibung

Für die Projektbeschreibung müssen folgende Angaben getätigt werden:

- Anfahr-, Montage- und Demontagebereiche für die Tunnelvortriebsmaschine
- sämtliche Baustelleneinrichtungsflächen
- Bereitstellung von Strom und Wasser-/Abwasseranschluss
- Anzahl der Angriffstellen, Fensterstollen und Schächte
- Anzahl und Art von Notausgängen, Querschlägen und Nischen
- Anzahl der Baulose sowie die Auswirkung bei Verschiebung der Baulosgrenzen
- Bautermine und allenfalls auch Zwischentermine
- bekannte und vermutete Hindernisse unter und über Tage
- alle Angaben zum Bauablauf und Bauzeitmodell
- Angaben über eine gleichzeitig (nacheilend) mit den Vortriebsarbeiten herzustellende Innenschale
- Auswirkungen, die baulosübergreifend sind, wie z.B. wenn das Ausbruchsmaterial im angrenzenden Baulos eingebaut werden muss oder die Wasserableitung durch ein Nachbarbaulos erfolgen soll)
- Angaben zum geotechnischen Sicherheitsmanagement und gegenseitige Beeinflussung von Tunnel und Oberfläche
- sowie Angaben zu besonderen technischen Anforderungen¹⁰⁹

4.5 Angaben zur Wahl der TVM und deren technische Mindestanforderungen

Die Wahl des Bauverfahrens soll grundsätzlich dem Auftragnehmer obliegen. Durch die Angaben der Mindestanforderungen an das TVM-System können jedoch vom Auftraggeber unterschiedliche Varianten vorgegeben werden. Somit werden bestimmte Systeme vom AG bereits ausgewählt, aber die Entscheidung welches System schließlich zum Einsatz kommt, bleibt beim AN. Der Auftraggeber muss jedoch alle Vorkehrungen und Planungen treffen, um die Bewältigung aller möglichen Risikobereiche des Baugrundes zu garantieren. Dazu

¹⁰⁹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 11.

gehören die Beschreibung des entsprechenden Maschinendesigns und die geeigneten Maßnahmen, zu denen die Zusatz- und Sondermaßnahmen zählen.

Zu den Vorgaben, die der Auftraggeber zu tätigen hat, zählen die Art der TVM, die Betriebsweise und die Art der Ortsbruststützung, wenn eine Schildmaschine zum Einsatz kommt. Zu den weiteren Angaben gehören allenfalls besondere Ausbildungen des Bohrkopfs bzw. des Schneidrades und der Lösewerkzeuge. Des Weiteren muss der nominale Bohrdurchmesser, die Mindestkurvenradien und die Maßtoleranz für die Achsabweichung in Lage und Höhe angegeben werden. Der Auftraggeber ist außerdem verpflichtet, die Art der Materialförderung im Maschinenbereich bei Schildmaschinen, die Vorgabe zum Ausbau, wie z.B. Stützmittel, Tübbinge und Ringspalt und Angaben betreffend die Zusatzmaßnahmen und die Sondermaßnahmen in den Ausschreibungsunterlagen anzuführen. Weitere Anforderungen, die an das TVM-System gestellt werden, sind die besonderen Vorschriften zum Arbeits-, Brand- und Katastrophenschutz.¹¹⁰ Neben den Mindestanforderungen an das Vortriebssystem haben die Ausschreibungsunterlagen außerdem die Mindestanforderungen an das Nachläufersystem und das Datenerfassungs- und Auswertungssystem sowie die vortriebsbegleitenden geotechnischen und zusätzlichen Messprogramme, die zur Gebirgserkundung notwendig sind, zu beinhalten.¹¹¹

4.5.1 Vorgaben für das TVM-System

Bei den Vorgaben für das TVM-System handelt es sich um die Angaben, die vom Auftraggeber getätigt werden, um dem Unternehmer die Wahl des geeigneten Maschinentyps zu ermöglichen. Durch diese Anforderungen, die in einer funktionalen Leistungsbeschreibung zusammengefasst sein können, werden aber auch nicht zweckmäßige Systeme ausgeschlossen. Dies hängt sehr stark von der Gebirgscharakterisierung ab. Es gibt keine Richtlinien, wie detailliert diese Vorgaben zu machen sind, sondern hängt ausschließlich vom Auftraggeber bzw. vom Planer ab. Je detaillierter diese getroffen werden, desto mehr entspricht das gewählte System, dem der Vorstellungen des AG. So kann dieser schon eine Vorentscheidung treffen und dem AN bleibt diese zu akzeptieren, oder ein Alternativangebot einzureichen, sofern dieses vom AG nicht ausgeschlossen wird.

¹¹⁰ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 11f.

¹¹¹ Vgl.: SCHNEIDER E.; JOHN, M.: Entwurfsrichtlinien – Kontinuierlicher Vortrieb von Eisenbahntunnel mit Tunnelvortriebsmaschinen; http://www.uibk.ac.at/i3b/publikation/PUBL_ES_Entwurfsrichtlinie.pdf; Datum des Zugriffs: 11.05.2010, 11:33 Uhr.

Zu den zuvor erwähnten Angaben in Kapitel 4.5, die laut ÖNORM B 2203-2 gemacht werden müssen, können noch weitere erfolgen. Zu den weiteren Vorgaben für das TVM-System zählen zum Beispiel das Drehmoment des Bohrkopfs, das Losbrechmoment und die erwartende Vorschubkraft. Weiteres kann bereits die Ausrüstung des Bohrers und die Mengenkontrolle für das Ausbruchmaterial festgelegt werden. Dies betrifft im speziellen die zu erwartende Genauigkeit beim Einsatz einer Bandwaage. Für den Bohrkopf können in der Ausschreibung noch weitere Annahmen getroffen werden. Dabei kann die Ausbildung des Bohrkopfes, die Anzahl der Räumler, die Anordnung der Rückräumer, die Ausbildung der Fronträumer und die Ausbildung der Förderkanäle vorgegeben werden. Eine weitere Angabe, die das TVM-System betrifft ist, ob die Tunnelvortriebsmaschine mit oder ohne Schild oder mit Einfach- oder Doppelschild ausgebildet werden muss. Sollte das TVM-System mit einem Schildmantel ausgestattet sein, so kann in den Ausschreibungsunterlagen bestimmt werden, ob Öffnungen im Schildmantel für Ankerbohrungen und Öffnungen für Bohrungen vorgesehen werden sollen.¹¹²

Außerdem können bereits erforderlich Zusatzmaßnahmen und Sondermaßnahmen, die aufgrund des Gebirgsverhaltens notwendig sind und in Abhängigkeit des ausgeschriebenen Gerätes stehen, festgelegt werden. Als Zusatzmaßnahmen werden außerordentliche (zusätzliche) Ertüchtigungen des Vortriebssystems bezeichnet.¹¹³ Sie können unter anderem eine Bentonitstützung, eine Bodenconditionierung oder eine Ortsbruststabilisierung bzw. Störzonenbewältigung mit gebildeten Spezialpolymeren sein. Auch Stützmittel, die nicht in den Regelstützmitteln enthalten sind oder Rohrschirme, wenn das hierfür notwendige Gerät ausschreibungsgemäß auf der Maschine vorgesehen ist sowie Vorausbohrungen und Vorausentwässerungen zählen zu den Zusatzmaßnahmen. In den Ausschreibungsunterlagen sind diese ebenfalls als eindeutig beschreibbare und kalkulierbare Leistungen in Leistungspositionen zu erfassen. Für nicht ausreichend genau beschreibbare und kalkulierbare Leistungen gilt diese aufwandsabhängig auszuschreiben.¹¹⁴

Bei den Sondermaßnahmen handelt es sich um Maßnahmen, die im Gegensatz zu den Regellaßnahmen stehen. Dies bedeutet, sie sind nicht standardmäßig für den Regelvortrieb vorgesehen, aber sie sind sowohl Elemente des Bauvertrages und im Leistungsverzeichnis

¹¹² Vgl.: BAUER, F.; BENEDIKT, J.; DALLER, J.; LEMMERER, J.; OBERMEIER, O.; ZWITTNIG, G.: Zwischenresümee über TVM-Vortriebe bei der Neubaustrecke Wien-St. Pölten, Felsbau 25 Nr. 5/2007, Seite 180.

¹¹³ Vgl.: BAUER, F.; BENEDIKT, J.; DALLER, J.; LEMMERER, J.; OBERMEIER, O.; ZWITTNIG, G.: Zwischenresümee über TVM-Vortriebe bei der Neubaustrecke Wien-St. Pölten, Felsbau 25 Nr. 5/2007, Seite 180.

¹¹⁴ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm: Seite 21.

enthalten.¹¹⁵ Sondermaßnahmen sind zum Beispiel systematische Injektionen, Vorausentwässerungen, Spieße, Rohrschirme, nachträglicher Einbau von Stützmitteln etc. Bei den Sondermaßnahmen gilt es diese in gesonderten Postionen für die Leistung, die Einrichtung, die Räumung und die zeitgebunden Kosten auszuschreiben sind. Für diese Maßnahmen sind vom AG Angaben über den angestrebten Zweck zu machen und maßgebliche Kennwerte des Gebirges anzugeben. Für etwaige Bohrungen sind der Durchmesser, die Länge und die Art in den Ausschreibungsunterlagen festzuhalten. Bei Injektionsverfahren ist die Zusammensetzung des Injektionsgutes zu beschreiben. Der Zeitpunkt und der Ort der Maßnahme sind vom Auftraggeber in Bezug auf die Ortsbrust festzusetzen. Die Ergebnisse von Eignungs- und Güteprüfungen sind anzuführen. Auch die bauzeitrelevanten Auswirkungen sind vom Ausschreibenden vorzugeben, aber die dafür notwendige zusätzliche Bauzeit ist vom Bieter zu berechnen.¹¹⁶

4.5.2 Vorgaben für den Ausbau

In den Ausschreibungsunterlagen ist anzugeben, welche Art von Stützmittel bzw. Tübbinge für den Ausbau vorgesehen ist. Dabei kann bereits das zum Einbau kommende System genannt werden. Bei den Tübbingen können Angaben zur Ringteilung, zur Ringlänge und zur Tübbingstärke gemacht werden. Eine weitere Möglichkeit das jeweilige Tübbing-System näher zu beschreiben, ist die Vorgabe über die Ausbildung der Längs- und Ringfuge. Als Hilfestellung für die Bemessung bzw. Bewehrung der Tübbinge werden unter anderem die Lasten aus dem Gebirge und die Betonqualität angegeben. Hinsichtlich der Ringspaltverfüllung kann in den Ausschreibungsunterlagen die Nennung des Materials für die Sohle und das Profil, der Zeitpunkt der Verblasung sowie die Verpressung dieser erfolgen.¹¹⁷

In der ÖNORM B 2203-2 sind Regelungen bezüglich des Einbauortes der Stützmittel bzw. Tübbinge und für den Sohlausbau angeführt. Die Ausschreibungsunterlagen haben diese zu beinhalten. Der AG muss dabei den Einbauort der Stützmaßnahmen in den einzelnen Arbeitsbereichen anführen.¹¹⁸ Diese werden mit Hilfe von schematischen Darstellungen erläutert. Es gelten sowohl für die TBM-O und die TBM-A als auch für die TBM-S, TBM-DS und die SM die gleichen Bedingungen

¹¹⁵ Vgl.: Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Günter Strappler, Geschäftsbereich NA und BBDL und Herrn Dipl.-Ing. Johann Lemmerer, Geschäftsbereich ES Tunnelbau (beide ÖBB Infrastruktur AG), am 04.08.2010.

¹¹⁶ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 22.

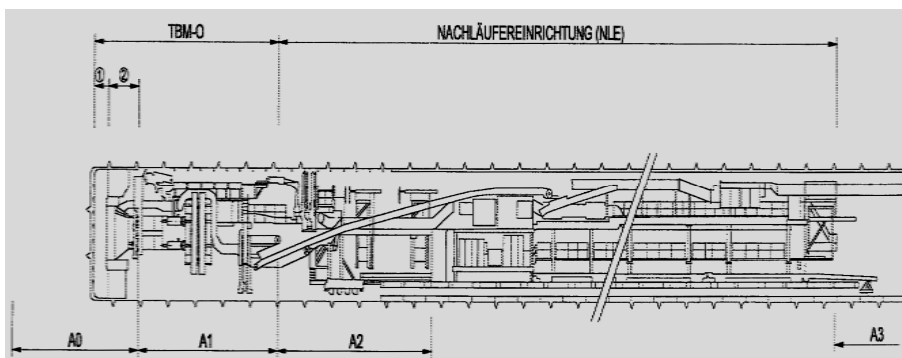
¹¹⁷ Vgl.: BAUER, F.; BENEDIKT, J.; DALLER, J.; LEMMERER, J.; OBERMEIER, O.; ZWITTNIG, G.: Zwischenresümee über TVM-Vortriebe bei der Neubaustrecke Wien-St. Pölten, Felsbau 25 Nr. 5/2007, Seite 180.

¹¹⁸ Vgl.: ÖNORM B-2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 20.

für die Arbeitsbereiche und die gleichen Vorgaben für das Anführen in den Ausschreibungsunterlagen.

- TBM-O, TBM-A

Für die vorgesehenen Stützmaßnahmen sind in den Ausschreibungsunterlagen eigene Positionen vorzusehen. Dabei sind diese unabhängig von einer Vortriebsklasse anzugeben, jedoch getrennt nach dem Ort des Einbaues. Wird die Vortriebsleistung von Sondermaßnahmen beeinflusst, so muss die Ausschreibung, Regelungen zur Vergütung der Leistungsminderungen bzw. der zeitgebunden Kosten beinhalten.¹¹⁹ Hinsichtlich des Einbauortes der Stützmaßnahmen werden folgende Regelungen getroffen. Bei den Arbeitsbereichen A1 und A2 handelt es sich um den Abstand von der Ortsbrust, bei dem der Einbau von Stützmitteln im Maschinenbereich (A1) und im Nachlaufbereich (A2) erfolgen soll. Der Arbeitsbereich A3 ist dann anzugeben, wenn Stützmittel hinter der Nachlaufeinrichtung eingebaut werden sollen. Auch für die Zusatz- und Sondermaßnahmen wird gefordert, die jeweiligen Arbeitsbereiche anzugeben.¹²⁰



ARBEITSBEREICH A0: ÜBER UND VOR DEM BOHRKOPFTRÄGER UND FIRTSCHILD

ARBEITSBEREICH A1: IM BEREICH DER TBM

ARBEITSBEREICH A2: IM VORDEREN BEREICH DER NLE

ARBEITSBEREICH A3: HINTER DER NLE

① BOHRKOPF ② BOHRKOPFTRÄGER UND FIRTSCHILD

Bild 4.2 Systemskizze TBM-O¹²¹

¹¹⁹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 21.

¹²⁰ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 12.

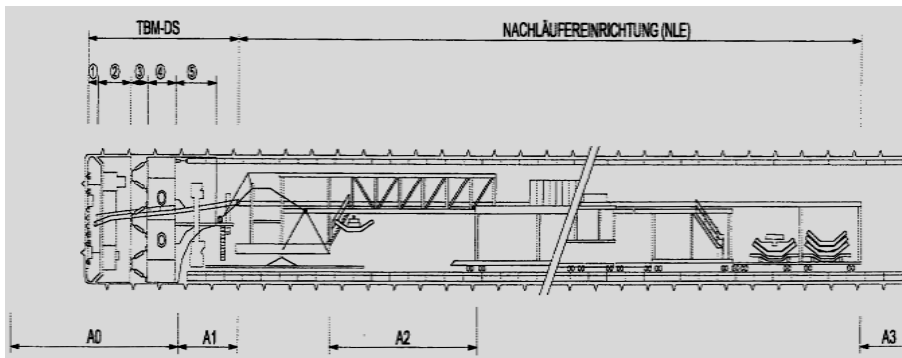
¹²¹ ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 32.

- TBM-S, TBM-DS, SM:

In den Ausschreibungsunterlagen sind die Dicke des Tübbingringes und der Bewehrungsgehalt auf Basis einer Vorplanung mit Vorstatik festzusetzen. Eine andere Möglichkeit ist, die Dicke und den Bewehrungsgehalt des Tübbingringes auch funktional auszuschreiben. Bei der konstruktiven Ausschreibung des Tübbingringes sollten aber AN-Alternativen hinsichtlich der Tübbingdicke und Bewehrungsgehalt nicht ausgeschlossen werden. Dies ist deswegen ein Vorteil für den AG, weil der AN aufgrund seiner unterschiedlichen Unternehmerrerfahrungen im Bereich der Schnittstelle zwischen Vortriebssystem und Ausbau verschiedenen Varianten einbringen kann. Jedoch sind vom AG die maßgeblichen Anforderungen und die der Vorstatik zugrunde liegenden Einwirkunken anzugeben. Zu den weiteren Angaben, die der AG in den Ausschreibungsunterlagen zu erfassen hat, zählen die besonderen Anforderungen bezüglich Verlegegenauigkeit, Oberflächenbeschaffenheit, Dichtheit und andere mehr. Jedoch ist der AG nicht dazu verpflichtet detaillierte Vorgaben zur Ausbildung des Ringes betreffend die Anzahl der Tübbinge pro Ring, die Ringbreite, die Fugenausbildung und dgl. zu gestalten. Diese obliegen dem AN anzubieten, sofern sie nicht der AG vorgibt. Auch das Zusammenwirken von TVM und Ausbau ist vom AN darzustellen.¹²² Bei den Arbeitsbereichen handelt es sich ebenfalls um die Abstände von der Ortsbrust, bei denen der Einbau von Tübbing und die Verfüllung des Ringspaltes stattfinden sollen. Ebenfalls sind bei Zusatz- und Sondermaßnahmen die jeweiligen Arbeitsbereiche zu nennen.¹²³

¹²² Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 21.

¹²³ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 12.



ARBEITSBEREICH A0: ÜBER UND VOR DEM BOHRKOPF, TELESKOPSCILD UND GRIPPERSCHILD

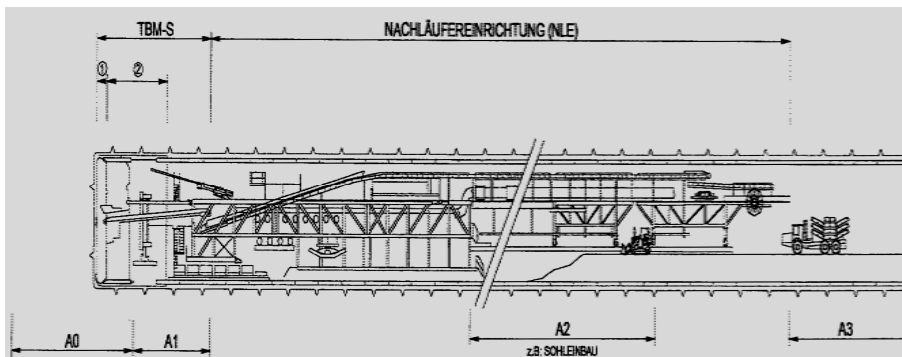
ARBEITSBEREICH A1: IM BEREICH TÜBBINGEINBAU UND SOHLBETTUNG

ARBEITSBEREICH A2: IM VORDEREN BEREICH DER NLE

ARBEITSBEREICH A3: HINTER DER NLE

- ① BOHRKOPF ② FRONTSCHILD ③ TELESKOPBEREICH ④ GRIPPERSCHILD
 ⑤ SCHWANZSCILD

Bild 4.3 Systemskizze TMB-DS¹²⁴



ARBEITSBEREICH A0: ÜBER UND VOR DEM BOHRKOPF, BIS ZUM EINGEZOGENEN HYDRAULIKZYLINDER

ARBEITSBEREICH A1: IM BEREICH TÜBBINGEINBAU UND SOHLBETTUNG

ARBEITSBEREICH A2: IM VORDEREN BEREICH DER NLE

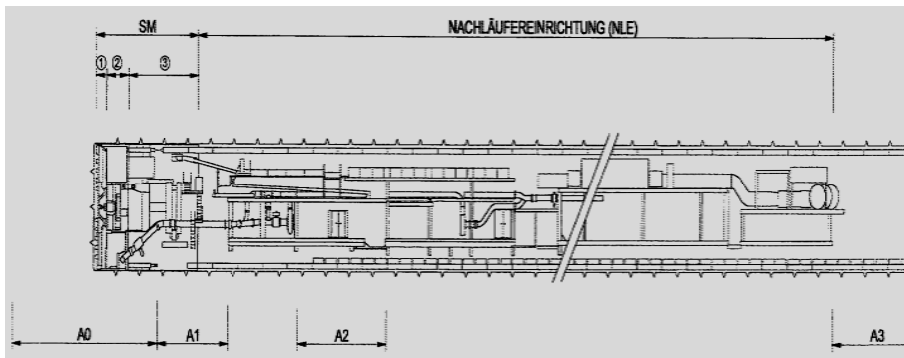
ARBEITSBEREICH A3: HINTER DER NLE

- ① BOHRKOPF ② SCHILD

Bild 4.4 Systemskizze TBM-S¹²⁵

¹²⁴ ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 33.

¹²⁵ ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 34.



ARBEITSBEREICH A0: ÜBER UND VOR DEM SCHNEIDRAD, BIS ZUM EINGEZOGENEN HYDRAULIKZYLINDER

ARBEITSBEREICH A1: IM BEREICH TÜBBINGEINBAU UND SOHLBETTUNG

ARBEITSBEREICH A2: IM VORDEREN BEREICH DER NLE

ARBEITSBEREICH A3: HINTER DER NLE

① BOHRKOPF ② ABBBAUKAMMER MIT ÜBERDRUCK

③ MASCHINENBEREICH OHNE ÜBERDRUCK

Bild 4.5 Systemskizze SM mit Flüssigkeitsstützung¹²⁶

4.5.2.1 Vorgaben zu Sohlübblingen

Die jeweiligen Anforderungen sind vom AG detailliert festzusetzen. Bezüglich des Einbauortes sind Angaben vom AN zu machen, oder auch der AG kann sie vorgeben.¹²⁷

4.5.2.2 Vorgaben zum Ringspalt

Die Ringspaltverfüllung ist in Positionen mit der Einheit m³ anzugeben. Als Alternative gilt aber auch eine Position je m. Für die auszuschreibende Menge sieht die ÖNORM B 2203-2 folgende Regelung vor. Der Mengenvordersatz ist aus dem theoretischen Ringspalt zu ermitteln. Der theoretische Ringspalt bedeutet den Raum zwischen Nominalen Bohrdurchmesser und Tübbingaußenkante. Zu diesem ist ein eventueller Mehrverbrauch aus zum Beispiel Mehrausbruch oder Hohlräumen hinzuzählen und erwartete Verformungen abzuziehen. Hinsichtlich des Ortes der Ringspaltverfüllung sind die Vorgaben vom AG zu treffen. Außerdem sind die erforderlichen bzw. maximal zulässigen Drücke anzugeben.¹²⁸

¹²⁶ ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 35.

¹²⁷ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 21.

¹²⁸ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

4.6 Hinweise zur Ausschreibung der Baustellengemeinkosten

Bei den Baustellengemeinkosten handelt es sich um fixe und variable Kosten. Für die Baustellengemeinkosten sind im Leistungsverzeichnis eigene Positionen vorzusehen. Dabei ist aber gegebenenfalls eine Gliederung nach einzelnen zeitlichen und/oder technischen Abschnitten des Bauablaufes vorzunehmen. Für diese Einteilung sind Kriterien eindeutig festzulegen und auf allfällige Stillliegezeiten ist Bezug zu nehmen.¹²⁹ Zu dieser Art von Kosten zählen die einmaligen Kosten der Baustelle und des Vortriebssystems. Des Weiteren beinhalten die Baustellengemeinkosten die zeitgebundenen Kosten Baustelle (ZGKB) und die Gerätekosten der Baustelle sowie die sonstigen Kosten der Baustelle.¹³⁰

4.6.1 Einmalige Kosten

Als einmalige Kosten der Baustelle werden die Kosten der Baustelleneinrichtung und der Räumung bezeichnet. Im Wesentlichen sind in den einmaligen Kosten die Lohnkosten für Ladearbeiten und für das Auf-, Um- und Abbauen der Baustelleneinrichtung sowie der zugehörigen Stoff-, Transport- und Gerätekosten enthalten. Ebenfalls die Kosten der Erschließung und Inbetriebsetzung der Baustelle sowie die Kosten der Errichtung und des Abbaus von Unterkünften, Küchen, Kantinen und dgl. zählen zu dieser Art von Kosten. Es besteht die Möglichkeit, diese auch in eigenen Positionen zu erfassen. Sie werden als Pauschale abgerechnet.¹³¹

Zusätzlich zu diesen sind eigene Positionen für das Einrichten und Auffahren der Tunnelvortriebsmaschine vorzusehen. Einmalige Kosten des Vortriebssystems sind jene, die nicht von der Bauzeit abhängen bzw. von allfälligen Erschwernissen abhängig sind. Zu dieser Art von Kosten zählt auch die Pauschalabschreibung der Tunnelvortriebsmaschine. Bereits die Ausschreibungsunterlagen müssen hierfür einen Zahlungsplan beinhalten. Dafür gibt es keine bestimmte Regelung, wann und in welchen Prozentsätzen – bezogen auf den Einheitspreis – diese vergütet werden muss. Es bleibt dem Auftraggeber überlassen, welche Einteilung er vornimmt. Eine Möglichkeit für solch einen Zahlungsplan für ein TVM-System wäre zum Beispiel 30% bei Vertragsabschluss, weitere Monatsraten bis 90% zur fertigen Montage auf der Baustelle und die restlichen 10% zwei Monate

¹²⁹ Vgl.: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen; Seite 10.

¹³⁰ Vgl.: SCHNEIDER, E. Der Österreichische Tunnelbauvertrag; http://www.uibk.ac.at/i3b/publikation/PUBL_ES_GestaltungTunnelbauvertraege.pdf, Datum des Zugriffs: 11.05.2010, 11:58 Uhr.

¹³¹ Vgl.: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen; Seite 10.

nach Inbetriebnahme.¹³² Wie bereits erwähnt, bleibt es vollkommen dem Auftraggeber überlassen, wie er die Einteilung des Zahlungsplanes trifft, bzw. welche Meilensteine er als Voraussetzung für die Bezahlung setzt.

4.6.2 Zeitgebundenen Kosten Baustelle

Bei der Leistungserbringung fallen die zeitgebunden Kosten in annähernd gleich bleibender Höhe je Zeiteinheit an. Sie laufen auch bei Bauunterbrechungen weiter, sofern diese von kurzer Dauer sind. Bei längeren Unterbrechungen werden sie allenfalls in verringerter Höhe verrechnet. Auch diese Kosten sind in eigenen Positionen zu erfassen. Zu den ZGKB zählen insbesondere:

- (1) *Gehaltskosten samt den Gehaltsnebenkosten (Summe der Gehaltskosten) aller für die Durchführung des Bauauftrages eingesetzten Angestellten (z.B. technische zeitgebundene Gehaltskosten für Vermessung und Arbeitsvorbereitung);*
- (2) *zeitgebundene Lohnkosten samt den Lohnnebenkosten (z.B. für unproduktives Baustellenpersonal, Bewachung, Reinigung, eventuell Bedienung der Vorhaltegeräte);*
- (3) *Reisekosten des für die Durchführung des Bauauftrages eingesetzten Personals;*
- (4) *Sonstige Kosten der Baustelle, z.B. Mieten, Beheizung, Beleuchtung, Telefon;*
- (5) *Kosten des Betriebes besonderer Anlagen, z.B. von Aufenthaltsräumen, Unterkünften, Küchen, Kantinen, Stromerzeugungs- und Wasserversorgungsanlagen;*
- (6) *eventuelle Betriebskosten von Baustellenfahrzeugen und Vorhaltegeräten.¹³³*

Die ZGKB werden nach dem Bauablauf unterteilt. Dabei ergeben sich die folgenden entsprechenden Abschnitte:

- (1) *Baubeginn bis Vortriebsbeginn;*
- (2) *Vortrieb;*
- (3) *Aufzahlung auf Vortrieb bei gleichzeitiger Herstellung der Innenschale (nur bei zweischaligem Ausbau);*
- (4) *Herstellung der Innenschale nach vertraglichem Vortriebsende (nur bei zweischaligem Ausbau);*
- (5) *Arbeiten nach dem Fertigstellen des Vortriebes bzw. der Innenschale bei zweischaligem Ausbau.¹³⁴*

¹³² Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 13.

¹³³ Vgl.: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen; Seite 10f.

¹³⁴ ÖNORM B 2203-3: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 13.

Dabei gilt, dass für die Positionen (1) und (5) Festzeiten zu vereinbaren sind. Sie werden als Pauschale abgerechnet. Wenn es die Verhältnisse zulassen gilt dies auch für die Position (4). Hingegen bei den Positionen (2) und (3), sowie (4), wenn es die Verhältnisse erfordern, müssen variable Zeiten vereinbart werden. Dafür sind in den Ausschreibungsunterlagen Verrechnungseinheiten (VE) anzugeben. In der Ausschreibung werden dafür vom Auftraggeber die Vortriebsklassen, welche unter Beachtung der Gebirgscharakterisierung einzuteilen sind, angegeben. Die Aufgabe des Bieters ist es, für jede Vortriebsklasse getrennt, Angaben zur Vortriebsgeschwindigkeit zu machen. Aus der Vortriebsklassenverteilung und der Bieterangaben zur Vortriebsgeschwindigkeit zuzüglich Vortriebsunterbrechungen, Zusatzzeiten für Zusatzmaßnahmen, Sondermaßnahmen, allfällige Erschwerniszeiten, angeordnete Umbaumaßnahmen und sonstige Festzeiten werden die Verrechnungseinheiten berechnet. Die Ermittlung der Baudauer erfolgt, indem der Bauablauf zu beschreiben ist und ein Bauzeitmodell vorzugeben ist.¹³⁵

Die Vortriebs-Stillliegezeiten zählen ebenfalls zu den zeitgebundenen Kosten Baustelle. Unter der Stillliegezeit wird jene Zeit verstanden, in welcher das einsatzfähige Baugerät stillgelegt wird jedoch auf der Baustelle verbleibt.¹³⁶ Im Leistungsverzeichnis sind dafür eigene Positionen für die ZGKB (Baustellenregie) und die Gerätekosten pro Vortrieb zu erstellen.¹³⁷

4.6.3 Gerätekosten

Bei den Gerätekosten werden die Einzelgerätekosten und die Gerätekosten der Baustelle unterschieden. Bei den Einzelgerätekosten handelt es sich um die Kosten je Leistungseinheit (Leistungsgerät), die sich aus dem Zeitaufwand bzw. dem Aufwandswert für die Erbringung der betreffenden Leistung auf Grund der Kosten für Abschreibung und Verzinsung ergeben. Die Gerätekosten der Baustelle entsprechen den Vorhaltekosten und werden in den Baustellengemeinkosten erfasst. Die Bestandteile dieser Art von Kosten sind die Abschreibung und Verzinsung sowie die Instandhaltung (Reparatur) der Geräte, wenn diese Kosten nicht bereits in den Leistungspositionen der Einzelgerätekosten erfasst worden sind.¹³⁸

¹³⁵ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 13.

¹³⁶ Vgl.: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen; Seite 5.

¹³⁷ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 13.

¹³⁸ Vgl.: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen; Seite 9ff.

Die Pauschalabschreibung des Tunnelvortriebsystems wurde bereits im Kapitel 0

Einmalige Kosten beschrieben. Die Gerätekosten müssen pro Vortrieb in eigene Positionen erfasst werden. Ebenfalls gilt dies für die Gerätekosten des Vortriebssystems.

4.6.4 Sonstige Kosten der Baustelle

In den sonstigen Kosten der Baustelle sind die Kosten der auftragsbezogenen Planung, die Kosten der Aufnahme der Probetriebes (ohne Betriebsstoffe) und der Einschulung sowie die Kosten der Dokumentation und dgl. enthalten. Des Weiteren beinhalten diese alle Kosten, die die Kosten des üblichen Leistungsumfanges übersteigen, jedoch auf Grund der Vertragsbedingungen für die Leistungserbringung notwendig sind. Für die Erfassung dieser Kosten sind in der Regel eigene Positionen anzuführen.¹³⁹

4.7 Positionen des Ausbruchs

Im Leistungsverzeichnis sollten auch die Positionen für Ausbruch und Sicherung getrennt enthalten sein. Die getrennte Erfassung der Positionen für Ausbruch und Sicherung im Leistungsverzeichnis wird – wie bereits beschrieben – durch die Klassifizierung des Gebirges ermöglicht. Dabei werden die beiden wesentlichsten Einflüsse erfasst. Diese sind die Berücksichtigung der Gebirgseigenschaften und das Verhalten des Gebirges beim Ausbruch sowie der Einfluss von Menge und Art der einzubauenden Stützmittel auf die Vortriebsleistung. Durch diese getrennte Erfassung wird eine konfliktfreie Abrechnung der Leistungen ermöglicht.¹⁴⁰

Bei den Positionen des Ausbruchs handelt es sich um jene, die leistungsbezogenen Kosten verursachen. Für den Ausbruch sind je Vortriebsklasse eine Position für die Bestandteile Lohn und Sonstiges je m vorzusehen. Eine andere Möglichkeit ist eine Position für die Lohnkosten der Vortriebsmannschaft je Zeiteinheit und je Vortriebsabschnitt auszuschreiben. Diese Position beinhaltet auch jene sonstigen Kosten, die nicht in den zeitgebundenen Kosten der Baustelle enthalten sind. Aus den angebotenen Vortriebsgeschwindigkeiten und der ausgeschriebenen Vortriebsklassenverteilung wird die Menge (VE)

¹³⁹ Vgl.: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen; Seite 11.

¹⁴⁰ Vgl.: SCHNEIDER, E: Der Österreichische Tunnelbauvertrag; http://www.uibk.ac.at/i3b/publikation/PUBL_ES_GestaltungTunnelbauvertraege.pdf; Datum des Zugriffs: 11.05.2010, 11:58 Uhr.

berechnet. Diese Berechnung wird analog zur Ermittlung der zeitgebundenen Kosten gemacht. Der nicht zeitgebundene Anteil Sonstiges wird auch in diesem Fall für jede Vortriebsklasse in einer Position in m berücksichtigt.¹⁴¹

Für Nischen und Querschlagsanschlüsse müssen Positionen für Vorbereitung, Abbruch des Ausbaus, Ausbruch, Stützmittel sowie etwaige Erschwernisse und Mehraufwendungen beim Vortrieb ausgeschrieben werden.¹⁴²

Weitere Bestandteile der Positionen des Ausbruchs sind der Ausbruch für das Überbohrmaß (\ddot{u}_B) und der Mehrausbruch bergseitig der Grenzfläche A. Diese beiden weiteren Positionen werden im Folgenden besprochen.

4.7.1 Ausbruch für das Überbohrmaß (\ddot{u}_B)

Der AG hat ein allenfalls erforderliches Überbohrmaß je Vortriebsabschnitt anzugeben. Bezüglich der Auswirkungen dieses auf den Ausbruchspreis und den zeitgebunden Kosten sind in den Ausschreibungsunterlagen je nach Projekt unterschiedliche Regelungen zu vereinbaren.¹⁴³

4.7.2 Mehrausbruch bergseitig der Grenzfläche A

Die Grenzfläche A wird beim TVM-Vortrieb mit konventionellen Ausbau bestimmt durch den maximal effektiven Bohrdurchmesser (D_{ME}), der mit nicht abgenutzten Bohrwerkzeugen aufgefahren wird, zuzüglich den in den Ausschreibungsunterlagen vom AG angegebenen und vom AN gemäß seiner Einschätzung zu berücksichtigendes Überprofil (\ddot{u}_P). Beim Ausbau mit Tübbing mit oder ohne Innenschale entspricht die Grenzfläche A dem maximal effektiven Bohrdurchmesser (D_{ME}).¹⁴⁴

Bei der Anwendung einer TBM-O oder TBM-A ist für das Schuttern und Abtransportieren des Mehrausbruchs bergseitig der Grenzfläche A eine eigene Position vorzusehen. Diese Position ist unabhängig von den Vortriebsklassen. Außerdem hat die Ausschreibung Positionen für das Zerkleinern, Aufnehmen und Fördern der Blöcke aus dem Sohlbereich in den Schutterweg zu beinhalten. Hingegen müssen beim Vortrieb mit einer TBM-S, TBM-DS oder SM die Ausschreibungsunterlagen keine

¹⁴¹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 16.

¹⁴² Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite a.a.O.

¹⁴³ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite a.a.O.

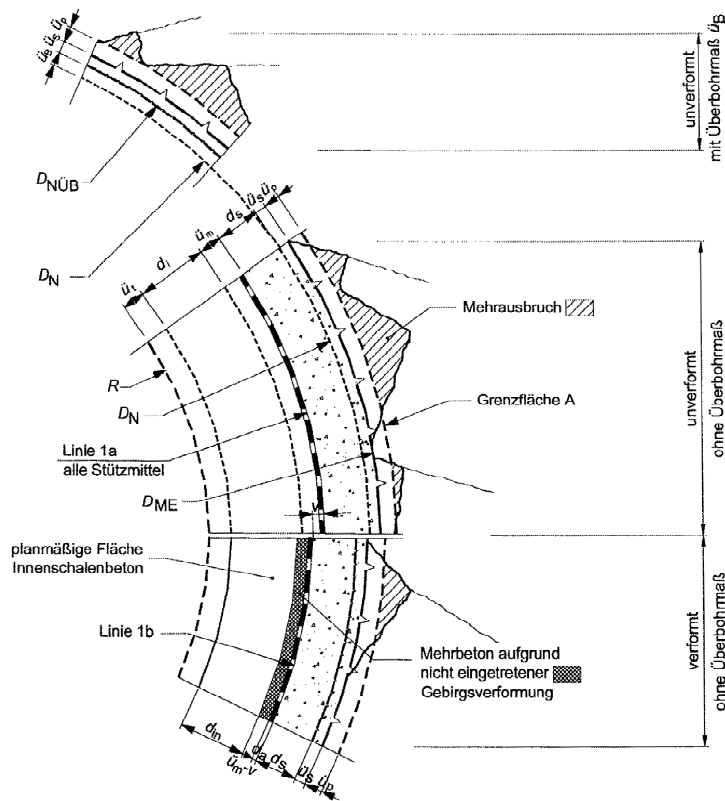
¹⁴⁴ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 17f.

eigene Position für den Mehrausbruch enthalten. Es ist eine Regelung zu treffen, wie die Auswirkungen des Mehrausbruchs auf die zeitgebundenen Kosten zu behandeln sind. Dabei soll auf das jeweilige Projekt Bezug genommen werden.¹⁴⁵

Bei den folgenden Bildern handelt es sich um eine schematische und vereinfachte Darstellung der Ausbruchsquerschnitte. Dabei werden beim konventionellen Ausbau für den Innenausbau und den Bohrkopf gleiche Mittelpunkte angenommen. Beim Tübbingausbau ohne und mit Innenschale werden die Ausbruchsquerschnitte unter der Annahme gleicher Mittelpunkte von Schneidrad, Schild, Schildmantel und Innenausbau dargestellt.¹⁴⁶

¹⁴⁵ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 16.

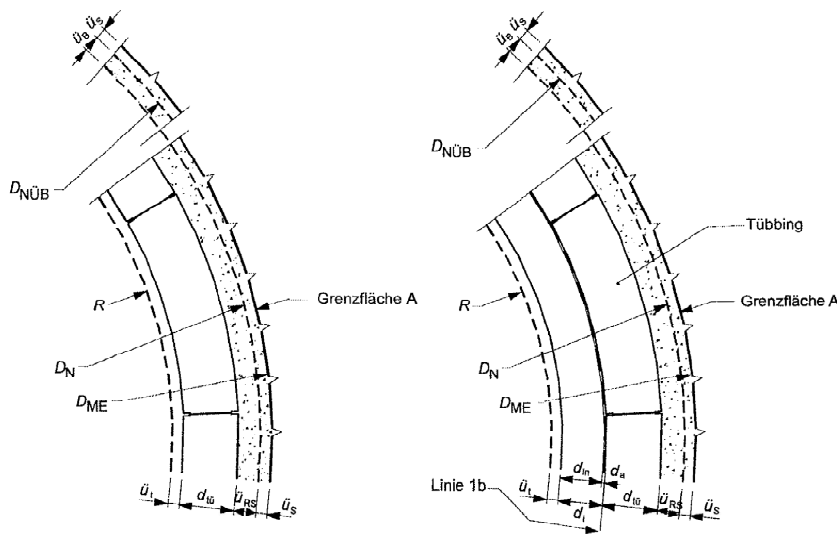
¹⁴⁶ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 17f.



- | | | | |
|------------------|---|------------------|--|
| R ... | Radius des lichten Querschnitts | \ddot{u}_p ... | im Zuge der Ausschreibung vom AG angegeben und vom AN gemäß seiner Einschätzung zu berücksichtigendes Überprofil bis zur Grenzfläche A |
| \ddot{u}_i ... | in der Ausschreibung vorgegebenes Maß zur Kompensation von TVM-Vortriebsabweichungen und Schalungstoleranzen; vom AG vorgegeben | \ddot{u}_B ... | Überbohrmaß |
| d_i ... | plangemäße Dicke der Innenschale einschließlich Abdichtungsuntergrund und Abdichtung ($d_i = d_{in} + d_a$) | \ddot{u}_m ... | Übermaß für die Aufnahme der erwarteten Gebirgs- und Ringverformungen; im Zuge der Ausschreibung vom AG festzulegen |
| d_{in} ... | plangemäße Dicke der Innenschale | D_N ... | Nominaler Bohrdurchmesser vom AG vorgegeben; $D_N = 2 (R + \ddot{u}_i + d_i + \ddot{u}_m + d_s)$ |
| d_a ... | plangemäße Dicke des Abdichtungsuntergrundes und der Abdichtung | $D_{NÜB}$... | Nominaler Bohrdurchmesser mit Überbohrmaß; $D_{NÜB} = D_N + 2 \ddot{u}_B$ |
| v ... | eingetretene Gebirgsverformung | D_E ... | effektiver Bohrdurchmesser (veränderlich) |
| d_s ... | festgelegte Dicke des Spritzbetons als Stützmaßnahme | D_{ME} ... | max. effektiver Bohrdurchmesser mit nicht abgenutzten Bohrwerkzeugen |
| \ddot{u}_s ... | Überschnitt aus der Sphäre des AN für Werkzeugabnutzung, Kurvenfahrt u.a.; vom AN anzugeben | A ... | Grenzfläche, bestimmt durch $D_{ME} + \ddot{u}_p$ |

Bild 4.6 TVM-Vortrieb mit konventionellen Ausbau¹⁴⁷

¹⁴⁷ ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 17.



- R ... Radius des lichten Querschnitts
- \hat{u}_t ... in der Ausschreibung vorgegebenes Maß zur Kompensation von TVM-Vortriebsabweichungen; vom AG vorgegeben
- $d_{t\ddot{u}}$... Dicke des Tübbings
- \hat{u}_{RS} ... Ringspalt
- \hat{u}_B ... Überbohrmaß
- \hat{u}_S ... Überschritt aus der Sphäre des AN für Werkzeugabnutzung, Kurvenfahrt u.a., vom AN anzugeben
- D_N ... Nominaler Bohrdurchmesser vom AG vorgegeben;
- $D_{N\ddot{u}B}$... Nominaler Bohrdurchmesser mit Überbohrmaß; $D_{N\ddot{u}B} = D_N + 2 \hat{u}_B$
- D_E ... effektiver Bohrdurchmesser
- D_{ME} ... max. effektiver Bohrdurchmesser mit nicht abgenützten Bohrwerkzeugen
- A ... Grenzfläche, entspricht D_{ME}

- R ... Radius des lichten Querschnitts
- \hat{u}_t ... in der Ausschreibung vorgegebenes Maß zur Kompensation von TVM-Vortriebsabweichungen; vom AG vorgegeben
- d_i ... plangemäße Dicke der Innenschale einschließlich Abdichtungsuntergrund und Abdichtung ($d_i = d_{in} + d_a$)
- d_{in} ... plangemäße Dicke der Innenschale
- d_a ... plangemäße Dicke des Abdichtungsuntergrundes und der Abdichtung
- $d_{t\ddot{u}}$... Dicke des Tübbings
- \hat{u}_{RS} ... Ringspalt
- \hat{u}_B ... Überbohrmaß
- \hat{u}_S ... Überschritt aus der Sphäre des AN für Werkzeugabnutzung, Kurvenfahrt u.a., vom AN anzugeben
- D_N ... Nominaler Bohrdurchmesser vom AG vorgegeben;
- $D_{N\ddot{u}B}$... Nominaler Bohrdurchmesser mit Überbohrmaß; $D_{N\ddot{u}B} = D_N + 2 \hat{u}_B$
- D_E ... effektiver Bohrdurchmesser
- D_{ME} ... max. effektiver Bohrdurchmesser mit nicht abgenützten Bohrwerkzeugen
- A ... Grenzfläche, entspricht D_{ME}

Bild 4.7 Tübbingausbau ohne Innenschale (links), Tübbingausbau mit Innenschale (rechts)¹⁴⁸

¹⁴⁸ ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 18.

4.8 Erschwernisse

Als Erschwernisse gelten hier jene, die zu erwarten sind und die auch vertraglich erfasst werden können. Für solche sind in Hinblick auf die Auswirkungen auf die zeitgebundenen und sonstigen Kosten projektspezifische Regelungen zu erstellen. Wenn es sich um eindeutig beschreibbare und kalkulierbare Erschwernisse handelt, sind die Lohnkosten der Vortriebsmannschaft je Zeiteinheit und je Vortriebsabschnitt und der nicht zeitgebundene Anteil Sonstiges für jede Vortriebsklasse in m jeweils in eigenen Positionen auszuschreiben.¹⁴⁹

Im Folgenden werden die laut ÖNORM B 2203-2 zu erwarteten Erschwernisse beschrieben.

4.8.1 Wassererschwnisse

Als Wassererschwnisse wird der Zudrang von Bergwasser bezeichnet. Die ÖNORM sieht dabei eine projektspezifische Abgeltung der zusätzlichen Vortriebszeiten in Kalendertagen (KT) oder Verrechnungseinheiten vor. Diese zusätzlichen Vortriebszeiten werden mittels Abminderungsfaktoren berechnet. Es müssen Positionen für die zeitgebundenen Kosten der Baustelle, Lohnkosten der Vortriebsmannschaft je Zeiteinheit und sonstige zeitabhängige Kosten, die nicht in den ZGKB enthalten sind, ausgeschrieben werden. Erforderlichenfalls sind in den Ausschreibungsunterlagen auch Positionen für Sonstiges, wie erhöhter Verschleiß und erhöhte Reparaturkosten, anzuführen.¹⁵⁰

4.8.2 Hoher Verschleiß

Im Fall von extrem abrasivem Gestein bzw. Überschreiten der vertraglich festgesetzten Bandbreite der verschleißrelevanten Parameter können Erschwernispositionen ausgeschrieben werden. Von extrem abrasivem Gestein wird dann gesprochen, wenn zum Beispiel der Cerchar Abrasivität Index über 4,0 liegt. In diesen Positionen werden der erhöhte Verschleiß der Bohrwerkzeuge und die daraus folgende Leistungsminderung erfasst. Dabei soll die Bestimmung der Abrasivität nach geeigneten Versuchen erfolgen. Aufgrund dieser soll dann die Feststellung der Schwellenwerte der einzelnen Erschwernispositionen ermöglicht werden.¹⁵¹

¹⁴⁹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 19.

¹⁵⁰ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

¹⁵¹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

4.8.3 Klebrigkeit

In diesen Positionen sind die Maßnahmen zur Vermeidung oder zur Reduktion von Verklebungserscheinungen zu beschreiben. Dabei sollen Leistungen, die zur Beseitigung von Verklebungen führen, in gesonderten Positionen erfasst werden.¹⁵²

4.8.4 Hindernisse

Bei den zu erwartenden Hindernissen handelt es sich zum Beispiel um natürlich Hindernisse (Findlinge, Baumstämme, etc.) oder künstliche Hindernisse (Brunnen, Bohrgestänge, etc.). Diese sind detailliert zu beschreiben und zu kalkulieren. Außerdem sind die Abrechnungskriterien zu definieren, damit die Leistungen kalkulierbar sind und über Leistungspositionen abgerechnet werden können. Für sonstige nicht genau beschreibbare bzw. kalkulierbare Leistungen aufgrund von Hindernissen besteht die Möglichkeit, diese über vorzusehende aufwandsabhängige Positionen auszuschreiben.¹⁵³

4.9 Regiepositionen

Als Regieleistungen werden jene bezeichnet, deren Abrechnung nach tatsächlichem Aufwand erfolgt. Dabei werden die angehängten und selbstständigen Regieleistungen unterschieden. Bei den angehängten Regieleistungen handelt es sich um jene, die im Rahmen eines Einheitspreis- oder Pauschalpreisvertrag anfallen. Diese werden daher nicht gesondert vergeben. Bei den selbstständigen Regieleistungen verhält es sich genau umgekehrt. Diese fallen nicht im Rahmen eines Einheitspreis- oder Pauschalpreisvertrages an und müssen daher gesondert vergeben werden.¹⁵⁴

Eine Abrechnung nach Regiepositionen soll dann vorgesehen werden, wenn beim Vortrieb Leistungen zur Anwendung kommen, die nicht in der Leistungsbeschreibung vorhanden sind. Solche Leistungen können zum Beispiel bei unzureichend standfestem Gebirge mit fortschreitender Auflockerung (laufender Teilverbruch), bei großen Verspannproblemen, bei gebirgsbedingten großen Steuerungsschwierigkeiten (Absinken der TVM), bei Vortriebsarbeiten vor dem Bohrkopf und anderen Erschwernissen verursacht werden. Auch wenn es im Zuge der Anwendung von Sondermaßnahmen zu Umständen kommt, die zu einer

¹⁵² Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 19.

¹⁵³ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

¹⁵⁴ Vgl.: ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen, Seite 9.

Unterbrechung des Vortriebs führen oder Vortriebsarbeiten erfordern, die nicht nach vereinbarten Positionen oder daraus ableitbaren neuen Positionen abgegolten werden können, so ist eine Verrechnung nach Regiepositionen durchzuführen. Wenn für Leistungen im Leistungsverzeichnis an anderer Stelle keine Positionen vorgesehen sind, so sind sie an dieser Stelle aufzunehmen. Dabei kann es sich um Positionen für die produktiven Lohnkosten der Vortriebsmannschaft, um Betriebskosten des Vortriebs und erforderlichenfalls um die Transport- und Logistikeinrichtung handeln. Außerdem sollten diese Positionen die Kosten für Reparatur, Verschleiß und Energie enthalten.¹⁵⁵

4.10 Geotechnische Messungen

Dem AG steht es frei zu wählen, ob er einen Dritten (Spezialunternehmer) mit der Durchführung der geotechnischen Messungen beauftragt, oder ob der AN diese Arbeiten ausführen soll. Vom AG ist ein geotechnisches Messprogramm anzugeben. Dieses muss abgestimmt sein auf die vorliegenden Ergebnisse der Voruntersuchungen, auf die Größe und den Zweck des Bauwerkes sowie auf das geplante Tunnelvortriebssystem. Es sind Messungen in den jeweiligen Querschnitten durchzuführen. Außerdem muss der Abstand der Messquerschnitte bekannt sein und die zeitliche Abfolge der Null- und Kontrollmessungen erfasst werden. Dies sollte unbedingt Teil der geotechnischen Messung sein, damit Rückschlüsse auf Verformungen des Hohlraumrandes und des umgebenden Gebirgskörpers sowie auf die Beanspruchungen der Stützmittel und der Innenschale getroffen werden können.¹⁵⁶

Somit sollen in den Ausschreibungsunterlagen die Durchführung der geotechnischen Messung und die Vorgangsweise bei der Auswertung, der Interpretation und der Umsetzung beschrieben werden. Für die Auswertmethode gilt eine möglichst genaue und vorausschauende Erfassung des Gebirgsverhaltens. Außerdem sind vertragliche Regelungen zur Vergütung der erforderlichen Leistungen für den Messgeräteeinbau und geotechnische Messungen sowie Verzögerungen im Bauablauf zufolge des Messgeräteeinbaus und der Messung zu treffen.¹⁵⁷

¹⁵⁵ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 20.

¹⁵⁶ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 22.

¹⁵⁷ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

4.11 Abdichtung

Bei der Abdichtung von Hohlräumen sind die erwartete Menge, der Druck, die Temperatur, die chemische Zusammensetzung und die erwarteten Ausfällungen des zutretenden Bergwassers von Bedeutung. Die Maßnahmen dafür sind unter Berücksichtigung dieser Faktoren festzulegen. Dabei sind eigene Positionen für Abdichtungsträger, Schutzschicht, Dichtungsbahnen und Fugenbänder auszuschreiben. Auch die Güteanforderungen an die einzelnen Materialien und deren Prüfung sind anzuführen. Bei einem Vortrieb mit TBM-S, TBM-DS oder SM mit Tübbingausbau kann für das Abdichtungssystem alternativ eine Position je m Tunnel vorgesehen werden. Das Leistungsverzeichnis muss außerdem jeweils eigene Positionen für Mehraufwendungen bei der Abdichtung von Nischen mit der Abrechnung nach Stück und die Mehraufwendungen bei der Abdichtung von Bauwerksübergängen enthalten. Für eine zweischalige Auskleidung mit einer Tübbingaußenschale und dazwischen liegender Folienabdichtung gilt es, die Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit des Tübbingringes als Abdichtungsträger in den Ausschreibungsunterlagen anzuführen.¹⁵⁸

4.12 Innenschalenarbeiten

Es sind Positionen für die Herstellungsart der Innenschale vorzusehen. Außerdem müssen die Bewehrung für die Innenschale, die Sohle sowie allfällige Sonderbewehrungen in getrennten Positionen angeführt werden. Des Weiteren sind die besonderen Anforderungen an den Brandschutz auszuschreiben.¹⁵⁹

Es gibt zwei Arten zur Herstellung der Innenschalen. Es gibt die Innenschale aus Spritzbeton und die Ortbeton-Innenschale. Die speziellen Bedingungen der Ausschreibung werden im Folgenden näher beschrieben.

4.12.1 Innenschale aus Spritzbeton

Bei der Verwendung einer Innenschale aus Spritzbeton sind die Betonsorte, die Betondeckung sowie die Toleranzen festzusetzen. Werden Bewehrungsfasern verwendet, so sind diese zu detaillieren und der Mindestgehalt ist anzugeben. Scheint es erforderlich zu sein, so ist ebenfalls die Oberflächenbeschaffenheit vorzugeben.¹⁶⁰

¹⁵⁸ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; Seite 23.

¹⁵⁹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

¹⁶⁰ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

4.12.2 Ortbeton-Innenschale

Es gibt jeweils eine Empfehlung für die Ausschreibung der Positionen für Innenschalenarbeiten mit Ortbeton für die TBM-O und TBM-A sowie für die TBM-S, TBM-DS und SM. Beim Vortrieb mit TBM-O oder TBM-A sollten der Ortbeton von Innenschalen nach dem Aufmaß oder dem Verbrauch (m^3) ausgeschrieben werden. Es ist auch eine Position je m Tunnel für die von der Betonkubatur unabhängigen Kosten anzugeben. Bei der Verwendung einer TBM-S, TBM-DS oder SM mit Tübbingausbau besteht die Möglichkeit, eine Position für die Ortbeton-Innenschale alternativ je m Tunnel auszuschreiben. In weiteren Positionen ist festzulegen, ob bei einer getrennten Ausführung der Innenschale diese dem Tübbingverlauf folgt oder ein Einbau fix nach einer vorgegebenen Tunnelachse erfolgen muss. Für die Ortbeton-Innenschale sind die Minstdicke, die Betonsorte, die Regelblocklänge sowie die Maßtoleranzen anzuführen.¹⁶¹

¹⁶¹ Vgl.: ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm; a.a.O.

5 Vergleich der Ausschreibungsunterlagen

In diesem Kapitel werden nun vier Ausschreibungsprojekte miteinander verglichen. Dabei wird konkret auf die in Kapitel 3 genannten Kriterien, die Ausschreibungsunterlagen von TVM-Systemen nach der ÖNORM B 2203-2 zu beinhalten haben, eingegangen. Anhand des Vergleichs wird einerseits festgestellt, ob die Ausschreibungsunterlagen diese Vorgaben nach der Norm enthalten und andererseits wird gezeigt, wie sich diese Angaben voneinander unterscheiden. Zum Abschluss dieses Vergleichs wird die ÖNORM in Hinblick auf die Abweichungen beurteilt.

Bei den vier Projekten handelt es sich um drei, die nach den österreichischen Normen ausgeschrieben werden müssen und um eines, deren Ausschreibung auf Basis der deutschen Normung erfolgen muss. Das deutsche Tunnelbauprojekt dient einerseits dazu, einen Vergleich zwischen den beiden deutschsprachigen Ländern zu erhalten und andererseits um die Unterschiede der Ausschreibungsunterlagen zwischen den beiden Staaten aufzuzeigen. Die österreichischen Tunnelbauprojekte erhalten beim Vergleich die Bezeichnung von 1-3. Beim Projekt 4 handelt es sich um die Ausschreibungsunterlagen eines deutschen Tunnelbauprojektes. Beim Vergleich zwischen „Österreich und Deutschland“ sollen jene Bestandteile aufgezeigt werden, welche die beiden enthalten und nicht welche Angaben das Projekt 4 nicht enthält.

5.1 Vergleich Gebirgsbeschreibung

In diesem Vergleich werden die Bedingungen, die durch die Richtlinie für Geomechanische Planung von Untertagebauwerken gestellt werden, der einzelnen Ausschreibungsunterlagen analysiert. Dabei wird untersucht, ob die drei österreichischen Tunnelbauprojekte die Vorgaben der Richtlinie beinhalten. Außerdem werden die Abweichungen zu dieser aufgezeigt und andere abgewandelte Vorgehensweisen beschrieben.

Bei diesem Vergleich werden ausschließlich die vorliegenden Baugrundgutachten und geomechanischen Prognosen untersucht. Als Baugrundgutachten dienen dazu ein geologisches, hydrogeologisches und geotechnisches Gutachten. Die Ergebnisse dieser werden in der geomechanischen Prognose zusammengefasst.

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse dieses Vergleichs der Gebirgsbeschreibung veranschaulicht und erklärt.

Tabelle 5.1 Vergleich Beschreibung der Gebirgsarten

Beschreibung der Gebirgsarten				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Maßgebende Parameter	✓	✓	✓	
Beschreibung der Gesteinsart	✓	✓	✓	✓
Gesteinseigenschaften	✓	x ¹⁾	✓	✓
Trennflächeneigenschaften	✓	x ¹⁾	✓	

¹⁾ mit Verweis auf fehlende Unterlagen, die diese Beschreibungen beinhalten

In den drei österreichischen Tunnelbauprojekten werden die maßgebenden Parameter entweder in Form einer Aufzählung angeben oder als Text beschrieben. Bei der Beschreibung der Gebirgsart werden die vorkommenden Gebirgsarten definiert. Als Gesteinseigenschaften werden Festigkeitskennwerte, der Mineralbestand oder die Verwitterung angegeben. Diese Kennwerte sind aber nur in Projekt 1 und 3 zu finden. Als Trennflächeneigenschaften werden ebenfalls in diesen beiden Projekten die Orientierung der dominierenden Scharen sowie die Anzahl und Orientierung der Scharen genannt.

Im Projekt 2 wurden in den Gutachten weder die Gesteinseigenschaften noch die Trennflächeneigenschaften beschrieben. Im Gutachten wird auf eine Zusammenstellung der Gebirgsarten hingewiesen, welche in Form einer Planbeilage vorliegt. Diese Planbeilage ist aber nicht Teil der vorhandenen Unterlagen. Deshalb konnte diese nicht untersucht werden und die Angabe der Gestein- und Trennflächeneigenschaften wurde ausgeschlossen.

Beim deutschen Tunnelbauprojekt werden zur Beschreibung der Gebirgsarten keine Schlüsselparameter definiert um die vorkommenden Gebirgsarten zusammenzufassen, sondern es werden die einzelnen Schichten mit den vorkommenden Gesteinsarten beschrieben. Außerdem werden weitere Angaben bezüglich Störungen und Klufflächen getätigt. Als Gebirgseigenschaften werden u.a. die Abrasivität, Festigkeitskennwerte, Verwitterung definiert und beschrieben. Zur weiteren Beschreibung der geologischen Verhältnisse dienen geotechnische Kennwerte. Ebenfalls werden die hydrogeologischen Verhältnisse dargestellt. Dabei handelt es sich um eine idealisierte Darstellung der Poren- und Kluftwasserleiter in Form eines Grundwasserspiegels.

Tabelle 5.2 Vergleich Gebirgsverhaltenstypen

Gebirgsverhaltenstypen				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Skizze der erwarteten Gebirgsstruktur und der Versagensmechanismen	✓	x ²⁾	✓	
Gesteinsart	✓	✓	✓	✓
Orientierung der maßgeblichen Trennflächen relativ zum Hohlraum	✓	~	✓	
Beschreibung der Gebirgsbeanspruchung	✓	✓	✓	
Bergwasser, Menge und Einfluss auf des Gebirgsverhalten	✓	✓	✓	✓
Gebirgsverhalten (Ausbruchsverhalten Laibung und Ortsbrust, Art der Überbeanspruchung, Bruchmechanismen, Langzeitverhalten)	✓	✓	✓	✓
Verschiebung des Hohlraumes, Einschätzung von Größe und Richtung	✓	x ²⁾	✓	

²⁾ kein Verweis auf Planbeilagen

In Projekt 1 und 3 liegt eine vollständige Zusammenstellung der Gebirgsverhaltenstypen vor. Dabei werden in einem Formular die Bedingungen, die von der Richtlinie für Geomechanische Planung von Untertagebauwerken gestellt werden, zusammengefasst. Bei der Skizze handelt es sich um eine typische Ortsbrustdarstellung mit Längenschnitt. In dieser Abbildung wird das Trennflächengefüge schematisch dargestellt und die Versagensmechanismen in Bezug auf den Ausbruchsquerschnitt gezeigt. Die weiteren Faktoren, die in der obenstehenden Tabelle abgebildet sind, werden in den Ausschreibungsunterlagen in Form eines Textes beschrieben.

Im Projekt 2 werden die unterschiedlichen Gebirgsverhaltenstypen genannt. In der Beschreibung dieser werden die Art der Gebirgsbeanspruchung und die Größe der jeweiligen Deformationen kurz nach dem Ausbruch angeführt. Die Orientierung des Trennflächengefüges wird ausschließlich als günstig oder ungünstig beschrieben. Die Angabe betreffend das Bergwasser wird für alle Gebirgsverhaltenstypen verallgemeinert, da die prognostizierte Menge keinen Einfluss auf diese hat. Im Gegensatz zur Beschreibung der Gebirgsarten, für die Skizzen der erwarteten Gebirgsstruktur und der Versagensmechanismen sowie die Verschiebung des Hohlraumes und Einschätzung von Größe und Richtung kein Verweis einer vorhandenen Planbeilage gegeben. Deswegen muss davon ausgegangen werden, dass diese nicht Teil des Ausschreibungsprojektes sind.

In Projekt 4 werden im sogenannten „Tunnelbautechnischen Bericht“ auf die Beschreibung der Gebirgsarten aufbauend drei Vortriebsarten vorgeschlagen, die auf Grund der günstigen Baugrundverhältnisse zum Einsatz kommen können. Nach einer Diskussion durch das Abwägen der einzelnen Kriterien für die Wahl des Bauverfahrens wird eine Vortriebsart

ausgeschlossen. Nach einer weiteren Aufzählung von Vor- und Nachteilen für diese beiden Varianten, folgt eine Empfehlung für eine Schildmaschine mit Vollschnittabbau. Jedoch werden in weiterer Folge Homogenbereiche für diese beiden Vortriebsmethoden definiert und daraus die Gebirgsverhaltenstypen abgeleitet. Für diese Gebirgstyp-Zonen werden die Tunnelmeter und die prozentuelle Aufteilung in Bezug auf die Gesamtlänge angegeben. Aus diesem folgt die Vortriebsklassifizierung.

Tabelle 5.3 Vergleich Festlegung von Ausbruch und Sicherung

Festlegung von Ausbruch und Sicherung				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Untersuchung des Systemverhaltens	✓	✓	x ³⁾	
Stützmittel	✓	✓	x ³⁾	✓
Zusatzmaßnahmen	✓	✓	x ³⁾	
Sondermaßnahmen	✓	✓	x ³⁾	

³⁾ Es existieren keine Unterlagen dafür. Festlegung von Ausbruch und Sicherung erfolgt nur für zyklischen Vortrieb.

In Projekt 1 werden die unterschiedlichen Systemverhaltenstypen in Abhängigkeit der Gebirgsverhaltenstypen angegeben. Dabei wird jedes Systemverhalten beschrieben und es erfolgt die Zuordnung der Stützmittel. Außerdem werden Zusatz- und Sondermaßnahmen angegeben. In Projekt 2 die Regel-, Zusatzmaß- und Sondermaßnahmen derart festgelegt, dass die Anforderungen an das Systemverhalten erfüllt werden. Die einzelnen Systemverhaltenstypen werden auch nicht aufgezählt oder beschrieben und es erfolgt auch keine Zuweisung der Stützmittel. Diese werden lediglich in den Regelmaßnahmen festgelegt und beschrieben.

Die Gutachten aller vier Projekte sind sowohl auf zyklischen als auch kontinuierlichen Vortrieb ausgelegt. In Projekt 3 wurden jedoch nicht alle Planungsmaßnahmen für beide Vortriebsarten durchgeführt. Dies betrifft insbesondere die Festlegung von Ausbruch und Sicherung. Die Definition der Stützmittel wurde bei diesem Tunnelbauprojekt ausschließlich für den zyklischen durchgeführt. Im Geomechanischen Bericht wird darauf bereits am Anfang hingewiesen.

In Projekt 4 werden die Anforderungen an den Tunnelausbau beschrieben. Dabei werden die Methoden für Ausbruch und Sicherung festgelegt. Ebenfalls erfolgt die Bemessung des Ausbaus für ungestörtes bzw. weitgehend ungestörtes sowie für gestörtes Gebirge bzw. Störzonen.

Tabelle 5.4 Vergleich Tunnelbautechnischen Rahmenplans

Tunnelbautechnischer Rahmenplan				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Geologische Prognose mit Verteilung der erwarteten Gebirgsarten	✓	✓	x ⁴⁾	
Abgrenzung der Vortriebsbereiche, in welchen bestimmte Vorgaben für die Festlegung vor Ort Gültigkeit haben	✓	✓	x ⁴⁾	
Vorgaben für den Ausbruch und die Stützung	✓	✓	x ⁴⁾	
Angaben jener Maßnahmen, die vor Ort festzulegen sind	✓	✓	x ⁴⁾	
Angaben zum Systemverhalten	✓	✓	x ⁴⁾	
Angaben im Rahmen des geotechnischen Sicherheitsmanagements	✓	✓	x ⁴⁾	

⁴⁾ Es existieren keine Unterlagen dafür. Angabe des Tunnelbautechnischen Rahmenplanes nur für zyklischen Vortrieb.

In den Projekten 1 und 2 sind sämtliche Angaben, die die Richtlinie für Geomechanische Planung von Untertagebauwerken fordert, enthalten. Für das Projekt 3 wurde der Tunnelbautechnische Rahmenplan ebenfalls nur für den zyklischen Vortrieb festgesetzt. Im Geomechanischen Bericht wird ebenfalls am Anfang darauf hingewiesen. In Projekt 4 werden keine Annahmen hinsichtlich eines Tunnelbautechnischen Rahmenplanes getroffen.

Für die Angaben jener Maßnahmen, die vor Ort festzulegen sind, wurden weitere Zusatz- und Sondermaßnahmen festgelegt. In Folge des geotechnischen Sicherheitsmanagements wurden Warnkriterien, welche auf die Unterschiede zwischen dem erwarteten und dem eingetretenen Systemverhalten schließen lassen, angegeben und ein Sicherheitsplan erstellt.

Auf Basis aller getroffenen Annahmen erfolgt in den Projekten 1, 2 und 4 die Einteilung in Vortriebsklassen. Nachdem in diesen drei Tunnelbauprojekten entweder eine TBM-S, TBM-DS oder SM zur Wahl steht, wurde keine Vortriebsklassenmatrix erstellt. Somit resultiert ausschließlich eine Einteilung in Vortriebsabschnitte. Die Unterlagen des Projektes 3 enthalten keine Vortriebsklassifizierung für den kontinuierlichen Vortrieb.

5.2 Vergleich Projektbeschreibung

Für diese Untersuchung wurden die Baubeschreibung, die rechtlichen Vertragsbestimmungen und die Technischen Vertragsbestimmungen, die Teil der Ausschreibungsunterlagen sind, herangezogen. In der ÖNORM B 2203-2 werden Vorgaben getroffen, die mindestens in der Baubeschreibung enthalten sein müssen. Aufgrund dieser Annahmen

wurde die nachfolgende Tabelle erstellt. Diese zeigt, ob alle Kriterien für eine Baubeschreibung laut ÖNORM erfüllt sind.

Tabelle 5.5 Vergleich Projektbeschreibung

Projektbeschreibung				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Anfahr-, Montage- und Demontagebereich der TVM	✓	✓	✓	✓
sämtliche Baustelleneinrichtungsflächen	✓	✓	✓	✓
Bereitstellung von Strom und Wasser-/Abwasseranschluss	✓	✓	✓	✓
Anzahl der Angriffsstellen, Fensterstollen und Schächte	✓	✓	✓	✓
Anzahl und Art von Notausgängen, Querschlägen und Nischen	✓	✓	✓	✓
Anzahl der Baulose sowie Auswirkungen bei Verschiebung der Baulosgrenze	✓ ⁵⁾	✓ ⁵⁾	✓ ⁵⁾	✓
Bautermine und allenfalls Zwischentermine	✓	✓	✓	✓
bekannte und vermutete Hindernisse unter und über Tage	✓	✓	✓	✓
alle Angaben zum Bauablauf und zum Bauzeitmodell	✓	✓	✓	✓
Angaben über eine gleichzeitig (nacheilende) mit den Vortriebsarbeiten herzustellende Innenschale	x	x	x	
Auswirkungen, die baulosübergreifend sind	x	x	x	
Angaben zum geotechnischen Sicherheitsmanagement und gegenseitige Beeinflussung von Tunnel und Oberfläche	✓	✓	x	
Angaben zu besonderen technischen Anforderungen	✓	✓	✓	✓

⁵⁾ Es wird nur eine Angabe über die Anzahl der Baulose, jedoch die Auswirkungen bei Verschiebung der Baulosgrenze werden nicht näher beschrieben.

Bei den österreichischen Tunnelbauprojekten wurden bis auf zwei Ausnahmen sämtliche Anforderungen laut ÖNORM B 2203-2 erfüllt. Jene beiden Vorgaben, die mit einem x versehen sind, konnten in den Ausschreibungsunterlagen nicht gefunden werden.

Die vorgesehenen Flächen bzw. Bereiche für die Anfahr-, Montage- und Demontage des Tunnelvortriebssystems wurden in der Baubeschreibung erklärt. Hinsichtlich der Baustelleneinrichtung wurden Angaben zu deren Situierung, Zufahrtmöglichkeit, Größe, Infrastruktur und den Zweck der jeweiligen Fläche gemacht. Sicherheitsausstiege, Nischen und Querschläge wurden in ihrer Anzahl erfasst und es wird beschrieben, wo diese sich befinden. Außerdem werden dazu charakteristische Querschnittsdaten angegeben und deren Vortrieb wird beschrieben. Die Angabe zu den Bauterminen erfolgt in den Rechtlichen Vertragsbestimmungen. Es wird der Baubeginn als Datum festgesetzt.

Die Bauzeit wird in Kalendertagen vorgegeben. Diese Vorgaben enthalten zwei Richtwerte, die nicht unterschritten oder überschritten werden dürfen. Außerdem werden pönalisierte Zwischentermine festgelegt. Für den Endtermin wird die Ermittlung dieses bekanntgegeben. Der Bauablauf beinhaltet Informationen über die Vorgehensweise. Dabei werden die örtlichen Gegebenheiten beschrieben, die Voraussetzungen für die Arbeiten genannt und deren zeitliche Abfolge bestimmt.

Der Vorgabe eines geotechnischen Sicherheitsmanagementplans kommen nur die Projekt 1 und 2 nach. Im Rahmen dieses werden die Risiken definiert. In weiterer Folge werden die Maßnahmen und Verfahren zur Durchführung der Beobachtungsmethoden festgelegt. Es werden die Grundlagen und Maßnahmen des Sicherheitsmanagements erfasst. Außerdem werden in einem Organisationsschema der Baustelle die Zuständigkeiten der jeweiligen Personen erfasst. In einem Krisenplan wird die Vorgehensweise für jeden Bauvorgang aufgelistet. Dabei werden die Überwachungsparameter, die Überwachungstätigkeit, die Beurteilungskriterien (Grenzwerte), die Maßnahmen und die Verantwortlichkeiten beschrieben. Die Krisenfälle werden durch unterschiedliche Warnstufen beurteilt.

Die Angaben zu den jeweiligen besonderen technischen Anforderungen werden in den Technischen Vertragsbestimmungen gefunden.

Die Projektbeschreibung des deutschen Tunnelbauprojektes unterscheidet sich von den drei anderen Projekten nur in einzelnen Punkten. Es werden die Anfahr-, Montage- und Demontagefläche sowie die Baustelleinrichtungsflächen in gleicher Weise beschrieben. Ebenfalls enthält diese Angaben bezüglich der Querschläge, Nischen und Notausgänge. Die Bautermine werden in Abhängigkeit der Bautätigkeit entweder in Form eines Datums oder Fristen festgelegt. Die Fristen werden dabei zum Beispiel mit dem Zeitpunkt der Vergabe oder der Angebotsabgabe in Abhängigkeit gesetzt. Der Bauvorgang zeigt ebenfalls eine zeitliche Abfolge der Arbeiten.

5.3 Vergleich Wahl der TVM

Jegliche Angaben, die die Wahl der TVM betreffen und deren gewünschte Eigenschaften beschreiben, sind in den Technischen Vertragsbestimmungen für kontinuierlichen Vortrieb enthalten. Jene Kriterien, die zum Vergleich stehen, werden in der ÖNORM B 2203-2 als Mindestanforderungen an das Vortriebssystem bezeichnet. In der folgenden Tabelle wird dieser Vergleich durchgeführt und anschließend erklärt.

Tabelle 5.6 Vergleich Wahl der TVM

Wahl der TVM				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Art der TVM	✓	✓	✓	✓
Betriebsweise	✓	✓	✓	✓
Art der Ortsbruststützung bei Schildmaschinen				✓
allenfalls besondere Ausbildung des Bohrkopfes/Schneidrades und der Lösewerkzeuge	✓	✓	✓	✓
Nominaler Bohrdurchmesser	✓	✓	✓	✓
allenfalls erforderliche Überbohrereinrichtung für Sonderbereich	x	x	x	
Mindestkurvenradien	x	x	x	✓
Maßtoleranz für die Abweichung in Lage und Höhe	✓	✓	✓	✓
Art der Materialförderung	x	x	x	✓
Vorgaben zum Ausbau	✓	✓	✓	✓
Angaben betreffend Zusatzmaßnahmen	✓	✓	✓	
Angaben betreffend Sondermaßnahmen	✓	✓	✓	
Ausstattung zur Gebirgserkundung	✓	✓	✓	✓
besondere Vorschriften zum Arbeits-, Brand- und Katastrophenschutz	x	x	x	
Mindestanforderung an die Datenerfassung und -auswertung	x ⁶⁾	x ⁶⁾	✓	✓

⁶⁾ Es werden zwar die Mindestanforderungen an die Datenerfassung aber nicht der Datenauswertung festgehalten.

Die Wahl der TVM obliegt dem AN. Jedoch muss der AG Mindestanforderungen, die an das TVM-System gestellt werden, angeben. Zu diesen zählen jene, die in Tabelle 5.6 gezeigt werden.

In allen vier Projekten werden die zur Wahl stehenden Tunnelvortriebsmaschinen mit unterschiedlich vielen Anforderungen beschrieben. Im Projekt 1 wird die Wahl des Vortriebssystems bereits vom AG übernommen. Dazu werden noch weitere Angaben, die die Konstruktion dieses Systems betreffen, gemacht. Es wird die Betriebsweise beschrieben und Anforderungen an die besondere Ausbildung des Bohrkopfes bekanntgegeben. Außerdem werden die gewünschten Eigenschaften des Errektors, der Ersatzteilhaltung, des Nachläufersystems sowie der Zusatz- und Sondermaßnahmen gemacht. Dabei werden die Ausrüstung und deren Zweck beschrieben.

In den Projekten 2 und 3 stehen jeweils zwei TVM-Systeme zur Auswahl. Die Beschreibung der Eigenschaften und Anforderungen, die das gewählte System aufzuweisen hat, fällt beim Projekt 3 ähnlich

detailliert wie beim Projekt 1 aus. In Projekt 2 werden nur Angaben hinsichtlich des TVM-Systems und des Schildsystems sowie der Ausbildung des Bohrkopfes gemacht.

Auch beim deutschen Tunnelbauprojekt wird die Wahl des Vortriebssystems durch den AG vollzogen. Alle Planungen, die vom AG getroffen wurden, sind auf dieses System vom AN auszurichten. Die Anforderungen an das System werden auf den Tunnelbautechnischen Bericht aufbauend angeführt. In den Vorgaben des AG sind unter anderem eine Beschreibung des Schneidrades, die Ausbildung des Schildes und des Schildmantels und die Anforderungen an das Hydrauliksystem, den Verschleißschutz und die Vortriebspresen enthalten. Ebenfalls werden die Anforderungen an das Tübbingverlegesystem, die Einrichtung der Ortsbruststützung, die Fördereinrichtung sowie das Nachläufersystem dargelegt.

Die Maßtoleranz für die Abweichung in Lage und Höhe wird in allen vier Projekten gleichermaßen beschrieben. Dabei wird die radiale Toleranz der Schildfahrt angegeben.

Ebenfalls werden die Zusatz- und Sondermaßnahmen festgelegt und beschrieben. Die dafür vorgesehene Ausrüstung wird bekanntgegeben. Dies trifft auf die Projekte 1, 2, und 3 zu. In Projekt 4 wurden keine Angaben zu Zusatz- oder Sondermaßnahmen gemacht.

Die Angaben zur Gebirgserkundung werden in allen vier Projekten in gleicher Weise gemacht. Dabei wird die entsprechende Ausstattung beschrieben und in weiterer Folge die Vorgehensweise bei der Erkundung.

Für die geotechnischen Messungen und Messtechnischen Kontrollen werden die Bauleistungen und die allgemeinen Maßnahmen für die vorgesehenen Messungen festgelegt. Außerdem werden die Bestandteile der jeweiligen Messeinrichtung vorgegeben und ihre Anordnung bestimmt. Des Weiteren wird der Einbau der Messgeräte erklärt und die Messhäufigkeit definiert.

In den Projekten 1 und 2 werden zwar die Mindestanforderungen an die Datenerfassung aber nicht der Datenauswertung festgehalten. Diese Aufgabe wird in beiden Fällen vom AG oder Dritte übernommen. Der AN hat lediglich die Messungen durchzuführen und die Daten dem AG weiterzuleiten. Nach der Auswertung und Interpretation bekommt der AN die Ergebnisse und muss aufgrund dieser die entsprechenden Vorkehrungen treffen. In den Projekten 3 und 4 wird die Datenerfassung sowie die Datenauswertung zur Aufgabe des AN. Dazu werden die Mindestanforderungen angegeben.

5.4 Vergleich Vorgaben für den Ausbau

Bei den vier Tunnelbauprojekten kommt entweder eine TBM-S, TBM-DS oder SM zum Einsatz. Deswegen werden in der folgenden Tabelle nur jene Bedingungen, die die ÖNORM B 2203-2 an den Ausbau stellt, verglichen. Dazu wurden die Technischen Vertragsbestimmungen untersucht.

Tabelle 5.7 Vergleich Vorgaben zum Ausbau

Vorgaben zum Ausbau				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Art der Stützmittel bzw. Tübbinge	✓	✓	✓	✓
Dicke des Tübbingringes auf Basis von Vorplanung mit Vorstatik festgelegt	X ⁷⁾	X ⁷⁾	X ⁷⁾	
Bewehrungsgehalt auf Basis von Vorplanung mit Vorstatik festgelegt	X ⁷⁾	X ⁷⁾	X ⁷⁾	
Dicke des Tübbingringes funktional ausgeschrieben	✓	✓	✓	✓
Bewehrungsgehalt funktional ausgeschrieben	✓	✓	✓	✓
AN-Alternative für konstruktive Ausschreibung von Dicke und Bewehrungsgehalt zugelassen	X ⁸⁾	X ⁸⁾	X ⁸⁾	
vom AG anzugeben:				
▪ maßgebliche Anforderungen und die der Vorstatik zugrunde liegende Einwirkungen vom AG	✓	✓	✓	✓
▪ Anforderungen bezüglich Verlegegenauigkeit	✓	✓	✓	~
▪ Anforderungen bezüglich Oberflächenbeschaffenheit	x	✓	✓	✓
▪ Anforderungen bezüglich Dichtheit	x	x	✓	
vom AN anzubieten, oder vom AG vorzugeben: ⁹⁾				
▪ Ausbildung des Ringes	✓	x	✓	✓
▪ Anzahl der Tübbinge pro Ring	✓	x	✓	✓
▪ Ringbreite	x	x	x	✓
▪ Fugenausbildung	✓	x	✓	✓
Angabe des Einbauortes in den einzelnen Arbeitsbereichen laut Systemskizzen ÖNORM B 2203-2	✓	✓	✓	✓
Ort der Ringspaltverfüllung vom AG	✓	✓	✓	✓

⁷⁾ Die Dicke und der Bewehrungsgehalt des Tübbingringes können entweder funktional oder konstruktiv ausgeschrieben werden.

⁸⁾ In allen Projekten werden die Dicke und der Bewehrungsgehalt des Tübbingringes konstruktiv ausgeschrieben. Eine Alternative des AN kann deshalb entfallen.

⁹⁾ bei ✓ werden diese Eigenschaften vom AG angegeben.

In allen vier Projekten wird die zur Anwendung kommende Art von Tübbing angegeben. In Projekt 1 werden dazu die Mindestdicke des Tübbings, die Ausbildung des Ringes, die Anzahl der Tübbinge pro Ring und die Fugenausbildung vorgegeben. Weitere Details sind in Schalungsplänen ersichtlich. Diese Tübbingkonzeption und -konstruktion ist für den AN verbindlich. Vom AG werden weitere Angaben zur Tübbingbeanspruchung gemacht. Diese setzt sich zusammen aus den Lasten des Gebirges sowie der Beanspruchung durch die Handhabung und den Vortrieb. Die Beanspruchung der Tübbingringe durch das Gebirge wird für die wesentlichen und maßgebenden Gebirgsarten ermittelt. Zu diesen werden die Schnittkräfte definiert. In weiterer Folge ist die Bemessung auf die angegebenen Schnittkräfte sowie die Bemessung auf die maßgebenden Belastungen aus Handhabung, Transport und Vortrieb Sache des AN. Gleiches gilt für die Bemessung der Bewehrung. Es werden jedoch die Anforderungen an die Bewehrung angegeben. Als weitere Vorgabe für die Bemessung dient die Angabe zur Betondeckung. Im Leistungsverzeichnis wird der Tübbing mit einem Verweis auf gewisse Planbeilagen, welche den Schalungsplan des Tübbingringes enthalten, und der notwendigen Betonsorte ausgeschrieben. In den technischen Vertragsbestimmungen werden weitere Vorgaben zur Tübbingherstellung, den Prüfungen dieser und den jeweiligen Herstellungstoleranzen, die in Skizzen dargestellt werden, gemacht. Bezüglich der Verlegegenauigkeiten werden Toleranzen am eingebauten Ring festgelegt. Auch für den Tübbingeinbau und die Ringspaltverfüllung wird eine Anleitung geliefert. Es wird die Verfüllung im Sohlbereich, im oberen Bereich und im Ulmenbereich mit den jeweiligen zu verfüllenden Materialien und Dicken der Verfüllung angegeben. Außerdem wird der Bereich der TVM, der für den Einbau und die Verfüllung zuständig ist, bekanntgegeben.

In Projekt 2 werden vier Standardtübbinge mit der jeweiligen Betonsorte und den zum Einbau kommenden Zonen angegeben. Für alle 4 Typen wird eine Mindestdicke festgelegt. Die Tübbinggeometrie (Breite, Ringteilung, Ausbildung der Ringfugen) ist Sache des AN. Ebenfalls werden Vorgaben zur Herstellung der Tübbinge gemacht. Diese umfassen die Anforderungen an den Beton und die Betonoberfläche sowie Anforderungen an die Schalung, an die Bewehrung und die Abstandhalter zur Sicherung der Betondeckung. Die Konstruktionspläne der Schalung sind in diesem Fall vom AN zu liefern. Außerdem werden Bedingungen für den Einbau und die Ringspaltverfüllung festgesetzt. Für die Ringspaltverfüllung wird der Bereich an der TVM bestimmt und es werden die Materialien für die Verfüllung der Sohltübbinge und des Restes angeführt. Neben der Detailkonstruktion der Tübbinge sind auch die statische Berechnung und die gesamte Planbearbeitung vom AN vorzunehmen. Dazu wird vom AG ein entsprechendes Rechenmodell bestimmt. Für die jeweiligen Typen von Tübbingungen werden die der Berechnung zugrunde liegenden maßgebenden Gebirgsarten und

Gebirgsdrücke genannt, sowie die zu berücksichtigenden Lastkombinationen festgelegt. Vom AG werden auch die zu führenden Nachweise angegeben.

Für das Projekt 3 zählen zu den Mindestanforderungen an die Auslegung der Tübbinge die Ausbildung des Ringes, die Anzahl der Tübbinge pro Ring und die Fugenausbildung. Die Mindestdicke und der Bewehrungsgehalt werden auch in diesem Projekt funktional ausgeschrieben. Dazu ist die Tübbingbeanspruchung resultierend aus den Gebirgslasten und den Lasten aus Handhabung und Vortrieb zu berücksichtigen. Die Gebirgslasten werden dabei durch die Standsicherheitsuntersuchung des AG definiert. Die Bewehrung muss ebenfalls der AN bemessen und auch die Bewehrungspläne zeichnen. Dafür wird vom AG die Stahlgüte angegeben. Als weitere Anforderungen für die Bemessung gibt der AG die Betondeckung an. Auch die Qualitätsanforderungen der Betonoberfläche sind Teil der Ausschreibungsunterlagen. Zur Tübbingherstellung werden Anforderungen an die Produktion, Tübbingfugenabdichtung, die jeweiligen Prüfungen und die Herstellungstoleranzen laut Systemskizze beschrieben. Für den Einbau der Tübbinge wird die Verlegegenauigkeit durch die Toleranzen am eingebauten Ring festgelegt. Ebenfalls wird der Bereich der TVM, der für die Ringspaltverfüllung vorgesehen ist, genannt. Auch für dieses Projekt wird die jeweilige Ringspaltverfüllung für den unteren und oberen Bereich mit den jeweiligen Materialien charakterisiert.

In Projekt 4 werden ebenfalls die Bauteilabmessungen des Tübbingringes angegeben. Dazu zählen die Dicke der Tübbinge, die Ringteilung sowie die Anzahl der Tübbinge pro Ring und die Ringlänge. Diese Vorgaben sind ausschließlich der Entwurf des AG. Es ist eine abweichende Ringteilung, Ringlänge und Tübbingkonstruktion zulässig. Jedoch ist die Mindestdicke und die Mindestsegmentlänge, die durch die statische Vorbemessung des AG ermittelt wurde, verbindlich. Im Auftragsfall hat der AN die Ausführungsstatik zur Prüfung vorzulegen. Die Tübbinge sind dabei für die maßgeblichen Lastfälle gemäß dem angebotenen Bauverfahren sowie gemäß den Lastfällen aus dem Bau- und Endzustand zu bemessen. Für die Bemessung sind vom AG jedoch Vorgaben hinsichtlich Betongüte, Betonfestigkeiten, Zement, Fließmittel, Betonzuschläge und Betonzusatzstoffe festgelegt worden. Auch die erforderliche Bewehrung ist durch den AN unter den zu treffenden Lastannahmen statisch nachzuweisen und es sind Bewehrungspläne anzufertigen. Der Mindestbewehrungsgehalt der Tübbinge ergibt sich aus den gültigen Richtlinien und Vorschriften. Außerdem werden für die Herstellung der Tübbinge, Anforderungen an die Schalung und die Herstellungstoleranzen gestellt. Zur Kontrolle der Oberflächenbeschaffenheit wird nach der Herstellung der ersten Tübbinge eine Referenzfläche bestimmt, die die Qualitätsanforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit erfüllt. Für die Fugenausbildung und

die Fugenabmessungen wurden in der Entwurfsplanung Bedingungen festgesetzt, jedoch die weitere Planung dieser erfolgt vom AN. Für den Tübbingeinbau werden die Reihenfolge und die Toleranzen festgelegt und die jeweiligen Anforderungen beschrieben. Die Ringspaltgeometrie und -dicke soll ebenfalls vom AN gewählt werden. Vom AG wird dazu das Material, deren Zusammensetzung und die jeweiligen Eigenschaften definiert. Für die Ringspaltverfüllung werden der Ablauf und die Anforderungen an diesen beschrieben. Dazu wird der jeweilige vorgesehene Bereich der TVM bestimmt.

5.5 Vergleich Baustellengemeinkosten

Bei diesem Vergleich werden das Leistungsverzeichnis und die Vorbemerkungen zu diesem herangezogen. Es wird untersucht, ob die Bestimmungen laut ÖNORM B 2203-2 eingehalten werden.

In Projekt 1 wurde zur Erstellung des Leistungsverzeichnisses eine nicht veröffentlichte Standardleistungsbeschreibung Bahnbau und Tunnelbau verwendet. Es ist dabei ausschließlich diese Standardleistungsbeschreibung in jenem Umfang gültig, wie sie in den Ausschreibungsunterlagen aufgenommen wurde. In der Obergruppe 01 sind die Baustellengemeinkosten und Regiearbeiten für sämtliche Obertagarbeiten und Untertagarbeiten zusammengefasst, einschließlich der Abrechnungsbedingungen für Untertagebauarbeiten. In den Baustellengemeinkosten sind jene für Spezialarbeiten wie z.B. Bohrpfähle, Düsenstrahlverfahren, Spannanker etc. ausgenommen. In den objektbezogenen Vorbemerkungen zum Leistungsverzeichnis werden jene Leistungen beschrieben, die Inhalt der Baustellengemeinkosten und Regiearbeiten sind.

Für das Projekt 2 wurden für den Bau des Tunnels ausschließlich frei formulierte Positionen und keine standardisierten Leistungsbeschreibungen verwendet. Ebenfalls enthält die Obergruppe 01 sämtliche Baustellengemeinkosten und Regiearbeiten. Die Ausschreibungsunterlagen beinhalten ebenfalls objektbezogene Vorbemerkungen, die sämtliche Leistungen der Baustellengemeinkosten und Regiearbeiten erfassen und beschreiben.

Das Leistungsverzeichnis der Ausschreibung des Projektes 3 bedient sich der Leistungsbeschreibung für Tunnelbauten (LB-TU). Es wurden auch noch andere Standardleistungsbeschreibungen verwendet, die aber im Zusammenhang mit dieser Diplomarbeit keine Bedeutung haben. Die Baustellengemeinkosten und Regiearbeiten befinden sich hierbei in der Obergruppe 21.

Für das deutsche Tunnelbauprojekt wurden keine Angaben hinsichtlich der Verwendung einer Standardleistungsbeschreibung gefunden. Die Obergruppe der Baustellengemeinkosten wird als Baustelleneinrichtung

und Zeitgebunden Kosten bezeichnet. Diese enthält ebenfalls die Positionen für das Freimachen des Baufeldes. Für jede der Leistungsgruppen werden die entsprechenden Vorbemerkungen angegeben, die jene Leistungen beinhalten, welche abgegolten werden.

5.5.1 Vergleich einmalige Kosten der Baustelle

Zu den einmaligen Kosten der Baustelle zählen die Kosten für die Baustelleneinrichtung, das Auf- bzw. Umstellen von Geräten und die Baustellenräumung. Ebenfalls fallen die einmaligen Kosten für das Vortriebssystem in diese Gruppe von Kosten.

Tabelle 5.8 Vergleich Einmalige Kosten der Baustelle

Einmalige Kosten der Baustelle				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Baustelleneinrichtung	✓	✓	✓	✓
Baustellenräumung	✓	✓	✓	✓
Baustelleneinrichtung TVM	✓	✓	✓	✓
Baustellenräumung TVM	✓	✓	✓	✓
Pauschalabschreibung der TVM in BE-Position	x ¹⁰⁾	✓	x ¹⁰⁾	

¹⁰⁾ Die Differenz zwischen Anschaffungswert und Restwert wird in die ZGKB eingerechnet.

In Projekt 1 wird das Einrichten der Baustelle in die Bereiche Obertage und Untertage eingeteilt. Im Fall der Baustelleneinrichtung Obertage gibt es eine Position, die jene Leistungen des AN angibt, die mit dem Pauschalpreis der einmaligen Kosten der Baustelleneinrichtung abgegolten werden. Gleiches gilt für die Leistungen des AN der Baustellenräumung. Hingegen die Baustelleneinrichtung für die Untertagebauarbeiten sieht mehrere Positionen zur Abgeltung dieser Kosten vor. Diese Positionen sind die BE gesamt, die BE für mehrere Spezialgeräte, die BE für das Tunnelvortriebssystem und die BE für die Tübbingproduktion und -lagerung. Für die Baustelleneinrichtung des Vortriebssystems sind zwei Positionen vorgesehen. Die erste Position beinhaltet das Liefern und Montieren der jeweiligen TVM einschließlich der Nachläuferanlage, das Einschleppen der jeweiligen TVM inklusive Koppelung des Nachläufers sowie die Erstmontage des bestimmten Systems. Mit der zweiten Position wird das Umstellen der gesamten TVM inklusive Nachläuferbereiche vergütet. Die Positionen für das Auf- und Umstellen von Geräten beziehen sich auf Spezialgeräte. Für jede dieser Positionen enthält die Leistungsbeschreibung die jeweiligen Regelungen bezüglich der abgerechneten Leistungen. Die Positionen für das Räumen der Baustelle entsprechen den Positionen für die Baustelleneinrichtung. In der Position für das Räumen des Vortriebssystems werden die Leistungen der Demontage und des

Abtransports einschließlich des gesamten Nachläufersystems abgegolten.

In Projekt 2 werden nicht alle Positionen der Baustelleinrichtung in Obertage und Untertage eingeteilt. Diese sind jene für die Baustelleneinrichtungsflächen, Deponien, Schutterstollen, Schächte, Löschwasserbehälter, Einrichten des Tunnelvortriebssystems einschließlich der Systeme für die Schutterung des Ausbruchmaterials. Mit dem Einheitspreis für das Einrichten des gesamten Tunnelvortriebssystems ist auch die Konstruktion, die Herstellung und der Antransport sämtlicher Vortriebseinrichtungen, sämtliche Einrichtungen zur Ausführung der Zusatz- und Sondermaßnahmen, sowie der Maßnahmen zur Vorauserkundung, die Montage sämtlicher Vortriebseinrichtungen und die Finanzierungskosten abgegolten. Zur Abrechnung dieser Pauschale wird folgende Regelung getroffen:

- 30% des Pauschalpreises bei Abschluss des Bauvertrages
- weitere 30% des Pauschales nach erfolgreicher Abnahme im Werk
- weitere 20% des Pauschales bei fertiger Montage auf der Baustelle (Andrehen des Bohrkopfes)
- die restlichen 20% des Pauschalbetrages, wenn 1000 lfm Tunnel mit dieser TVM aufgefahren wurden

Außerdem beinhalten die Ausschreibungsunterlagen des Projektes 2 Positionen für das Einrichten der jeweiligen Spezialgeräte, welche in Obertage und Untertage unterschieden werden. Für die Spezialgeräte gibt es ebenfalls Positionen für das Auf- und Umstellen dieser. In diesen werden auch die Leistungen angegeben, die abgerechnet werden. Die Positionen für das Räumen der Baustelle entsprechen wiederum jenen der Baustelleneinrichtung. Bei der Position für das Räumen des Tunnelvortriebssystems wird der Restwert dieser als Minusposition berücksichtigt.

In Projekt 3 beinhalten die Positionen für Baustelleneinrichtung Leistungen der BE für Untertagebauarbeiten und Obertagebauarbeiten sowie zusätzliche BE für zusätzliche Arbeiten und Spezialgeräte. Bei der BE für das Vortriebssystem werden Liefern und Montieren der jeweiligen TVM einschließlich der gesamten Nachläufereinrichtung ausgeschrieben. Zusätzlich werden mit dieser Position die Kosten für das Einschleppen der TVM einschließlich der Koppelung des Nachläufers abgegolten. Für die Vergütung ist folgender Zahlungsplan vorgesehen:

- 30% des Pauschalbetrages bei Vertragsabschluss
- weitere Monatsraten bis insgesamt 90% bei Fertigstellung der Montage

- die restlichen 10% nach dem Auffahren von 1000 m Tunnelröhre

Außerdem zählen zu den einmaligen Kosten der Baustelle die Kosten für das Auf- und Umstellen der Spezialgeräte. Die Positionen für das Räumen der Baustelle entsprechen ebenfalls jenen der Baustelleneinrichtung. Durch die Position für das Räumen des Vortriebssystems werden die Demontage und der Abtransport der TVM einschließlich der gesamten Nachläufereinrichtung abgegolten.

Die Positionen für die einmaligen Kosten der Baustelle in Projekt 4 unterscheiden sich nicht wesentlich von den anderen drei Projekten. Zu den Positionen der Baustelleneinrichtung zählen die Allgemeine Baustelleneinrichtung, zusätzliche BE Untertagebauarbeiten Vortrieb maschinell, zusätzliche BE Obertagebauarbeiten und weitere zusätzliche BE für Spezialgeräte. Die Baustelleneinrichtung des Vortriebssystems beinhaltet die Kosten für das Transportieren der TVM einschließlich Nachläufer gemäß der Baubeschreibung auf die Baustelle, das betriebsfertige Aufbauen und Einrichten und der dafür erforderlichen Baustelleneinrichtung sowie die Lieferung sämtlicher Anlagen zur Ausbruchförderung, Tübbingproduktion und -lagerung. Zur Vergütung der Pauschale ist der folgende Zahlungsplan vorgesehen:

- 40% nach Lieferung der TVM frei Baufeld
- 20% nach betriebsfertigem Aufbau
- weitere 30% nach Vortriebsende
- die restlichen 10% nach Abbau der TVM im Baufeld

Ebenfalls beinhalten die einmaligen Kosten des Projektes 4 die Kosten für das Auf- und Umstellen der Spezialgeräte. Die Positionen für die Baustellenräumung werden entsprechend den Positionen für die BE ausgeschrieben.

5.5.2 Vergleich Zeitgebundene Kosten Baustelle

Die Zeitgebunden Kosten der Baustelle der Projekte 1-3 enthalten die ZGKB (Baustellenregie), die Gerätekosten der Baustelle und die Sonstigen Kosten. Ebenfalls werden in den ZGKB Regelungen zur Vergütung der Stillliegezeiten getroffen. Alle drei Kostentypen entsprechen den Forderungen der ÖNORM B 2061. Die ZGKB des Projektes 4 werden in weiterer Folge beschrieben.

In Projekt 1 werden die ZGKB in folgende Abschnitte eingeteilt:

- Baubeginn bis Montagebeginn: Die ZGKB werden monatlich als die angebotene Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Baubeginn bis Montagebeginn abgerechnet.

- Montagebeginn bis Betonierende
- Betonierende bis Bauende: Die ZGKB werden ebenfalls monatlich als Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Betonierende bis Bauende verrechnet.

Die ZGKB von Montagebeginn bis Betonierende sind variable Kosten mit der Angabe in Verrechnungseinheiten. Eine VE entspricht einem Kalendertag. Der Preis einer VE errechnet sich aus der Division der angebotenen Pauschale durch die in den Bauzeittabellen für diese Position ausgewiesenen Kalendertagen. Die Angabe der Kalendertage ist Sache des AN. In diesem Projekt gibt es außerdem eine Aufzahlungsposition für die ZGKB Vortrieb des Tunnels. In diesen werden die entsprechenden Mehraufwendungen berücksichtigt. Weitere Aufzahlungspositionen für die ZGKB des kontinuierlichen Vortriebs sind jene für Montage, Demontage, Umstellen der TBM, Betonieren sowie Vortrieb der Startstrecke. Diese berücksichtigen ebenfalls die jeweiligen Mehrkosten für diese Leistungen.

Die Gerätekosten für Spezialgeräte werden in den Positionen für das Bereitstellen und den ZGKB dieser berücksichtigt. Das Bereitstellen der Geräte bedeutet jene Zeit, in der das betriebsbereite Gerät nach Anordnung des AG auf der Baustelle für einen möglichen Einsatz bereit gestellt ist. In diesen wird die Dauer der Bereitstellung auf der Baustelle abzüglich der Einsatzzeiten abgegolten. Zu den Kosten für das Bereitstellen kommen noch die ZGKB für die jeweiligen Spezialgeräte hinzu, mit denen die Einsatzzeiten vergütet werden. Die Einheit beider Positionen wird in Monaten angegeben.

In den ZGKB wird zwischen Vortriebsunterbrechung und Vortriebs-Stillliegen unterschieden. Die Vorgehensweise bei Vortriebsunterbrechungen sieht entsprechend den folgenden Angaben aus. Bei der Bauzeitermittlung wird die vom AG als erforderlich anerkannte Dauer zur Gänze berücksichtigt, sofern sie am kritischen Weg liegt. Diese wird auch von ihm vergütet. Die Gerätekosten werden mit den Regiepositionen abgegolten. Die Lohnkosten der Vortriebsmannschaft werden durch die nicht relevanten Lohnkosten und die Lohnkosten während der Vortriebsdauer ausgeschrieben. Das Stillliegen des Vortriebs wird nur aufgrund von Zusatz- und Sondermaßnahmen sowie während Abgängen (Weihnachten, Ostern, Barbara) erwartet. Die Vergütung der zeitgebundenen Kosten während Zusatz- und Sondermaßnahmen werden entsprechend den ZGK beim Vortrieb vergütet, allerdings nur bei der Überschreitung einer jeweiligen vertraglichen Bauzeit von 6 Stunden je KT. Für die Lohnkosten während Zusatz- und Sondermaßnahmen werden zur Durchführung dieser, jeweilige Leistungspositionen ausgeschrieben. Dabei wird davon ausgegangen, dass diese Maßnahmen nicht bzw. nur teilweise von der Vortriebsmannschaft durchgeführt werden können, sondern auch

zusätzliches spezialisiertes Personal erforderlich ist. Die Vortriebsmannschaft ist daher während dieser Zeit teilweise bzw. ganz in „Stillliege“. Die Vergütung während dieser Zeit erfolgt mit keiner gesonderten LV-Position, sondern mit der Position Lohnkosten der Vortriebsmannschaft, die jedoch reduziert wird. Für Vortriebsstilliegen während Abgängen werden keine Lohnkosten abgegolten. Für die Vergütung der Stilliegezeiten während Abgängen wird eine Aufzahlungsposition mit der Einheit einer Pauschale angegeben. Diese errechnet sich aus den in der Bauzeitermittlung angebotenen Stilliegetagen für Abgang multipliziert mit den Kosten je Kalendertag. Mit dieser Position werden die vertraglichen Abgangstage dividiert durch die angebotenen Abgangstage abgerechnet. Die vertraglichen Abgangstage werden durch Aufsummierung der Multiplikationen der Anzahl der Ereignisse mit der vom AN in seinem Angebot angegebenen Dauer des jeweiligen Ereignisses ermittelt. Es gibt eine Aufzahlungsposition für Vortriebs-Stilliegezeiten und eine für Betonieren-Stilliegezeiten während Abgängen (wie z.B. Weihnachtsabgängen, Osterabgängen).

In Projekt 2 werden die ZGKB in folgend Abschnitte eingeteilt:

- Baubeginn bis Beginn kontinuierlicher Vortrieb: Die ZGKB werden monatlich mit der angebotenen Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Baubeginn bis Beginn kontinuierlicher Vortrieb verrechnet.
- Vortriebsbeginn bis Betonierende
- Betonierende bis Bauende: Die ZGKB werden ebenfalls monatlich als Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Betonierende bis Bauende verrechnet.

Für die Abrechnung der ZGKB des Abschnittes Vortriebsbeginn bis Betonierende gelten dieselben Annahmen wie für Projekt 1. Zusätzlich zu diesen Positionen werden auch in diesem Projekt für den kontinuierlichen Vortrieb Aufzahlungspositionen für die ZGKB ausgeschrieben. Bei diesen handelt es sich um Aufzahlungspositionen für den Vortrieb des Tunnels, den Vortrieb der Startröhre und das Betonieren. Der Abrechnung der ZGKB für den Vortrieb des Tunnels und der Startröhre wird folgendes zugrunde gelegt:

- die tatsächliche Verteilung der Vortriebsklassen und die vertraglichen Vortriebsgeschwindigkeiten
- Zusatzzeiten für die in der Bietererklärung ausgewiesenen Erschwernisse und Maßnahmen in tatsächlich anerkannter Menge
- Zuschläge Festzeiten für die in der Bietererklärung ausgewiesene Maßnahmen in tatsächliche anerkannter Anzahl
- Vortriebsunterbrechungen im anerkannten Umfang

Mit den Einheitspreisen für die Aufzählungsposition ZGKB Betonieren werden die Mehrkosten, Erschwernisse etc., die beim Betonieren während der vertraglichen Vortriebsdauer anfallen, abgegolten.

Für die Gerätekosten von Spezialgeräten werden ebenfalls Positionen für das Bereitstellen und den ZGKB dieser ausgeschrieben.

In den Vorbemerkungen zum Leistungsverzeichnis sind in diesem Projekt ebenfalls Regelungen für die Vortriebsunterbrechung und das Vortriebs-Stillliegen enthalten. Dafür werden vom AG Voraussetzungen für die Vergütung dieser Kosten genannt. Die Vortriebsunterbrechung ist als jene Zeit definiert, in der im jeweiligen Vortriebsbereich Arbeiten durchgeführt werden, die jedoch nicht nach vereinbarten Vortriebsklassen abgerechnet werden können und auch plangemäß nicht vorgesehen sind. Bei der Bauzeitermittlung dieser wird die vom AG als erforderlich anerkannte Dauer zur Gänze berücksichtigt, sofern sie am kritischen Weg liegt. Zur Vergütung der ZGKB kommt ebenfalls die vom AG als erforderlich anerkannte Dauer zum Einsatz. Jene anfallenden Gerätekosten, die nicht in den Leistungspositionen des LV enthalten sind, werden mittels Regiearbeiten vergütet. Die Lohnkosten der Vortriebsmannschaft werden in diesem Fall mit der Position Lohnkosten Vortriebsmannschaft bei Vortriebsunterbrechung vergütet. In diesen sind die Kosten der gesamten Vortriebsmannschaft einschließlich sonstiger zeitabhängiger Kosten, die nicht in ZGKB enthalten sind, einkalkuliert. Werden Teile der Vortriebsmannschaft mit anderen Leistungspositionen des LV vergütet, so erfolgt die Vergütung der Lohnkosten anteilig. Es wird darauf hingewiesen, dass die Umstände der Leistungserbringung für diese Position schwieriger sein werden als der Regelfall. Es wird auch eine aufwendige Arbeitsvorbereitung erforderlich sein. Die Kosten dafür sind mit dem Einheitspreis abgegolten. Als Vortriebs-Stillliegezeit ist die Zeit definiert, in der im jeweiligen Vortriebsbereich keine Vortriebsarbeiten durchgeführt werden. Dauert ein zu berücksichtigendes Einzelereignis länger als 1 Woche und ist eine Vortriebs-Stillliegezeit, so wird die eine Woche überschreitende Zeit mit den jeweiligen Positionen des Leistungsverzeichnisses vergütet. Ein allenfalls erforderliches Stillliegen der Betonierarbeiten wird nicht vergütet. Außerdem enthält das LV Positionen für die Stillliegezeiten Abgang. Hierbei sind jedoch Positionen für den Vortrieb und das Betonieren vorgesehen. Die Abrechnung dieser erfolgt gleich wie in Projekt 1.

In Projekt 3 werden die ZGKB in folgende Abschnitte eingeteilt:

- ZGKB Baubeginn bis Vortriebsbeginn der Startstrecke: Die ZGKB werden monatlich mit der angebotenen Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Baubeginn bis Vortriebsbeginn der Startstrecke abgerechnet.

- ZGKB Vortrieb der Startstrecke: Die ZGKB werden monatlich mit der angebotenen Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Vortriebsbeginn der Startstrecke bis Montagebeginn der TVM abgerechnet.
- ZGKB Montagebeginn der TVM bis Betonierende
- ZGKB Betonierende bis Teilbauende: Die ZGKB werden monatlich mit der angebotenen Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Betonierende bis Teilbauende abgerechnet.
- ZGKB Teilbauende (= provisorische Verkehrsfreigabe) bis Bauende: Die ZGKB werden monatlich mit der angebotenen Pauschale dividiert durch die vertragliche Festzeit von Teilbauende bis Bauende abgerechnet. Auch sämtliche Erschwernisse und Behinderungen werden mit dem Einheitspreis abgegolten.

Die Abrechnung der ZGKB von Montagebeginn der TVM bis Betonierende erfolgt nach dem Muster der anderen beiden Projekte. Der Abrechnung werden außerdem die Vortriebsabschnitte und die vertraglichen Vortriebsgeschwindigkeiten, zuzüglich Vortriebsunterbrechungen, Vortriebsstillliegezeiten, allfällige Erschwerniszeiten und sonstiger Festzeiten gemäß dem Vertrag sowie die Betonierdauer einschließlich der Betonierstillliegezeiten, soweit sie am kritischen Weg liegen, zugrundegelegt. Auch das Projekt 3 enthält Aufzählungspositionen für den Vortrieb der TVM, die Montage und Demontage der TVM sowie das Betonieren. Die Abrechnung dieser drei Positionen erfolgt in Verrechnungseinheiten und entspricht Projekt 2.

Auch in diesem Projekt sind die Gerätekosten von Spezialgeräten in den ZGKB enthalten. Dafür sind Positionen für das Bereitstellen und die ZGKB der Spezialgeräte vorgesehen. Die Definition der Zeiten für diese beiden Positionen entspricht jener, die in der Beschreibung des Projektes 1 angeführt wurde.

Die Bestimmungen für die Vortriebsunterbrechung, Vortriebs-Stillliegezeiten, Betonier-Stillliegezeiten und Stillliegezeiten Abgang für den Vortrieb und das Betonieren entsprechen den Angaben zu Projekt 2. Als Ausnahme gelten nur die Betonier-Stillliegezeiten, für die in diesem Projekt eine Vergütung vorgesehen ist.

In Projekt 4 wird keine Einteilung der ZGKB in Bauphasen vorgenommen. Für die ZGKB wird eine Position, die als „Allgemeine Baustelleneinrichtung vorhalten“ bezeichnet wird, und weitere Positionen, die mit der Bezeichnung „Zusätzliche Baustelleneinrichtung vorhalten“ versehen werden, ausgeschrieben. Zu den zusätzlichen Positionen zählt unter anderem auch die Position „Zus. BE UT-Arbeiten VT masch. Vorhalten“. Diese beinhaltet das Vorhalten des Vortriebssystems einschließlich Nachläufer sowie sämtliche Anlagen zur Ausbruchförderung, Tübbingproduktion und -lagerung. Ebenfalls werden

mit dieser Position sämtliche Mieten, Pachtzinsen und ZGKB wie Gehälter der Angestellten, unproduktive Löhne und sonstige, zeitabhängige Kosten sowie Vermessungsleistungen für die Zeit vom Vortriebsbeginn der TVM bis zum Vortriebsende der TVM in der Haupttröhre abgegolten. Diese werden zu vollen Monaten oder Teilzeiten nach Kalendertagen zu 1/30 des Einheitspreises vergütet. Eine weitere zusätzliche Position betrifft das Vorhalten der Betonarbeiten. Die Leistungen, die mit dieser Position abgegolten werden, entsprechen der zuvor genannten Position.

Die Gerätekosten für zum Beispiel Spezialgeräte werden nicht in den ZGKB ausgeschrieben sondern in den Positionen der Baustelleneinrichtung. Dabei sind in diesen ebenfalls die Bereitstellung und die ZGKB der Einsatzzeiten inkludiert.

Zur Vergütung der Stillstandszeiten der TVM gibt es zwei Positionen. Diese werden nach der Dauer des Stillstandes unterschieden. Es gibt die Position für Stillstände der TVM auf Anweisung des AG oder aus Gründen, die der AN nicht zu vertreten hat, mit einer Dauer von 6 bis 48 Stunden und einer Dauer von 2 bis 30 Tagen. Zusätzlich zu diesen gibt es noch eine weitere Stillstands-Position, die die TVM betrifft. Diese betrifft den Stillstand für Wechsel des Verfahrens bzw. des Injektionsgutes der Ringspaltverpressung.

5.6 Vergleich Positionen des Ausbruchs

Bei diesem Vergleich werden die Vorbemerkungen des Leistungsverzeichnisses und die jeweiligen Positionen des Ausbruchs für kontinuierlichen Vortrieb im Leistungsverzeichnis untersucht.

Tabelle 5.9 Vergleich Positionen des Ausbruchs

Positionen des Ausbruchs				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
2 Varianten für die Ausbruchpositionen				
1) je Vortriebsklasse eine Position pro m mit Bestandteile Lohn und Sonstiges		✓	✓	✓
2) eine Position für Lohnkosten der Vortriebsmannschaft je Zeiteinheit und je Vortriebsabschnitt (beinhaltet auch jene Sonstige Kosten, die nicht in ZGKB enthalten sind) → nicht zeitgebundener Anteil Sonstiges wird für jede Vortriebsklasse in einer Position in m berücksichtigt	✓			
Ausbruchposition für Nischen	✓	x	✓	

Ausbruchposition für Querschlagsanschlüsse	✓	x	✓	
Ausbruch für das Überbohrmaß ü _b				
allenfalls erforderliches Überbohrmaß je Vortriebsabschnitt	x	x	x	
Regelungen bezüglich Auswirkungen dieses auf den Ausbruchpreis und die ZGKB	x	x	x	

In keinem der drei österreichischen Tunnelbauprojekte sind Positionen für das allenfalls erforderliche Überbohrmaß ausgeschrieben. Demnach werden auch keine projektspezifischen Regelungen bezüglich der Auswirkungen dieses auf den Ausbruchpreis und die ZGKB angegeben.

In Projekt 1 wird für die Vortriebsarbeiten und den Tübbingausbau der durch kontinuierlichen Vortrieb aufgefahrene Tunnel in Vortriebsabschnitte eingeteilt. Nachdem für den einzusetzenden Maschinentyp keine methodenspezifischen leistungsbestimmenden Kriterien für die Definition von Vortriebsklassen definiert werden, entfallen diese und es gibt je Vortriebsabschnitt nur eine Vortriebsklasse. Mit dem Einheitspreis der Positionen des Ausbruchs sind das Lösen des Gebirges, das Verladen, das Abtransportieren und Abladen des Haufwerkes bis zu einer im Portalbereich liegenden Zwischenlagerung oder Umladestation abgegolten.

Für den Ausbruch des Tunnels mit kontinuierlichem Vertrieb gemäß den Regelquerschnitten ist eine Position für die Lohnkosten der Vortriebsmannschaft des TVM-Systems vorgesehen. Diese wird mit der Einheit VE ausgeschrieben. Der Preis für eine VE (=1 Kalendertag) errechnet sich durch die Division der angebotenen Pauschale durch die in den Bauzeittabellen für diese Position ausgewiesenen Kalendertagen. Die entsprechende Bauzeittabelle wird vom Bieter angefertigt. Der Anteil „Sonstiges“ für den nicht zeitgebundenen Anteil an den Ausbruchskosten wird in einer eigenen Position ausgeschrieben. Diese wird je Laufmeter Tunnel abgerechnet.

Die Stützmaßnahmen und die Ringspaltverfüllung werden in eigenen Leistungsgruppen ausgeschrieben. Dabei wird für die Stützmaßnahmen das Herstellen, Zwischenlagern, Transportieren und Versetzen der Tübbinge berücksichtigt. Die Lohnkosten für den Einbau werden mit der Position Lohnkosten der Ausbruchsarbeiten vergütet. Die Abrechnung erfolgt je Laufmeter Tunnel. Die Positionen der Ringspaltverfüllung werden unterschieden in Ringspaltverfüllung mit Mörtel im Sohlbereich und in Blasversatz oder Mörtelversatz im Ulm- und Firstbereich. Diese Positionen beinhalten die satte Verfüllung der Hohlräume zwischen Tübbinge und Gebirge, das Schließen der Verpressöffnung, Maßnahmen zur Abdichtung der Fugen gegen Auslaufen des Verpressgutes sowie die Reinigung der Tübbinge und das Wegschaffen und Entsorgen des

überschüssigen Materials. Die Abrechnung erfolgt nach Laufmeter Tunnel.

Auch in Projekt 2 wird die im kontinuierlichen Vortrieb aufzufahrende Tunnelstrecke nur in Vortriebsabschnitte eingeteilt. Mit der Position für den kontinuierlichen Vortrieb werden das Lösen des Gebirges und das Fördern des Aus- und Abbruchmaterials zu einer Materialübergabestelle im Bereich des Portals sowie der Einbau der Tübbinge, die Ringspaltverfüllung und sämtliche Leistungen, Maßnahmen, Erschwernisse und dgl. gemäß den Vorbemerkungen des LV abgegolten. Dabei wird die unveränderlich vorgegebene Tunnellänge der jeweiligen Vortriebsabschnitte abgerechnet. Im Gegensatz zu Projekt 1 wird in Projekt 2 für jeden Vortriebsabschnitt der Ausbruch und der Einbau der Tübbinge jeweils in einer Position pro m mit den Bestandteilen Lohn und Sonstiges ausgeschrieben. Das Herstellen, Antransportieren und Zwischenlagern der Tübbinge wird in einer eigenen Leistungsgruppe ausgeschrieben. Die Leistungsgruppe Kontinuierlicher Vortrieb enthält außerdem Aufzählungspositionen für die Ringspaltverfüllung. Diese kommen bei der Verwendung eines speziellen Zements für den Mörtel, mit dem die Hohlräume zwischen Gebirge und Tübbingen im Sohlbereich satt verpresst werden, zur Anwendung. Sie werden nach Laufmeter Tunnelvortrieb abgerechnet und sind unabhängig von den Vortriebsklassen. In der Leistungsgruppe Kontinuierlicher Tunnelvortrieb sind außerdem noch Positionen für das Anfahren und Einfahren der TVM vorgesehen.

In Projekt 3 erfolgt entsprechend den anderen beiden Projekten eine Einteilung in Vortriebsabschnitte mit einer Vortriebsklasse. Für die Ausbruchsarbeiten werden im Einheitspreis das Lösen des Gebirges, das Verladen, das Abtransportieren und Abladen des Haufwerkes bis zu einer im Portalbereich liegenden Übergabestelle/Zwischenlagerung nach Wahl des AN sowie Erschwernisse infolge Arbeiten im Nachläuferbereich und Erschwernisse infolge Arbeiten im Arbeitsbereich A3 abgegolten. Der Ausbruch des Tunnels wird wie in Projekt 2 je Laufmeter Tunnel für die jeweiligen Vortriebsabschnitte mit den Bestandteilen Lohn und Sonstiges ausgeschrieben. Die Stützmaßnahmen und die Ringspaltverfüllung werden in einer anderen Leistungsgruppe ausgeschrieben. Die abzurechnenden Leistungen entsprechen jenen des Projektes 1.

In Projekt 4 wird ebenfalls eine Einteilung in Vortriebsklassen vorgenommen. Für den Ausbruch des Tunnels werden die Positionen wie in den Projekten 2 und 3 je Laufmeter Tunnel pro Vortriebsklassen ausgeschrieben. Mit diesen Positionen wird aber lediglich der Ausbruch abgegolten. Für die Förderung des Ausbruchmaterials des Tunnels zur Übergabestelle sowie für die dauerhafte Verschraubung der Tübbinge und die Ringspaltverfüllung werden eigene Positionen vorgesehen.

Außerdem werden für den TVM-Vortrieb Positionen für die Umstellung des Systems berücksichtigt.

Wie in Projekt 2 wird auch die Tübbingherstellung in einer anderen Leistungsgruppe ausgeschrieben. Die Abrechnung erfolgt dabei je Laufmeter Tunnel.

5.7 Vergleich Erschwernisse

In diesem Vergleich wird untersucht, ob für die vorgesehenen Erschwernisse der ÖNORM B 2203-2 im Leistungsverzeichnis eigene Positionen vorgesehen sind. Dabei wird nicht berücksichtigt, wenn entsprechend Erschwernisse mit dem Einheitspreis von Positionen andere Leistungen abgegolten werden.

Tabelle 5.10 Vergleich Erschwernisse

Erschwernisse				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Wassererschwnisse	x ¹¹⁾	✓	x ¹¹⁾	
Klebrigkeit	x ¹¹⁾	x ¹¹⁾	x ¹¹⁾	
Hindernisse	x ¹¹⁾	x ¹¹⁾	x ¹¹⁾	

¹¹⁾ Die Erschwernisse werden mit dem Einheitspreis anderer Positionen abgegolten.

Lediglich das Projekt 2 enthält eine gesonderte Position mit der die Wassererschwnisse ausgeschrieben werden. Dazu wird in den Vorbemerkungen ein Grenzwert für die Bergwasserspense definiert. Wenn dieser überschritten wird und die Grenzwassermenge übersteigende Bergwasserspense länger als 15 Minuten anhält, sieht der AG eine Vergütung dieser vor. Mit dieser Position sind die Kosten für den erschwerten Vortrieb durch Zudrang von Bergwasser abgegolten. Die jeweiligen Positionen für Wassererschwnisse werden nach Laufmeter Tunnel für jede Vortriebsklasse getrennt ausgeschrieben. Dabei werden die Erschwernisse und Mehraufwendungen für den erschwerten Ausbruch, den erschwerten Tübbingeinbau, das erschwerte Verfüllen des Ringspaltes und die erschwerte Schutterung abgegolten. Die bauzeitrelevanten Auswirkungen auf die zeitgebundenen Kosten und die Bauzeit werden anhand der Bieterangaben bewertet und entsprechend berücksichtigt. Die ZGKB zufolge der zusätzlichen Vortriebszeiten für Wassererschwnisse werden gesondert vergütet. Neben dieser Erschwernisposition wird in den Ausschreibungsunterlagen eine weitere vorgesehen. Diese betrifft den Vortrieb mit reduzierter Umdrehungszahl und/oder reduzierten Vorschubkräften des Bohrkopfes zur Einhaltung der bescheidgemäßen Grenzwerte für Erschütterung und Körperschall. Diese Position ist für einen bestimmten Bereich der Tunnelstrecke gültig. Die daraus resultierenden Zusatzzeiten beim

Vortrieb werden ausgehend von den angebotenen Vortriebsgeschwindigkeiten ermittelt.

Weitere Erschwernisse gelten als Nebenleistungen und die Aufwendungen und Kosten dieser werden mit den Einheits- und Pauschalpreisen abgegolten. Dazu zählen unter anderem Erschwernisse durch im Baulosbereich befindliche und an Ort und Stelle erkennbare Hindernisse und in den Unterlagen zur Ausschreibung beschriebene Einbauten. In den Vorbemerkungen der Leistungsgruppen werden weitere Erschwernisse genannt.

In Projekt 1, 3 und 4 werden die Erschwernisse als Nebenleistungen durch den Einheitspreis abgegolten. Wenn diese mit einzurechnen sind, werden diese in den Positionstexten beschrieben.

5.8 Vergleich Regiepositionen

Für diesen Vergleich wurden die Vorbemerkungen des Leistungsverzeichnisses und die Positionen der Regiearbeiten untersucht.

Tabelle 5.11 Vergleich Regiepositionen

Regiepositionen				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Beistellung der Arbeiter	✓	✓	✓	
Gerätebeistellung				
▪ Anteil Gerätemiete	✓	✓	✓	
▪ Anteil Betriebsstoffe	✓	✓	✓	
Baustofflieferung	✓	✓	✓	
Fremdleistungen	✓	✓	✓	

Im deutschen Ausschreibungsprojekt sind keine Positionen für Regiearbeiten vorgesehen.

In den Projekten 1-3 werden in der Vorbemerkung der Regiearbeiten die Bedingungen an diese angeführt. Sowohl die Vorbemerkungen als auch die Positionen für die Regiearbeiten sind in diesen drei Projekten gleich. Diese werden im folgenden Text beschrieben.

Die Vergütung für den Einsatz der Arbeitskräfte erfolgt für die tatsächlichen Beistellzeiten. Dies bedeutet die tatsächliche Arbeitszeit und allfällige Zeit für Zu- und Abgang im Baulosbereich. Die Vergütung für den Einsatz der Geräte erfolgt ebenfalls für die tatsächliche Beistellzeit vor Ort. Bei einem An- und Abtransport werden die Zeiten für das transportierende Gerät zur Gänze (inklusive Betriebsstoffe) und das

transportierte Gerät zur Hälfte (exklusive Betriebsstoffe) vergütet. Die vergütbare Transportzeit umfasst auch das Auf- und Abladen.

Zusätzlich zur Vergütung der tatsächlichen Leistung sind neben dem Regiezuschlag die Leistungen für die erforderlichen Aufsichtstätigkeiten und erforderlichen Arbeitsvorbereitungen sowie die Leistungen der in unmittelbarem Zusammenhang damit tätigen Angestellten des AN in den Einheitspreis der jeweiligen Regiearbeiten einzurechnen. Außerdem ist mit dem Einheitspreis auch der Mittelpreis gemäß ÖNORM B 2061, die Kosten für das Vorhalten von Kleingeräten, Kleingerüsten und Werkzeugen und das Beistellen von Nebenmaterialien abgegolten. Die Einheitspreise der jeweiligen Beschäftigungsgruppe beinhalten die mittleren Lohnkosten (einschließlich Regiezuschlag) gemäß dem Kollektivvertrag für Bauindustrie und Baugewerbe. Der Einheitspreis für Arbeitsgruppen stellt einen Mittellohn von Arbeiten aller Beschäftigungsgruppen (einschließlich Regiezuschlag) dar. Gesondert vergütet werden vom AG angeordnete Überstunden.

Die Positionen für die Regiearbeiten werden getrennt für Untertage- und Obertagebauarbeiten ausgeschrieben. Die Positionen für „angehängte Regiearbeiten“ gelten für den gesamten ausgeschriebenen Leistungsumfang, d.h. für sämtliche Leistungsgruppen des Leistungsverzeichnisses, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist. Das Leistungsverzeichnis enthält Regie-Positionen für die Beistellung der Arbeiter, die Gerätebeistellung sowie für die Baustofflieferungen und Fremdleistungen. Für die Beistellung der Arbeiter wird ein Mischpreis gebildet. Diese werden mit der Einheit h vergütet.

Mit dem Einheitspreis der Gerätebeistellung werden der Regiezuschlag und das Gerätebereithalten (Gesamtpreis gemäß der Österreichischen Baugeräteliste, jedoch ohne Bedingungen) abgegolten. Für die Geräte wird die Vergütung über die Positionen Anteil Gerätemiete und Anteil Betriebsstoffe durchgeführt. Die Kosten der erforderlichen Arbeitskräfte für die Bedienung der Geräte werden nach den Positionen der Personalbeistellung gesondert vergütet. Nach den dafür vorgesehenen Positionen ist es möglich, jedes in der Österreichischen Baugeräteliste enthaltene Gerät, welches für Regiearbeiten benötigt wird, auszuschreiben und abzurechnen. Die Einheit der Position Anteil Gerätemiete ist VE. Die VE entspricht dem einstündigen Einsatz eines Gerätes mit einem Stunden-Gerätmietsatz von 1,00 Euro laut Österreichischer Baugeräteliste. Die Verrechnungsmenge ergibt sich aus der Multiplikation der Stundenanzahl mit der Gerätemiete des eingesetzten Gerätes. Mit dem Einheitspreis werden außerdem die Kosten für die Abschreibung und Verzinsung der Geräte sowie der Reparaturanteil und der Regiezuschlag abgegolten. Bei der Ermittlung des Anteils Betriebsstoffe wird mit einer VE, die einem einstündigen Einsatz eines Gerätes mit einer Motorleistung von 1 kW entspricht,

ausgegangen. Die Verrechnungsmenge ergibt sich aus der Multiplikation der Stundenanzahl mit der Motorleistung des eingesetzten Gerätes. Mit dem Einheitspreis werden außerdem die Kosten für die Treibstoffe, Schmiermittel und dgl. sowie der Regiezuschlag abgegolten. Beide Positionen der Gerätebeistellung werden nach der ÖBGL abgerechnet.

Die Regieposition Baustofflieferung wird ebenfalls mit der Einheit VE ausgeschrieben. Diese entspricht einem Rechnungsbetrag (ohne Mehrwertsteuer) von 1,00 Euro, welche der Auftragnehmer als Ausgabe für die Lieferung von Baustoffen frei Verwendungsstelle im Zuge von Regiearbeiten aufgewendet hat. Die Verrechnungsmenge stellt die Summe aller Rechnungsbeträge (netto) für Baustofflieferungen dar. Vom Bieter ist jener Preis anzugeben, um den der AN eine solche Lieferung im Betrag von 1,00 Euro anbietet. Dieser Preis enthält somit auch die entsprechenden Zuschläge.

Auch für die Fremdleistungen gilt eine Ausschreibung mit der Einheit VE. Diese entspricht dem Rechnungsbetrag (ohne Mehrwertsteuer) von 1,00 Euro, welche der Auftragnehmer als Ausgabe für Fremdleistungen im Zuge der Regiearbeiten aufgewendet hat. Die Verrechnungsmenge stellt die Summe aller Rechnungsbeträge (netto) für Fremdleistungen dar. Vom Bieter ist jener Preis anzugeben, um den der AN eine solche Leistung im Betrag von 1,00 Euro anbietet. Dieser Preis enthält auch die entsprechenden Zuschläge.

5.9 Vergleich Geotechnische Messungen

Auch für diesen Vergleich werden in den Ausschreibungsprojekten die Technischen Vertragsbedingungen, die Vorbemerkungen des Leistungsverzeichnisses und die jeweiligen Positionen für die Geotechnischen Messungen untersucht.

Tabelle 5.12 Vergleich Geotechnische Messungen

Geotechnische Messungen				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Beschreibung der Geotechnischen Messungen	✓	✓	✓	✓
Anordnung der Messquerschnitte	✓	✓	✓	✓
Angaben zur Messhäufigkeit	✓	✓	x	✓
Positionen für:				
▪ die Bauleistungen für Geotechnische Messungen	✓	✓	✓	
▪ das Liefern und Bereitstellen der Messausrüstung	✓	✓	✓	✓

▪ das Versetzen von Messgeräten	✓	✓	✓	✓
▪ die Durchführung der Geotechnischen Messungen	x ¹²⁾	✓	x ¹²⁾	✓

¹²⁾ Die Beauftragung zur Durchführung der Geotechnischen Messungen erfolgt extra.

Für die Projekte 1-3 werden in den Technischen Vertragsbedingungen die geotechnischen Messungen in gleicher Weise beschrieben. Dabei werden die Bauleistungen und allgemeine Maßnahmen für die Geotechnischen Messungen sowie die Vorgehensweise beschrieben und die vorgesehene Messausrüstung spezifiziert. Außerdem werden in diesen die Anordnung der jeweiligen Messquerschnitte definiert, die Anforderungen an den Einbau der Messgeräte beschrieben und die Häufigkeit der Messungen angegeben.

Die Positionen für Geotechnische Messungen betreffen die Bauleistungen, die Messausrüstung und Durchführung der jeweiligen Messung. Dabei gelten die folgenden Angaben für die Projekte 1-3.

Der AN stellt für den fachgerechten, funktionsfähigen, ausreichend geschützten Einbau aller geotechnischen Messgeräte und die Durchführung der Messungen erforderliche Bauleistungen. Dies bedeutet insbesondere die Belüftung und Beleuchtung in für die Messaufgabe ausreichenden Umfang sowie die Strom- und Wasserversorgung mit dem fachkundigen Bedienungspersonal. Mit dem Einheitspreis der jeweiligen Bauleistungen wird folgendes abgegolten:

- Sämtliche Lieferungen und Aufwendungen für Kleinwerkzeuge, Einbauhilfsmittel, Hilfsmaterialien usw.
- die Aufwendungen und Erschwernisse zufolge Lage der Einbaustellen
- das Lagern von allen geotechnischen Messgeräten an geeigneter, vor Witterung und schädlicher Verschmutzung ausreichend geschützter Stelle
- alle Aufwendungen für den Transport von geotechnischen Messgeräten zu den Einbaustellen inklusive aller Aufwendungen für das Auf- und Abladen
- die Manipulation vor Ort
- die Koordination mit der Durchführung und Auswertung der geotechnischen Messungen beauftragten Unternehmung

Zu den Bauleistungen zählt ebenfalls der Einbau der Messpunkte, die für die jeweiligen Messungen vorgesehen werden.

In der Leistungsgruppe Geotechnische Messungen wird das Liefern und Beistellen der jeweiligen Messausrüstungen ausgeschrieben. Die Leistung wird als das Liefern/Beistellen, Zusammenbauen der Geräte

und Lagern an geeigneter Stelle beschrieben. Außerdem müssen die Produktbeschreibungen aller gelieferten Messgeräte vorhanden sein.

In Projekt 1 und 3 ist in der Konzeption der Ausschreibungsunterlagen für die Durchführung der vorgesehenen geotechnischen Messungen eine von den Bauarbeiten getrennte Beauftragung vorgesehen. In Projekt 2 wird der AN jedoch mit der Durchführung der Geotechnischen Messungen beauftragt. Dafür werden Positionen für die Durchführung und Personenbereitstellung ausgeschrieben. Die Personalbeistellung betrifft die Hilfestellung eines Messgehilfens bei der Durchführung der Messarbeiten inklusive Auswertung, Dokumentation, und Erstellung eines Messberichtes. Dabei muss der Messgehilfen die Voraussetzung einer nachweislich abgeschlossenen Berufsausbildung und die Befähigung zur Fortbewegung aller im Tunnelbau eingesetzten Fahrzeuge vorweisen. Für die Durchführung von geotechnischen Messungen werden im Einheitspreis die Lohnkosten des Messpersonals inklusive erforderlicher Überstunden und die Gerätekosten abgegolten.

In Projekt 4 werden die vorgesehenen Messungen in getrennten Leistungsgruppen erfasst. Dabei wird das Messverfahren beschrieben und die Messhäufigkeiten sowie die Messquerschnitte angegeben. Es werden Positionen für das Liefern und Einbauen der jeweiligen Messpunkte ausgeschrieben. Durch die Position für die Durchführung der Messungen werden die Durchführung der geotechnischen Messungen einschließlich der Messgeräte sowie die Auswertung, Darstellung und Übermittlung der Messergebnisse und Interpretation dieser abgegolten. Weiterer Bestandteile dieser Position sind das betriebsbereite Vorhalten der Messergebnisse für die Dauer der Messungen und die Dokumentation der Messergebnisse über die gesamte Bauzeit einschließlich eines Abschlußberichtes.

5.10 Vergleich Abdichtungen

Beim Vergleich werden ausschließlich die Positionen, die für den kontinuierlichen Vortrieb gelten, miteinander verglichen. Neben der Abdichtung des Tunnels zählen dazu auch die Abdichtung der Nischen und Bauwerksübergänge.

Tabelle 5.13 Vergleich Abdichtung

Abdichtung				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
eigene Positionen für:				
▪ Abdichtungssystem kontinuierlicher Vortrieb	✓	✓	✓	
▪ Fugenbänder	✓	✓	✓	



Angabe der Güteanforderungen an die einzelnen Materialien	✓	✓	✓	
Mehraufwendungen bei der Abdichtung von Nischen	✓	✓	✓	
Mehraufwendungen bei der Abdichtung von Bauwerksübergängen	✓	✓	✓	

Nachdem in Projekt 4 nur ein einschaliger Tunnelausbau mit Tübbing vorgesehen ist, gibt es für den kontinuierlichen Vortrieb kein Abdichtungssystem.

In Projekt 1 wird das Abdichtungssystem der Tübbingstrecke in einer Position ausgeschrieben. Die Ausschreibung der Mehraufwendungen bei der Abdichtung von Nischen und Bauwerksübergängen erfolgen jeweils in einer Aufzählungsposition. Dabei erfolgt die Abrechnung der Fläche gemäß der Regelung, die in den Technischen Vertragsbestimmungen enthalten ist. Die Position Abdichtungssystem Tunnelstrecke gilt für das Herstellen der Abdichtung. Mit dem Einheitspreis dieser Position werden sämtliche für die Befestigung des Abdichtungssystems erforderlichen Hilfsmittel (Gerüste, Befestigungsmaterial etc.), die Dichtigkeitsprüfung der Nähte mit Druckluft, die Überlappungen und Verschnitte sowie die Abdichtungsträger und das Befestigen der Abdichtungsfolie am Sohlübbing zur Verhinderung des Eindringens von Beton zwischen Folie und Tübbing abgegolten. Die Fugenbänder werden entsprechend den Technischen Vertragsbestimmungen ausgeschrieben.

In Projekt 2 wird ebenfalls eine Position für das Abdichtungssystem des kontinuierlichen Vortriebs vorgesehen. Diese Position beinhaltet das Liefern und Aufbringen des Systems gegen nicht drückendes Wasser. Das Abdichtungssystem besteht aus der Schutzschicht zwischen Tübbingring und der Kunststoff-Dichtungsbahn. Mit dem Einheitspreis werden sämtliche für das Aufbringen des Abdichtungssystems erforderlichen Hilfsmittel (Gerüste, Befestigungsmaterial etc.), die Dichtigkeitsprüfung der Nähte mit Druckluft sowie Übergriffe, Überlappungen und Verschnitte abgegolten. Es wird die planmäßige Fläche abgerechnet. Die Mehraufwendungen für die Abdichtung bei Nischen werden in diesem Projekt nicht in Aufzählungspositionen berücksichtigt. Diese werden in eigenen Positionen ausgeschrieben. Die Fugenbänder werden ebenfalls gemäß den Technischen Vertragsbestimmungen ausgeschrieben.

In Projekt 3 erfolgt die Ausschreibung des Abdichtungssystems für den kontinuierlichen Vortrieb in gleicher Weise wie in Projekt 1. Die jeweiligen Positionen und die Leistungen, die mit dem Einheitspreis abgegolten werden sind in diesen beiden Projekten gleich.

5.11 Innenschalenarbeiten

Für diesen Vergleich werden das Leistungsverzeichnis, die Vorbemerkungen des Leistungsverzeichnisses und die Technischen Vertragsbedingungen herangezogen.

Tabelle 5.14 Vergleich Innenschalenarbeiten

Innenschalenarbeiten				
	Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3	Projekt 4
Angabe der Herstellungsart	✓	✓	✓	
Bewehrung der Innenschale, der Sohle und allfällige Sonderbewehrungen in getrennten Positionen	✓	✓	✓	
Innenschale aus Ortbeton				
Angabe von:				
▪ Minstdicke	x	✓	✓	
▪ Betonsorte	✓	✓	✓	
▪ Regelblocklänge	✓	x	x	
▪ Maßtoleranzen	✓	✓	✓	

Wie bereits erwähnt, ist in Projekt 4 nur ein einschaliger Tunnelausbau mit Tübbingen vorgesehen. In den Projekten 1-3 kommt ein zweischaliger Tunnelausbau mit Ortbeton-Innenschale zur Anwendung.

In Projekt 1 ist eine Position für das Herstellen der Innenschale aus Beton angegeben. Diese ist gemäß dem Blockplan herzustellen. Es ist eine Verwendung einer glatten und dichten Schalung vorzusehen. Mit dem Einheitspreis dieser Position werden die Kosten für die Schalung und Rüstung, die Kosten für die Fugenausbildung, Erschwernisse durch das Einbetonieren von Entwässerungsleitungen, Kabelschutzrohren, Halterungen, Anschlüssen, Erdungsleitungen sowie Erschwernisse für Aussparungen und allfällige Verflüssiger (nach vorheriger Genehmigung) abgegolten. Die Abrechnung erfolgt mit der Einheit m³. Die Bewehrung des Betons wird in gesonderten Positionen vergütet.

In Projekt 2 erfolgt die Ausschreibung der Position für das Herstellen unter der Angabe der Minstdicke und der Betonsorte. Der Beton ist dabei plangemäß unter Verwendung einer glatten und dichten Schalung herzustellen. Mit dem Einheitspreis werden die Kosten für Schalung und Rüstung, die Kosten für Fugenausbildung laut Plan, die Firstverpressung inklusive aller Erschwernisse sowie Erschwernisse durch das Einbetonieren von Kabelschutzrohren, Halterungen, Anschlüssen, Erdungsanlagen etc. und Erschwernisse für Aussparungen und Schlitze abgegolten. Auch in diesem Projekt erfolgt eine Abrechnung nach m³. Für die Bewehrungen werden eigene Positionen vorgesehen.

Die im Leistungsverzeichnis des Projektes 3 ausgeschriebenen Positionen entsprechen dem Projekt 2. Diese werden in weiterer Folge nicht gesondert beschrieben.

5.12 Beurteilung der ÖNORM B 2203-2 als Ausschreibungsgrundlage für den kontinuierlichen Vortrieb

Alle drei Projekte wurden unter anderem nach der ÖNORM B 2203-2 ausgeschrieben, obwohl bei der Ausschreibung von zwei Projekten sich diese noch in der Entwurfsphase befand. Deswegen wurden im Allgemeinen wenige Abweichungen zur ÖNORM festgestellt.

Im Wesentlichen eignet sich die Norm für die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen für den kontinuierlichen Vortrieb sehr gut. Es werden alle Hinweise für die Ausschreibung und Erstellung von Angeboten, die für einen kontinuierlichen Vortrieb erforderlich sind angegeben. In Bezug auf die Erfordernisse ist sie ebenfalls gut verständlich. Sie kann also als Leitfaden angesehen werden.

Neben den Hinweisen für die Ausschreibung und für die Erstellung von Angeboten enthält die Norm Vertragsbestimmungen, die aufbauend auf die ÖNORM B 2110 angegeben werden. Die Vertragsbestimmungen enthalten Angaben zu den Materialien, der Ausführung (Vermessung, Ausbruch, Vortrieb, Entwässerungsarbeiten, Abdichtungsarbeiten, Innenschalenarbeiten und Geotechnische Messungen), den Nebenleistungen sowie zur Ausmaßfeststellung und zur Abrechnung.

6 Expertengespräche

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden zwei Expertengespräche durchgeführt. Die Befragung wurde mit Vertretern der Auftraggeber durchgeführt. Dabei handelt es sich um die ÖBB-Infrastruktur AG und die DB ProjektBau GmbH.

In diesem Gespräch wurden Fragen zu den Ausschreibungsunterlagen und die Vorgehensweise bei der Erstellung dieser gestellt.

6.1 Befragung ÖBB Infrastruktur AG¹⁶²

Bei der Ausschreibung von Tunnelbauprojekten mit kontinuierlichem Vortrieb werden vom Auftraggeber keine Alternativangebote zugelassen, da ein Vergleich nicht möglich ist. Der Grund dafür ist, dass die dafür vorgesehenen Bewertungskriterien nur schwer im Vorhinein bestimmbar sind. Eine Änderung von zyklischem auf kontinuierlichen Vortrieb ist ohnehin nicht möglich. Sollte eine derartige Chance bestehen, werden vom AG beide Varianten ausgeschrieben.

In der Regel wird die TVM funktional beschrieben. Diese Beschreibung beinhaltet jegliche Anforderungen an das Vortriebssystem, die aufgrund der prognostizierten Geologie zu bewältigen sind. Anhand dieser werden bereits gewisse Systeme ausgeschlossen. Die endgültige Wahl wird aber vom AN vorgenommen.

Die ÖBB sieht generell eine konstruktive Leistungsbeschreibung bei der Ausschreibung von Tunnelbauprojekten vor. Mit dieser Leistungsbeschreibung werden aber funktionale Elemente nicht ausgeschlossen. Bei Elementen der Baulogistik wird die konkrete Umsetzung dem AN überlassen. Ein Beispiel dafür wären baulogistische Querschläge.

Für die ZGKB wird eine zeitliche Einteilung entsprechend dem Bauablauf vorgenommen. Dabei ergeben sich die Abschnitte von Baubeginn bis Vortriebsbeginn, von Vortriebsbeginn bis Betonierende und von Betonierende bis Vortriebsende. Die Abrechnung erfolgt nach Verrechnungseinheiten. Diese werden als Pauschale angeboten und für das Vertragsleistungsverzeichnis mittels Division durch die angebotene Dauer in VE umgewandelt. Für den Vortrieb ist die Summe der abgerechneten VE variabel und richtet sich nach der angetroffenen Geologie.

¹⁶² Vgl.: Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Günter Strappler, Geschäftsbereich NA und BBDL und Herrn Dipl.-Ing. Johann Lemmerer, Geschäftsbereich ES Tunnelbau (beide ÖBB Infrastruktur AG), am 04.08.2010.

Die Gerätekosten werden entweder in den ZGKB zeitabhängig oder im Bestandteil Sonstiges der jeweiligen LV-Positionen leistungsabhängig ausgeschrieben. Für Spezialgeräte erfolgt oft eine separate Ausschreibung mit getrennten Positionen für das Liefern, Bereithalten und den Einsatz. Als Spezialgeräte verstehen sich zum Beispiel Kernbohrgeräte oder Injektionseinrichtungen.

Hinsichtlich der Ausschreibung von kostspieligen Vortriebssystemen wird eine Position für das Liefern und Montieren vorgesehen. Bei der Kalkulation dieser Position, mit der die Pauschalbeschreibung der TVM abgegolten werden soll, kommt es zu zwei Varianten. Bei der Variante A wird der gesamte Kaufpreis für das TVM-System und der Montageaufwand vom AN in dieser Position eingetragen. Dies bedeutet, dass der tatsächliche Geldfluss berücksichtigt wird. Bei der Baustellenräumung wird dann der Restwert als Minusposition berücksichtigt. Hier kommt es dann zu keiner zusätzlichen Abschreibung während der Bauzeit. Die Variante B berücksichtigt nur den Montageaufwand in dieser Position. Die Differenz zwischen Anschaffungswert und Restwert des Vortriebssystems wird dann in die zeitgebundenen Kosten Baustelle mit eingerechnet. Beide Varianten haben entweder für den Auftragnehmer oder den Auftraggeber Vor- und Nachteile. Bei der Variante A ergibt sich dadurch ein Vorteil, da keine Kosten für die Vorfinanzierung gerechnet werden müssen. Der Grund dafür ist, weil die Investitionskosten durch die Position im Leistungsverzeichnis abgedeckt werden. Jedoch wird es bei der Variante B notwendig, dass die Kosten der Vorfinanzierung berücksichtigt werden, was eine höhere Angebotssumme darstellt und somit ein Nachteil im Preiswettbewerb entsteht. Ein Nachteil für die Variante A ist eine geologisch bedingte Bauzeitverlängerung, da sich dadurch der Restwert der TVM theoretisch vermindert. Diese Tatsache wird nicht über die vertraglichen Verrechnungsmodalitäten abgedeckt und würde so zu Diskussionen über Mehrkostenforderungen führen. Dieser Nachteil ergibt für die Variante B einen Vorteil, da bei einer Verlängerung der Vortriebszeit die Minimierung des Restwertes in den ZGKB abgerechnet wird. Bei einer Bauzeitverkürzung verhält sich das genau umgekehrt. Dabei entsteht bei der Variante A für den AN ein Vorteil, da der Restwert höher bleibt. Für die Variante B bedeutet eine Verkürzung der Vortriebsdauer einen Nachteil für den AG, da sich der Restwert nicht in dem Maße erhöht, wie die Verrechnungseinheiten der ZGKB entfallen.

Im Bauvertrag erfolgt eine Zuweisung der Risiken. Die Regelungen dafür erteilen dem AG das geologische Risiko in Hinblick auf Abweichungen von der Prognose bezügliche Gesteinsfestigkeiten und eventuell Ausbruchverhalten. Der AN trägt das Risiko in Bezug auf seine angegebenen Vortriebsgeschwindigkeiten und auf eine unterschiedliche Verteilung der Homogenbereiche.

6.2 Befragung DB Projektbau GmbH¹⁶³

Die Regelungen für die Veränderungsmöglichkeiten des Bauverfahrens durch den AN werden im Wesentlichen durch das Planrecht vorgegeben. In Ausnahmefällen kann durch ein Nebenangebot in der Ausschreibung eine Veränderung des Bauverfahrens erfolgen.

Zur Unterstützung der Wahl für das Vortriebssystem werden vom AG Technische Spezifikationen angegeben. Diese beinhalten die jeweiligen Anforderungen an die TVM. Durch diese wird die Wahl bereits in eine Richtung geleitet. Vom AG wird aber kein bestimmter Hersteller genannt. Die endgültige Entscheidung verbleibt somit beim AN.

Für die Ausschreibung von Tunnelbauprojekten werden die Leistungen konstruktiv beschrieben. Es besteht aber die Möglichkeit eine konstruktive Leistungsbeschreibung mit funktionalen Elementen vorzusehen. Als Positionen dafür gelten alle jene, die teilpauschlierbar sind. Beispiele dafür sind die Baugrube oder das Fundament.

Die ZGKB werden zum Beispiel in Positionen wie „Baustelleneinrichtung vorhalten“ über Zeitansätze (Monate, Tage, Stunden) ausgeschrieben. Die in den ZGKB ebenfalls enthaltene Position für den Vortrieb wird nach Metern abgerechnet. Die Kosten der Maschine sind in die dafür vorgesehene Leistungsposition einzurechnen. Für die Maschine und das Vorhalten können aber eigene Positionen vorgesehen werden.

Für Leistungsgeräte gilt eine Abrechnung durch die jeweiligen Leistungspositionen. Für die allgemeinen Geräte müssen BE-Positionen vorgesehen werden.

Die einmaligen Kosten der Vortriebssysteme, wie z.B. Pauschalabschreibung, sind in die entsprechenden Leistungspositionen einzukalkulieren. Der Zahlungsplan dafür sieht gegebenenfalls eine Anzahlung auf die TVM gegen entsprechende Absicherungen vor.

Infolge der Zuweisung der Risiken, die im Bauvertrag geregelt wird, trägt der AG das geologische Risiko, da er den Baugrund beistellt. Solange die Geologie, wie ausgeschrieben vorliegt und kein Planungsfehler vom AG verursacht wurde, haftet der AN für seine Leistungen.

¹⁶³ Vgl.: Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Stefan Simon, Geschäftsbereich Projektleiter und Kompetenzmanager Tunnelbau bei DB ProjektBau GmbH, am 03.09.2010.

7 Zusammenfassung

In der Einleitung wird als Ziel dieser Arbeit, die Feststellung der Unterschiede in den Ausschreibungsunterlagen genannt. Dies gilt für die sowohl für die Abweichung zwischen den österreichischen Tunnelbauprojekten und dem Unterschied zwischen Österreich und Deutschland.

7.1 Abweichungen zur ÖNORM B 2203-2 und innerhalb der österreichischen Tunnelbauprojekte

Durch den Vergleich der Ausschreibungsunterlagen innerhalb Österreichs wurden keine Unterschiede, die von großer Bedeutung sind, festgestellt. Es ergaben sich nur einzelne Abweichungen sowohl zur ÖNORM B 2203-2 als auch innerhalb der Tunnelbauprojekte. Diese Abweichungen werden im folgenden Unterkapitel beschrieben. Nachdem beim Vergleich die Kriterien entsprechend der Norm festgelegt wurden, gelten die Abweichungen zur ÖNORM auch als Abweichungen innerhalb der drei Projekte.

Keine Abweichungen sowohl zur ÖNORM als auch innerhalb der Projekte gab es bei den Regiepostionen, den Positionen der Geotechnischen Messungen und den Positionen für das Abdichtungssystem. In weiterer Folge werden die einzelnen Unterschiede angegeben.

Für die Gebirgscharakterisierung der einzelnen Ausschreibungsunterlagen, die mit der Richtlinie für die Planung von Untertagebauwerken verglichen wurde, gab es hinsichtlich der Norm Abweichungen bei der Beschreibung der Gebirgsverhaltenstypen, der Festlegung von Ausbruch und Sicherung sowie bei der Angabe des Tunnelbautechnischen Rahmenplanes. In einem Projekt wurden die erforderlichen Skizzen der erwarteten Gebirgsstruktur und der Versagensmechanismen sowie die Verschiebung des Holraumes und Einschätzung der Größe und Richtung nicht angegeben. In einem anderen Projekt fehlten die Angaben zur Festlegung von Ausbruch und Sicherung und zum Tunnelbautechnischen Rahmenplan. Bei diesem Projekt wurde am Anfang bekanntgegeben, dass diese Teile in den Ausschreibungsunterlagen nur für den zyklischen Vortrieb vorgesehen sind.

Die Anforderungen an die Projektbeschreibung wurden in allen drei Projekten in gleicher Weise erfüllt. In allen drei Projekten fehlte nur die Beschreibung zu den Auswirkungen, die baulosübergreifend sind. Eine weitere Abweichung ergab sich in einem Projekt. In diesem wurden keine Angaben zum geotechnischen Sicherheitsmanagement und die gegenseitige Beeinflussung von Tunnel und Oberfläche gemacht.

Die Wahl des Vortriebssystems wurde außer in einem Projekt dem AN überlassen. Die Beschreibung der Anforderungen an das System unterscheidet sich in allen drei Projekten in der Detaillierung der Vorgaben. Im Vergleich zur ÖNORM wurden keine Mindestkurvenradien und besondere Vorschriften zum Arbeits- Brand- und Katastrophenschutz angegeben.

Die Vorgaben zum Ausbau unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen, die in der Norm dafür vorgesehen sind. Die vom AG anzugebenden Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit wurde in einem Projekten nicht berücksichtigt. Des Weiteren fehlen in zwei Projekten die Angaben zu den Anforderungen an die Dichtheit. Die Ausbildung des Ringes, die Anzahl der Tübbinge pro Ring, die Ringbreite und die Fugenausbildung können entweder vom AG vorgegeben werden, oder sind vom AN anzubieten. In zwei von drei Projekten werden diese Kriterien an die Ringausbildung vom AG vorgeben. Im dritten ist die Ringausbildung Aufgabe des AN.

Im Vergleich der einmaligen Kosten gab es keine Unterscheidung zur ÖNORM. Die drei Projekte selbst unterscheiden sich in der Vergütung der Pauschalabschreibung. In einem Projekt werden mit dem Einheitspreis der Position der BE des Tunnelvortriebssystems neben dem Montageaufwand auch die Finanzierungskosten abgegolten. In der Position für das Räumen des Tunnelvortriebssystems wird dann der Restwert dieser als Minusposition berücksichtigt. In den anderen beiden Projekten wird in der BE des Vortriebssystems mit dem Einheitspreis nur der Monateaufwand abgegolten. Die Differenz zwischen Anschaffungswert und Restwert wird dann in den ZGKB berücksichtigt.

Die ZGKB unterscheiden sich weder von der ÖNORM noch innerhalb der drei Projekte. In allen drei Projekten sind in den zeitgebundenen Kosten der Baustelle die ZGKB (Baustellenregie), die Gerätekosten der Baustelle und die Sonstigen Kosten enthalten. Ebenfalls werden Regelungen zur Vergütung der Vortriebsunterbrechung und Vortriebs-Stillliegezeiten gleichermaßen angegeben.

Die Positionen des Ausbruchs werden entweder pro Vortriebsklasse je m ausgeschrieben oder es wird eine Position für die Lohnkosten der Vortriebsmannschaft je Zeiteinheit vorgesehen. In keinen der drei Projekte wird eine Position für das allenfalls erforderliche Übermaß ausgeschrieben und somit werden auch keine Regelungen bezüglich der Auswirkungen dieses auf den Ausbruchspreis und die ZGKB angegeben.

Hinsichtlich der Erschwernisse werden nur in einem Projekt die Wassererschwernisse in eigenen Positionen ausgeschrieben. Ansonsten werden die jeweiligen Erschwernisse direkt mit dem Einheitspreis anderer Positionen abgegolten.

Bei den Innenschalenarbeiten wird bei einem Projekt die Mindestdicke nicht angegeben. Bei den anderen beiden Projekten fehlen die Angaben

zur Regelblocklänge. Ansonsten gibt es keine Abweichungen hinsichtlich der ÖNORM und innerhalb der drei Tunnelbauprojekte.

Im Wesentlichen eignet sich die ÖNORM B 2203-2 für die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen für den kontinuierlichen Vortrieb sehr gut. Es werden alle Hinweise für die Ausschreibung und Erstellung von Angeboten, die für einen kontinuierlichen Vortrieb erforderlich sind angegeben. In Bezug auf die Erfordernisse ist sie ebenfalls gut verständlich. Sie kann also als Leitfaden angesehen werden.

7.2 Abweichungen zwischen Österreich und Deutschland

Beim Vergleich zwischen Österreich und Deutschland wurden ebenfalls Abweichungen festgestellt, aber nicht in jedem Bereich. Die Projektbeschreibung unterscheidet sich nicht von jener der österreichischen Ausschreibungsunterlagen. Es werden die gleichen Angaben zum Bauprojekt gemacht. Bei den Angaben zum Ausbau wurden ebenfalls keine Abweichungen festgestellt. Es wird das zum Einsatz kommende Stützmittel angegeben und beschrieben. Für den Ausbruch werden wie in Österreich Positionen je Vortriebsklasse pro m mit den Bestandteilen Lohn und Sonstiges ausgeschrieben. Es erfolgt ebenfalls keine Angabe eines allenfalls erforderlichen Überbohrmaßes und es werden auch keine Regelungen bezüglich der Auswirkungen dieses auf den Ausbruchpreis und die ZGKB angegeben. In Deutschland werden die Erschwernisse auch nicht in gesonderten Positionen ausgeschrieben. Sie werden ebenfalls als Nebenleistungen angesehen und mit dem Einheitspreis anderer Positionen abgegolten. Die Beschreibung der Geotechnischen Messungen erfolgt entsprechend den Angaben, die auch in Österreich gemacht werden.

Im Folgenden werden die Abweichungen zusammengefasst beschrieben.

Für die Beschreibung der Gebirgsarten werden in Deutschland keine Schlüsselparameter definiert, um eine Einteilung der Gebirgsarten durchzuführen. Es werden lediglich die Schichten mit den vorkommenden Gesteinsarten beschrieben. Die Ausschreibungsunterlagen enthalten ebenfalls keine Angaben zu den Trennflächeneigenschaften. Die Gebirgsverhaltenstypen werden aus Homogenbereichen abgeleitet. Bei der Festlegung von Ausbruch und Sicherung erfolgt nur eine Angabe und Beschreibung der Stützmittel. Es wird keine Untersuchung zum Systemverhalten durchgeführt. Außerdem werden keine Zusatz- und Sondermaßnahmen angegeben. In Deutschland wird auch kein Tunnelbautechnischer Rahmenplan im Sinne des österreichischen erstellt.

Die Wahl des Vortriebssystems wird ebenfalls dem AN überlassen. Dafür werden die Forderungen an dieses entsprechend den Geomechanischen

Untersuchungen festgelegt. Der einzige Unterschied ist, dass – wie bereits erwähnt – keine Angaben zu den Zusatz- und Sondermaßnahmen gemacht werden.

In den Baustellengemeinkosten sind die einmaligen Kosten der Baustelle, die einmaligen Kosten des Vortriebssystems, die ZGKB und die Baustellenräumung enthalten. Die Gerätekosten von zum Beispiel Spezialgeräten werden in einer eigenen Leistungsgruppe ausgeschrieben. Hinsichtlich der einmaligen Kosten der Baustelle und des Vortriebssystems gibt es keine Unterschiede bei der Ausschreibung. Jedoch bei den ZGKB gibt es Abweichungen zwischen Österreich und Deutschland. In Österreich werden die ZGKB in Abschnitte von Baubeginn bis Vortriebsbeginn, von Vortriebsbeginn bis Betonierende und von Betonierende bis Bauende eingeteilt. In Deutschland wird keine Einteilung in Abschnitte nach dem Bauablauf vorgenommen. Es sind hingegen nur Positionen für das Vorhalten der allgemeinen Baustelleneinrichtung und für das Vorhalten von zusätzlichen Baustelleneinrichtungen vorgesehen. Das Vorhalten der TVM wird dabei als zusätzliche Position für die Baustelleneinrichtung ausgeschrieben.

Beim Vergleich der Angaben zu den Regiepositionen wurde festgestellt, dass in Deutschland keine Ausschreibung dieser im Sinne jener Österreichs vorgesehen ist.

Die Angaben zum Abdichtungssystem und den Innenschalenarbeiten konnten nicht verglichen werden, da beim deutschen Tunnelbauprojekt ein einschaliger Ausbau mit Tübbing ohne Abdichtung vorgesehen wird.

Glossar

Glossar	Ein Glossar listet Wörter auf, welche einer gesonderten genauen Erklärung bedürfen. Hierzu zählen zum Beispiel Fremdwörter oder technische Ausdrücke, die nicht im allgemeinen Sprachgebrauch vorkommen und dem Leser nicht geläufig sind.
Abrasivität	eine besondere Abnutzung der Werkzeuge durch Minerale mit einem hohen Härtegrad wie z.B. Quarz ¹⁶⁴
Bohrklein	beim Gesteinsbohren anfallende feinkörnige Gesteinspartikel ¹⁶⁵
Cerchar Abrasivität	wird aus dem CERCHAR Abrasionsversuch ermittelt und dient zur Beurteilung der Abrasivität von Festgesteinen ¹⁶⁶
Innen- und Außenkelly	Die Vorschubeinrichtung einer TBM nennt man Kelly. Diese Vorschubeinrichtung besteht aus einem inneren Teil, an dem der Bohrkopf befestigt ist, der Innenkelly, und einem äußeren Teil, der so genannten Außenkelly. ¹⁶⁷
Petrographie	Lehre von Zusammensetzung, Aufbau und Verbreitung der Gesteine ¹⁶⁸

¹⁶⁴ GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; Seite 393.

¹⁶⁵ <http://www.wissen.de/wde/generator/wissen/ressorts/technik/index.page=1065952.html>; Datum des Zugriffs: 07.07.2010, 09:20 Uhr.

¹⁶⁶ Vgl.: KÄSLING, H.; PLINNINGER, R.; THURO, K.: Praktische Aspekte der Abrasivitätsuntersuchung und Verschleißprognose mit den Cerchar-Abrasivitätstest (CAI); 15. Tagung für Ingenieurgeologie, Erlangen 2005. http://www.geo.tum.de/people/thuro/pubs/2005_nti_cai.pdf; Datum des Zugriffs: 23.09.2010, 21:10 Uhr.

¹⁶⁷ <http://www.wirth-erkelenz.de/index.php?id=51&L=1>; Datum des Zugriffs: 07.07.2010, 16:21 Uhr.

¹⁶⁸ <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Petrographie>; Datum des Zugriffs: 12.07.2010, 11:41 Uhr.

Literaturverzeichnis

Bücher, Publikationen:

AYAYDIN, N.: *Entwicklung und neuester Stand der Gebirgsklassifizierung*, Felsbau 12 Nr. 6/1994.

BAUER, F.; BENEDIKT, J.; DALLER, J.; LEMMERER, J.; OBERMEIER, O.; ZWITTNIG, G.: *Zwischenresümee über TVM-Vortriebe bei der Neubaustrecke Wien-St. Pölten*, Felsbau 25 Nr. 5/2007.

GAST, G.: *Das Vergabewesen in Österreich, Praxishandbuch zur Auftragsvergabe nach dem Bundesvergabegesetz 2006*; Heidelberg: Redline Wirtschaft, 2006.

GIRMSCHIED, G.: *Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; 2. Auflage*, Berlin: Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaft GmbH und Co.KG 2008.

GIRMSCHIED, G.: *Projektentwicklung in der Bauwirtschaft, Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer, 2., erweiterte und aktualisierte Auflage*, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 2007.

SCHNEIDER, E.: *Der Österreichische Tunnelbauvertrag*, Vortrag bei 5. Deggendorfer Bausymposium, veröffentlicht im Tagungsband der STUVA, März 2004.

SCHNEIDER E.; JOHN, M.: *Entwurfsrichtlinien – Kontinuierlicher Vortrieb von Eisenbahntunnel mit Tunnelvortriebsmaschinen*, Artikel zur Veröffentlichung im Tagungsband: Österreichischer Tunneltag, Salzburg, 2002.

SPANG, R.: *Skriptum zur Vorlesung Grundlagen des Tunnelbaus*; Technische Universität Dresden, Institut für Geotechnik; Ausgabe WS 2005/2006.

STEINER, D.; RÖBLREITER, K.; WINDISCH, M.: *Bundesvergabegesetz 2006*, Textausgabe mit Anmerkungen; Wien: Verlag Österreich GmbH, 2006

Normen, Richtlinien:

ÖNORM A 2050: *Vergabe von Aufträgen über Leistungen, Ausschreibung, Angebot, Zuschlag – Verfahrensnorm*; Ausgabe 2006.

ÖNORM B 2061: *Preisermittlung für Bauleistungen, Verfahrensnorm*; Ausgabe 1999.

ÖNORM B 2110: *Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen, Werkvertragsnorm*; Ausgabe 2009.

ÖNORM B 2203-2: *Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm, Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb*; Ausgabe 2005

Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb – herausgegeben anlässlich des 50. Geomechanik Kolloquiums. HRSG.: Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, Oktober 2001

