

DIPLOMARBEIT



BAUBETRIEBSOPTIMIERUNG DURCH VARIANTENUNTERSUCHUNG DER BAUVERFAHREN ZUR SOHLGEWÖLBEHERSTELLUNG

Patrick Urich, BSc

Vorgelegt am 24. Oktober 2011
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Projektentwicklung und Projektmanagement

Betreuer
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck
Dipl.-Ing. Dr. techn. Franz Pacher

Mitbetreuender Assistent
Dipl.-Ing. Michael Werkl

Hergiswil am 08. November 2011

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.

Hergiswil, 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.

Hergiswil,

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 Dipl.-Ing. Michael Werkl.

Für die Betreuung seitens der Alpine BeMo Tunnelling GesmbH bedanke ich mich bei Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Franz Pacher sowie bei den Beteiligten der gesamten Baustelle Bosrucktunnel II. Röhre.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie und meinen Verwandten sowie meiner Freundin, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützten.

Hergiswil, am 24. Oktober 2011

(Unterschrift Patrick Urich)

Kurzfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung von möglichen Bauverfahren zur Sohlgewölbebetonherstellung für den Neubau der II. Röhre des Bosrucktunnels.

Beim Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel handelt es sich um einen Straßentunnel, der die beiden Bundesländer Oberösterreich und der Steiermark mit einer zweiten Röhre verbindet. Der Baubeginn erfolgte am 20. Dezember 2009 und die Fertigstellung ist mit 2013 geplant. Ausführendes Unternehmen und gleichzeitig Auftraggeber dieser Diplomarbeit ist die Firma Alpine BeMo Tunnelling GmbH.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine Untersuchung durchzuführen, wie sich die Bauzeit durch einen Parallelbetrieb des Betonierens des Innengewölbebetons und des Sohlgewölbebetons zum Vortrieb unter Berücksichtigung der Kosten verkürzen und optimieren lässt. Diese Zielsetzung erfordert es, ein Bauverfahren zur Sohlgewölbebetonherstellung zu finden, welches einen Betrieb des Vortriebs parallel zum Betonieren des Gewölbebetons ermöglicht. Nach einer Analyse der Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung erscheinen drei Varianten für das Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel als geeignet und werden daher näher untersucht: Der konventionelle Sohlschalenwagen, die Verwendung einer Sohlbrücke und eine Ausführungsalternative durch den Einsatz von Walzbeton.

Die Bewertung der Verfahren erfolgt nach den in der Zielformulierung festgelegten Kriterien. Für die II. Röhre Bosrucktunnel ergibt sich, dass die Ausführungsvariante Walzbeton hinsichtlich Zeit und Kosten als die günstigste und schnellste Methode zur Herstellung des Sohlgewölbebetons identifiziert werden konnte.

Abstract

This diploma thesis is the study of different construction methods for the bottom slab of the second tube of Bosrucktunnel.

The project "Neubau II. Röhre Bosrucktunnel" is a road tunnel between Upper Austria and Styria, which has started on the 20th December 2009 and is expected to be finished in 2013. Alpine BeMo Tunnelling GmbH is the performing company of the project and in the same time the principal of this diploma thesis.

The main aim of this thesis is to reduce the construction time under provision for the costs. This should be achieved with a parallel operation of the vault concrete work and the tunnel drive. This goal setting needs a method for the bottom slab to realize the parallel operation. After an analysis of the available methods there are three methods which come into consideration for the project "Neubau II. Röhre Bosrucktunnel". The three options include the use of formwork carriage, a bottom bridge and an execution by using an alternative Roller-compacted concrete (RCC).

The evaluation of these methods is based on the criteria of the goal formulation. For the project "Neubau II. Röhre Bosrucktunnel" it turns out, that the variant RCC is the best and the fastest solution for the production of the bottom .

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Zieldefinition	3
1.3	Vorgehensweise	3
2	Projektbeschreibung Neubau Bosrucktunnel II.Röhre	6
2.1	Technische Projektdaten	7
2.2	Vertragliche Bestimmungen	9
2.2.1	Auszüge aus dem Bauvertrag	13
2.3	Kalkuliertes Bauprogramm	14
2.3.1	Vortriebsarbeiten	14
2.3.2	Innenausbauarbeiten	15
2.4	Stand der Arbeiten	17
2.4.1	Vortrieb Nord	17
2.4.2	Vortrieb Süd	18
2.4.3	Querschläge	18
3	Situationsanalyse – Bauablauf	19
3.1	Vortriebsarbeiten	21
3.2	Vorbereitungsarbeiten zum Innenausbau	24
3.3	Innenausbauarbeiten	25
3.4	Rahmenbedingungen	27
3.4.1	Geometrische Einflüsse	27
3.4.2	Ausbautechnische Rahmenbedingungen	27
3.4.3	Abbrucharbeiten im Bereich Südportal	27
4	Zielformulierung	29
5	Synthese - Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung	32
5.1	Sohlschälwagen	32
5.2	Sohlbrücke	34
5.2.1	Dimensionierung der Sohlbrücke	37
5.2.2	Installation der Brücke	37
5.2.3	Aufbau der Behelfsbrücke	37
5.2.4	Antrieb der Brücke	38
5.2.5	Bauablauf	38
5.2.6	Sicherheit	41
5.2.7	Leistungsansätze	42
5.3	Sohlbetonage mit Walzbeton	42
5.3.1	Geschichtlicher Überblick des Walzbetons	42
5.3.2	Definition Walzbeton	42
5.3.3	Vorteile des Walzbetons	43
5.3.4	Bauablauf	43
5.3.5	Einbau – Betoniertakte	46
5.3.6	Fugenausbildung	47
5.3.7	Nachbehandlung und Schutz	47
5.3.8	Leistungswerte	48
6	Verfahrensvergleich der Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung	49

6.1	Methodik der Variantenbewertung	49
6.2	Bewertungskriterien	51
6.2.1	Anwendbarkeit	51
6.2.2	Sicherheit	53
6.2.3	Bauzeit	55
6.2.4	Baukosten	56
6.2.5	Verfahrensrisiko	57
6.3	Bewertungsformel	58
7	Verfahrensauswahl mit detaillierter Beschreibung	60
7.1	Detaillierter Bauablauf.....	60
7.2	Geräteeinsatz.....	60
7.3	Personaleinsatz.....	61
7.4	Vertragslösung	61
7.5	Vergleich der Kalkulation	61
8	Zusammenfassung	62
	Literaturverzeichnis	63
	Anhang	66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Veranschaulichung der Aufgabenstellung im Zeit-/Wege Diagramm	2
Abbildung 2: Komponenten des System Engineerings.....	4
Abbildung 3: Zusammenhänge zwischen den Teilschritten des Problemlösungszyklus	5
Abbildung 4: Übersichtslageplan Bosrucktunnel.....	6
Abbildung 5: 3D-Modell Bosrucktunnel.....	7
Abbildung 6: Zeitgebundenen Kosten (ZGBK).....	12
Abbildung 7: Bohren der Sprenglöcher.....	15
Abbildung 8: Pannenbuchtshalwagen - Pfändertunnel II. Röhre	16
Abbildung 9: Zwischendecke - Pfändertunnel II. Röhre.....	16
Abbildung 10: Bauablaufanalyse	20
Abbildung 11: Halbseitige Abschalung des Sohlgewölbes	21
Abbildung 12: Darstellung der Bewetterungsumlegung.....	25
Abbildung 13: Zwischendecke Pfändertunnel II. Röhre	26
Abbildung 14: Bestand Südportal	28
Abbildung 15: Zielformulierung	31
Abbildung 16: Sohlshalwagen mit Schreitwerk	32
Abbildung 17: Sohlshalwagen.....	34
Abbildung 18: Sohlbrücke	35
Abbildung 19: Bauablauf Sohlbrücke.....	36
Abbildung 20: Stirnschalung	39
Abbildung 21: Schalung der Widerlager.....	39
Abbildung 22: Betonverteiler	40
Abbildung 23: Aushub der Fahrbahnsohle.....	41
Abbildung 24: Einbau des Walzbetons	44
Abbildung 25: Verdichten mit einer Vibrationswalze.....	45
Abbildung 26: Widerlager gleiten	46
Abbildung 27: Einbauskizze Walzbeton.....	47
Abbildung 28: Ablauf der Bewertungsmethodik.....	50
Abbildung 29: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Projektdaten.....	8
Tabelle 2: Bauzeitermittlung.....	10
Tabelle 3: Stand der Arbeiten 29. Oktober 2011 - Vortrieb Nord.....	17
Tabelle 4: Stand der Arbeiten 29. Oktober 2011 - Vortrieb Süd	18
Tabelle 5: Stand der Arbeiten 29. Oktober 2011 - Vortrieb Querschläge	18
Tabelle 6: Vortriebsgeräte.....	23
Tabelle 7: Anwendbarkeit der Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung	52
Tabelle 8: Sicherheitsbeurteilung.....	55

Abkürzungsverzeichnis

AN	Arbeitnehmer
AG	Auftraggeber
ASchG	ArbeitnehmerInnenschutzgesetz
ASFINAG	Autobahnen- und Schnellstraßen- Finanzierungs- Aktiengesellschaft
AT	Arbeitstage
BauKG	Bauarbeitenkoordinationsgesetz
BauV	Bauarbeiterschutzverordnung
BIA	Beginn Innenausbauarbeiten
BL	Block
BuS	Betrieb und Sicherheit
BZP	Bauzeitplan
DG	Druckhaftes Gebirge
DP	Durchschlagpunkt
EQ	Befahrbarer Querschlag
FLN	Feuerlöschnische
FSG	Flaches Sohlgewölbe
GQ	Begehrbarer Querschlag
KT	Kalendertage
LA	Lüfteraufweitung
lfm	Laufmeter
NS	Notrufnische
OS	Offene Sohle
ÖVBB	Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik
PB	Pannenbucht
RCC	Roller-compacted concrete
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
RQ	Regelquerschnitt
STSG	Straßentunnelsicherheitsgesetz
T2	Baubeginn
T3	Beginn des Vortriebes
T4.2	Fertigstellungstermin für die Rohbauarbeiten
TM	Tunnelmeter
TSG	Tiefes Sohlgewölbe
TU	Tunnel
VE	Verrechnungseinheit
ZGKB	Zeitgebundene Kosten

1 Einleitung

Die Herstellung eines Tunnels gehört zu den schwierigsten, aber auch zugleich zu den interessantesten Aufgaben eines Bauingenieurs. Die Kunst im Tunnelbau besteht aus den Kenntnissen verschiedenster Bereiche wie, vielfältiger Technik, abwechslungsreichen Konstruktionsmöglichkeiten, logistischen Herausforderungen und dem Prognostizieren des Gebirgsverhaltens. Letzteres ist sicherlich eines der wichtigsten Kenntnisse, um ein Tunnelbauwerk wirtschaftlich erfolgreich herstellen zu können.

Nach einer schlüssigen Prognose des Gebirgsverhaltens liegt es an der richtigen Auswahl der Bauverfahren und Stützmaßnahmen, um ein Tunnelprojekt ökonomisch abwickeln zu können. Dabei ist eines der wesentlichen Kriterien, die absolute Rücksichtnahme auf die Arbeitssicherheit und die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften, um die am Bau Beteiligten nicht unnötig in Gefahr zu bringen. Aufgrund möglicherweise wechselnden Gebirgsverhältnissen sollte ein Bauverfahren auch immer adaptionsfähig sein. Dieses Merkmal unterscheidet sich von anderen Bauingenieursdisziplinen, da dort mit vorab hergestellten Baumaterialien gebaut wird. Im Gegensatz dazu beschäftigt man sich im Tunnelbau mit einem Baumaterial, dem Gebirge, welches Eigenheiten aufweist, die man nie genau berechnen kann. Dies bedeutet, dass das Gebirge das Tempo der Bauarbeiten bestimmt. Daher beschreibt ein alter Mineursspruch: „*Vor der Ortsbrust ist es dunkel*“ treffend die Wechselbeziehung zwischen Planung und Ausführung.

Bei dieser Diplomarbeit handelt es sich um eine Auftragsdiplomarbeit der Firma Alpine BeMo Tunnelling, die im Zuge des Neubaus II. Röhre Bosrucktunnel erstellt wurde. Bei diesem gegenständlichen Projekt wird die zweite Röhre eines ca. 5,5 km langen Autobahntunnels zwischen Oberösterreich und der Steiermark hergestellt. Im Februar 2010 wurden die Ausbrucharbeiten am Haupttunnel von beiden Portalen (Nord und Süd) begonnen, welche voraussichtlich bis Mitte November 2011 andauern werden. Mehr Informationen zum Tunnelprojekt Bosruck werden im Kapitel 2 „Projektbeschreibung Neubau II. Röhre Bosrucktunnel“ erläutert.

1.1 Aufgabenstellung

Aus dem ständigen Bedürfnis nach wirtschaftlichem Erfolg bei Bauaufgaben, erfolgte im Oktober auf der Baustelle der Beginn für eine Untersuchung des kalkulierten und angebotenen Bauablaufes. Nach den ersten Überlegungen wurde die Idee entwickelt, den Innenausbau (Betoninnengewölbe) teilweise parallel zum noch laufenden Vortrieb zu realisieren. Durch eine Untersuchung der möglichen Verfahren zur Herstellung des Sohlgewölbebetons sollte in Erfahrung gebracht werden,

welches Bauverfahren dafür in Frage kommt, um insgesamt eine Optimierung der Bauabläufe und somit unter Umständen eine Bauzeitverkürzung zu erzielen. Diese Untersuchung ist das Kernthema dieser Diplomarbeit.

Da es sich bei Tunnelbauwerken um Linienbaustellen handelt, ist es eine enorme Herausforderung, den Innenausbau überlappend zu den noch laufenden Vortriebsarbeiten zu realisieren. Das größte Problem, diese Idee wirtschaftlich in die Realität umsetzen zu können, stellt die gegenseitige Beeinträchtigung der parallel laufenden Arbeitsstellen (Vortriebsarbeiten, Sohlgewölbebetonarbeiten, Innengewölbearbeiten) dar. Daher sollten die daraus entstehenden Beeinträchtigungen zwischen Vortriebsarbeiten und Innenausbauarbeiten möglichst gering gehalten werden. Um diese parallelen Aktivitäten realisieren zu können, bedarf es eines alternativen Bauverfahrens zur Sohlgewölbeherstellung, da in der Planung ein Sohlschalwagen zum Einsatz kommen sollte und dieses Verfahren keinen Parallelbetrieb zum Vortrieb ermöglicht.

Um diese Situation kurz zu beschreiben, wird hier der angebotene Bauablauf grafisch dargestellt. (siehe Abbildung 1: Veranschaulichung der Aufgabenstellung im Zeit-/Wege Diagramm)

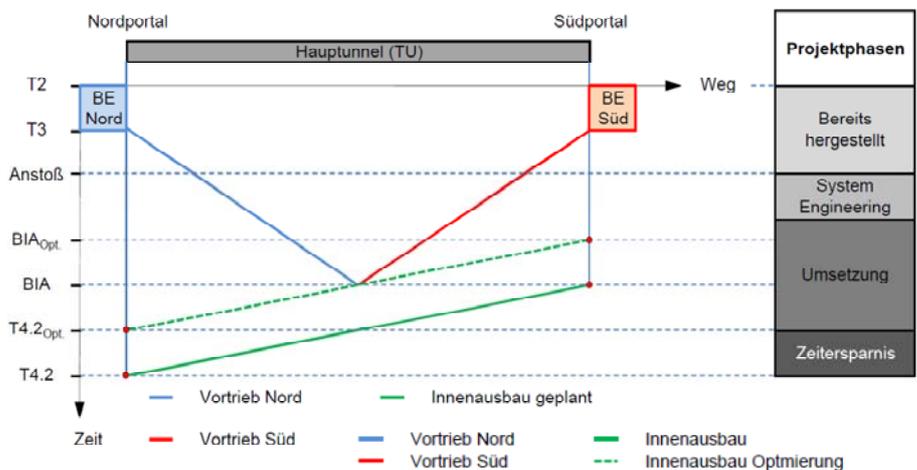


Abbildung 1: Veranschaulichung der Aufgabenstellung im Zeit-/Wege Diagramm

Nach der Baustelleneinrichtung an den Portalen Nord und Süd erfolgte der Beginn der Vortriebsarbeiten. Nach dem Durchschlag sollte der Innenausbau beginnen. Die Überlegung geht nun dahin, den Beginn der Innenausbauarbeiten vorzulegen, um insgesamt eine Überlappung der Arbeitsläufe und wenn möglich, dadurch eine Bauzeitverkürzung der Gesamtbauzeit zu erzielen. Aus der Abbildung 1 ist ersichtlich, dass der Beginn des Innenausbaus in Abhängigkeit zum Durchschlagszeitpunkt des Vortriebes steht. Dabei wird angenommen, dass die Geschwindigkeit des Vortriebs langsamer ist als jene des Innenausbaus. Der optimale Verlauf, wie abgebildet, für die Innenausbauarbeiten sieht

einen Schnittpunkt mit dem Durchschlagspunkt des Vortriebs vor, der jedoch in der Praxis nie exakt realisiert werden kann. Ein Grund dafür ist z.B. der benötigte Platz für den Vortrieb (ca. 250 m hinter der Ortsbrust).

Im Zeit-/Wege Diagramm ist dargestellt, dass der ursprünglich geplante Beginn der Innenausbauarbeiten (BIA) auf den Beginn (BIA_{Opt.}) vorverlegt werden soll. Daraus ergibt sich eine zeitliche Überschneidung der Innenausbauarbeiten mit den Vortriebsarbeiten ab dem optimierten Beginn der Innenausbauarbeiten (BIA_{Opt.}) bis zum eigentlichen Beginn der Innenausbauarbeiten (BIA), welches ein Bauverfahren für das Sohlgewölbe fordert, dass eben diesen Parallelbetrieb zulässt.

Der Beginn der Innenausbauarbeiten wurde bewusst auf das Südportal gelegt, da im Nordbereich einige Störzonen für den Vortrieb zu erwarten sind und damit die möglichen Behinderungen zeitlich schwer abzuschätzen sind. Außerdem ist das Sohlgewölbe im Bereich Süden leichter herzustellen, da dort keine Abdichtung und Bewehrung vorgesehen ist.

1.2 Zieldefinition

Aus der erläuternden Aufgabenstellung geht hervor, dass ein Alternativbauverfahren zur Sohlgewölbebetonherstellung gefunden werden soll, die eine Optimierung der Bauabläufe und eine Gesamtbauzeitverkürzung für das Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel mit sich bringen soll. Die Bauzeitverkürzung sollte jedoch keinen negativen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprojektes hervorrufen.

1.3 Vorgehensweise

Bei der Suche einer Lösung für den Parallelbetrieb empfahl sich die Anwendung eines Systems Engineering-Konzeptes, da bei dieser Vorgangsweise auch der Einfluss auf das Gesamtprojekt berücksichtigt werden kann.

Unter dem Begriff Systems Engineering versteht man ein Denkmodell und eine Vorgehensmethodik zur Lösung komplexer Probleme. Als Ausgangspunkt dient ein Problem, dass als Differenz zwischen einem IST-Zustand und einem SOLL-Zustand zu verstehen ist.¹

In der Abbildung 2 ist als Ausgangsproblem (IST-Zustand) der angedachte Ablauf für die Herstellung der Tunnelröhre zu verstehen. Dies bedeutet, dass die Innenausbauarbeiten nach den Vortriebs-

¹ HABERFELLNER, R.; NAGEL, P.; BECKER, M.; BÜCHEL, H.: Projekt-Management auf der Basis des Systems Engineering 2010; S. 1-4

arbeiten durchgeführt werden. Die Lösung soll den verfrühten Beginn des Innenausbaus darstellen, wodurch unter anderem eine Bauzeitverkürzung erzielt werden soll. Im Problemlösungsprozess findet die Suche nach alternativen Bauverfahren und deren Bewertung statt. Dabei werden auch die Auswirkungen auf den Bauablauf berücksichtigt.

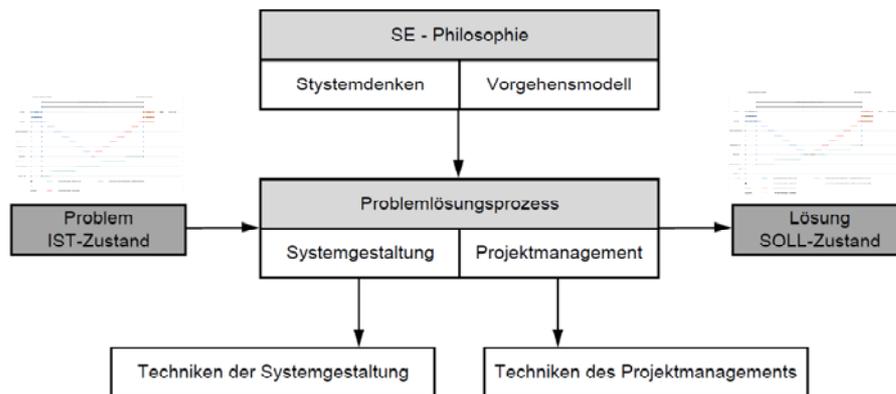


Abbildung 2: Komponenten des System Engineerings²

Die ganzheitliche Betrachtungsweise der Abläufe zur Herstellung der II. Röhre Bosrucktunnel ist unumgänglich, den nur so kann überprüft werden, ob das gefundene Sohlgewölbeverfahren einen positiven Effekt für das Projekt mit sich bringt.³

Die Abbildung 3 veranschaulicht die Vorgangsweise des Systems Engineering innerhalb des Problemlösungsprozesses:

Der Anstoß zur Optimierung erfolgte auf der Baustelle. Der erste Schritt war die Situationsanalyse, wo der generelle Ablauf der Arbeiten analysiert und die einzelnen Tätigkeiten und Abläufe differenziert betrachtet wurde. Dabei wurde auf die beeinflussenden Rahmenbedingungen Rücksicht genommen, die Einwirkungen auf die Zielerreichung haben. Nach einer präzisen Zielformulierung erfolgte der Übergang in die Synthese von Lösungen. Dabei werden die Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung, die Stand der Technik sind, untersucht. Die gefundenen Varianten werden auf die technische Machbarkeit überprüft und in den Bauablauf als Alternativverfahren für das ursprünglich geplante Verfahren integriert, um eine Überprüfung der Zielvorgabe vornehmen zu können. Ein Vergleich der Varianten erfolgt in der Bewertung mit festgelegten Bewertungskriterien, die mit der Zielformulierung übereinstimmen. Aus diesem Vergleich ergibt sich eine

² HABERFELLNER, R.; NAGEL, P.; BECKER, M.; BÜCHEL, H.: Projekt-Management auf der Basis des Systems Engineering 2010; S. 1-4

³ SCHALCHER, H.R.: Systems Engineering; September 2008; S. 3-2

zu favorisierende Variante und diese wird im Kapitel 7 detailliert beschrieben.

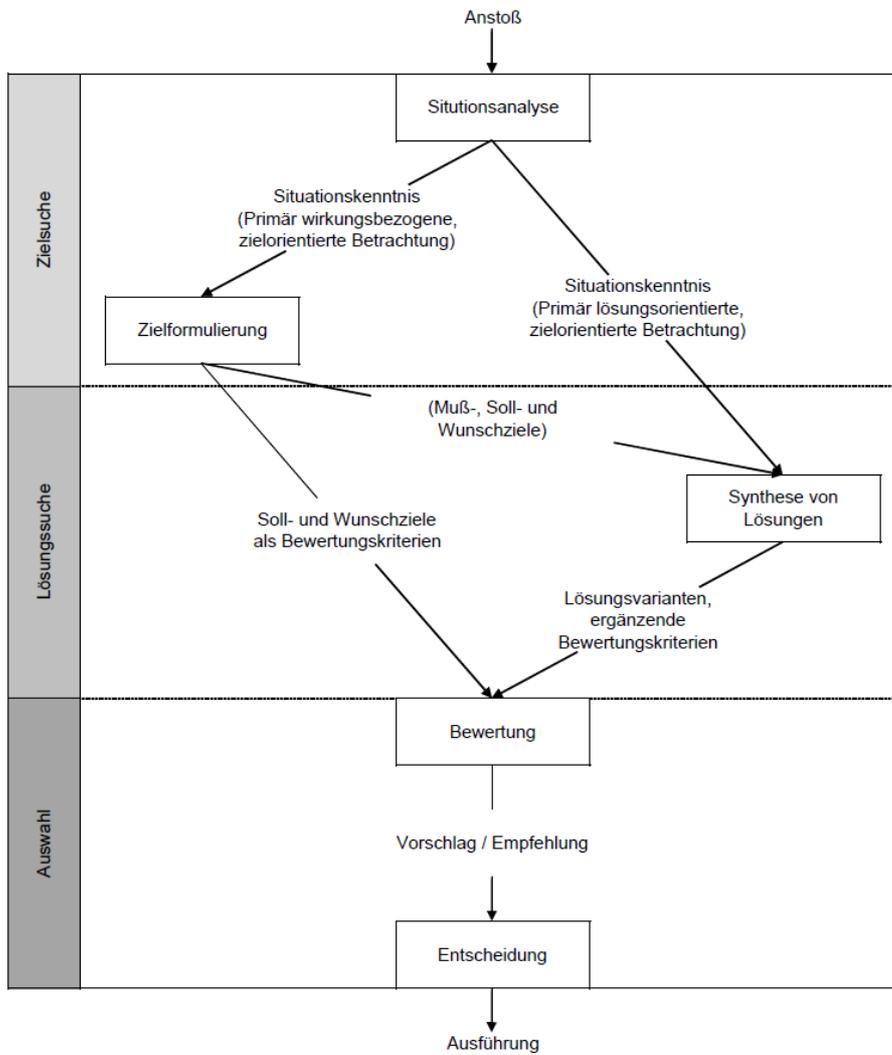


Abbildung 3: Zusammenhänge zwischen den Teilschritten des Problemlösungszyklus⁴

⁴ HABERFELLNER, R.; NAGEL, P.; BECKER, M.; BÜCHEL, H.: Projekt-Management auf der Basis des Systems Engineering 2010; S. 3-26

2 Projektbeschreibung Neubau Bosrucktunnel II.Röhre

Der 5,5 km lange bestehende Bosrucktunnel (Oströhre) ist ein wesentliches Teilstück der Autobahn A9 und unterfährt das 1.992 m hohe Bosruckmassiv zwischen dem Talschluss des Teichtales auf der oberösterreichischen Seite und dem Ennstal bei Ardning auf der steirischen Seite (Abbildung 4: Übersichtslageplan Bosrucktunnel). Die Oströhre wurde 1980/81 vorgetrieben und im Oktober 1983 für den öffentlichen Verkehr freigegeben. Zwischen der bestehenden Oströhre und der im Bau befindlichen 5.425 m langen Weströhre verläuft achsparallel der sogenannte „Lüftungs- und Entwässerungsstollen“, der vorab in den Jahren 1978/79 als Erkundungsstollen für die Oströhre aufgefahren wurde.

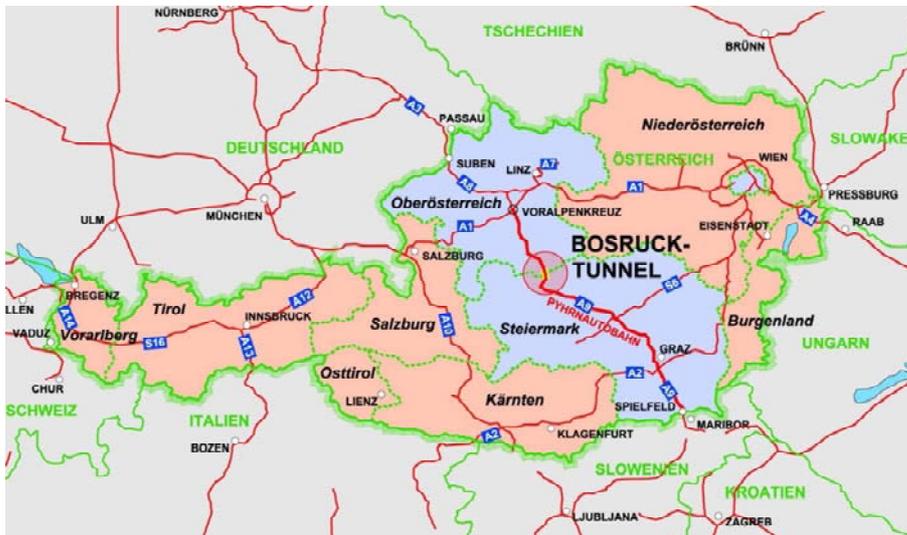


Abbildung 4: Übersichtslageplan Bosrucktunnel⁵

Die portalnahen Abschnitte der Weströhre wurden bereits beim Bau der Oströhre in den 1980er Jahren, jeweils als kurze Tunnelstützen, im Süden 133 m und im Norden 58 m, weit in den Berg vorgetrieben. Dabei wurden auch im Süden sechs Sohlgewölbebetonblöcke und vier Innenringgewölbebetonblöcke, davon zwei mit Zwischendecke, hergestellt. Die im bergmännischen Vortrieb auszubrechende Tunnelstrecke der Weströhre umfasst daher noch ca. 5.234 m. Die maximale Überlagerung der Tunnelfirste beträgt ca. 1.150 m und wird im Karbonatstock des Bosrucks erreicht. Im Zuge der Vortriebsarbeiten der

⁵ o.A.: Ausschreibungsunterlagen Bosrucktunnel

Weströhre werden parallel dazu elf Querschläge im Abstand von ca. 500 m als Fluchtwege zwischen den beiden Tunnelröhren hergestellt.

Die 3D-Grafik in Abbildung 5 zeigt das Modell des Projektes Neubau II. Röhre Bosrucktunnel mit seinen Verbindungen zur Bestandsröhre.

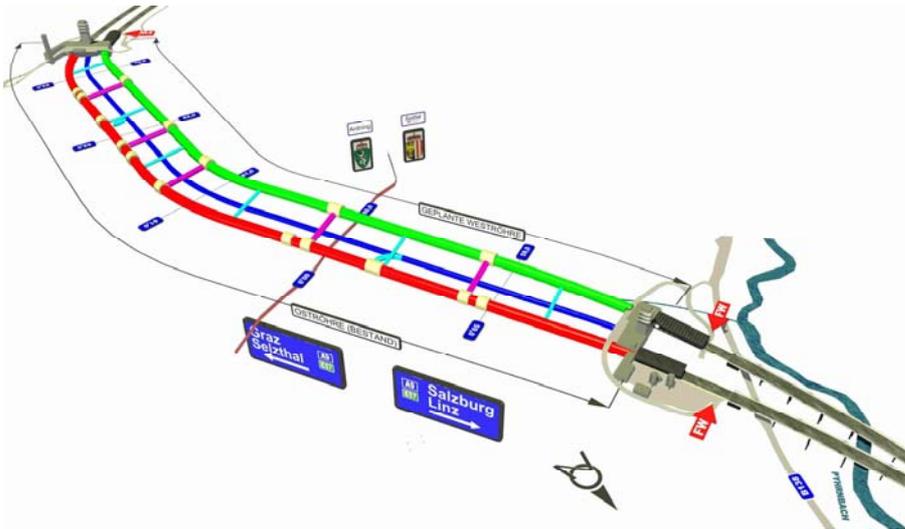


Abbildung 5: 3D-Modell Bosrucktunnel⁶

Ca. 100 m östlich der Oströhre quert der 4.766 m lange, eingleisige Bosruckeisenbahntunnel den Gebirgsstock. Der Tunnel wurde 1901 bis 1906 unter zum Teil größten Schwierigkeiten wie Wassereinbrüchen und Methangasexplosionen errichtet und weist ein Lichtraumprofil von ca. 33 m² auf.

2.1 Technische Projektdaten

Der offizielle Baubeginn für den Neubau der II. Röhre Bosrucktunnel erfolgte am 4. Dezember 2009. Nach der 30-tägigen Baustellen-einrichtungsphase erfolgte der Start für den Nordvortrieb am 13. Februar 2010. Einen Tag später, am 14. Februar 2010, wurde auch der Vortrieb Süd aufgenommen.

In der folgenden Tabelle 1 sind die wichtigsten technischen Projektdaten abgebildet. Ergänzend zu den Ausbruchquerschnitten ist zu erwähnen, dass einige Abschnitte des Sohlgewölbes bewehrt und auch teilweise mit einer Tunnelabdichtung in Form einer Abdichtungsbahn auszustatten sind. Auf diese Bereiche wird in diesem Kapitel bewusst nicht detailliert

⁶ o.A.: Übersicht Bosrucktunnel;
http://www.laabmayr.at/elemente/strassentunnel/01_28_A9%20BOSRUCK%20TUNNEL%20VOLLBAU_01.JPG
 Datum des Zugriffs 18.04.2011 14:35

eingegangen, da dies in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert wird.

Beschreibung	Daten
Tunnellänge	5.424,864 m
Fahrbahnbreite	7,50 m
Fahrbahnbelag	Betondecke
Erhöhter Seitenstreifen	2 x ca. 0,90 m
Lichte Höhe	> 4,70 m
Ausbruchsmethode	Zyklischer Vortrieb nach NÖT-Prinzip
Ausbruchsquerschnitt Tunnel	7 Regelquerschnittstypen abwechselnd <u>Länge:</u>
	Betriebsgebäude Galerie (BG) 40,410 m
	Offene Bauweise (OBW) 22,000 m
	Offene Sohle (TU-OS) 90m ² 439,901 m
	Flaches Sohlgewölbe (TU-FSG) 105m ² 1.166,077 m
	Tiefes Sohlgewölbe (TU-TSG) 110m ² 3.019,903 m
	Druckhaftes Gebirge (TU-DG) 135m ² 332,423 m
	Pannenbucht (TU-PB) 160m ² 254,750 m
	Lüfteraufweitung (TU-LA) 160m ² 150,000 m
Querschläge	Befahrbarer Querschlag (EQ) ca. 425,000 m
	Begehbarer Querschlag (GQ) ca. 420,000 m
Sicherheitseinrichtungen	43 Notrufnischen (NRN)
	48 Feuerlöschnischen (FLN)
Gesamtausbruch	ca. 770.000 fm ³
Geologie	Karbonatgestein
	Sandstein
	Mergel
	Konglomerat
	Haselgebirge
	Werfener Schichten
	Anhydrit
	Dolomit
Lüftungssystem	Vollquerlüftung

Tabelle 1: Technische Projektdaten

2.2 Vertragliche Bestimmungen

In diesem Kapitel wird nur auf jene Vertragspunkte eingegangen, welche für die Variantenuntersuchung tatsächliche Relevanz aufweisen. Die wesentlichen Aspekte beziehen sich auf die Sicherheit, den Bauablauf, die Bauzeit und die Baukosten.

Im Vertrag sind die folgenden allgemeinen technischen Bestimmungen maßgebend:

- Technische Vorschriften aus Gesetzen, Verordnungen und Bescheiden
- Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS; herausgegeben von der Forschungsgesellschaft Straße und Verkehr)
- Planungshandbücher der ASFINAG
- Technische ÖNORMEN für die Berechnung und Ausführung von Bauwerken jeder Art, die EUROCODES und soweit diese nicht ausreichen, die einschlägigen DIN-NORMEN
- Die standardisierten Leistungsbeschreibungen für die jeweiligen Bauteile einschließlich der technischen Vertragsbedingungen
- Richtlinien und Merkblätter der ÖVBB, sofern nicht bereits in den Planungshandbüchern der ASFINAG berücksichtigt

Das Vertragsmodell für das Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel (Tabelle 2: Bauzeitermittlung) sagt aus, dass nach dem Baubeginn (T2) eine fixe Zeit (Z1) für die Baustelleneinrichtung bei der Angebotsabgabe angegeben werden musste. Daraufgehend sieht der Vertrag vor, dass der Vortrieb vom Nordportal und Südportal aus gleichzeitig zu erfolgen hat. Aus der Ausschreibung geht hervor, dass bei gleichzeitigem Vortriebsbeginn der Durchschlagspunkt ohne fixe Kilometrierung zu erfolgen hat, da die Vortriebsleistungen im Nord- und Südvortrieb abhängig von den angetroffenen Gebirgsverhältnissen unterschiedliche sein können. Es war in der Angebotsphase erforderlich, die Vortriebsgeschwindigkeiten für jede ausgeschriebene Vortriebsklasse zu definieren. Über diese im Angebot zugesicherten Mindestgeschwindigkeiten und den prognostizierten Längen der Vortriebsklassen errechnete sich die Bauzeit für die Vortriebsarbeiten am Haupttunnel, gemäß ÖNORM B 2203 – Teil 1. Da es sich bei diesem Modell um ein im Tunnelbau übliches variables Bauzeitenmodell handelt, wird die Bauzeit für den Vortrieb auf Basis der tatsächlich angetroffenen Klassen und Störungseinflüsse (Z2 bis Z23) ermittelt.

Nach dem Durchschlag ist eine fixe Zeitdauer für den Innenausbau (Z24 und Z25) vorgesehen. Somit errechnet sich der pönalisierte Termin T4.2 aus dem Datum des tatsächlichen Baubeginns plus den errechneten Teilzeiten (Z1 bis Z25).

PROGNOSTIZIERTE GESAMTTBAUZEIT (Baubeginn bis Bauende=Verkehrsfreigabe)			Zges
Zeilen Nr.	Teilzeiten	Bezeichnung	Progn. Dauer [KT] / Termine
T 2 TERMIN T 2 - Vertraglicher Baubeginn / Baufeldübergabe			20.12.2009 00:00
1	Z 1	Prognostizierte Dauer Baubeginn bis Vortriebsbeginn (VB)	30,00
T 3 TERMIN T 3 - Vortriebsbeginn Nord / Vortriebsbeginn Süd			19.01.2010 00:00
2	Z 2	Prognostizierte Dauer Profilaufweitung Norden	5,00
3	Z 3	Prognostizierte Dauer Profilaufweitung Süden	11,00
4	Z 4	Prognostizierte Vortriebsdauer Kalotte Sprengvortrieb Ringschluss 120m	428,09
5	Z 5	Prognostizierte Vortriebsdauer Strosse Sprengvortrieb Ringschluss 120m	146,05
6	Z 6	Prognostizierte Vortriebsdauer Sohle Sprengvortrieb Ringschluss 120m	138,82
7	Z 7	Prognostizierte Vortriebsdauer Kalotte Sprengvortrieb Ringschluss 40m	75,43
8	Z 8	Prognostizierte Vortriebsdauer Strosse Sprengvortrieb Ringschluss 40m	23,02
9	Z 9	Prognostizierte Vortriebsdauer Sohle Sprengvortrieb Ringschluss 40m	23,34
10	Z 10	Prognostizierte Vortriebsdauer Kalotte Mechanischer Vortrieb Ringschluss 12m	144,04
11	Z 11	Prognostizierte Vortriebsdauer Strosse Mechanischer Vortrieb Ringschluss 12m	66,73
12	Z 12	Prognostizierte Vortriebsdauer Sohle Mechanischer Vortrieb Ringschluss 12m	39,79
13	Z 13	Prognostizierte Vortriebsdauer Kalotte Sprengvortrieb Druckhaftes Gebirge	55,16
14	Z 14	Prognostizierte Vortriebsdauer Strosse Sprengvortrieb Druckhaftes Gebirge	18,45
15	Z 15	Prognostizierte Vortriebsdauer Sohle Sprengvortrieb Druckhaftes Gebirge	19,88
16	Z 16	Prognostizierte Vortriebsdauer Kalotte Sprengvortrieb Pannenbucht	59,25
17	Z 17	Prognostizierte Vortriebsdauer Strosse Sprengvortrieb Pannenbucht	21,13
18	Z 18	Prognostizierte Vortriebsdauer Sohle Sprengvortrieb Pannenbucht	21,98
19	Z 19	Zusatzzeiten für Wassererschwernisse GB 1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 4d, 5a, 5b, 6, 7a, 7b, 7c, 7d *	9,77
20	Z 20	Zusatzzeiten für Wassererschwernisse GB 4a, 4b, 4c *	8,06
21	Z 21	Sonstige Erschwernisse und Zusatzzeiten Vortriebsbeginn (VB) bis Vortriebsende (VE) - 1	29,00
22	Z 22	Sonstige Erschwernisse und Zusatzzeiten Vortriebsbeginn (VB) bis Vortriebsende (VE) - 2	40,00
23	Z 23	Stilliegezeiten Vortrieb	130,00
Zwischensumme - prognostizierte Vortriebsdauer je Vortrieb (=(Z2 bis Z23)/2)			756,99
24	Z 24	Stilliegezeiten Betonieren	25,00
25	Z 25	Prognostizierte Dauer Vortriebsende (VE) bis Betonierende (BE)	305,01
Zwischensumme - Vortriebsende bis Betonierende (=(Z24 + Z25)			330,01
T 4.2 PÖNALISIERTER TERMIN T4.2 - Montagebereitschaft Bus-Technik Weströhre inkl. GQ, Galerie Nord, Galerie Süd			10.01.2013 00:00
26	Z 26	Betonierende (BE) bis Verkehrsfreigabe	269,00
Summe Baubeginn bis Verkehrsfreigabe			1386,00
T 6 PÖNALISIERTER TERMIN T6 - Verkehrsfreigabe Weströhre und Bauende			06.10.2013 00:00

Tabelle 2: Bauzeitermittlung⁷

⁷ o.A.:Auszug aus dem Bauvertrag Bosrucktunnel

Die vertraglich festgesetzte Teilzeit 4.2 (Montagebereitschaft BuS-Technik Weströhre inkl. GQ, Galerie Nord, Galerie Süd) beinhaltet folgende Fertigstellungen:

- Innenschale einschließlich Zwischendecke und Nischen fertig gestellt
- Kabelkanäle: besenreine Übergabe ohne Kabelkanalabdeckplatten
- Trennwand in den Kabelkanälen fertig hergestellt
- Bauarbeiten Galeriebauwerke einschließlich Anstrich fertig gestellt
- Betontragdecke in Galerien, Tunnelröhre fertig gestellt
- Betondecke in den Querschlägen fertig gestellt
- In der Tunnelröhre, den Galeriebauwerken und Vorportalbereichen Kabelziehwege und Kabelziehschächte sowie Löschwasserleitungsquerungen im Fahrbahnbereich fertig gestellt

Die Vergütung für die zeitgebundenen Kosten ist schematisch in der Abbildung 6 dargestellt.

Die zeitgebundenen Kosten (ZGKB) für das Tunnelprojekt sind in fünf Positionen untergliedert. Vom Baubeginn (T2) bis Vortriebsbeginn (T3) sind die ZGKB mit der Position 01210201A abgegolten. Der Bereich von Vortriebsbeginn (T3) bis Betonierende (T4.2) wird mit der Position 01210202B abgegolten. Diese Position wird in VE abgerechnet. Eine VE errechnet sich durch Division der angebotenen Pauschale durch die prognostizierte Dauer von Vortriebsbeginn bis Betonierende - gemäß Vertrag. Der Abrechnung zugrundegelegt werden die tatsächliche Verteilung der Vortriebsklassen und die vertraglich zugesicherten Vortriebsgeschwindigkeiten, zuzüglich Vortriebsunterbrechungen, Vortriebsstilliegezeiten und allfälliger Erschwerniszeiten und sonstiger Festzeiten gemäß Vertrag und der Betonierdauer, soweit sie am kritischen Weg liegt. Weiters wird eine Aufzahlung der zeitgebundenen Kosten für den Vortrieb mit der Position 01210203B vergütet. Diese wird ebenfalls in VE verrechnet und errechnet sich durch Division der angebotenen Pauschale durch die Summe der prognostizierten Vortriebsdauer netto ohne Stilliegezeiten. Der Abrechnung zugrundegelegt wird die tatsächliche Verteilung der Vortriebsklassen, die vertraglichen Vortriebsgeschwindigkeiten zuzüglich Vortriebsunterbrechungen und allfälliger Erschwerniszeiten sowie sonstige Festzeiten gemäß dem Vertrag. Auch für die Betonierarbeiten ist eine Aufzahlung durch die Position 01210203Z zugewiesen.

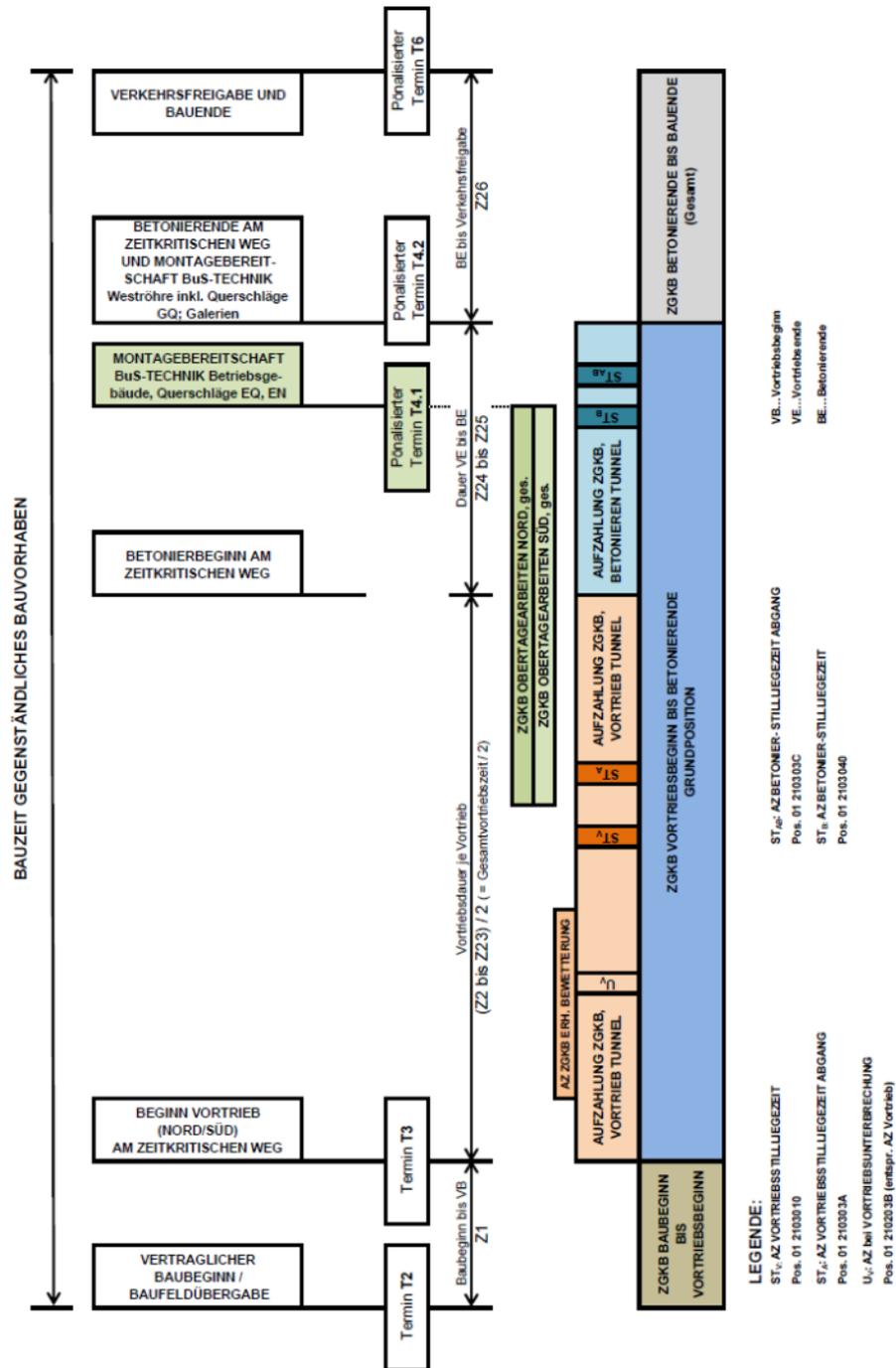


Abbildung 6: Zeitgebundenen Kosten (ZGKB)⁸

⁸ o.A.: Auszug aus dem Bauvertrag Bosrucktunnel

2.2.1 Auszüge aus dem Bauvertrag

- Auszug aus Pkt. 5.2.4.3 Bauablauf / ZGKB

„Die Reihenfolge der durchzuführenden Arbeiten ist im Rahmen des vorgegebenen Bauablaufes des AG auf der Grundlage des angebotenen Bauzeitplanes nach fachlichen und bautechnischen Gesichtspunkten durchzuführen ... Der AN ist in diesem Rahmen an seinen Bauzeitplan gebunden. Der AG ist berechtigt, eine Änderung der Reihenfolge der Arbeiten aus Gründen der besseren Abstimmung von Leistungen mit anderen Firmen oder aus Rücksicht auf den Fortschritt der Gesamtarbeiten, soweit zumutbar ohne Mehrkosten, zu verlangen.“

- Auszug aus Pkt. 5.4.4.4 Bauzeit / ZGKB

Der Bosrucktunnel wird vom Nordportal und vom Südportal aus vorgetrieben. Die erforderliche Gesamt-Vortriebszeit wurde auf Basis der prognostizierten Verteilung der Vortriebsklassen ermittelt. Für das der Ausschreibung zugrunde liegende Bauzeitmodell wird der Durchschlagpunkt bei gleichzeitigem Vortriebsbeginn, als Schnittpunkt der Vortriebe ohne fixe Kilometrierung festgelegt.

Die zeitgebunden Kosten werden für den kritischen Weg vergütet, wobei die herzustellenden Querschläge nicht als zeitkritisch gelten.

- Auszug aus Pkt 5.4.4.4.4 Berechnung der Gesamtbauzeit / Kritischer Weg

Durch die Verschiebung der prognostizierten Vortriebsklassenverteilung, Vortriebsunterbrechungen, etc. kann ein Wechsel des kritischen Weges vom Nord- in den Südvortrieb oder umgekehrt erfolgen. Für diese Verschiebung erfolgt keine zusätzliche Vergütung, alle Angaben des AN behalten Ihre Gültigkeit.

In der Ausschreibung ist ein gleichzeitiger Baubeginn an beiden Portalen vorgesehen. Jede Änderung dieser Vorgabe fällt in die Risikosphäre des AN.

Der Durchschlagpunkt ergibt sich aus der Vortriebsklassenverteilung. Im Falle einer Änderung des Durchschlagpunktes durch den AN dürfen keine Mehrkosten für den AG abgeleitet werden. Jede Veränderung des Durchschlagpunktes in der Angebotsphase wird jedoch als Alternative gewertet und ist als solche abzugeben. Es sind dafür durch den AN eigene Tabellen für die Vortriebsdauerermittlung in Anlehnung an die in der Ausschreibung vorgesehenen Tabellen zu erstellen.

Vom AG anerkannte Unterbrechung und Stillliegezeiten sind nur dann bauzeitrelevant, wenn sie auf dem kritischen Weg liegen.

- Auszug aus Pkt 5.3.5.7 Fluchtwege

Zur Sicherstellung von annehmbaren Fluchtweglängen für die Vortriebsmannschaft, sowie aufgrund der Anforderungen aus dem STSG für die Betriebsphase Generalsanierung Oströhre sind die Querschläge parallel zu den Vortriebsarbeiten in der Weströhre aufzufahren und jeder Querschlag ist temporär in die Oströhre durchzuschlagen. Damit wird sichergestellt, dass Fluchtweglängen von ca. 500 m für die Vortriebsmannschaften eingehalten werden können.

2.3 Kalkuliertes Bauprogramm

Dieses Kapitel schildert das kalkulierte Bauprogramm, welches auch graphisch im Anhang unter Anhang 1 „Kalkulierter Bauzeitplan“ ersichtlich ist.

2.3.1 Vortriebsarbeiten

Der Tunnelvortrieb erfolgt in konventioneller Tunnelbauweise (Sprengvortrieb, mechanischer Vortrieb) nach der „Neuen-Österreichischen Tunnelbaumethode“ mit Kalottenvortrieb und nachlaufendem Strossen- und Sohlausbruch von beiden Portalen aus. Das Lösen des Gesteins erfolgt hauptsächlich mittels Sprengungen (siehe Abbildung 7: Bohren der Sprenglöcher), nur in den Lockergesteinsbereichen wird ein Tunnelbagger für den Vortrieb (Baggervortrieb) eingesetzt.

Der Nachlaufzeitpunkt von Strosse und Sohle sind mit sogenannten Ringschlusskriterien von 120 m, 40 m, 30 m und 12 m je nach Erfordernis aus den angetroffenen Gebirgsverhältnissen geregelt. Der Stützmitteleinbau wird je nach angetroffenem Gebirgstyp mittels Spritzbeton, Baustahlgittermatten, Gitterbögen, Stauchelementen und entsprechender Ankerung durchgeführt. Aus der Abschlagslänge und der errechneten Stützmittelzahl ergibt sich die Vortriebsklasse gemäß Ö-Norm B2203 – Teil 1.



Abbildung 7: Bohren der Sprenglöcher

Der Vortrieb für den Haupttunnel erfolgt von beiden Portalen aus und wird im 24 Stunden – Durchlaufbetrieb durch drei Vortriebsdrittel durchgeführt. Die Querschläge werden durch zwei Vortriebsmannschaften zu je 12 Stunden (Tag- und Nachtschicht) im Dekadenbetrieb 10/5 vorgetrieben.

2.3.2 Innenausbauarbeiten

Laut dem angedachten Bauprogramm erfolgen nach den Vortriebsarbeiten die Innenausbauarbeiten. Nach dem Durchschlag wird zuerst die Tunnelbelüftung (Bewetterung) abgebaut, um den Abdichtungsträger spritzen zu können. Anschließend war der Aushub der temporären Fahrsohle geplant, welcher erforderlich ist, um den Sohlgewölbebeton herstellen zu können. Die Herstellung war mit zwei Sohlschalwagen angedacht, da für den folgenden Gewölbeausbau ebenfalls zwei Gewölbeschalwagen plus einen Pannenbuchschalwagen geplant war. In Abbildung 8 ist ein Gewölbeschalwagen für die Pannenbucht vom Projekt Pfändertunnel II. Röhre dargestellt, welcher auch später für den Neubau II. Röhre des Bosrucktunnel eingesetzt wird.



Abbildung 8: Pannenbuchschalwagen - Pfändertunnel II. Röhre⁹

Nach einem ca. einmonatigen Vorlauf der Sohlenarbeiten war der Einsatzbeginn für die Gewölbeschalwagen angedacht.



Abbildung 9: Zwischendecke - Pfändertunnel II. Röhre¹⁰

Darauffolgend kommen vier Deckenschalungstische zum Einsatz, um die nötige Zwischendecke für das Lüftungskonzept der Betriebsphase herzustellen. Die nachstehenden Arbeiten, wie Kabelkanal- und

⁹ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

¹⁰ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

Fahrbahntwässerung sowie der Fahrbahnaufbau, erfolgen parallel, jedoch zeitversetzt zu den Betonarbeiten des Innengewölbes.

Die Innenschale wird im Wesentlichen in zwei Arbeitsgängen hergestellt. Zuerst wird das Sohlgewölbe mit den Widerlagern betoniert und danach das Innengewölbe selbst. Beim Herstellen des Sohlgewölbebetons sind abwechselnd sieben verschiedene Regelquerschnittstypen vorgesehen, welche in den Plänen im Anhang 2 bis 7 zu finden sind.

Die Betonierarbeiten der Weströhre werden nach einem Blockteilungsplan (siehe Anhang 8: Blockteilungsplan), welcher 443 Blöcke aufweist, betoniert. Die Regellänge der Blöcke beträgt 12,5 m und man geht davon aus, dass pro eingesetztem Schalwagen an jedem Arbeitstag ein Block betoniert werden kann. Eine Ausnahme bildet die Verschneidung mit einem Querschlag.

2.4 Stand der Arbeiten

Der Auftrag für die Diplomarbeit wurde am 18. Oktober 2010 gegeben. Daher bezieht sich der Stand der Arbeiten nach einer kurzen Situationsanalyse auf der Baustelle auf den 29. Oktober 2010.

2.4.1 Vortrieb Nord

	Kalotte	Strosse	Sohle
Start Vortrieb	58,70 TM	50,70 TM	47,30 TM
Standort	974,73 TM	938,70 TM	923,77 TM
Aufzufahrende Strecke bis DP	2.712,00 lfm	2.712,00 lfm	2.712,00 lfm
Verbleibend bis DP	1.795,97 lfm	1.824,00 lfm	1.835,53 lfm

Tabelle 3: Stand der Arbeiten 29. Oktober 2011 - Vortrieb Nord

2.4.2 Vortrieb Süd

	Kalotte	Strosse	Sohle
Start Vortrieb	131,50 TM	90,90 TM	86,00 TM
Standort	1359,60 TM	1344,40 TM	1328,20 TM
Aufzufahrende Strecke bis DP	2.712,00 lfm	2.712,00 lfm	2.712,00 lfm
Verbleibend bis DP	1483,90 lfm	1.458,50 lfm	1.469,80 lfm

Tabelle 4: Stand der Arbeiten 29. Oktober 2011 - Vortrieb Süd

2.4.3 Querschläge

GQ01	Abgeschlossen
GQ06	Abgeschlossen
EQ05	50,60 lfm

Tabelle 5: Stand der Arbeiten 29. Oktober 2011 - Vortrieb Querschläge

3 Situationsanalyse – Bauablauf

Unter Situationsanalyse, nach dem Systems Engineering-Konzept versteht man die Untersuchung der Ausgangssituation. Dabei sind quantitative und qualitative Informationen zu beschaffen, um die Situation besser einschätzen zu können. Auftretende Symptome, Ursachen, Chancen und eventuelle Gefahren sind zu ermitteln, um eine Basis für die spätere Zielformulierung zu schaffen.

Nach dieser Definition kommt es in diesem Kapitel zu einem systematischen Durchleuchten, Strukturieren und Darstellen der Ausgangssituation. Das Ziel in der Situationsanalyse ist, eine ausreichende und ein einheitliches Verständnis der Problemdarstellung zu schaffen.¹¹

Im Bauablauf, ersichtlich in Abbildung 10, sind die einzelnen Arbeitsschritte mit ihren Abhängigkeiten chronologisch in einem Struktogramm aufgelistet. Aus der Analyse des Gesamtablaufs ergibt sich eine Einteilung der Teilabläufe in drei Hauptkategorien:

- Vortriebsarbeiten
- Vorbereitungsarbeiten parallel zum Innenausbau
- Innenausbauarbeiten

Diese drei Hauptkategorien werden in den nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben.

Die einzelnen Teilabläufe werden mit Abfragen überprüft, um die Abhängigkeiten der nachfolgenden Teilabläufe zu gewährleisten. Im Fall einer negativen Abfrage kommt es zu einer Schleife bis es möglich ist, die nachstehenden Teilabläufe beginnen zu können. Im Struktogramm (Abbildung 10: Bauablaufanalyse) ist auch die Möglichkeit einer Bewetterungsumlegung in den Lüftungsstollen als Voraussetzung für die Untersuchung des veränderten Bauablaufs mit eingebaut, die vorab von der Baustelle mit der Bauaufsicht abgeklärt wurde.

¹¹ HABERFELLNER, R.; NAGEL, P.; BECKER, M.; BÜCHEL, H.: Projekt-Management auf der Basis des Systems Engineering 2010; S. 3-24

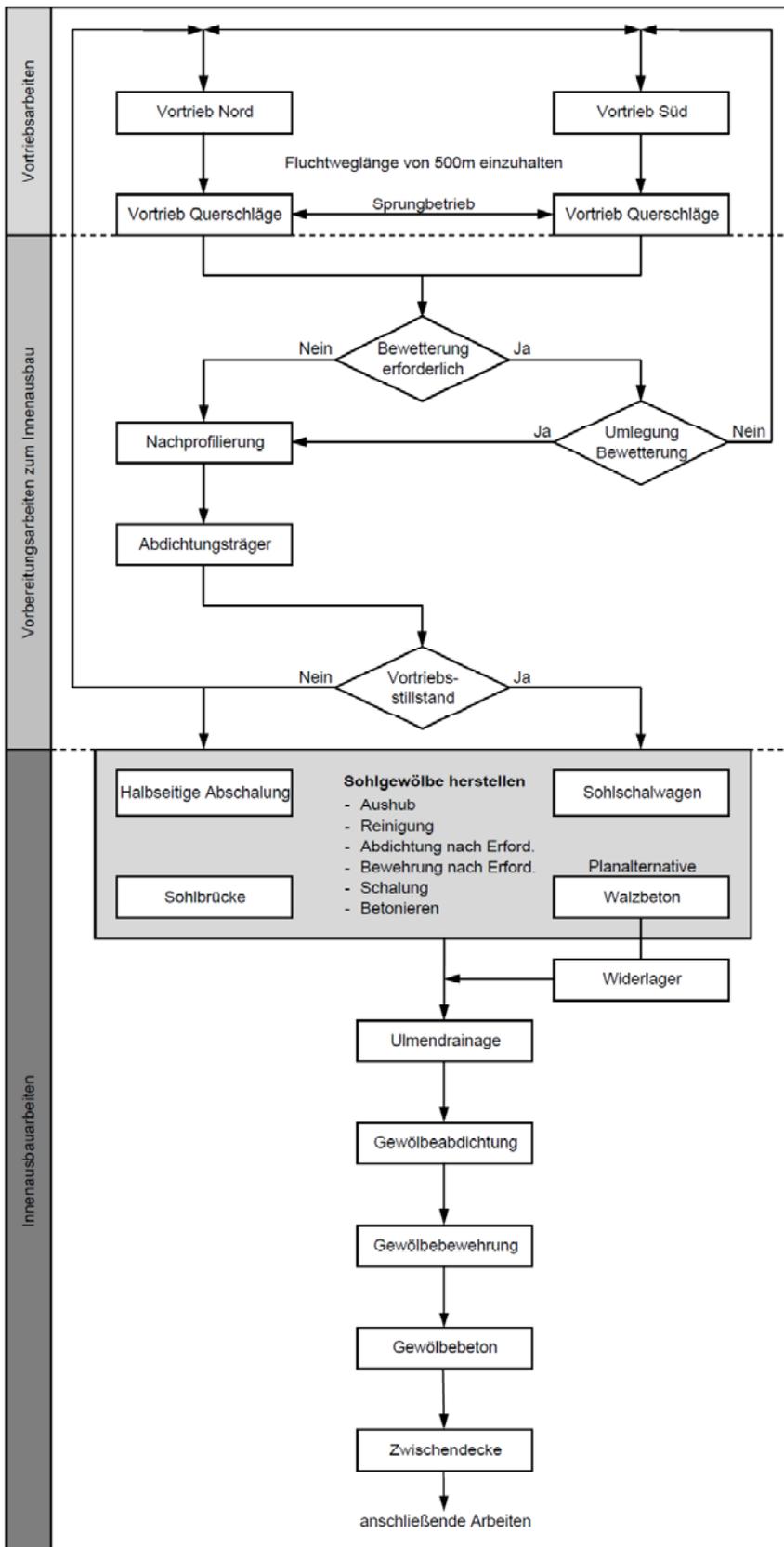


Abbildung 10: Bauablaufanalyse

Hierbei wird erwähnt, dass das Verfahren der halbseitigen Abschalung, der Sohlbetonblöcke, nach Überprüfung der Regelquerschnitte, nicht für das Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel geeignet ist. In der Abbildung 11 ist ersichtlich, dass die temporäre Fahrbahn zur Versorgung des Vortriebs mit 3,56 m Breite zu gering ist. Aus der Tabelle 6: Vortriebsgeräte geht hervor, dass eine Mindestbreite von 3,80 m zur Versorgung des Vortriebs erforderlich ist.

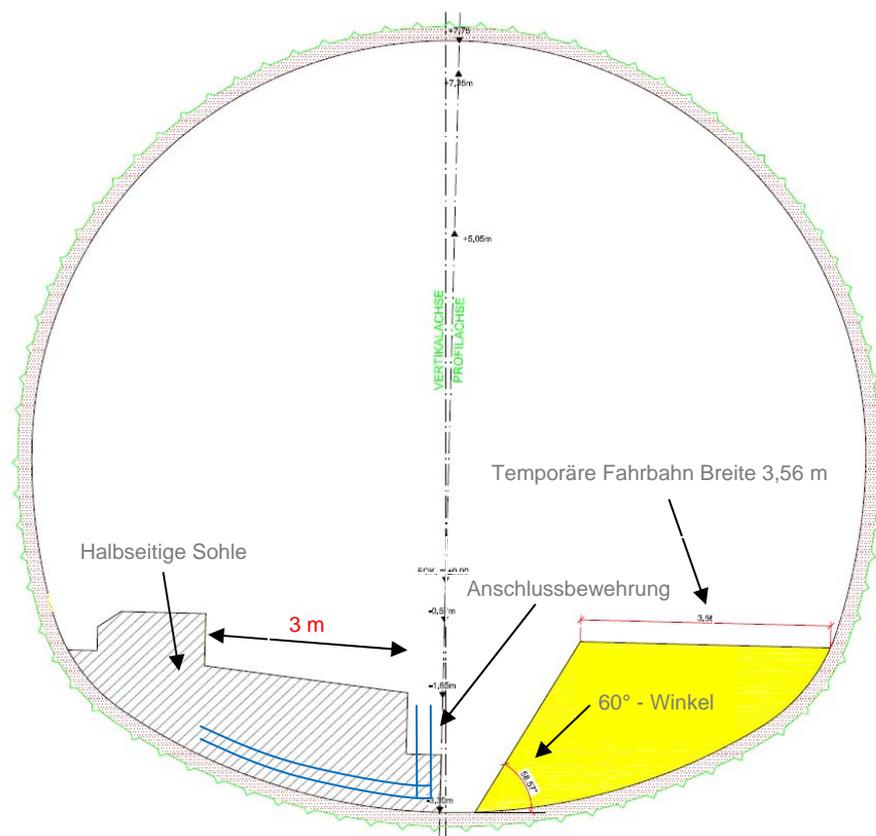


Abbildung 11: Halbseitige Abschalung des Sohlgewölbes

3.1 Vortriebsarbeiten

Die Ausbrucharbeiten werden von den Portalen Nord und Süd aus vorgetrieben. Der Vortrieb der Querschläge erfolgt im Sprungbetrieb zwischen Nord- und Südvortrieb. Dies bedeutet, dass eine Vortriebsgruppe aus dem Südvortrieb in den Nordvortrieb und wieder zurück wechselt, um die Querschläge herzustellen. Der Anschlag für die Querschläge kann erst dann erfolgen, sobald ein ausreichender Abstand (ca. 150 m) zu den Vortriebsarbeiten des Haupttunnels vorhanden ist. Ein weiteres Kriterium für die Querschläge ist, dass der Ausbruch der Querschläge zeitlich so zu erfolgen hat, dass die Fluchtweglänge von der Ortsbrust des Hauptvortriebs zu einem Querschlag 500 m nicht überschreitet. Dieses Kriterium, gefordert im Vertrag (Pkt. 5.3.5.7), kann

jedoch nicht immer eingehalten werden, da dies von der Geologie des angetroffenen Gebirges und den damit verbundenen Vortriebsleistungen abhängig ist.

Wie im Kapitel Vertragsaufbau beschrieben, wurde im Rahmen der Ausschreibung eine theoretische Vortriebsklassenverteilung festgelegt. Diese Verteilung verändert sich während der Bauzeit laufend, weil die geologischen Bedingungen erst vor Ort einschätzbar und erkennbar sind. Somit ist der erste Schritt der Analyse, die Vortriebsarbeiten zeitlich abzuschätzen, um den Termin für den Durchschlagpunkt zu ermitteln. Dabei wird der noch nicht ausgebrochene Abschnitt geologisch mit Hilfe des geologischen Rahmenplans (Anhang 9: Geologischer Rahmenplan), abgeschätzt, um eine Verteilung der Vortriebsklassen zu erhalten. Im Anhang 10 ist eine Prognose des Durchschlagpunktes zu finden.

Zuerst erfolgt eine Unterteilung der noch aufzufahrenden Gebirgsbereiche in die einzelnen Vortriebsklassen mit den entsprechend dazugehörigen Stationen. Anschließend sind die Abschnittslängen für die verschiedenen Profiltypen (Kalotte, Strosse, Sohle) zu berechnen. Aus dem geologischen Rahmenplan und der Prognose des Gebirges wird eine gemittelte Abschlagslänge für jeden Bereich angenommen. Abgeleitet aus den benötigten Stützmitteln und der gemittelten Abschlagslänge wird eine Vortriebsleistung angesetzt und in die benötigten Arbeitstage umgerechnet. Die zu erwartenden Erschwernisse durch die Hydrologie erhöhen die Vortriebsdauer für den jeweiligen Bereich. Nach Addition der Erschwernisse lässt sich die Nettovortriebsleistung ermitteln, welche zur Berechnung der Dauer für die noch auszubrechenden Bereiche benötigt wird. Diese Dauer wird durch die zwei Vortriebe dividiert und die sonstigen Erschwernisse und Stillliegezeiten werden hinzu addiert. Dadurch errechnet sich der theoretische Durchschlagpunkt mit 2. November 2011.

Aus der Abbildung 10: Bauablaufanalyse geht hervor, dass es bei den Verfahren für den Sohlgewölbebetonherstellung die Optionen gibt, sie parallel zum Vortrieb auszuführen oder den Vortrieb zwischenzeitlich einzustellen. Für eine Auswahl eines Bauverfahrens zur Sohlgewölbebetonherstellung ohne Vortriebsstillstand muss die Versorgung für den Vortrieb ständig gewährleistet sein. Das bedeutet, dass alle Gerätschaften für den Vortrieb einen entsprechenden Lichtraum zum Ein- und Ausfahren in den Tunnel benötigen. Daher sind in der Tabelle 6: Vortriebsgeräte alle Großgeräte mit ihren technischen Eigenschaften aufgelistet, um eine Ermittlung des minimalen Platzbedarfs für den Versorgungsweg zu erhalten. Die angegebenen Werte sind aus den Produktdatenblättern der einzelnen Hersteller entnommen. Es empfiehlt sich jedoch, diese Werte immer mit den tatsächlichen Werten zu überprüfen. Bei der Überprüfung ergab sich, dass die Mulden (Volvo A25E, A30E, A35D) für die Schutterung bei fast jedem Materialtransport überladen waren. Nach dem Wiegen der größten Mulde, Volvo A35D,

stellte sich heraus, dass das Gesamtgewicht ca. 70 t betrug, was eine Überschreitung von 10 t bedeutet. Die anderen unten angeführten Werte stimmten mit den Daten der Hersteller überein. Die Richtigkeit der Werte (Überprüfung auf der Baustelle) ist unbedingt nötig, da die Verfahren auf diese Werte ausgelegt werden und somit auch Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit haben.

Gerät	Typ	Breite [mm]	Höhe [mm]	Gewicht [kg]	Steigfähigkeit [°]
Bagger	Liebherr R934T	3.195,000	4.000,000	40.800,000	k.A.
	Doosan DX300LC	3.200,000	3.475,000	30.500,000	35
Betonmischer	4-Achs Mischer	2.550,000	4.000,000	32.000,000	k.A.
	Volvo A25C	2.795,000	3.950,000	40.270,000	k.A.
Bohrgeräte	Tamrock DT1130-SC	2.900,000	3.690,000	40.500,000	15
	Tamrock DT820-SC	3.000,000	3.600,000	26.850,000	15
Hebebühnen	Normet Himec 9905 BT	3.800,000	2.900,000	19.600,000	k.A.
Mulden	Volvo A25E	2.849,000	3.428,000	45.560,000	18
	Volvo A30E	2.941,000	3.428,000	51.060,000	18
	Volvo A35D	3.410,000	3.681,000	60.800,000	18
Radlader	Doosan Mega250V	2.740,000	3.320,000	14.113,000	38
	Liebherr L564T	3.000,000	3.540,000	22.620,000	k.A.
	Liebherr L566T	3.000,000	3.550,000	22.810,000	k.A.
	Volvo L180C	2.950,000	3.560,000	27.340,000	k.A.
	Volvo L180E	2.950,000	3.580,000	27.730,000	k.A.
Spritzmobile	Meyco Potenza	2.850,000	3.270,000	14.400,000	k.A.
Minimum		2.550,000	2.900,000	14.113,000	15 *
Maximum		3.800,000 *	4.000,000 *	60.800,000 *	38

*) ausschlaggebend

Tabelle 6: Vortriebsgeräte

Leistungsansätze für Vortriebsarbeiten:

- Vortrieb Tunnelröhre West: siehe Anhang 10
- Vortrieb befahrbarer Querschlag (EG): 23 AT/Querschlag
- Vortrieb begehrbarer Querschlag (GQ): 34 AT/Querschlag

Die Leistungsansätze für die Querschläge sind aus dem kalkulierten Bauprogramm entnommen worden.

3.2 Vorbereitungsarbeiten zum Innenausbau

Die bestehende Oströhre wird für den Betrieb durch den Lüftungsstollen mit Frischluft versorgt. Wie bereits erwähnt, kann die Frischluft aus dem bestehenden Lüftungsstollen auch für den Vortrieb verwendet werden, da die vorhandenen Ventilatoren des Betriebes über eine ausreichende Leistung verfügen. Diese kann aus jedem fertigausgebrochenen befahrbaren Querschlag (EQ) entnommen und in den Vortriebsbereich eingeleitet werden. Dies hat zur Folge, dass die Lutte dadurch nur eine Maximallänge von ca. 1.000 m erreicht, welches eine Kostenersparnis für die Baufirma bedeutet (siehe Abbildung 12: Darstellung der Bewetterungsumlegung). Der größte Vorteil, der sich aus der Umlegung der Bewetterung ergibt, ist allerdings, dass der geplante nachfolgende Arbeitsablauf, die Nachprofilierung, vorverlegt werden kann. Nach der Profilierung kann der Abdichtungsträger aufgespritzt werden, um spätere Beschädigungen an der Gewölbeabdichtung zu verhindern.

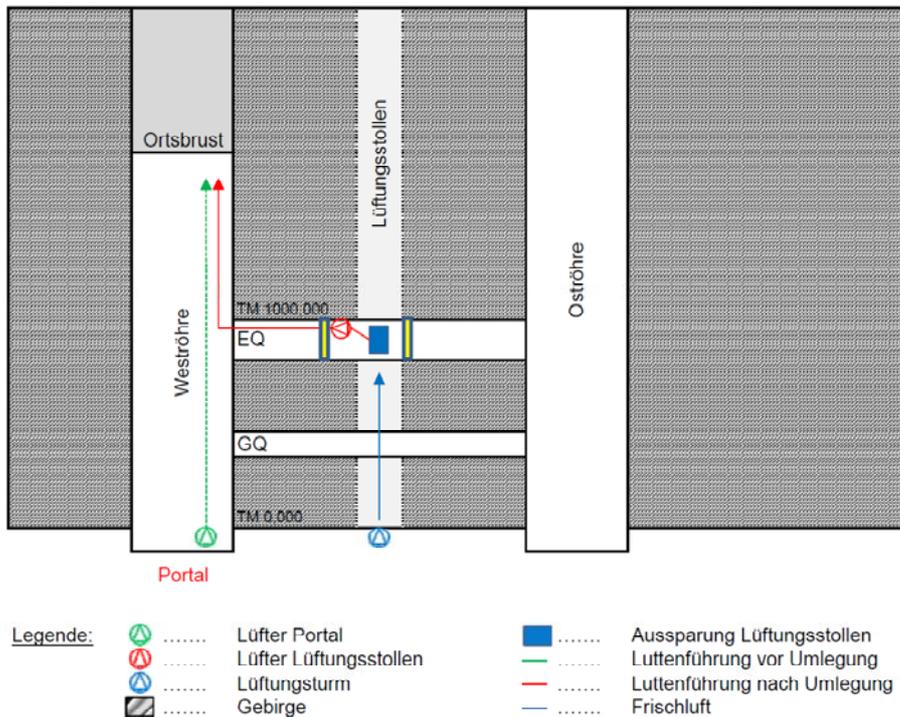


Abbildung 12: Darstellung der Bewetterungsumlegung

Leistungsansätze für Vorbereitungsarbeiten zum Innenausbau:¹²

- Umlegung der Bewetterung: 7 AT pro Umlegung
- Abdichtungsträger: 50 lfm/AT

3.3 Innenausbauarbeiten

Nach den abgeschlossenen Vorbereitungsarbeiten ist es möglich, den Innenausbau mit den Sohlgewölbearbeiten zu beginnen. Dabei sind die Möglichkeiten für die Herstellung des Sohlgewölbebetons in einer Black-box in Abbildung 10 eingetragen. Diese Varianten unterscheiden sich nicht nur technisch, sondern auch in ihrer Abhängigkeit zum Vortrieb. Die Varianten halbseitige Abschalung und Sohlbrücke verlangen keinen Vortriebsstillstand, wobei hingegen die Varianten Sohl-schalwagen und Walzbeton einen Vortriebsstillstand hervorrufen würden. Auf die Varianten wird detailliert in Kapitel 5 eingegangen.

Nach Herstellung der Gewölbewiderlager, welche im Bauverfahren separat gefertigt werden müssen, kann die Ulmendrainage im Betonbett

¹² Vgl. Fachgespräch mit Herrn Franz Hofer-Seidl, Polier am Bosrucktunnel II. Röhre, am 31.10.2010

verlegt und die Anschlüsse für die Gewölbeabdichtung befestigt werden, was sogleich die Grundlage für die Gewölbeabdichtung ist. Je nach Erfordernis werden die Gewölbeblöcke danach bewehrt und anschließend kommen die Gewölbeschalwagen zum Einsatz, um das Gewölbe zu betonieren. Nach ausreichender Festigkeit des Gewölbebetons kann die Zwischendecke in Angriff genommen werden. Die Abbildung 13 zeigt eine Zwischendecke, die sich in der Aushärtungsphase befindet.



Abbildung 13: Zwischendecke Pfändertunnel II. Röhre¹³

Danach folgen Herstellung der Kabelkanäle, der Fahrbahntwässerung und der Fahrbahnaufbau, was mit dem Termin 4.2 endet. Während all dieser Arbeitsschritte sind auch die Querschläge fertigzustellen, welche aber nicht als zeitkritisch angesehen werden.

Leistungsansätze für Innenausbauarbeiten:¹⁴

- Sohlgewölbe: in Kapitel 5
- Ulmendrainage: Abstimmung auf die jeweilige Variante
- Gewölbeabdichtung: Abstimmung auf die jeweilige Variante
- Gewölbebewehrung: Abstimmung auf die jeweilige Variante

¹³ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

¹⁴ Vgl. Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Tobias Schramm, Bauleiter am Bosrucktunnel II. Röhre, am 26.11.2010

- Gewölbebeton: 2 Schalwagen + 1 Pannenbuchtshalwagen; Regelfall 1 Block je AT und Schalwagen; 2 AT je Block bei Verschneidung mit einem Querschlag
- Zwischendecke: 4 Schaltische + 1 Pannenbuchtshaltisch; 0,5 Zwischendeckenblöcke je AT und Schaltisch

3.4 Rahmenbedingungen

Für die Erstellung des Tunnelbauwerkes sind noch einige projektspezifische Rahmenbedingungen zu beachten, um keine Störeinflüsse in den Bauablauf zu bekommen. Die folgenden Rahmenbedingungen sind im Anhang 8: Blockteilungsplan, ersichtlich.

3.4.1 Geometrische Einflüsse

Die Tunneltrassierung weist drei Kurven mit den Radien 1.000 m, 1.500 m und 2.200 m auf. Die Strecke wird von beiden Portalen aus mit einer Steigung von 0,5 % im Norden und einer Steigung von 0,8 % im Süden aus vorgetrieben. Der Hochpunkt des Tunnels liegt bei Kilometer 60+902,756. Dabei werden wie bereits erwähnt, sieben verschiedene Regelquerschnitte in nicht definierter Reihenfolge hergestellt.

3.4.2 Ausbautechnische Rahmenbedingungen

Der Bereich mit dem druckhaften Gebirge wird auch im Sohlbereich komplett mit einer Abdichtung versehen. Es ist auch eine Bewehrung für diesen schwierigen geologischen Abschnitt vorgesehen. Neben den Abschnitt des Kreisprofils (druckhaftes Gebirge) sind einige Abschnitte mit tiefem Sohlgewölbe vorhanden, die bewehrt werden. Die Lage dieser Bereiche ist ebenfalls im Blockteilungsplan ersichtlich (siehe Anhang 8).

3.4.3 Abbrucharbeiten im Bereich Südportal

Bereits beim Bau der ersten Röhre wurden im Südabschnitt vier Gewölbeblöcke der Innenschale, davon zwei mit Zwischendecke und sechs Sohlgewölbebetonblöcke, mit hergestellt. Davon sind zwei dieser Bestandsgewölbeblöcke und vier der Sohlgewölbeblöcke wieder abzubrechen. Der erste Regelquerschnitt am Südportal ist das Galeriebauwerk (Abbildung 14), welches ebenfalls Bestand ist und auch nicht abgebrochen wird. Nach einer Höhenkontrolle der verbleibenden Bestandblöcke verbleibt dort nur eine Mindesthöhe von 5 m, da auch bereits die Zwischendecke vorhanden ist. Im Normalfall, wenn keine Behinderung durch ein bestehendes Portalbauwerke besteht, werden die

Gewölbeschalwagen nach der Anlieferung vor dem Portalbereich zusammengebaut und von außen in den Tunnel eingefahren und beim ersten zu betonierenden Gewölbeblock justiert und eingerichtet. Am Südportal kann jedoch, wegen der vorhandenen Bestandsblöcke mit Zwischendecke (Lichtraum 5 m) der Schalwagen nicht, wie üblich, von außen nach innen gefahren werden kann. Als Lösung kann eine aufwendigere Installation des Gewölbeschalwagens in der Lüfteraufweitung (vergrößerter Tunnelquerschnitt für die Betriebsbelüftung) durchgeführt werden.



Abbildung 14: Bestand Südportal¹⁵

Zeitansätze für Abbrucharbeiten und Gewölbeschalwagenmontage:¹⁶

- Abbrucharbeiten im Bereich Südportal: 9 KT
- Aufbau Gewölbeschalwagen in Lüfteraufweitung: 30 KT

¹⁵ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

¹⁶ Vgl. Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Tobias Schramm, Bauleiter am Bosrucktunnel II. Röhre, am 26.11.2010

4 Zielformulierung

Es wurde bereits in der Aufgabenstellung beschrieben, dass die Bauzeit verkürzt und die Bauabläufe optimiert werden sollen. Um diese Zieldefinition zu überprüfen, werden die Varianten mit dem ursprünglich kalkulierten Bauprogramm verglichen. Ziel soll es sein, die gefundenen Varianten zu beschreiben und hinsichtlich folgender Kriterien zu untersuchen:

- Anwendbarkeit
- Sicherheit
- Bauzeit
- Baukosten
- Verfahrensrisiko

Unter Anwendbarkeit versteht man, dass die einzelnen Verfahren tatsächlich für das Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel eingesetzt werden können. Daher soll untersucht werden, ob und wie dies für die gefundenen Varianten tatsächlich möglich ist.

Die Arbeitssicherheit soll für jede Variante zusätzlich beurteilt werden. Bietet eine Variante nicht genügend Sicherheit soll diese, obwohl es möglicherweise das schnellste Verfahren ist, nicht in Betracht gezogen werden. Die Sicherheit des ausführenden Personals hat oberste Priorität und darf keinesfalls als hinnehmbares Risiko in Kauf genommen werden.

Wie bereits am Anfang erwähnt, ist das Hauptziel die Verkürzung der Bauzeit. Jedoch sollte die Bauzeitverkürzung keine negativen Auswirkungen auf die Kosten haben. Das bedeutet, dass die Baukosten des ausgewählten Bauverfahrens nicht höher sein dürfen, als die ursprünglich kalkulierten Kosten. Die Abbildung 15 veranschaulicht die Zielformulierung für die Bauzeit. Die bereits in der Situationsanalyse gewonnenen Erkenntnisse sind hier theoretisch mit berücksichtigt. Das erste Weg-Zeit Diagramm zeigt einen vereinfachten Verlauf der Vortriebe für den Haupttunnel und der Querschläge, sowie den angedachten Innenausbau. Im zweiten Weg-Zeit-Diagramm ist der Nachfolgeschritt, die Bewetterungsumlegung (Belüftung der Vortriebe über den Lüftungstollen und die befahrbaren Querschläge), mitberücksichtigt. Nach der Umlegung der Bewetterung sind die Nachprofilierung inklusive Abdichtungsträgerarbeiten möglich, welches im Zeit-Weg-Diagramm 3 ersichtlich ist. Daraus lässt sich erkennen, dass der Innenausbau vorverlegt werden kann. Dieses Potenzial soll durch die Auswahl der gefundenen Varianten bestmöglich genutzt werden.

Weiters soll auch das Verfahrensrisiko abgeschätzt werden und in die Beurteilung einfließen.

Aus diesen Kriterien soll eine Bewertung vorgenommen und daraus eine Empfehlung, welche Variante die geeignetste ist, aufgezeigt werden.

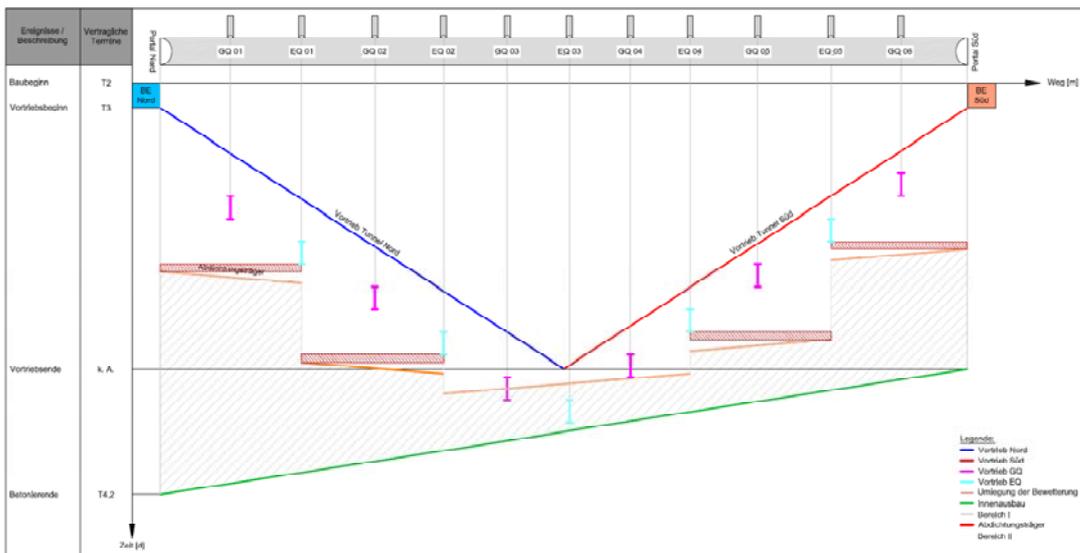
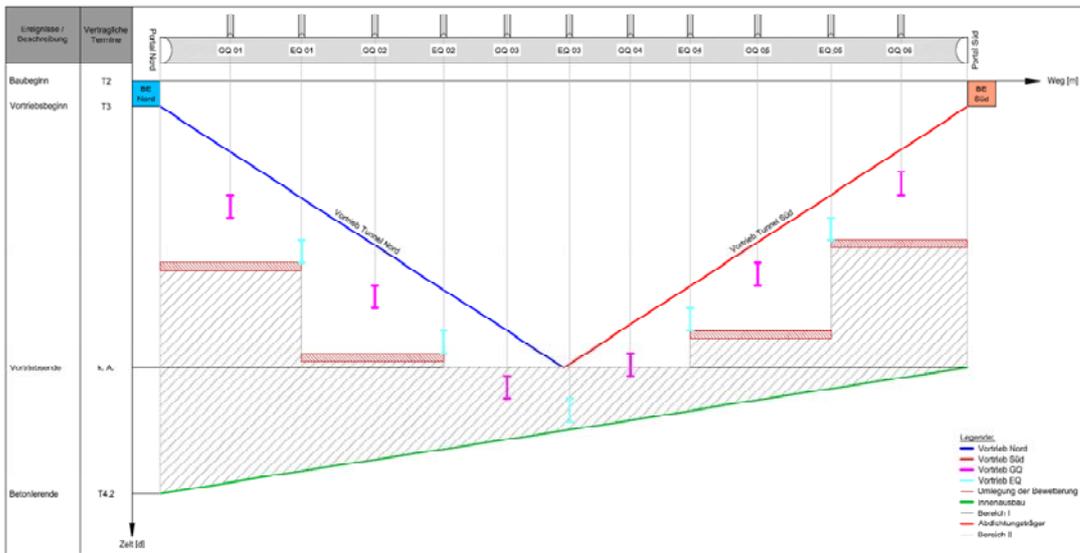
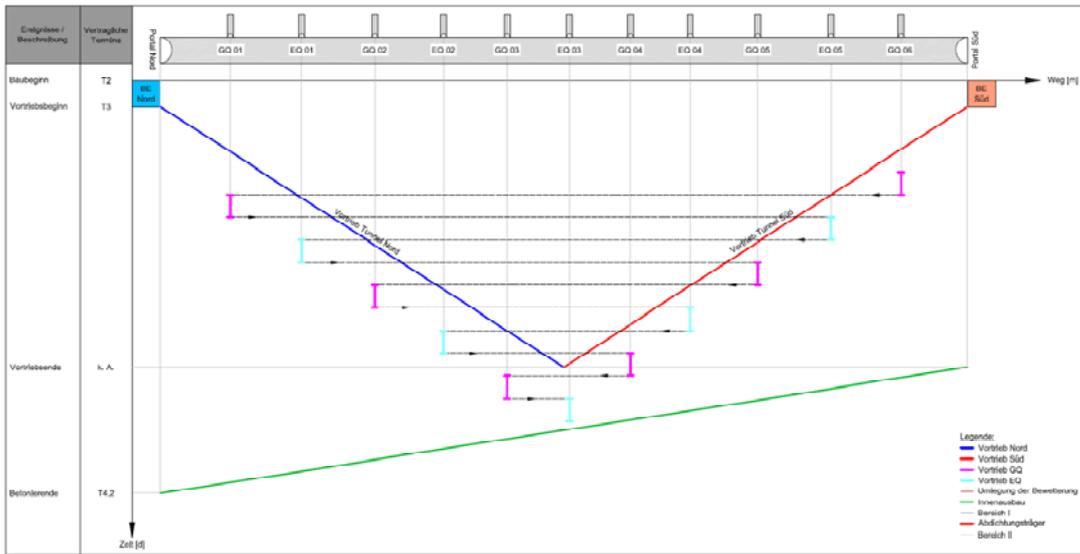


Abbildung 15: Zielformulierung

5 Synthese - Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung

Da im Tunnelbau eine ständige Weiterentwicklung der Bauverfahren und der dazugehörigen Maschinenteknik stattfindet, haben sich mehrere Verfahren zur Sohlgewölbeherstellung als wirtschaftlich erwiesen. Dabei kommt es natürlich immer auf die Ausführungsform des Sohlgewölbes an. In den folgenden Kapiteln soll ein Überblick über die Bauverfahren zur Herstellung von Ortbetonsohlen gegeben werden, die aus der Situationsanalyse hervorgegangen sind.

5.1 Sohlschalwagen

Der Sohlschalwagen ist ein Bauverfahren, das am häufigsten zum Einsatz zur Sohlgewölbeherstellung kommt. So wurde auch diese Variante ursprünglich für den Innenausbau nach den Vortriebsarbeiten angedacht.

Beim sogenannten Sohlschalwagen handelt es sich um eine Einrichtung zur rationellen Versetzung der Sohlgewölbeschalung. Man unterscheidet Sohlschalwagen an ihren Vorschub- oder Versetzeinrichtungen:

- Schreitwerk
- Vorschubbahn mit Roll- oder Radeinrichtungen
- Mobil- oder Portalkran zum elementweisen Versetzen der Schalung

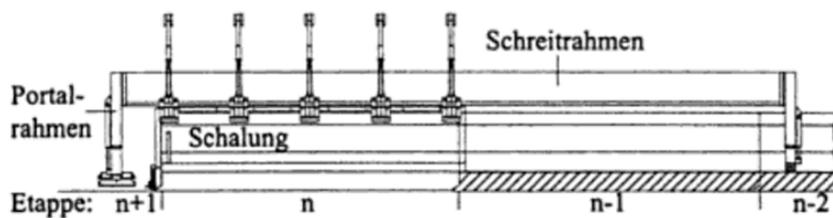


Abbildung 16: Sohlschalwagen mit Schreitwerk¹⁷

In Abbildung 16 ist ein Sohlschalwagen mit einem Schreitwerk dargestellt, welches auch für die II. Röhre Bosrucktunnel vorgesehen war. Der Sohlschalwagen mit Schreitwerk besteht aus einem Schreitrahmen, der zwei Blocklängen überbrücken muss. Auf dem Schreitrahmen ist die Schalung für das Sohlgewölbe eines Blocks angebracht. Nach der Fertigstellung des Blocks (n-1) wird die Schalung hydraulisch angehoben

¹⁷ GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; S. 387

und zum nächsten Block (n) versetzt. Danach kann das Schreitwerk ebenfalls hochgehoben werden und für den nächsten Block platziert werden. Die Umsetzung des Schreitwerkes erfolgt ebenfalls hydraulisch.

Bevor der Sohlchalwagen zum Einsatz kommt, muss zuerst die temporäre Fahrsohle ausgehoben werden. Anschließend bedarf es einer gründlichen Sohlreinigung. Darauf muss eine Vermessungsaufnahme des Ausbruchquerschnitts erfolgen. Nach abgeschlossener Überprüfung wird eine eventuell erforderliche Isolierung verlegt und darauf erfolgt je nach Erfordernis das Verlegen der Bewehrung. Nach diesen Arbeiten kommt es zum Einsatz des Sohlchalwagens. Als erstes wird die Schalungskonstruktion hydraulisch abgelassen und auf die exakte Lage ausgerichtet. Meist ist dabei noch zusätzlich eine Stirnschalung aus Holz händisch herzustellen. Noch während der Fertigstellung der Stirnschalung kann bereits mit dem Betoneinbau begonnen werden. Dabei gibt es mehrere Möglichkeiten den Beton an die Einbaustelle zu transportieren:

- Mobile Betonpumpe mit stationären Betonverteiler am Sohlchalwagen
- Verschiebbare Förderbandanlage

Die Herstellung eines Innenschalensohlblockes besteht für die II. Röhre des Bosrucktunnels im Wesentlichen aus folgenden Arbeitsschritten:

- Reinigung und vermessungstechnische Aufnahme der Sohle zur Überprüfung des Ausbruchquerschnittes
- Einbau der eventuell erforderlichen Abdichtung
- Einbau der eventuell erforderlichen Sohlbewehrung mit Anschlussbewehrung zum Gewölbe
- Vorfahren und Einrichten des Sohlchalwagens
- Verlegung der Einbauten im Sohlgewölbe (z.B. Kabelschutzrohre, usw.)
- Fertigstellung der Bewehrung (Bewehrungslücken im Bereich der Stirnschalungen, usw.)
- Verlegen des Tunnelbanderders
- Betonieren des Sohlgewölbes
- Nachbehandeln des Sohlgewölbes

- Ausschalen des Sohlgewölbes
- Weitere Nachbehandlung des Sohlgewölbes¹⁸

Ein Sohlschalwagen kann auf Grund seiner geometrischen Anpassbarkeit für alle Querschnittstypen verwendet werden. Auch stellen eventuell erforderliche statische und geologisch erforderliche Einbauten, wie eine Abdichtung oder eine Sohlbewehrung, keine Probleme dar.

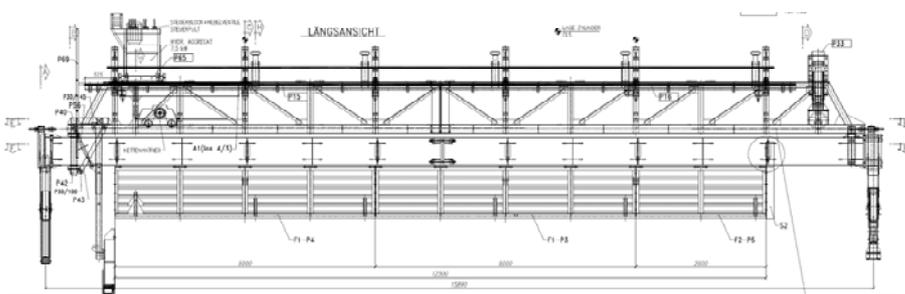


Abbildung 17: Sohlschalwagen¹⁹

5.2 Sohlbrücke

Eine weitere Methode zur Sohlgewölbeherstellung ist die Sohlbrücke, welche ein paralleles Herstellen des Sohlgewölbebetons zu den Vortriebsarbeiten ermöglicht. Die Behelfsbrücke dient zum Erhalt der Versorgung des Vortriebs. Beim Einsatz einer Sohlbrücke ist darauf zu achten, den definierten Nachlauf der Sohlbrücke auf die Vortriebsleistung exakt abzustimmen. Meist werden solche Sohlbrücken aus Stahlfachwerken hergestellt und können sich über Antriebe selbständig fortbewegen.

¹⁸ GIRMSCHIED, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau; S. 385-392

¹⁹ Auszug aus Angebotsanfragen



Abbildung 18: Sohlbrücke²⁰

In Abbildung 19 ist eine schematische Darstellung des Bauablaufs zur Sohlgewölbeherstellung mit einer Sohlbrücke dargestellt.

²⁰ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

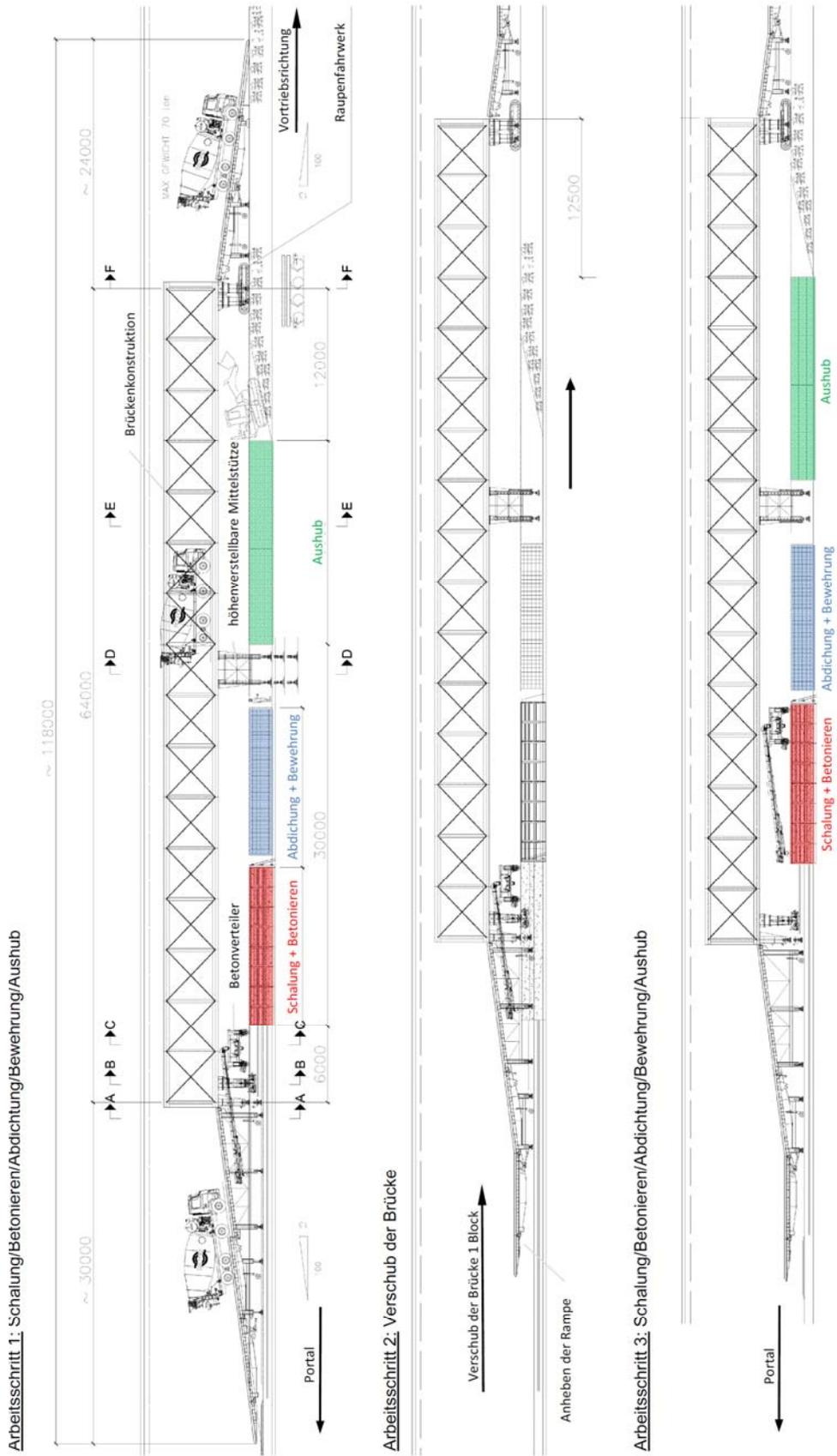


Abbildung 19: Bauablauf Sohlbrücke

5.2.1 Dimensionierung der Sohlbrücke

Bei der Dimensionierung einer Sohlbrücke sind einige Parameter zu beachten, um einen ungestörten Ablauf des Bauverfahrens zu gewährleisten. Die Nutztraglast für die Brücke ergibt sich aus dem schwersten Gerät der Baustelle plus einem Sicherheitsfaktor. Die Konstruktion soll dabei so ausgeführt werden, dass eine ausreichende Standsicherheit auch bei ungewöhnlichen Ereignissen (Unfall auf der Brücke, ruckartiges Bremsen der Vortriebsgeräte) sichergestellt werden kann. Die Geometrie, die Trassierung des Tunnels und die gegebenen Blocklängen geben im Wesentlichen die Form und Länge der Brücke vor.

5.2.2 Installation der Brücke

Bei der Anwendung einer Sohlbrücke ist zu beachten, dass diese meist eine spezielle Anfertigung für ein Projekt darstellt. Das bedeutet, dass eine Lieferzeit von ca. 5-6 Monaten zu berücksichtigen ist. Die Installation der Brücke wird meist vor Ort vom Hersteller der Brücke auf der Baustelle durchgeführt, ebenso wie der Transport zum Einsatzort. Da solch eine Brücke eine beträchtliche Länge aufweist, muss auch geprüft werden, ob eine ausreichende Installationsfläche zur Verfügung steht. Es empfiehlt sich auch beim Einsatz einer Brücke zu Beginn der Arbeiten einen Mitarbeiter des Herstellers auf der Baustelle in Einsatz zu haben, um anfangs eventuelle Schwierigkeiten, vor allem beim Umsetzungsvorgang, schnell beheben zu können.

5.2.3 Aufbau der Behelfsbrücke

Die Behelfsbrücke wird meist aus Stahlfachwerken hergestellt, um den großen Belastungen bei Überfahrten der Vortriebsgeräte (insbesondere beladene Mulden) stand zu halten. Um auf und von der Brücke zu gelangen, sind zwei Rampen notwendig. Diese müssen auf die Steigfähigkeit der Geräte ausgelegt werden. Beim Versetzen der Brücke müssen diese Rampen hochgeklappt werden, welches mit Hydraulikzylindern bewerkstelligt werden kann.

Beim Betonieren des Sohlgewölbes wird der Antrieb der Brücke mittels Hydraulikstempel zur Gänze entlastet, um den Antrieb nicht unnötig zu belasten. Dabei bietet sich auch bei längeren Spannweiten von Behelfsbrücken eine ausfahrbare Mittelstütze an.

5.2.4 Antrieb der Brücke

Um die Brücke verschieben zu können, bieten sich mehrere Verfahren an:

- Radantrieb (Elektro- oder Dieselantrieb)
- Raupenfahrwerk (Elektro- oder Dieselantrieb)
- Schreitwerk (Hydraulikantrieb)
- Ziehen der Brücke mit schwerem Gerät (z.B. Mulde)

Ein Versetzen der Sohlbrücke von Block zu Block soll nur einen geringen Zeitaufwand verursachen, da dies kein produktiver Arbeitsschritt ist. Bei der Dimensionierung des Antriebs muss auch auf die Steigung und den herrschenden Untergrund im Tunnel Rücksicht genommen werden.

5.2.5 Bauablauf

Unter der Brücke finden mehrere Arbeitsschritte parallel statt. In Abbildung 19 sind die einzelnen Schritte ersichtlich.

Im ersten Bereich finden die Betonarbeiten statt. Ebenso kommt hier eine Schalkonstruktion zum Einsatz. In Abbildung 20 ist die Stirnschalung ersichtlich, die beim Versetzen mittels Kettenzug zur Unterseite der Brücke hochgezogen wird.



Abbildung 20: Stirnschalung²¹

Für die Schalung der Widerlager kommt eine herkömmliche Systemschalung zum Einsatz, die mittels Felsanker fixiert wird. (Abbildung 21: Schalung der Widerlager)



Abbildung 21: Schalung der Widerlager²²

²¹ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

²² Bild der Alpine Bemo Tunnelling

Der Beton kann auch hier durch unterschiedliche Methoden eingebracht werden. In Abbildung 22 ist ein Betonförderband an der Unterseite der Brücke auf einem Schienensystem angebracht. Dieses lässt sich durch steuerbare Förderbandtechnik in alle Richtungen ein- und ausfahren, um so jeden Betonierbereich abdecken zu können.²³



Abbildung 22: Betonverteiler²⁴

Im zweiten Bereich kann je nach Erfordernis eine Sohlabdichtung und eine Sohlbewehrung eingebaut werden. Im Falle, dass diese Einbauten nicht benötigt werden, kann dieses Feld ebenfalls zum Betonieren genutzt werden.

Der letzte Bereich ist der Aushubbereich, wo die temporäre Fahrsohle ausgehoben wird. Hierbei ist besonders auf die Geräteauswahl zum Schüttern zu achten, da hier sehr geringe Arbeitshöhen unter der Brücke herrschen. Der Abtransport des Materials erfolgt seitlich der Brücke. (Abbildung 23)

²³ Vgl. Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Walzl, Geschäftsführer der Firma Fehberger Stahlbau, am 04.10.2010

²⁴ Bild der Alpine BeMo Tunnelling



Abbildung 23: Aushub der Fahrbahnsohle²⁵

Der Bauablauf für den Einsatz der Sohlbrücke ist in einem Zeit-Weg-Diagramm im Anhang 13 ersichtlich.

5.2.6 Sicherheit

Ein Fußgängerweg mit einer Breite von einem Meter sollte seitlich an der Brücke angebracht werden. Zur Verkehrsregelung auf der Brücke empfiehlt sich eine Ampelanlage, da solch eine Brücke eine beachtliche Länge aufweisen kann und daher das Fahren auf Sicht zu risikoreich wäre. Aus statischen Gründen und zur Arbeitssicherheit für die unter der Brücke arbeitenden Mineure, werden Geschwindigkeitsbegrenzungen festgelegt. Es wurde bereits erwähnt, dass solche Brücken aus Fachwerken hergestellt werden, darum sollte ein Schutzzaun mit einer z.B. Fliesabdeckung auf der Brücke installiert werden. Dies hat den Effekt, dass für die Mineure im Sohlbereich eine höhere Sicherheit gewährleistet wird und es außerdem zu einer Schmutzminimierung (Schmutz von den Reifen der Fahrzeuge) für die Sohle selbst kommt.²⁶

²⁵ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

²⁶ Vgl. Fachgespräch mit Herrn Josef Kramer, ehemaliger Maschinenmeister der Beton und Monierbau GmbH, am 19.10.2010

5.2.7 Leistungsansätze

Die Leistungsansätze ergeben sich durch die Konstruktion der Brücke:

Bei nicht bewehrter Sohle: 2 Blöcke pro Arbeitstag

Bei bewehrter und/oder abgedichteter Sohle: 1 Block pro Arbeitstag

5.3 Sohlbetonage mit Walzbeton

Bei der Suche nach einer Lösung für die Problemstellung ist es auch sehr hilfreich, die angedachte Ausführungsplanung zu untersuchen. Für das Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel ist ein herkömmlicher Betoneinbau mit einem Sohlschalenwagen geplant worden. Es bietet sich allerdings auch eine Alternative mit Walzbeton an, da diese Methode bereits bei anderen Tunnel entlang der Pyhrnautobahn verwendet wurde und daher für den AG und die örtliche Bauaufsicht kein absolutes Neuland darstellt.

5.3.1 Geschichtlicher Überblick des Walzbetons

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war es im Straßenbau üblich für die Strassenoberfläche einen Beton, der mittels Walzen verdichtet wurde, zu verwenden. Jedoch war es in dieser Zeit noch nicht möglich, eine hochwertige Betongüte mit dem damals zur Verfügung stehenden Walzen zu realisieren. Erst in den siebziger Jahren war der Stand der Gerätetechnik soweit fortgeschritten, um einen brauchbaren Walzbeton mittels Vibrationswalzen einbauen zu können.²⁷

5.3.2 Definition Walzbeton

Unter Walzbeton versteht man einen erdfeuchten Beton, der normalerweise mit Straßenfertigern eingebaut und mit Walzen verdichtet wird. Der Begriff Walzbeton leitet sich vom englischen Begriff „RCC“ (Roller Compacted Concrete) ab. Moderner Walzbeton unterscheidet sich nur im Wassergehalt, im Größtkorn und in der Art des Einbringens sowie der Verdichtung zum normalen Transportbeton. Aufgrund der hohen Verdichtungsenergie, die beim Verdichten durch das Walzen in den Beton eingebracht wird, ist es möglich, einen sehr steifen Beton zu verwenden. Ein steifer Beton hat wiederum die Eigenschaften, dass er einen niedrigen Wasserzementwert besitzt, wodurch sich der Widerstand gegen chemischen und physikalischen Angriff erhöht. Durch den

²⁷ o.A.: Walzbeton für Tragschichten und Tragdeckschichten, <http://www.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/vdz/3LiteraturRecherche/Zementmerkblaetter/S6.pdf>, Datum des Zugriffs 14.01.2011 16:15

ebenfalls geringen Zementgehalt erfolgt eine geringe Wärmetönung des Bauteils und somit eine Reduzierung der Rissegefahr durch temperaturbedingte Zwängungen. Weitere Nebeneffekte sind, dass die Schwindneigung gering gehalten werden kann und der Walzbeton gegen Frost-Tauwechsel- und gegen Tausalz-Beanspruchung einen hohen Widerstand aufweist. Es sind realistische Druckfestigkeitswerte zwischen 30 und 50 N/mm² zu erreichen.²⁸

5.3.3 Vorteile des Walzbetons

Der Walzbeton besitzt einige baubetriebliche Vorteile, die in der folgenden Aufzählung aufgelistet werden:

- Walzbeton ist verformungsstabil und tragfähig
- Frühe Belastbarkeit: er kann bereits im frischen Zustand befahren werden
- Wirtschaftlich, da man sehr hohe Einbauleistungen erreichen kann (ca. 2.000 m³/Tag)
- Wesentliche Qualitätseigenschaften eines üblichen Fahrbahnbetons
- Walzbeton kann in Beton- oder Asphaltmischanlagen gemischt werden
- Einfacher Einbau
- Geringere Schwindneigung im Gegensatz zu gerüttelten Beton²⁹

5.3.4 Bauablauf³⁰

Der Sohlgewölbebeton wird entgegen dem, in der Ausschreibung und Angebot vorhergesehenen konventionellen Einbau gemäß ÖVBB Richtlinie „Innenschalenbeton“ bzw. ÖNORM B 4710-1 als Walzbeton nach RVS 08.17.01 eingebracht. Der Walzbeton kann auf der Baustellenmischanlage gemischt werden und mit herkömmlichen Kippern an den Einbauort gebracht werden, da Trommelmischer für den

²⁸ o.A.: Walzbeton für Verkehrsflächen, http://www.bvk-online.com/bvk_smartm/docs/102_Walzbeton_1_04.pdf, Datum des Zugriffs 14.01.2011 16:30

²⁹ o.A.: Betonstrassenpraxis – Der Leitfaden für den Belagsbau; http://www2.cemsuisse.ch/file/Beton_im_Verkehrswegebau.pdf; Datum des Zugriffs 14.01.2011 16:35

³⁰ Vgl. Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Tobias Schramm, Bauleiter am Bosrucktunnel II. Röhre, am 28.11.2010

steifen erdfeuchten Walzbeton ungeeignet sind. Am Einbauort wird der Walzbeton abgekippt und mittels eines Baggers gleichmäßig verteilt.



Abbildung 24: Einbau des Walzbetons³¹

Der Beton wird in Schichtstärken von maximal 40 cm eingebaut, um die geforderte Verdichtung mittels Vibrationswalze zu erreichen. Dies ist auch der nächste Arbeitsschritt nach der Verteilung des Walzbetons.

³¹ Bild der Alpine BeMo Tunnelling



Abbildung 25: Verdichten mit einer Vibrationswalze³²

Transport, Einbau und Verdichten sind so aufeinander abzustimmen, dass der Walzbeton spätestens 105 Minuten nach dem Mischen fertig eingebaut und verdichtet werden kann. (siehe Anhang 11)

Nach Herstellung des Walzbetons bleiben für die Fertigstellung des Sohlgewölbes die Widerlager übrig. Diese werden mit einem Betongleiter oder in konventioneller Schalung hergestellt.

³² Bild der Alpine BeMo Tunnelling



Abbildung 26: Widerlager gleiten³³

5.3.5 Einbau – Betoniertakte

Als Grundlage zur Ermittlung der Einbauleistung für den Walzbeton dient die vorhandene Baustellenmischanlage. Die genaue Aufschlüsselung der Daten der Mischanlage ist im Anhang 12 ersichtlich. Man kann aus Punkt 1.1 Daten Mischanlage entnehmen, dass eine praktische Nennleistung von 91,5 m³/h zur Verfügung steht. Für den Nordvortrieb werden ca. 10 % der Mischleistung zur Spritzbetonsicherung verwendet. Somit ergibt sich ein Anteil für den Einbau des Walzbetons von ca. 82,5 m³/h. In Punkt 1.2 wird die Anzahl der Transportkipper berechnet, um die Walzbetonmenge von ca. 82,5 m³/h zum Einbauort zu befördern.

Zu der angelieferten Betonmenge pro Stunde wird ein Verdichtungs-faktor beim Walzen von 15 % berücksichtigt. Somit ergibt sich eine mögliche Einbauleistung für den Walzbeton von 70 m³/h. Die Kriterien für die Einbaudauer und der Einbaudicken pro Lage wurden vorab von einem Betonsachverständigen der Alpine Bau GmbH definiert, um die sichere Qualität des Einbaus gewährleisten zu können. Es wurden folgende Kriterien festgelegt:

- Lagenstärke (variiert je nach Querschnittstyp)
- Versatz der einzelnen Lagen: 77 cm
- Maximale Einbaudauer pro Lage: 170 min

³³ Bild der Alpine BeMo Tunnelling

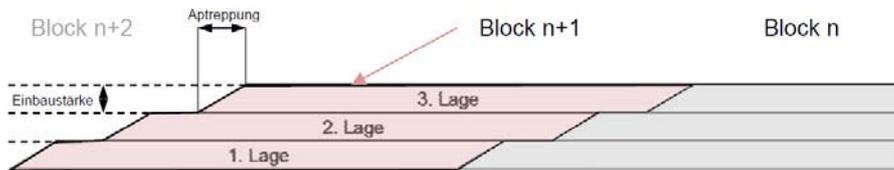


Abbildung 27: Einbauskizze Walzbeton

Der nächste Schritt besteht darin, die Flächen der einzelnen Lagen zu ermitteln (siehe Anhang 11). Durch die Multiplikation der Einbauleistung von $70 \text{ m}^3/\text{h}$ mit der maximalen Einbaudauer von 170 min ergibt sich die theoretische Länge der Lage. Dies wird für jede Lage pro Querschnittstyp ermittelt. Ausschlaggebend für den Einbau ist die kürzeste Länge der ermittelten Lagen. Ausgehend von der kürzesten Lage kann die Planung der Abtreppungen erfolgen. Nach diesem Vorgang werden die Einbaulängen pro Block festgelegt.

Durch die Festlegung der Arbeitszeit von 24 h/AT können die Leistungen für die einzelnen Querschnitte ermittelt werden (siehe Anhang 12).

5.3.6 Fugenausbildung

Gemäß ÖVBB ist die Fugenteilung im Sohlbeton entsprechend der Fugenteilung im Innengewölbebeton auszubilden. Ein wesentlicher Vorteil durch die Eigenschaften von Walzbeton ist der herstellungsbedingte geringe Wassergehalt in Verbindung mit einem beinahe optimalen W/B-Wert. Querfugen sind nur dort notwendig, wo der Altersunterschied zwischen Alt- und Frischbeton 180 Minuten überschreitet. Daher ergibt sich die Fugeneinteilung von selbst, welche in Anhang 12 ersichtlich ist. Dabei wurden nur 170 min für die Einbauzeit pro Lage angesetzt, um eine Reserve von 10 min für Unvorhergesehenes (z.B. Sperrung der Oströhre als Zulieferstrecke für den Beton) zu haben.

5.3.7 Nachbehandlung und Schutz

Bei Betonen mit niedrigem W/B-Wert, wie es hier der Fall ist, werden die Diffusionswege schneller blockiert. Geringere Wassermengen werden aus dem Bauteilinneren nachgesaugt und die Hydrationsprozesse im Kern des Bauteiles werden weniger beeinträchtigt. Da der Anmachwassergehalt niedrig ist und die Wasserbewegung zur Oberfläche gering ist, trocknet allerdings die Randzone schneller aus und das Wasser kann oberflächlich rasch verdunsten. Aufgrund dieses Sachverhaltes und der Randbedingungen im Tunnel (annähernd gleiches Klima) wird als Nachbehandlungsmethode das Aufsprühen

eines flüssigen Nachbehandlungsmittels gewählt. In Abhängigkeit von der Lufttemperatur und Luftgeschwindigkeit ist zusätzlich eine Abdeckung (Vlies) der Betonflächen vorzusehen.³⁴

5.3.8 Leistungswerte

Aus dem Anhang 12 geht hervor, dass der Walzbeton mit einem Leistungsansatz von 70 m³/h eingebaut werden kann.

³⁴ Vgl. Fachgespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Tobias Schramm, Bauleiter am Bosrucktunnel II. Röhre, am 26.11.2010

6 Verfahrensvergleich der Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung

Für die Erstellung des Sohlgewölbes stehen die ausgearbeiteten Varianten zum Verfahrensvergleich zur Auswahl. Als Grundlage zur Entscheidung dienen Bewertungskriterien wie Anwendbarkeit, Sicherheit, Bauzeit, Baukosten, Risiko und eine Kosten-/Nutzengegenüberstellung. Die beschriebenen Bauverfahren unterscheiden sich in technischer, wirtschaftlicher und organisatorischer Hinsicht.

Da diese Diplomarbeit eine Auftragsarbeit seitens der Baufirma ist, empfiehlt sich ein differenzierter Verfahrensvergleich. Dabei werden die schon bereits erwähnten Einflussfaktoren für den Vergleich herangezogen. Die Bewertungskriterien sind im wesentlichen ident mit den geforderten Kriterien in der Zielformulierung. Als Grundlage für den Verfahrensvergleich dienen folgende Ziele:

- Technische und ästhetische Erfüllung der Planvorgabe
- Erzielung der minimalen Herstellkosten
- Vertragsunstimmigkeiten sollen nicht herbeigeführt werden
- Verfügbarkeit von Arbeitsmittel soll gegeben sein
- Minimum an Risiko, sprich Vermeidung von Unfallgefahren und Verfahrens-/Prozessrisiko³⁵

6.1 Methodik der Variantenbewertung

Zur Methodik der Variantenbewertung ist zu sagen, dass es laut Literatur einige Bewertungsmöglichkeiten, wie eine Nutzwertanalyse, eine Argumentationsanalyse oder eine Kosten-Nutzenanalyse, gibt.

Aus dieser Erkenntnis wird ein eigenes Bewertungsverfahren nach dem Prinzip einer Gewinnvergleichsrechnung in Anspruch genommen. Die Gewinnvergleichsrechnung gehört zu den statischen Verfahren in der Investitionsrechnung und basiert grundsätzlich auf die Kostenvergleichsrechnung. Die Kosten entstehen durch das angewandte Sohlgewölbebeton-Verfahren. Die unterschiedlichen Varianten haben Auswirkungen auf die Bauzeit für das Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel. Daher werden die Einsparungen, die durch eine Bauzeitverkürzung entstehen, den Kosten gegengerechnet. Im folgend-

³⁵ HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb; S. 74

en Arbeitslauf (Abbildung 28) ist dargestellt, wie die Vorgehensweise der Bewertung erfolgt:

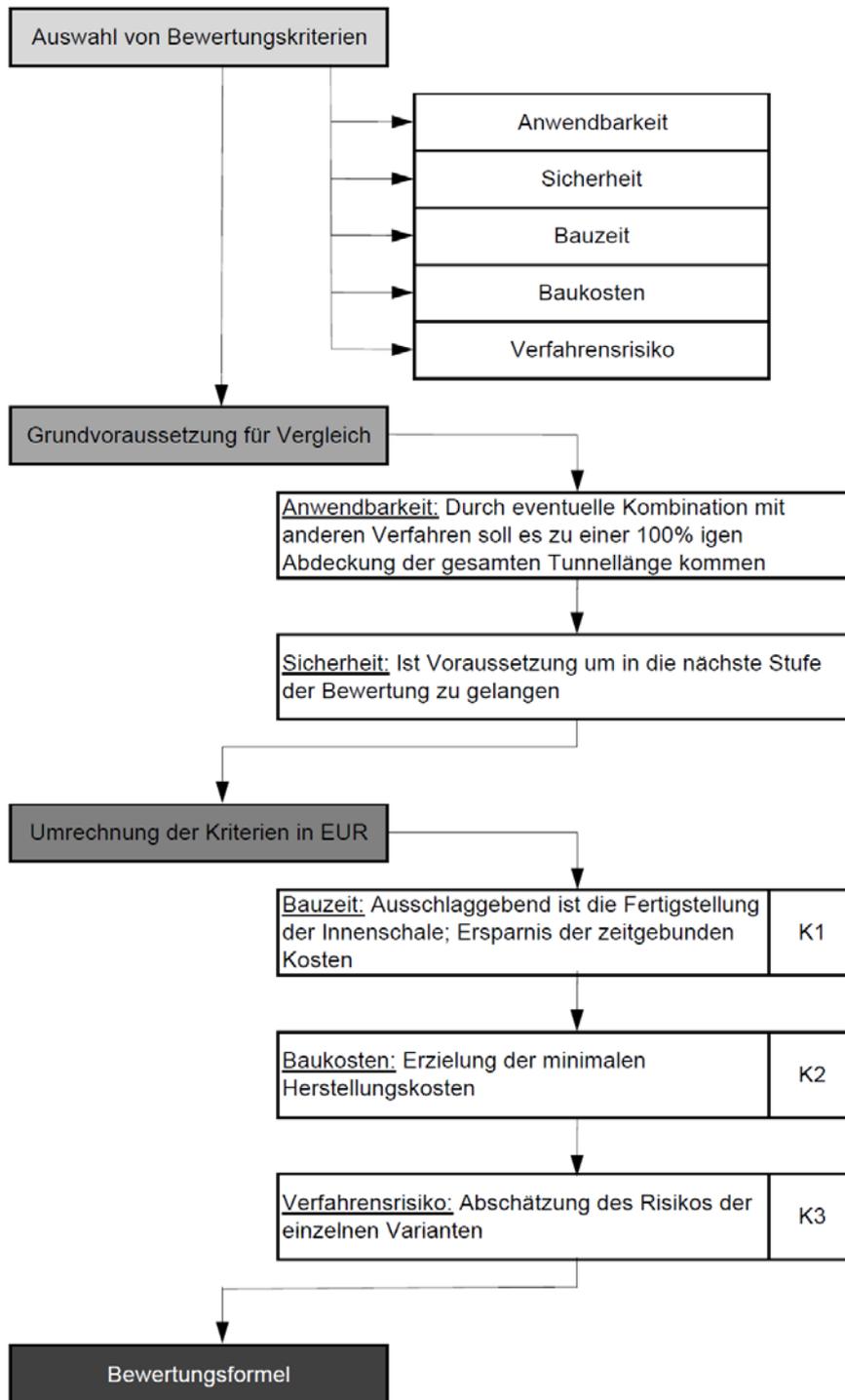


Abbildung 28: Ablauf der Bewertungsmethodik

Als erstes werden die Auswahlkriterien festgelegt, die in der Zielvorgabe vorgegeben sind, um ein wirtschaftliches Resultat erzielen zu können.

Diese ausgewählten Kriterien lassen sich in zwei Kategorien aufteilen. In der ersten Kategorie befinden sich die Anwendbarkeit und die Sicherheitsbetrachtung der Bauverfahren. Diese beiden Bewertungskriterien dienen als Grundvoraussetzung, um in den eigentlichen Vergleich zu gelangen.

Die Bauzeit, Baukosten und das Verfahrensrisiko befinden sich in der zweiten Kategorie, wo diese Parameter in Geldbeträge (K1, K2 und K3) umgerechnet werden. Dadurch erhält man einen einheitlichen Überblick über die Bewertungskriterien. Die umgerechneten Parameter werden in einer Bewertungsformel verknüpft, da jedes Kriterium einen unterschiedlichen Einfluss hat.

6.2 Bewertungskriterien

Wie in der Methodik erwähnt, werden die fünf Bewertungskriterien in zwei Kategorien aufgeteilt. Die Grundvoraussetzung, um in das Bewertungssystem zu gelangen, bilden die Anwendbarkeit und die Sicherheit. Die Detailanalyse findet in den nächsten Punkten statt.

6.2.1 Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit der einzelnen Verfahren ergibt sich aus der Planvorgabe. Ausschlaggebend ist hier die Geometrie des Tunnelbauwerks und die Ausbaufestlegungen. Die geplante Variante, der Sohlschalwagen, ergibt keine Hindernisse für die Anwendung auf die gesamte Tunnellänge. Da laut Ausschreibung auch ein Bereich mit einem Kreisquerschnitt vorgesehen ist, ist bei der Variante mit der Sohlbrücke keine durchgängige Anwendung möglich. Die Sohlbrücke lässt sich beim Projekt Neubau II. Röhre Bosrucktunnel aus geometrischen Gründen (Radius der Tunneltrassierung) für den Kreisquerschnitt nicht anwenden. Die Blocklänge in diesem Bereich ist mit einer Länge von 12 m vorgegeben. Die Brücke muss somit eine Spannweite von mindestens 3 Blöcken aufweisen, um die Teilabläufe Betonieren (1. Block), Bewehren und Abdichten (2. Block) und Aushubarbeiten (3. Block) durchführen zu können. Bei der Variante Walzbeton ergeben sich die Hindernisse in den bewehrten und abgedichteten Sohlblöcken. Daher ist auch für die Alternative Walzbeton keine konstante Anwendung im Tunnel möglich. Die Tabelle 7: Anwendbarkeit der Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung verdeutlicht die genauen Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Verfahren. Die Anordnung der abwechselnden Regelquerschnitte erfolgt vom Südportal absteigend zum Nordportal. Dabei sind die Stationen, sowie die Abschnittslängen, der einzelnen Bereiche eingetragen. Weiters sind für diese Abschnitte die Längen der bewehrten und die abgedichteten Strecken in Laufmetern eingetragen. Das Betriebsgebäude (BG-S) und

der Bereich der offenen Bauweise (OBW-S) im Süden sind, wie in der Projektbeschreibung erwähnt, bereits Bestand. Am Nordportal befindet sich auch ein Betriebsgebäude (BG-N) und ein Block mit offener Bauweise (OBW-N), die jedoch von einem Subunternehmer hergestellt werden.

RQ-Typ	Station Tunnelmeter Süd von		Abschnittslänge	Sohlbewehrung	Sohlabdichtung	Sohlschalwagen	Sohlbrücke	Walzbeton
	[TMS]	[TMS]						
BG-S	0,000	20,130	20,130	0,000	0,000	Bestand	Bestand	Bestand
OBW-S	20,130	31,130	11,000	0,000	0,000	Bestand	Bestand	Bestand
TU-FSG	31,130	268,630	237,500	0,000	0,000	237,500	237,500	237,500
TU-TSG	268,630	861,075	592,445	0,000	0,000	592,445	592,445	592,445
TU-LA	861,075	891,075	30,000	0,000	0,000	30,000	30,000	30,000
TU-PB	891,075	942,025	50,950	0,000	0,000	50,950	50,950	50,950
TU-TSG	942,025	1.162,212	220,187	0,000	0,000	220,187	220,187	220,187
TU-FSG	1.162,212	1.450,125	287,913	0,000	0,000	287,913	287,913	287,913
TU-TSG	1.450,125	1.807,625	357,500	0,000	0,000	357,500	357,500	357,500
TU-LA	1.807,625	1.837,625	30,000	0,000	0,000	30,000	30,000	30,000
TU-PB	1.837,625	1.888,575	50,950	0,000	0,000	50,950	50,950	50,950
TU-TSG	1.888,575	2.618,655	730,080	0,000	0,000	730,080	730,080	730,080
TU-LA	2.618,655	2.648,655	30,000	0,000	0,000	30,000	30,000	30,000
TU-PB	2.648,655	2.699,605	50,950	0,000	0,000	50,950	50,950	50,950
TU-TSG	2.699,605	3.320,094	620,489	376,607*	0,000	620,489	620,489	0,000
TU-FSG	3.320,094	3.465,094	145,000	0,000	0,000	145,000	145,000	145,000
TU-LA	3.465,094	3.495,094	30,000	0,000	0,000	30,000	30,000	30,000
TU-PB	3.495,094	3.546,044	50,950	0,000	0,000	50,950	50,950	50,950
TU-FSG	3.546,044	3808,313*	262,269	0,000	0,000	262,269	262,269	262,269
TU-OS	3808,313*	4.331,609	523,296	0,000	0,000	523,296	523,296	523,296
TU-TSG	4.331,609	4.419,109	87,500	0,000	0,000	87,500	87,500	87,500
TU-LA	4.419,109	4.449,109	30,000	0,000	0,000	30,000	30,000	30,000
TU-PB	4.449,109	4.500,059	50,950	0,000	0,000	50,950	50,950	50,950
TU-TSG	4.500,059	4.673,861	173,802	0,000	0,000	173,802	173,802	173,802
TU-DG	4.673,861	5.006,084	332,223	332,223	332,223	332,223	0,000	0,000
TU-TSG	5.006,084	5.243,584	237,500	237,500	0,000	237,500	237,500	0,000
TU-FSG	5.243,584	5.393,584	150,000	0,000	0,000	150,000	150,000	150,000
OBW-N	5.393,584	5.404,584	11,000	11,000	0,000	SUB	SUB	SUB
BG-N	5.404,584	5.424,864	20,280	20,280	0,000	SUB	SUB	SUB
Z (Abzug Bestand u. Subunternehmer)			5.362,454	977,610	332,223	5.362,454	5.030,231	4.172,242
Anwendbarkeit			100,00%			100,00%	93,80%	77,80%

Tabelle 7: Anwendbarkeit der Bauverfahren zur Sohlgewölbeherstellung

Aus der Tabelle 7 wird ersichtlich, dass der Sohlschalwagen eine Anwendbarkeit von 100 % erreicht. Die Sohlbrücke weist mit 93,80 % den zweit höchsten Wert auf. Mit einem Abstand von 22,20 % zum Sohlschalwagen erreicht das Bauverfahren Walzbeton Platz drei.

Wie im Ablauf der Bewertungsmethodik hervorgeht, werden die Verfahren, die keine 100 %-ige Anwendbarkeit aufweisen, mit dem Verfahren Sohlschalwagen kombiniert. Dieses Ergänzungsverfahren wird deswegen ausgewählt, da im Bereich des druckhaften Gebirges

(TU-DG) ohnehin nur dieses Verfahren wegen Kreisprofil, Bewehrung und Abdichtung möglich ist.

6.2.2 Sicherheit

Tunnelbaustellen sind mit vielen Gefahren verbunden, daher sollte eine Reduktion der vorhersehbaren Gefahren durch ein Sicherheits- und Gesundheitskonzept erfolgen. In Österreich sind folgende Grundlagen zur Vorbeugung von Unfällen gültig:

- Bauarbeitenkoordinationsgesetz (BauKG)
- ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG)
- Bauarbeiterschutzverordnung (BauV)
- diverse Verordnungen nach dem ASchG

Zur Identifizierung der Sicherheitseigenschaften der einzelnen Bauverfahren empfiehlt sich folgende Vorgangsweise, wobei in diesem Kapitel nur die beiden ersten Schritte behandelt werden:

1. Schritt	Risikoanalyse
↓	Auseinandersetzen mit dem Risiko in allen Projektphasen <u>Ergebnis:</u> Auflistung relevanter Gefährdungen und deren Bewertung
2. Schritt	Sicherheitsanalyse
↓	Durchführung von Sicherheitsanalysen mit Definition von spezifischen Sicherheitszielen, Risikobeurteilung und Auswahl bzw. Erarbeitung von Sicherheitsmaßnahmen in allen Projektphasen <u>Ergebnis:</u> Risikobeurteilung unter Berücksichtigung der Sicherheitsmaßnahmen, Auflistung der Restrisiken
3. Schritt	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept
↓	Erarbeitung aller Dokumente <u>Ergebnis:</u> Dokumente des Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes
4. Schritt	Umsetzung des Sicherheits- und Gesundheitskonzeptes
↓	Festlegungen für die praktische Umsetzung der in den Dokumenten des Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes festgehaltenen Sicherheitsmaßnahmen

Abbildung 29: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept³⁶

Für die Erstellung des Sohlgewölbebetons ist, wie auch bei anderen Arbeitsabläufen, eines der wichtigsten Kriterien die Arbeitssicherheit für die Arbeiter am Arbeitsort. Da eine Variante während des laufenden Vortriebs möglich ist, muss hier ein besonderes Augenmerk auf die Sicherheit gelegt werden. Die einzelnen technischen Einrichtungen wurden bereits bei der Beschreibung der einzelnen Verfahren erläutert. Die Bewertung in Tabelle 8 erfolgte gemeinsam mit dem Sicherheitsbeauftragten für die Baustelle Neubau II. Röhre Bosrucktunnel.

³⁶ EDER, M.: Leitfaden für Planung und Umsetzung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzepten auf Untertagebaustellen;
http://www.google.at/url?sa=t&source=web&cd=1&sqj=2&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eval.at%2Ffp07%2Ffp07pdfs%2Fbaresch_eder_sicherheits_%2520und_gesundheitsschutz_konzepte_untertagebau.pdf&rct=j&q=eval.at%20leitfaden%20f%C3%BCr%20planung%20und%20umsetzung%20von%20&ei=7iATsCAAPE0QWull3GCQ&usq=AFQiCNH0fcvZlwN69L0EcanXQnemazEROq&sig2=H1cbPF6d1Z0-5lrR0k7cvq&cad=rja; Datum des Zugriffs 02.02.2011

1. Schritt		Risikoanalyse					
↓	Gefährdungen	Maßnahmen					
		Variante 1 Sohlschalwagen		Variante 2 Sohlbrücke		Variante 3 Walzbeton	
	Sicherheit für Fußgänger	Gehweg am Schalwagen		Gehweg seitlich der Brücke		Fahrbahn	
	Sicherheit für Arbeiten am Einbauort	Standard Sicherheitsausrüstung		Schutzzaun mit Fließabdeckung auf der Brücke		Standard Sicherheitsausrüstung	
Verkehr durch Vortriebsgeräte	nicht vorhanden		Ampelanlage; Dimensionierung der Brücke		nicht vorhanden		
2. Schritt		Sicherheitsanalyse					
↓	Gefährdungen	Beurteilung					
		Variante 1 Sohlschalwagen		Variante 2 Sohlbrücke		Variante 3 Walzbeton	
	Ausreichend	ja	nein	ja	nein	ja	nein
	Sicherheit für Fußgänger	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sicherheit für Arbeiten am Einbauort	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkehr durch Vortriebsgeräte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ergebnis: Sicherheit gegeben		ja		ja		ja	
3. Schritt		Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept					
4. Schritt		Umsetzung des Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes					

Tabelle 8: Sicherheitsbeurteilung

Für alle Varianten ist eine Arbeitssicherheit für die Arbeiter vorhanden, sodass alle drei Varianten in die Beurteilung einfließen können.

6.2.3 Bauzeit

Bei allen Varianten zur Sohlgewölbeherstellung ergeben sich frühere Einsatzzeiten als ursprünglich geplant. Dies bedeutet, dass es zu einem Parallelbetrieb der Innenausbauarbeiten und den Vortriebsarbeiten kommt. Um die Verfahren hinsichtlich der Bauzeit vergleichen zu können, ist es also notwendig, den genauen Einsatzzeitpunkt für den Bauablauf zu kennen. Auch die Dauer des Verfahrens ist zu kalkulieren, um den Fertigstellungstermin des Verfahrens ermitteln zu können. Jedoch ist für die gewünschte Bauzeitverkürzung auch der Zeitpunkt des theoretischen Durchschlagpunktes zum Fertigstellungstermin der Gewölbeschalung zu analysieren. Dies geht aus den Bauzeitplänen (im Anhang 1, 13 und 14 ersichtlich) hervor:

Sohlschalwagen: 29.02.2012 – 30.11.2012 = 275 KT

Sohlbrücke: 02.11.2011 – 02.07.2012 = 243 KT

Walzbeton: 02.11.2011 – 23.05.2012 = 203 KT

Der Durchschlagspunkt für die Variante Walzbeton ist der 15. November 2011, da aber der Vortrieb zweimal für den Einbau des Walzbetons unterbrochen wurde, errechnet sich die Bauzeit vom theoretischen Durchschlagspunkt mit 2. November 2011. Bei der Berechnung der Bauzeit wird angenommen, dass die abgegebenen Vortriebsleistungen 1:1 in der Realität zutreffen und dass durch den Vortriebsstillstand kein Mehraufwand entsteht.

Annahme: Die zeitgebundenen Kosten für die Herstellung des Innenausbaus betragen 1.000.000,00 EUR vom DP bis zur Fertigstellung des Innenausbaus. (Entsprechen nicht den tatsächlichen Kosten der Baustelle)

Sohlschalwagen:	275 KT	.....	1.000.000,00 EUR
Sohlbrücke:	243 KT	.....	1.000.000,00 EUR
Walzbeton:	203 KT	.....	1.000.000,00 EUR

Annahme: Die zeitgebundenen Kosten können über die Tage gleichmäßig aufgeteilt werden.

$$1.000.000,00 \text{ EUR} / 275 \text{ KT} = 3.636,36 \text{ EUR/KT}$$

(Entsprechen nicht den exakten Baustellenwerten)

Daraus ergibt sich eine Ersparnis der zeitgebundenen Kosten:

Sohlschalwagen:	275 KT	.....	0,00 EUR
Sohlbrücke:	243 KT	.....	116.364,00 EUR
Walzbeton:	203 KT	.....	261.818,00 EUR

Die Variante Walzbeton in Kombination mit einem Sohlschalwagen für das druckhafte Gebirge ist das schnellste Verfahren.

6.2.4 Baukosten

Die Kosten der einzelnen Verfahren sind in den Anhängen 15 bis 17 ermittelt worden. Hierbei werden nur jene Faktoren berücksichtigt,

welche sich tatsächlich ändern würden. Daher ist der Transport des Betons nicht mitberücksichtigt.

Es ergibt sich folgendes Resultat:

<u>Sohlschalwagen:</u>	6.941.434,11 EUR
<u>Sohlbrücke:</u>	7.402.530,61 EUR
<u>Walzbeton:</u>	5.456.580,83 EUR

Die Variante Walzbeton in Kombination mit einem Sohlschalwagen für das druckhafte Gebirge ist das günstigste Verfahren. Die zwei Vortriebsstillstände, die dadurch auftreten, spielen für die Kosten keine Rolle, da die Vortriebsmannschaften des Südvortriebs den Walzbeton in dieser Zeit einbauen.

6.2.5 Verfahrensrisiko

Das Verfahrensrisiko für die ursprünglich angedachte Variante der Sohlschalwagen kann gering bewertet werden. Dies basiert auf der Annahme, dass in dieser Variante schon ein Risikozuschlag bei der Kalkulation des Angebotes berücksichtigt worden ist.

Für die Variante Sohlbrücke sind folgende Risikoeinflussfaktoren gegeben:

- Risiko: Rechtzeitige Lieferung und Montage der Sohlbrücke an die Baustelle
20% der zeitgebundenen Kosten entspricht 200.000,00 EUR
- Risiko: Einarbeitungszeit
10 Blöcke mit 20% mehr Kosten entspricht 33.120,94 EUR
- Chance: Wiederverwendung bei einem anderen Projekt
Annahme: 11.000,00 EUR

Aus diesen aufgelisteten Faktoren ergibt sich ein Risikozuschlag von 222.120,94 EUR, was einem 3 %-igen Zuschlag auf die Kosten des Verfahrens entspricht.

Für die Variante Walzbeton sind folgende Einflussfaktoren gegeben:

- Risiko: Erreichen der ausgeschriebenen Mindestanforderung für das Sohlgewölbe:
Annahme: 0,5 % der Herstellkosten entspricht 27.282,90 EUR
- Risiko: Abhängigkeit vom Betonlieferanten / Beton
Annahme: 0,5 % der Herstellkosten entspricht 27.282,90 EUR
- Chance: Zeitersparnis:
bereits in den Herstellkosten berücksichtigt
- Chance: Kostenersparnis:
bereits in den Herstellkosten berücksichtigt

Die Risiken für die Variante Walzbeton sind gering und ergeben somit einen Zuschlag von 54.565,81 EUR. Dies entspricht einem Faktor von 1 % der Herstellkosten.

6.3 Bewertungsformel

In der Abbildung 28 ist ersichtlich, dass sich die Bewertung aus der Bauzeit, den Baukosten und dem Verfahrensrisiko ergibt.

Die Bewertungsformel lautet: $K3 [\%] \times K2 [\text{EUR}] - K1 [\text{EUR}]$

K1	...	Ersparnis der zeitgebundenen Kosten
K2	...	Herstellkosten
K3	...	Risikofaktor

Der Risikobewertungsfaktor (%) wird zusätzlich mit den Herstellkosten multipliziert und danach wird die Ersparnis der zeitgebundenen Kosten abgezogen.

Sohlschalwagen:

$$1,00 \times 6.941.434,11 \text{ EUR} - 0,00 \text{ EUR} = 6.941.434,11 \text{ EUR}$$

Sohlbrücke:

$$1,03 \times 7.402.530,61 \text{ EUR} - 116.364,00 \text{ EUR} = 7.508.242,53 \text{ EUR}$$

Walzbeton:

$$1,01 \times 5.456.580,83 \text{ EUR} - 261.818,00 \text{ EUR} = 5.249.328,64 \text{ EUR}$$

Der Verlust für die Vortriebsstillstände beim Verfahren mit Walzbeton wird angenommen mit 32.500,00 EUR. Somit ergibt sich eine Addition des Verlustes von 32.500,00 EUR zu den 5.249.328,64 EUR = 5.281.828,64 EUR.

Somit ergibt sich folgende Reihung der Verfahren:

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1) Walzbeton | = 5.281.828,64 EUR |
| 2) Sohlschalwagen | = 6.941.434,11 EUR |
| 3) Sohlbrücke | = 7.508.242,53 EUR |

7 Verfahrensauswahl mit detaillierter Beschreibung

Aus der Bewertung ist erkennbar, dass die Variante Walzbeton in Kombination mit einem Sohlschalwagen, die geeignetste Variante ist. Sie erfüllt die zwei geforderten Grundbewertungskriterien und schneidet in den Punkten Bauzeit und Baukosten am besten ab.

7.1 Detaillierter Bauablauf

Der detaillierte Bauablauf wird hier mit Hilfe des erstellten Bauzeitplans erklärt, welcher im Anhang 14 ersichtlich ist.

Der Einbau des Walzbetons beginnt während des Vortriebs im Süden. Der Süden wurde gewählt, da sich die Ausbaufestlegung mit dem flachen und tiefem Sohlgewölbe ohne Bewehrung und ohne Abdichtung, geradedazu anbietet, um ein schnelles Einbauen des Sohlgewölbes mit Walzbeton zu ermöglichen und dadurch rasch die Widerlager und die Innengewölbe nachgezogen werden können. Es wurde darauf geachtet, dass die Querschläge, welche für die Umlegung der Bewetterung notwendig sind, möglichst rasch hergestellt werden können. Nach der Möglichkeit der Umlegung der Bewetterung, werden zuerst die Vorbereitungsmaßnahmen zum Innenausbau (Nachprofilierung/ Abdichtungsträger) parallel zum Vortrieb durchgeführt. Nach Abschluss dieser Arbeiten wird der Südvortrieb eingestellt und die Vortriebsmannschaft Süd baut rückwärtig einen Bereich mit Walzbeton ein. Theoretisch wäre nach dem Einbau des Sohlgewölbes und der Widerlager der Einsatz des Gewölbeschwalgens möglich. Dies wurde jedoch bewusst nicht so geplant, da es ansonsten zu einem Auflaufen des Gewölbeschwalgens auf den Vortrieb gekommen wäre. Man sieht im BZP, dass der Einsatz des Gewölbeschwalgens so geplant ist, dass es zu einem durchgehenden Einsatz der Schalwägen kommt.

7.2 Geräteeinsatz

Für den Einbau des Sohlgewölbes mittels Walzbeton sind folgende Gerätschaften notwendig, welche bereits auf der Baustelle vorhanden sind:

- Mischanlage
- Kipper oder Dumper (Anzahl siehe Anhang 12)
- Bagger
- Walze

Im Kapitel Walzbeton wurde bereits detailliert beschrieben, wie der Einbau mit den Gerätschaften funktioniert.

7.3 Personaleinsatz

Wie bereits erwähnt führen die Arbeiten für den Walzbeton die jeweiligen Vortriebsdrittel durch. Somit ist gewährleistet, dass für den Auftragnehmer der Verlust des Vortriebsstillstandes gering gehalten werden kann und ein flexibler Wechsel zwischen Vortrieb und Einbau des Walzbetons möglich ist. Außerdem kann man davon ausgehen, dass die Vortriebsleute (Mineure) schon aufeinander abgestimmt sind und daher diese Arbeiten ebenfalls effizient ausführen können. Zudem erfordert die einfache technische Ausführung des Walzbetons keine Vorkenntnisse eines Betonfacharbeiters und eines Schalungszimmerers.

7.4 Vertragslösung

Durch diese Variante ergeben sich zwei Vortriebsstillstände im Südbereich, welche bei dem abgegebenen Bauprogramm in dieser Form nicht erwähnt wurden. Daher darf dieser Vortriebsstillstand in der Bauzeitberechnung nicht berücksichtigt werden. Somit ergibt sich der theoretische Durchschlagspunkt 2. November 2011. Der tatsächliche DP laut BZP ist allerdings der 15. November 2011. Dieser Zeitverlust für den Vortrieb kann dem Bauherrn nicht zugeschrieben werden, da dieser vom Auftragnehmer verursacht wird.

Da die ausgeschriebene Mindestanforderung an das Sohlgewölbe auch vom Walzbeton erfüllt werden muss, bietet sich vor Beginn der Sohlgewölbearbeiten ein Testfeld an. Dabei kann analysiert werden, ob die Anforderungen an das Sohlgewölbe mit Walzbeton genügen. Die Erfahrung von anderen Baustellen hat gezeigt, dass dies ohne größere Probleme möglich sein sollte.

Durch eine eventuelle Anwendung dieses Verfahrens ergibt sich die Möglichkeit für den Bauherrn, die II. Röhre des Bosrucktunnels verfrüht in Betrieb zu nehmen. Da es sich beim Bosrucktunnel um eine gebührenpflichtige Strecke handelt, hat die Bauzeitverkürzung einen positiven Effekt für den Bauherrn (ASFINAG).

7.5 Vergleich der Kalkulation

Für den Unternehmer ergibt sich ein Kostenvorteil von 1.659.605,47 EUR unter Berücksichtigung des Risikofaktors. Dabei ist zu erwähnen, dass sich der Vortriebsstillstand negativ auf die abrechenbare Bauzeit auswirkt. Es kann jedoch trotz der Vortriebsstillstände insgesamt eine Bauzeitersparnis erzielt werden und somit zeitgebundene Kosten für den Auftragnehmer gespart werden. Der Vertrag sichert dem Unternehmer diese Ersparnis zu, da die zeitgebundenen Kosten für den Innenausbau in Metern abgerechnet werden.

8 Zusammenfassung

Der Sohlschalwagen ist und bleibt eine klassische Variante für die Herstellung des Sohlgewölbes im Bereich Tunnelbau. Durch die sehr gute Anpassungsfähigkeit auf jeden beliebigen Querschnittstypen ist dieser beinahe überall einsetzbar. Auch Überraschungen in der Ausführung sind beinahe ausschließbar, da der Ablauf dieses Systems ident mit einem Gewölbeschalgen ist, welcher fast immer zum Einsatz kommt.

Bei der Sohlbrücke handelt es sich um ein selten eingesetztes Bauverfahren im Tunnelbau. Meiner Meinung nach ist dieses Verfahren eines der effizientesten Verfahren zur Herstellung von Sohlgewölben mit über die gesamte Tunnellänge durchlaufende Bewehrung und Abdichtung. Durch einen gutabgestimmten Bauablauf kann man mit einer „kurzen“ Distanz zum Vortrieb den Innenausbau parallel zum Vortrieb herstellen. Allerdings weisen solche Brücken oft eine erhebliche Länge auf, wodurch sie nicht für jedes Projekt in Frage kommen. Die Sohlbrücke ist also hauptsächlich abhängig von den geometrischen Rahmeneinflüssen (Radien, Querschnittstyp). Nach einem Gespräch mit einem Hersteller solcher Brücken ist es durchaus möglich, solche Brücken anpassungsfähig zu gestalten, um sie für unterschiedliche Tunnel zu verwenden. Dadurch würde jedoch der ohnehin hohe Preis einer Sohlbrücke noch einmal ansteigen. Für einen Unternehmer könnte es jedoch attraktiv werden, wenn er eine solche Brücke besitzt und er diese in die Kalkulation im Vorhinein einfließen lassen könnte. Nur müsste man sich sicher sein, dass diese Brücke wiederverwendet werden kann oder zumindest, dass das kalkulierte Projekt die notwendige Investition abdeckt ohne dadurch in einen Wettbewerbsnachteil zu kommen.

Der Walzbeton ist bisher im Tunnelbau nicht so weit verbreitet. Wenn die Geologie und somit die Anforderungen an das Sohlgewölbe (keine Bewehrung nötig) dies zulässt, ist der Walzbeton ein hocheffizientes und schnelles Verfahren zum Sohlgewölbeeinbau. Mit Abstimmung zum Vortrieb lässt sich auch wie - aus der Diplomarbeit hervorgeht - ein paralleler Innenausbau realisieren. Das Resultat zeigt eine signifikante Verringerung der Bauzeit und eine Einsparung an Kosten.

Man sollte sich allerdings immer bewusst sein, dass bei der Suche nach einer Variante während des bereits laufenden Baus, der Bauherr die Entscheidung zur Zulassung einer Variante trifft und dies meistens nur dann zulässt, wenn sich auch für ihn daraus ein Vorteil ergibt, sei es in Kosten oder Zeit. Der Bauherr, meist vertreten durch einen Planer, schreibt in der Regel immer nach dem Stand der Technik aus. Daher benötigt man bei einer Variante immer die Zustimmung des Bauherrn und des Planers. Eine Variante sollte immer ein positives Ergebnis für den Bauherrn und den Auftragnehmer liefern.

Literaturverzeichnis

Bücher

- GIRMSCHEID, G.: Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, 2. Auflage, Berlin: Ernst & Sohn Verlag für Architektur
- HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb; 1.Auflage; Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- LEIMBÖCK, E.; KLAUS U. R.; HÖLCKERMANN O.: Baukalkulation und Projektcontrolling; 11.Auflage; Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlag GmbH Wiesbaden 2007
- BERNER, F.; KOCHENDÖRFER B.; SCHACH R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 1; 1. Auflage; Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlag GmbH Wiesbaden 2007
- BERNER, F.; KOCHENDÖRFER B.; SCHACH R.: Grundlagen der Baubetriebslehre 2; 1. Auflage; Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlag GmbH Wiesbaden 2008
- MOTZKO C.; GIRMSCHEID G.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen; Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007

Skripten

- HABERFELLNER, R.; NAGEL, P.; BECKER, M.; BÜCHEL, H.: Projekt-Management auf der Basis des Systems Engineering 2010
- SCHALCHER; H. R.: Systems Engineering September 2008

Normen

- ÖNORM B 2203-1:2001 12 01 Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm – Teil 1: Zyklischer Vortrieb
- ÖNORM B 4710-1:2007 10 01 Beton – Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis

Richtlinien

- RVS 09.01.23; 2010; Innenausbau

Links

- o.A.: Übersicht Bosrucktunnel;
http://www.laabmayr.at/elemente/strassentunnel/01_28_A9%20BOSRUCK%20TUNNEL%20VOLLAUSBAU_01.JPG, Datum des Zugriffs 18.04.2011 14:35
- o.A.: Walzbeton für Tragschichten und Tragdeckschichten,
<http://www.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/vdz/3LiteraturRecherche/Zementmerkmale/S6.pdf>, Datum des Zugriffs 14.01.2011 16:15
- o.A.: Walzbeton für Verkehrsflächen, http://www.bvk-online.com/bvk_smartm/docs/102_Walzbeton_1_04.pdf, Datum des Zugriffs 14.01.2011 16:30
- EDER, M.: Leitfaden für Planung und Umsetzung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzepten auf Untertagebaustellen;
http://www.google.at/url?sa=t&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eval.at%2Ffp07%2Ffp07pdfs%2Fbaresch_eder_sicherheits_%2520und_gesundheitsschutz_konzepte_untertagbau.pdf&rct=j&q=eval.at%20leitfaden%20f%C3%BCr%20planung%20und%20umsetzung%20von%20&ei=7iiATsCAAsPE0QWull3GCQ&usq=AFQjCNH0fcyZlwN69L0EcanXQnemazEROg&sig2=H1cbPF6d1Z0-5lrR0k7cvq&cad=rja;
Datum des Zugriffs 02.02.2011
- o.A.: Betonstrassenpraxis – Der Leitfaden für den Belagsbau;
http://www2.cemsuisse.ch/file/Beton_im_Verkehrswegebau.pdf;
Datum des Zugriffs 14.01.2011 16:35

Fachgespräche

- Fachgespräch mit Herrn Josef Kramer, ehemaliger Maschinenmeister der Beton und Monierbau GmbH, am 19.10.2010
- Fachgespräch mit Herrn Dipl. Ing. Walzl, Geschäftsführer der Firma Fehberger Stahlbau, am 04.11.2010

- Fachgespräch mit Herrn Franz Hofer-Seidl, Polier am Bosrucktunnel II. Röhre, am 31.10.2010
- Fachgespräche mit Herrn Dipl.-Ing. Tobias Schramm, Bauleiter am Bosrucktunnel II. Röhre, am 18.10.2010 bis 01.03.2011

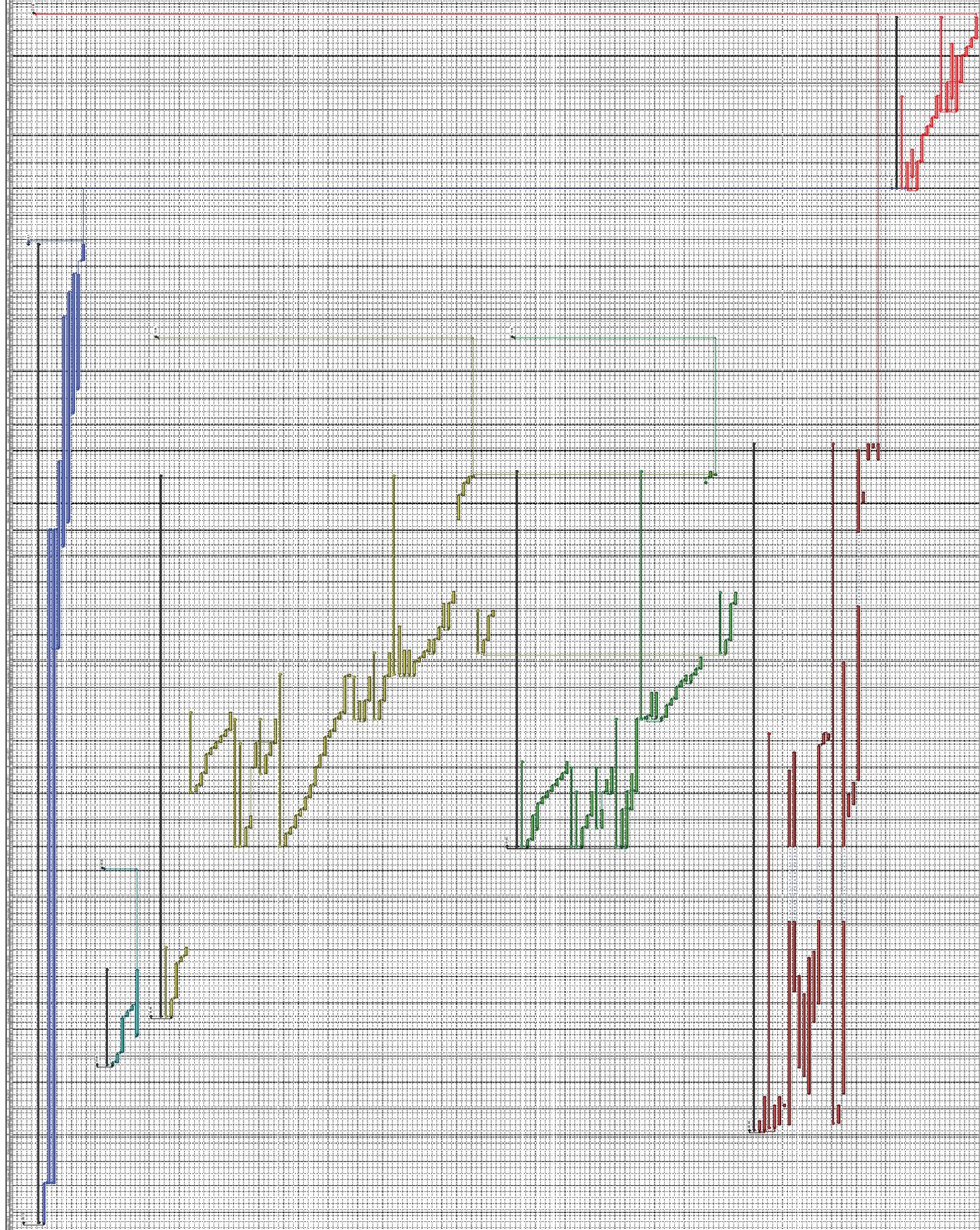
Anhang

- Anhang 1:** Bauzeitplan Sohlschalwagen
- Anhang 2:** Regelquerschnitt TU-DG
- Anhang 3:** Regelquerschnitt TU-TSG
- Anhang 4:** Regelquerschnitt TU-FSG
- Anhang 5:** Regelquerschnitt TU-OS
- Anhang 6:** Regelquerschnitt TU-PB
- Anhang 7:** Regelquerschnitt TU-LA
- Anhang 8:** Blockteilungsplan
- Anhang 9:** Tunnelbautechnischer Rahmenplan
- Anhang 10:** Durchschlagspunktberechnung
- Anhang 11:** Einbauplan Walzbeton
- Anhang 12:** Leistungsberechnung Walzbetoneinbau
- Anhang 13:** Bauzeitplan Sohlbrücke
- Anhang 14:** Bauzeitplan Walzbeton
- Anhang 15:** Preiskalkulation Sohlschalwagen
- Anhang 16:** Preiskalkulation Sohlbrücke
- Anhang 17:** Preiskalkulation Walzbeton

Anhang 1: Bauzeitplan Sohlschalwagen

BAUZEITPLAN
VOLLBAU-BOCKTUNNEL

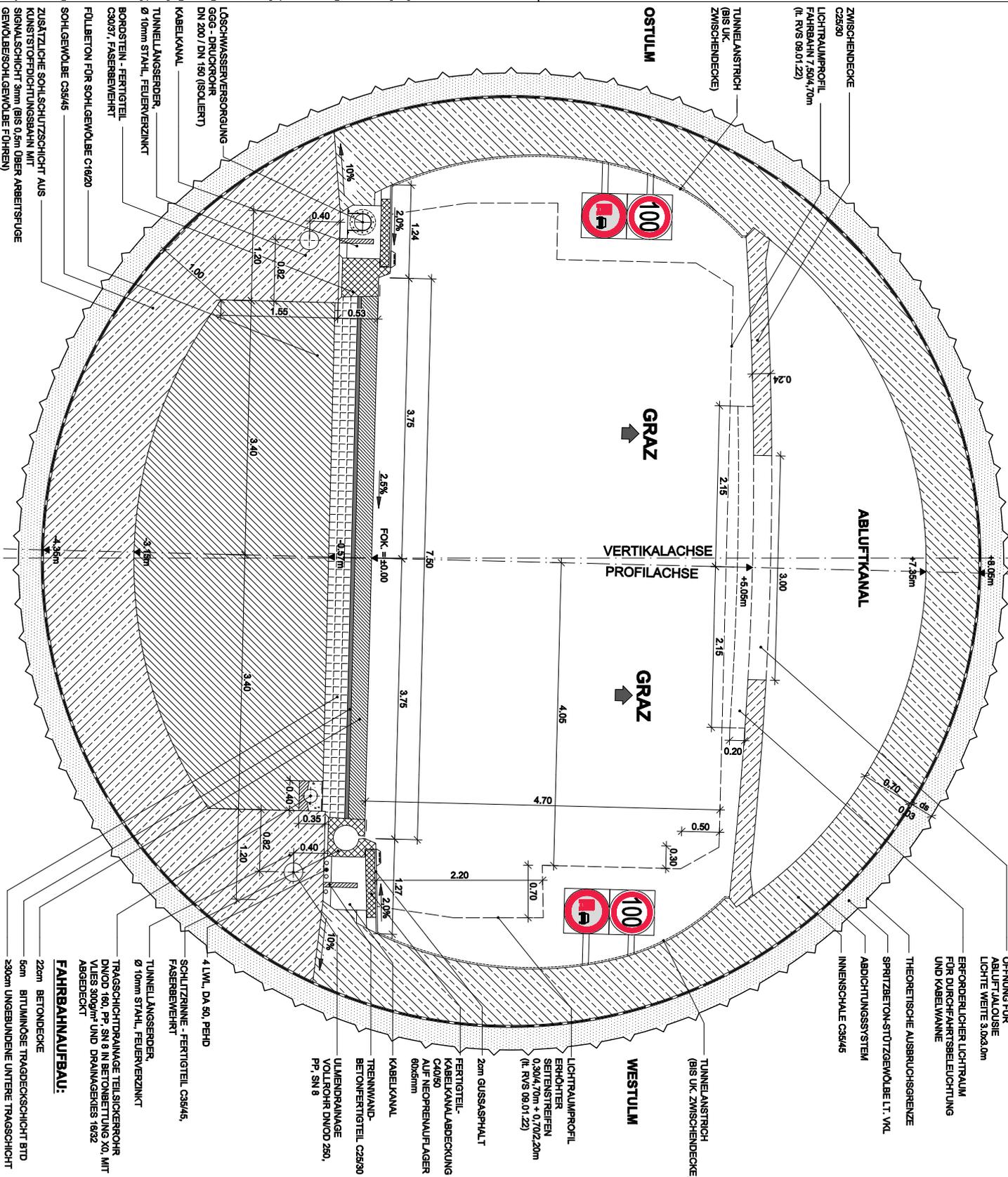
Code	Beschreibung	Einheit	Dauer	Frühester Start	Spätester Start
1	Projektorganisation	Tag	10	01.01.2024	01.01.2024
2	Genehmigung der Baugenehmigung	Tag	15	01.01.2024	16.01.2024
3	Projektorganisation	Tag	10	16.01.2024	26.01.2024
4	Projektorganisation	Tag	10	26.01.2024	36.01.2024
5	Projektorganisation	Tag	10	36.01.2024	46.01.2024
6	Projektorganisation	Tag	10	46.01.2024	56.01.2024
7	Projektorganisation	Tag	10	56.01.2024	66.01.2024
8	Projektorganisation	Tag	10	66.01.2024	76.01.2024
9	Projektorganisation	Tag	10	76.01.2024	86.01.2024
10	Projektorganisation	Tag	10	86.01.2024	96.01.2024
11	Projektorganisation	Tag	10	96.01.2024	106.01.2024
12	Projektorganisation	Tag	10	106.01.2024	116.01.2024
13	Projektorganisation	Tag	10	116.01.2024	126.01.2024
14	Projektorganisation	Tag	10	126.01.2024	136.01.2024
15	Projektorganisation	Tag	10	136.01.2024	146.01.2024
16	Projektorganisation	Tag	10	146.01.2024	156.01.2024
17	Projektorganisation	Tag	10	156.01.2024	166.01.2024
18	Projektorganisation	Tag	10	166.01.2024	176.01.2024
19	Projektorganisation	Tag	10	176.01.2024	186.01.2024
20	Projektorganisation	Tag	10	186.01.2024	196.01.2024
21	Projektorganisation	Tag	10	196.01.2024	206.01.2024
22	Projektorganisation	Tag	10	206.01.2024	216.01.2024
23	Projektorganisation	Tag	10	216.01.2024	226.01.2024
24	Projektorganisation	Tag	10	226.01.2024	236.01.2024
25	Projektorganisation	Tag	10	236.01.2024	246.01.2024
26	Projektorganisation	Tag	10	246.01.2024	256.01.2024
27	Projektorganisation	Tag	10	256.01.2024	266.01.2024
28	Projektorganisation	Tag	10	266.01.2024	276.01.2024
29	Projektorganisation	Tag	10	276.01.2024	286.01.2024
30	Projektorganisation	Tag	10	286.01.2024	296.01.2024
31	Projektorganisation	Tag	10	296.01.2024	306.01.2024
32	Projektorganisation	Tag	10	306.01.2024	316.01.2024
33	Projektorganisation	Tag	10	316.01.2024	326.01.2024
34	Projektorganisation	Tag	10	326.01.2024	336.01.2024
35	Projektorganisation	Tag	10	336.01.2024	346.01.2024
36	Projektorganisation	Tag	10	346.01.2024	356.01.2024
37	Projektorganisation	Tag	10	356.01.2024	366.01.2024
38	Projektorganisation	Tag	10	366.01.2024	376.01.2024
39	Projektorganisation	Tag	10	376.01.2024	386.01.2024
40	Projektorganisation	Tag	10	386.01.2024	396.01.2024
41	Projektorganisation	Tag	10	396.01.2024	406.01.2024
42	Projektorganisation	Tag	10	406.01.2024	416.01.2024
43	Projektorganisation	Tag	10	416.01.2024	426.01.2024
44	Projektorganisation	Tag	10	426.01.2024	436.01.2024
45	Projektorganisation	Tag	10	436.01.2024	446.01.2024
46	Projektorganisation	Tag	10	446.01.2024	456.01.2024
47	Projektorganisation	Tag	10	456.01.2024	466.01.2024
48	Projektorganisation	Tag	10	466.01.2024	476.01.2024
49	Projektorganisation	Tag	10	476.01.2024	486.01.2024
50	Projektorganisation	Tag	10	486.01.2024	496.01.2024
51	Projektorganisation	Tag	10	496.01.2024	506.01.2024
52	Projektorganisation	Tag	10	506.01.2024	516.01.2024
53	Projektorganisation	Tag	10	516.01.2024	526.01.2024
54	Projektorganisation	Tag	10	526.01.2024	536.01.2024
55	Projektorganisation	Tag	10	536.01.2024	546.01.2024
56	Projektorganisation	Tag	10	546.01.2024	556.01.2024
57	Projektorganisation	Tag	10	556.01.2024	566.01.2024
58	Projektorganisation	Tag	10	566.01.2024	576.01.2024
59	Projektorganisation	Tag	10	576.01.2024	586.01.2024
60	Projektorganisation	Tag	10	586.01.2024	596.01.2024
61	Projektorganisation	Tag	10	596.01.2024	606.01.2024
62	Projektorganisation	Tag	10	606.01.2024	616.01.2024
63	Projektorganisation	Tag	10	616.01.2024	626.01.2024
64	Projektorganisation	Tag	10	626.01.2024	636.01.2024
65	Projektorganisation	Tag	10	636.01.2024	646.01.2024
66	Projektorganisation	Tag	10	646.01.2024	656.01.2024
67	Projektorganisation	Tag	10	656.01.2024	666.01.2024
68	Projektorganisation	Tag	10	666.01.2024	676.01.2024
69	Projektorganisation	Tag	10	676.01.2024	686.01.2024
70	Projektorganisation	Tag	10	686.01.2024	696.01.2024
71	Projektorganisation	Tag	10	696.01.2024	706.01.2024
72	Projektorganisation	Tag	10	706.01.2024	716.01.2024
73	Projektorganisation	Tag	10	716.01.2024	726.01.2024
74	Projektorganisation	Tag	10	726.01.2024	736.01.2024
75	Projektorganisation	Tag	10	736.01.2024	746.01.2024
76	Projektorganisation	Tag	10	746.01.2024	756.01.2024
77	Projektorganisation	Tag	10	756.01.2024	766.01.2024
78	Projektorganisation	Tag	10	766.01.2024	776.01.2024
79	Projektorganisation	Tag	10	776.01.2024	786.01.2024
80	Projektorganisation	Tag	10	786.01.2024	796.01.2024
81	Projektorganisation	Tag	10	796.01.2024	806.01.2024
82	Projektorganisation	Tag	10	806.01.2024	816.01.2024
83	Projektorganisation	Tag	10	816.01.2024	826.01.2024
84	Projektorganisation	Tag	10	826.01.2024	836.01.2024
85	Projektorganisation	Tag	10	836.01.2024	846.01.2024
86	Projektorganisation	Tag	10	846.01.2024	856.01.2024
87	Projektorganisation	Tag	10	856.01.2024	866.01.2024
88	Projektorganisation	Tag	10	866.01.2024	876.01.2024
89	Projektorganisation	Tag	10	876.01.2024	886.01.2024
90	Projektorganisation	Tag	10	886.01.2024	896.01.2024
91	Projektorganisation	Tag	10	896.01.2024	906.01.2024
92	Projektorganisation	Tag	10	906.01.2024	916.01.2024
93	Projektorganisation	Tag	10	916.01.2024	926.01.2024
94	Projektorganisation	Tag	10	926.01.2024	936.01.2024
95	Projektorganisation	Tag	10	936.01.2024	946.01.2024
96	Projektorganisation	Tag	10	946.01.2024	956.01.2024
97	Projektorganisation	Tag	10	956.01.2024	966.01.2024
98	Projektorganisation	Tag	10	966.01.2024	976.01.2024
99	Projektorganisation	Tag	10	976.01.2024	986.01.2024
100	Projektorganisation	Tag	10	986.01.2024	996.01.2024



Anhang 2: Regelquerschnitt TU-DG

REGELQUERSCHNITT DRUCKHAFTES GEBIRGE (TU-DG)

DARSTELLUNG FÜR
Q=2,5% RICHTUNG WESTULM



BETONSORTEN:
SPRITZBETON AUSSENRISCHALE C30/37
GEMISCHTBETON C30/37
SOHLGEWÖLBETON C18/20
FOLLBETON C18/20
ZWISCHENDECKE C20/25

ABMÄßIGUNG VON KNOB NACH 400.
1. DIE ANBAUER DER BETONSORTEN FÜR DEN ERHÖHTEN SEITENSTREIFEN BEFOLGT IN DEN ENTSPRECHENDEN PLÄNEN.

ZUGEHÖRIGE PLÄNE:

Tunnelrinne - Regelmessentwurf	RD011
Tunnelrinne - Erdkörper	RD008
Tunnelrinne - Herstellung	RD009
Tunnelrinne - Herstellung	RD010
Tunnelrinne - Herstellung	RD011
Tunnelrinne - Herstellung	RD012
Tunnelrinne - Herstellung	RD013
Tunnelrinne - Herstellung	RD014
Tunnelrinne - Herstellung	RD015
Tunnelrinne - Herstellung	RD016
Tunnelrinne - Herstellung	RD017
Tunnelrinne - Herstellung	RD018
Tunnelrinne - Herstellung	RD019
Tunnelrinne - Herstellung	RD020
Tunnelrinne - Herstellung	RD021
Tunnelrinne - Herstellung	RD022
Tunnelrinne - Herstellung	RD023
Tunnelrinne - Herstellung	RD024
Tunnelrinne - Herstellung	RD025
Tunnelrinne - Herstellung	RD026
Tunnelrinne - Herstellung	RD027
Tunnelrinne - Herstellung	RD028
Tunnelrinne - Herstellung	RD029
Tunnelrinne - Herstellung	RD030
Tunnelrinne - Herstellung	RD031
Tunnelrinne - Herstellung	RD032
Tunnelrinne - Herstellung	RD033
Tunnelrinne - Herstellung	RD034
Tunnelrinne - Herstellung	RD035
Tunnelrinne - Herstellung	RD036
Tunnelrinne - Herstellung	RD037
Tunnelrinne - Herstellung	RD038
Tunnelrinne - Herstellung	RD039
Tunnelrinne - Herstellung	RD040
Tunnelrinne - Herstellung	RD041
Tunnelrinne - Herstellung	RD042
Tunnelrinne - Herstellung	RD043
Tunnelrinne - Herstellung	RD044
Tunnelrinne - Herstellung	RD045
Tunnelrinne - Herstellung	RD046
Tunnelrinne - Herstellung	RD047
Tunnelrinne - Herstellung	RD048
Tunnelrinne - Herstellung	RD049
Tunnelrinne - Herstellung	RD050

ABWEICHUNG VON BAUSOLL:

1. Abweichung vom Bausoll	1	1	1
2. Abweichung vom Bausoll	2	2	2
3. Abweichung vom Bausoll	3	3	3
4. Abweichung vom Bausoll	4	4	4
5. Abweichung vom Bausoll	5	5	5
6. Abweichung vom Bausoll	6	6	6
7. Abweichung vom Bausoll	7	7	7
8. Abweichung vom Bausoll	8	8	8
9. Abweichung vom Bausoll	9	9	9
10. Abweichung vom Bausoll	10	10	10

ASIFINAG

AG PYHRN AUTOBAHN
VOLLBAUSBAU BOSRUCKTUNNEL
BAUSAUFFÜHRUNG

PROJEKTANT: **PROJEKTANT**

PROFINGENIEUR: **PROFINGENIEUR**

ASTFING BING
HOHEZENTRUM 160. STUOCK
A-100 WIEN

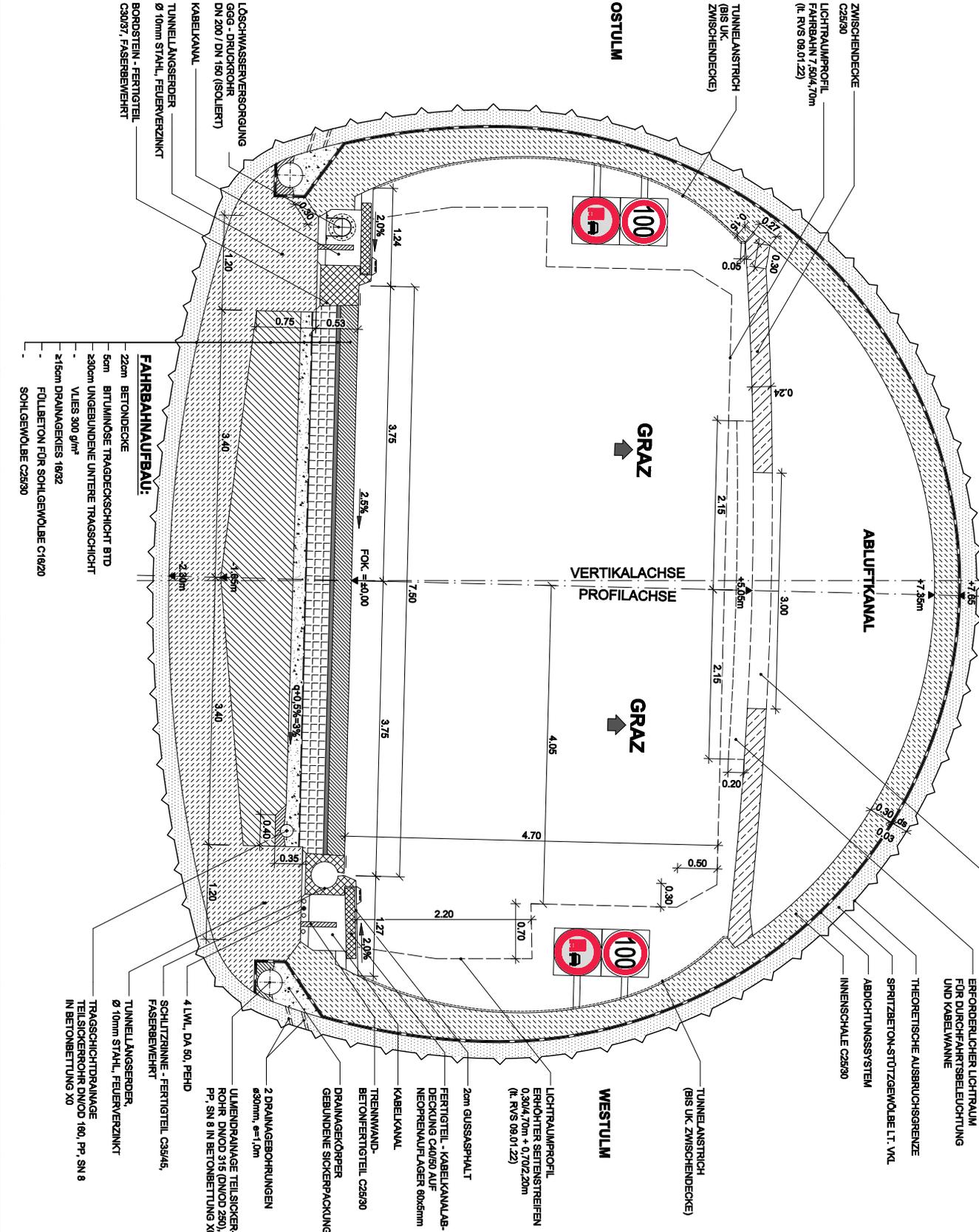
INDEX STATUS: **0 F**

Anhang 3: Regelquerschnitt TU-TSG

Anhang 4: Regelquerschnitt TU-FSG

REGELQUERSCHNITT MIT FLACHEM SOHLGEWÖLBE (TU-FSG)

DARSTELLUNG FÜR
q=2,5% RICHTUNG WESTULM



BETONSORTEN:

SPRITZBETON AUSSEITENSCHALE	BETONSORTE	FÜLLBETON	BETONSORTE
SILFVANGER: SO ₁	C25/30	SILFVANGER: SO ₂	C18/20
400mm		400mm	
SILFVANGER: SO ₂	C25/30	SILFVANGER: SO ₂	C18/20
400mm		400mm	

SOHLGEWÖLBE BETON:

SILFVANGER: SO ₁	UNBEWEHRT	BEW. MIT STAHLSÄHLEN	UNBEWEHRT
C25/30	C25/30	C25/30	C25/30
400mm		400mm	

AMERIKUNGEN:

1. ABLÜFTUNG VON NORD NACH SÜD
2. DIE ANLAGE DER BETONSORTEN FÜR DEN BERECHNETEN BETONMISCHVERHÄLTNISSBEREICH IN DEN BERECHNETEN PLANEN.

ZUGEHÖRIGE PLÄNE:

Tunnelbau - Bauplanungsamt mit dem Bundesministerium für Verkehr, Luft- und Seefahrt	RO019
Tunnelbau - Erdbeben- und Brandschutz	RO020
Tunnelbau - Erdbeben- und Brandschutz	RO021
Tunnelbau - Herstellungsdokumentation	RO040
Tunnelbau - Herstellungsdokumentation	RO041
Tunnelbau - Herstellungsdokumentation	BA001

ABWEICHUNG VOM BAUSOLL:

Abweichung vom Bausoll	Abweichung vom Bausoll
1. <input type="checkbox"/> nicht spezifiziert	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
2. <input type="checkbox"/> spezifiziert	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
3. <input type="checkbox"/> spezifiziert	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
4. <input type="checkbox"/> spezifiziert	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
5. <input type="checkbox"/> spezifiziert	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
6. <input type="checkbox"/> spezifiziert	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

ASIFIN IAG

**A9 PYHRN AUTOBAHN
VOLLBAU BOSRUCKTUNNEL
BOSRUCKTUNNEL 2. RÖHRE
BAUANSFÜHRUNG**

**TUNNELRÖHRE
REGELQUERSCHNITT
MIT FLACHEM SOHLGEWÖLBE (TU-FSG)**

PROJEKTANT
NAME: ANDRÉ BING
PROJEKTANT

PROFINGENIEUR

AKTUELLE BAUAUFSICHT
GMA AG Pyhrnbahn
Vollbau Bosrucktunnel
Bosrucktunnel 2. Röhre

AUSFÜHRENDE FIRMA
André Bing
BING

ASTFNA G BING
HOCHZENTRIERT, 168. STUOCK
A-100 WIEN

MASSSTAB
1:150

INDEX
0

STATUS
F

PLANNUMMER
RO003

INDEX
0

STATUS
F

Anhang 5: Regelquerschnitt TU-OS

Anhang 6: Regelquerschnitt TU-PB

Anhang 7: Regelquerschnitt TU-LA

Anhang 8: Blockteilungsplan

Anhang 9: Tunnelbautechnischer Rahmenplan

Anhang 10: Durchschlagspunktberechnung

Prognose Durchschlag Stand 15.11.2010 mit gemittelten kalkulierten Vortriebsleistungen

Abschnitt	Regelquerschnitt	Station von	Station bis	Profiltyp	Vortriebsrecke je profil gesamt	Abschnittslänge	3d			4a			4b								
							TU-TSG	TU-PB/TU-LA	TU-OS	TU-TSG	TU-OS	TU-TSG	TU-PB/TU-LA	TU-OS	TU-TSG	TU-PB/TU-LA	TU-OS				
n.v.	n.v.	1.069,730																			
TMN	TMN	1.093,255																			
n.v.	n.v.	23,525																			
m	m	23,525																			
l _a	l _a	2,20																			
l _k	l _k	9,75																			
Q _{0,9A1} = D _{0,9A1} × l _k	Q _{0,9A1} = D _{0,9A1} × l _k	22,37																			
l _{T,A1} = Q _{0,9A1} / l _p	l _{T,A1} = Q _{0,9A1} / l _p	0,94																			
l _{E,Z19}	l _{E,Z19}	0,50																			
Z19 Wasserschwermis	Z19 Wasserschwermis	0,50																			
Z20 Wasserschwermis	Z20 Wasserschwermis	0,50																			
Z21 Sonstige Erschwerisse	Z21 Sonstige Erschwerisse	1,44																			
l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{E,B19}	l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{E,B19}	3,41																			
l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{N,A1}	l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{N,A1}	15,16																			
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p	16,33																			
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	3,67																			
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	7,22																			
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	4,81																			

Abschnitt	Regelquerschnitt	Station von	Station bis	Profiltyp	Vortriebsrecke je profil gesamt	Abschnittslänge	4c			4d			5a									
							TU-FSG	TU-PB/TU-LA	TU-TSG	TU-FSG	TU-TSG	TU-FSG	TU-PB/TU-LA	TU-TSG	TU-PB/TU-LA	TU-TSG						
n.v.	n.v.	1.768,340																				
TMN	TMN	2.104,770																				
n.v.	n.v.	255,480																				
m	m	255,480																				
l _a	l _a	2,20																				
l _k	l _k	10,91																				
Q _{0,9A1} = D _{0,9A1} × l _k	Q _{0,9A1} = D _{0,9A1} × l _k	23,42																				
l _{T,A1} = Q _{0,9A1} / l _p	l _{T,A1} = Q _{0,9A1} / l _p	8,85																				
l _{E,Z19}	l _{E,Z19}	0,51																				
Z19 Wasserschwermis	Z19 Wasserschwermis	0,50																				
Z20 Wasserschwermis	Z20 Wasserschwermis	0,50																				
Z21 Sonstige Erschwerisse	Z21 Sonstige Erschwerisse	9,86																				
l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{E,B19}	l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{E,B19}	19,54																				
l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{N,A1}	l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{N,A1}	5,11																				
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p	25,91																				
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	4,58																				
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	17,59																				
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	2,48																				
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	4,81																				

Abschnitt	Regelquerschnitt	Station von	Station bis	Profiltyp	Vortriebsrecke je profil gesamt	Abschnittslänge	5b			6			7a										
							TU-FSG	TU-PB/TU-LA	TU-TSG	TU-FSG	TU-TSG	TU-FSG	TU-PB/TU-LA	TU-TSG	TU-PB/TU-LA	TU-TSG							
n.v.	n.v.	2.860,000																					
TMN	TMN	3.140,000																					
n.v.	n.v.	260,000																					
m	m	260,000																					
l _a	l _a	2,20																					
l _k	l _k	10,91																					
Q _{0,9A1} = D _{0,9A1} × l _k	Q _{0,9A1} = D _{0,9A1} × l _k	23,83																					
l _{T,A1} = Q _{0,9A1} / l _p	l _{T,A1} = Q _{0,9A1} / l _p	9,01																					
l _{E,Z19}	l _{E,Z19}	0,50																					
Z19 Wasserschwermis	Z19 Wasserschwermis	0,50																					
Z20 Wasserschwermis	Z20 Wasserschwermis	9,51																					
Z21 Sonstige Erschwerisse	Z21 Sonstige Erschwerisse	27,35																					
l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{E,B19}	l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{E,B19}	10,69																					
l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{N,A1}	l _{N,A1} = l _{T,A1} + l _{N,A1}	5,88																					
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p	24,99																					
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	6,66																					
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	2,52																					
Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	Q _{0,9A1} = l _{N,A1} × l _p / Q _{0,9A1}	4,81																					

Vortriebsdauer bis Durchschlag		Vortriebsdauer je Vortrieb bis Durchschlag ohne	
l _{0,9A1}	l _{0,9A1}	l _{0,9A1}	l _{0,9A1}
587,58	283,79		
Z22, Z23, zusätzliche Vorkommisse			
Vortriebsdauer je Vortrieb bis Durchschlag ohne			
Z22, Z23, zusätzliche Vorkommisse			

Sonstige Erschwerisse	
Z22/1	20,00
Z22/2	20,00

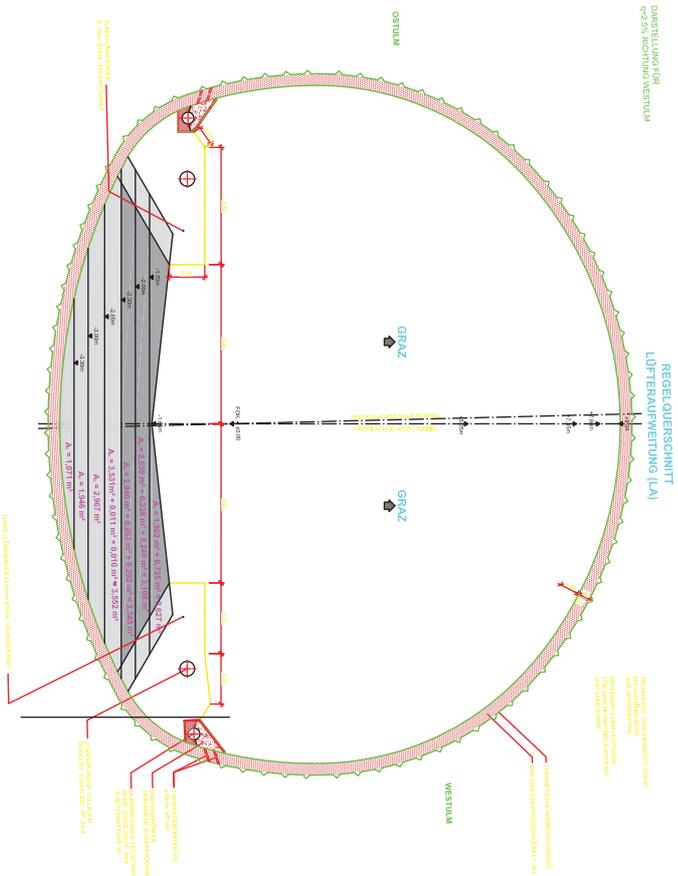
Stillgelegten Vortrieb	
Z23/1	13,00
Z23/2	0,00
Z23/3	1,00
Z23/4	5,00

Zusätzliche Vorkommisse	

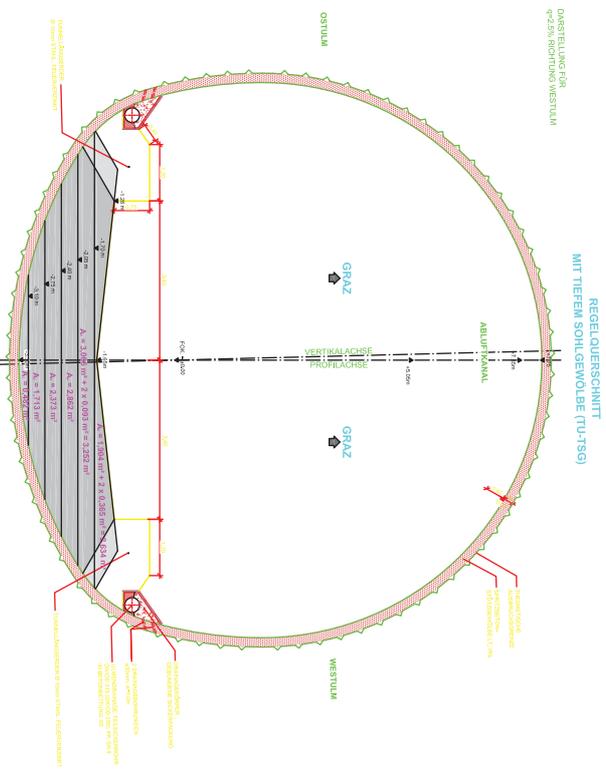
Summe SE	59,00
----------	-------

Stand der Arbeiten	
Progn. Durchschlag	15.11.2010
inkl. Summe SE	02.11.2011

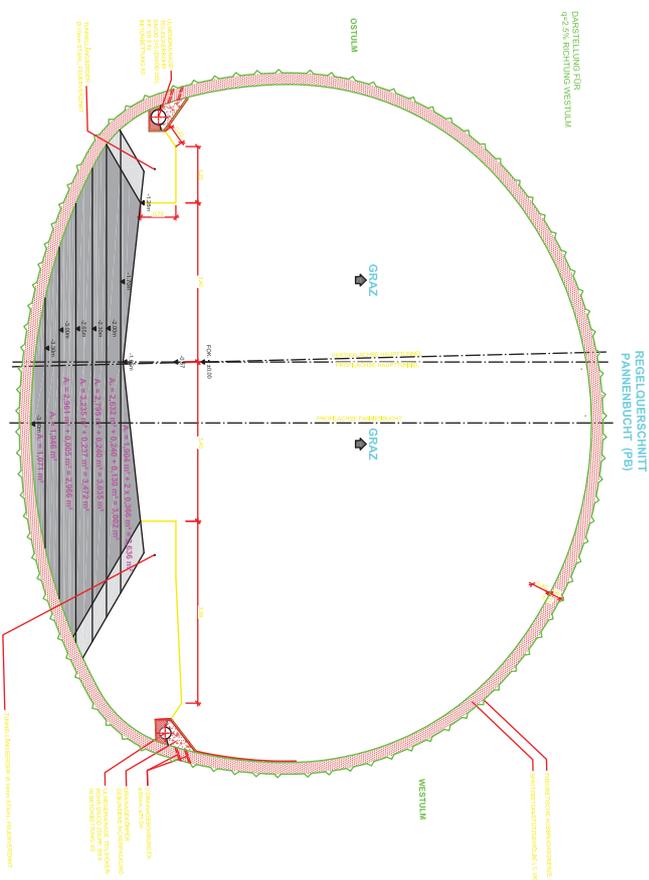
Anhang 11: Einbauplan Walzbeton



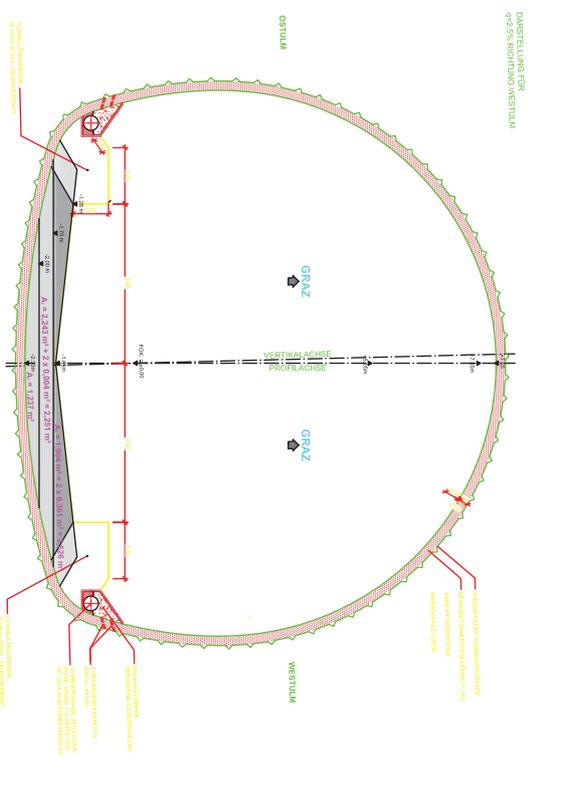
DARSTELLUNG FÜR
GRZ251 SCHNITT/WESTTUM



DARSTELLUNG FÜR
GRZ251 SCHNITT/WESTTUM



DARSTELLUNG FÜR
GRZ251 SCHNITT/WESTTUM



Anhang 12: Leistungsberechnung Walzbetoneinbau

1 Walzbetoneinbauleistung

1.1 Daten Mischanlage

Anzahl Mischer	n_{Mischer}	[-]	2,000
Mischerinhalt	V_{Mischer}	[m³]	3,000
Dauer Betonmischen	t_{Mischen}	[min]	0,600
Dauer Befüllen	$t_{\text{Befüllen}}$	[min]	1,367
Dauer Mischvorgang	$t_{\text{Mischvorgang}} = t_{\text{Mischen}} + t_{\text{Befüllen}}$	[min]	1,967
Leistung Mischanlage	$P_{\text{Mischanlage}} = V_{\text{Mischer}} / (t_{\text{Mischvorgang}}/60)$	[m³/h]	91,503
Anteil Spritzbeton	$P_{\text{Mischanlage},10\%}$	[m³/h]	9,150
Anteil Walzbeton	$P_{\text{Mischanlage},90\%}$	[m³/h]	82,353

1.2 Daten Transport

Ladekapazität LKW	V_{LKW}	[m³]	9,000
Dauer Fahrweg	t_{LKW}	[h]	0,500
Fahren pro Stunde	$n_{\text{Fahren}} = P_{\text{Mischanlage},90\%} / V_{\text{LKW}}$	[1/h]	9,150
Anzahl benötigter LKWs	$n_{\text{LKW}} = n_{\text{Fahren}} \times t_{\text{LKW}}$	[-]	4,575

1.3 Daten Einbau Walzbeton Abschnitt 1

Lieferleistung Mischanlage	$P_{\text{Mischanlage},90\%}$	[m³/h]	82,353	
Verdichtungsfaktor Beton	f_{verdicht}	%	15,000	
Einbau Beton mit Verdicht.	$P = P_{\text{Mischanlage},90\%} \times (100 - f_{\text{verdicht}}) / 100$	[m³/h]	70,000	
Vorlaufzeit	t_{Vorlauf}	[h/m]	0,040	Sohltreinigung
Nachlaufzeit	t_{Nachlauf}	[h/m]	0,040	(Anm. Nachbehandlung ist nicht zeitkritisch)
Einbaudauer pro Lage	t_{Einbau}	[min]	170,000	
Abtreppung der Lagen	siehe Pkt. 1.3.1 und 1.3.2			(Anm. siehe Anhang 11)

1.3.1 Regelquerschnitt TU-FSG

Station von	$ST_{\text{FSG,von}}$	[TMS]	31,130						
Station bis	$ST_{\text{FSG,bis}}$	[TMS]	268,630						
Abschnittslänge	$l_{\text{FSG}} = ST_{\text{FSG,bis}} - ST_{\text{FSG,von}}$	[m]	237,500						
Einbaulagen	n_{Lage}	[-]	1. Lage	2. Lage	3. Lage	4. Lage	5. Lage	6. Lage	7. Lage
Einbaustärke	h_{Lage}	[m]	0,300	0,300					
Fläche Lage	A_{Lage}	[m²]	1,237	2,243	1,904				
Fläche Nachprofilierung	$A_{\text{Profilierung}}$	[m²]		0,008	0,722				
Fläche Gesamt	A_{Ges}	[m²]	1,237	2,251	2,626				
Einbaulänge	$l_{\text{Einbau,FSG}}$	[m]	160,334	88,109	75,527				nicht vorhanden
Minimum Einbaulänge	$l_{\text{Einbau,FSG,min}}$	[m]			75,527				
Abtreppung	$l_{\text{Abtreppung}}$	[m]	1,540	0,770	0,000				
Einbaulänge pro Block	$l_{\text{Einbau,Block,FSG}}$	[m]	77,067	76,297	75,527				
Einbauzeit pro Block	$t_{\text{Einbau,Block,FSG}}$	[min]	81,713	147,209	170,000				
Σ Einbauzeit pro Block	$t_{\text{Einbau,Gesamt,FSG}} = \sum t_{\text{Einbau,Block,FSG},j}$	[h]		6,649					
Vorlaufzeit pro Block	$t_{\text{Block,Vorlauf,FSG}}$	[h]		3,083					
Nachlaufzeit pro Block	$t_{\text{Block,Nachlauf,FSG}}$	[h]		3,021					
Gesamtzeit pro Block	$t_{\text{Gesamt,FSG}} = t_{\text{Block,FSG}} + t_{\text{Block,Vorlauf,FSG}}$	[h]		9,731					
Arbeitszeit pro Arbeitstag	t_{AZ}	[h]		24,000					
Einbaulänge pro AT	$P_{\text{Einb,FSG}} = t_{\text{AZ}} / t_{\text{Ges,FSG}} \times l_{\text{Einbau,Block,FSG}}$	[m/d]		186,268					
Tageseinbauleistung	$V_{\text{Einbau,FSG}} = \sum A_{\text{gesamt}} \times P_{\text{Einbau,FSG}}$	[m³/d]		1.138,842					
Einbaudauer FSG	$t_{\text{Einbau,FSG}} = l_{\text{FSG}} / P_{\text{Einbau,FSG}}$	[d]		1,275					

1.3.2 Regelquerschnitt TU-TSG

Station von	$ST_{\text{TSG,von}}$	[TMS]	268,630						
Station bis	$ST_{\text{TSG,bis}}$	[TMS]	861,075						
Abschnittslänge	$l_{\text{TSG}} = ST_{\text{TSG,bis}} - ST_{\text{TSG,von}}$	[m]	592,445						
Einbaulagen	n_{Lage}	[-]	1. Lage	2. Lage	3. Lage	4. Lage	5. Lage	6. Lage	7. Lage
Einbaustärke	h_{Lage}	[m]	0,300	0,350	0,350	0,300	0,300	0,420	
Fläche Lage	A_{Lage}	[m²]	0,889	1,929	2,525	2,532	2,623	1,904	
Fläche Nachprofilierung	$A_{\text{Profilierung}}$	[m²]					0,186	0,730	
Fläche Gesamt	A_{Ges}	[m²]	0,889	1,929	2,525	2,532	2,809	2,634	
Einbaulänge	$l_{\text{Einbau,TSG}}$	[m]	223,097	102,817	78,548	78,331	70,606	75,297	nicht vorhanden
Minimum Einbaulänge	$l_{\text{Einbau,TSG,min}}$	[m]					70,606		
Abtreppung	$l_{\text{Abtreppung}}$	[m]	3,260	2,490	1,630	0,770	0,000	-0,770	
Einbaulänge pro Block	$l_{\text{Einbau,Block,TSG}}$	[m]	73,866	73,096	72,236	71,376	70,606	69,836	
Einbauzeit pro Block	$t_{\text{Einbau,Block,TSG}}$	[min]	56,286	120,860	156,340	154,907	170,000	157,671	
Σ Einbauzeit pro Block	$t_{\text{Einbau,Gesamt,TSG}} = \sum t_{\text{Einbau,Block,TSG},j}$	[h]		13,601					
Vorlaufzeit pro Block	$t_{\text{Block,Vorlauf,TSG}}$	[h]		2,955					
Nachlaufzeit pro Block	$t_{\text{Block,Nachlauf,TSG}}$	[h]		2,889					
Gesamtzeit pro Block	$t_{\text{Gesamt,TSG}} = t_{\text{Block,TSG}} + t_{\text{Block,Vorlauf,TSG}}$	[h]		16,556					
Arbeitszeit pro Arbeitstag	t_{AZ}	[h]		24,000					
Einbaulänge pro AT	$P_{\text{Einb,TSG}} = t_{\text{AZ}} / t_{\text{Ges,TSG}} \times l_{\text{Einbau,Block,TSG}}$	[m/d]		104,717					
Tageseinbauleistung	$V_{\text{Einbau,TSG}} = \sum A_{\text{gesamt}} \times P_{\text{Einbau,TSG}}$	[m³/d]		1.394,628					
Einbaudauer FSG	$t_{\text{Einbau,TSG}} = l_{\text{TSG}} / P_{\text{Einbau,TSG}}$	[d]		5,658					

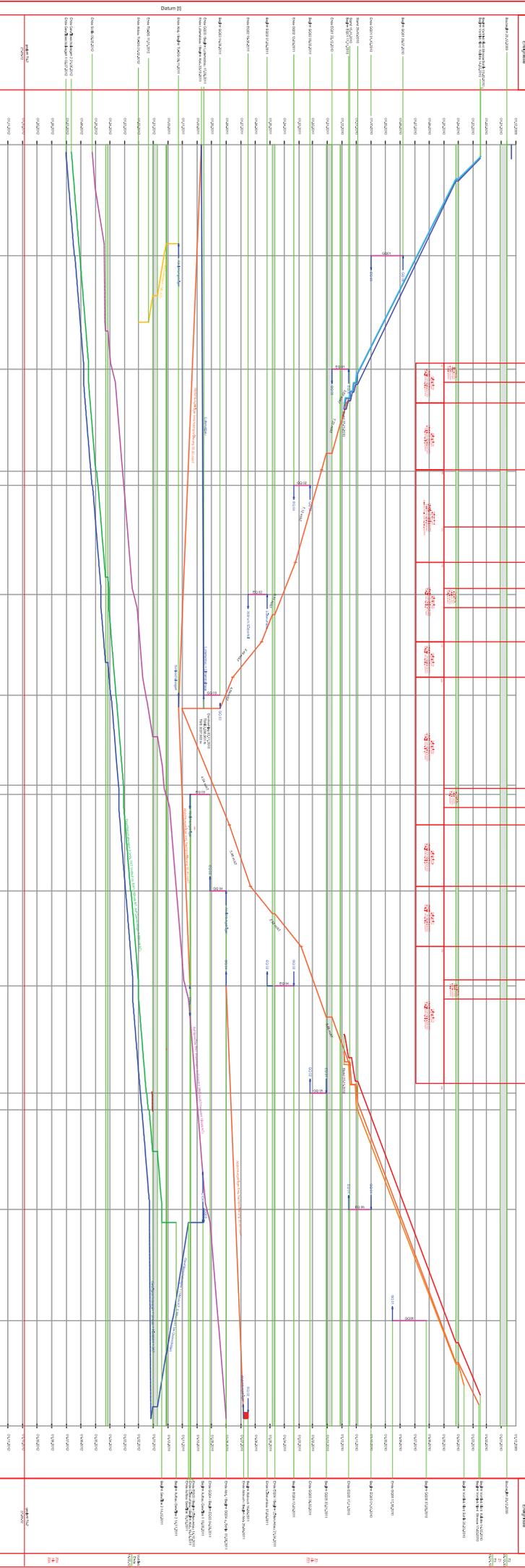
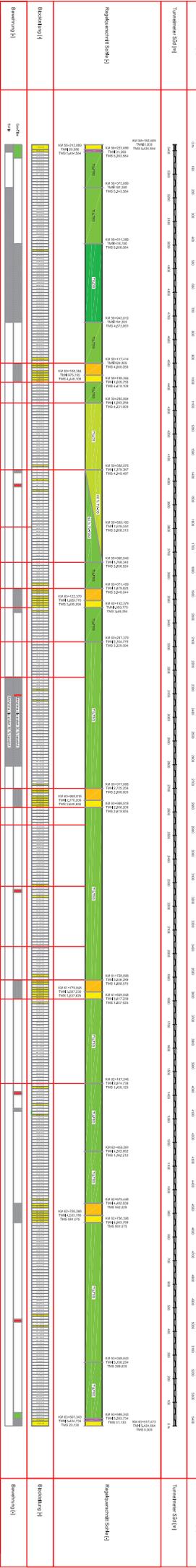
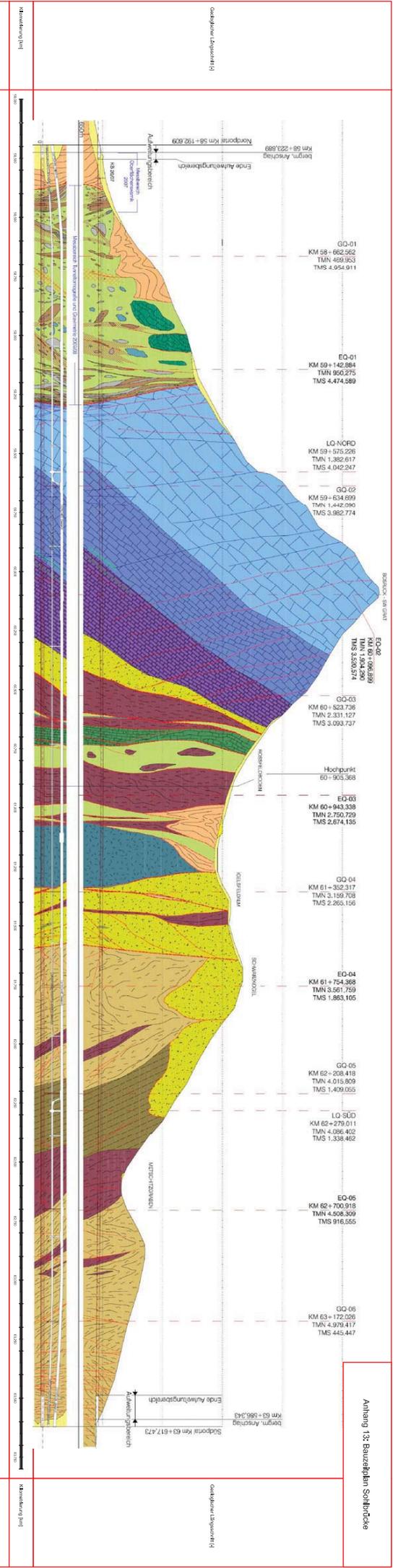
1.3.3 Regelquerschnitt TU-LA

Station von	ST _{LA,von}		[TMS]							
Station bis	ST _{LA,bis}		[TMS]							
Abschnittslänge	l _{LA} = ST _{LA,bis} - ST _{LA,von}		[m]	30,000						
Einbaulagen	n _{Lage}	[-]	1. Lage	2. Lage	3. Lage	4. Lage	5. Lage	6. Lage	7. Lage	
Einbaustärke	h _{Lage}	[m]	0,300	0,300	0,350	0,350	0,300	0,300	0,420	
Fläche Lage	A _{Lage}	[m ²]	1,071	1,946	2,967	3,531	2,940	2,630	1,902	
Fläche Nachprofilierung	A _{Profilierung}	[m ²]				0,021	0,405	0,478	0,725	
Fläche Gesamt	A _{Ges}	[m ²]	1,071	1,946	2,967	3,552	3,345	3,108	2,627	
Einbaulänge	l _{Einbau,LA}	[m]	223,097	102,817	78,548	78,331	70,606	75,297	75,498	
Minimum Einbaulänge	l _{Einbau,LA,min}	[m]					30,000			
Abtreppung	l _{Aptreppung}	[m]	3,260	2,490	1,630	0,770	0,000	-0,770	-1,630	
Einbaulänge pro Block	l _{Einbau,Block,LA}	[m]	33,260	32,490	31,630	30,770	30,000	29,230	28,370	
Einbauzeit pro Block	t _{Einbau,Block,LA}	[min]	30,533	54,193	80,440	93,681	86,014	77,869	63,881	
Σ Einbauzeit pro Block	t _{Einbau,Gesamt,LA} = Σ t _{Einbau,Block,LA,j}	[h]	8,110							
Vorlaufzeit pro Block	t _{Block,Vorlauf,LA}	[h]	1,330							
Nachlaufzeit pro Block	t _{Block,Nachlauf,LA}	[h]	1,135							
Gesamtzeit pro Block	t _{Gesamt,LA} = t _{Block,LA} + t _{Block,Vorlauf,LA}	[h]	9,441							
Arbeitszeit pro Arbeitstag	t _{AZ}	[h]	24,000							
Einbaulänge pro AT	P _{Einb,LA} = t _{AZ} / t _{Ges,LA} × l _{Einbau,Block,LA}	[m/d]	72,123							
Tageseinbauleistung	V _{Einbau,LA} = Σ A _{Gesamt} × P _{Einbau,LA}	[m ³ /d]	1.342,635							
Einbaudauer FSG	t _{Einbau,LA} = l _{LA} / P _{Einbau,LA}	[d]	0,416							

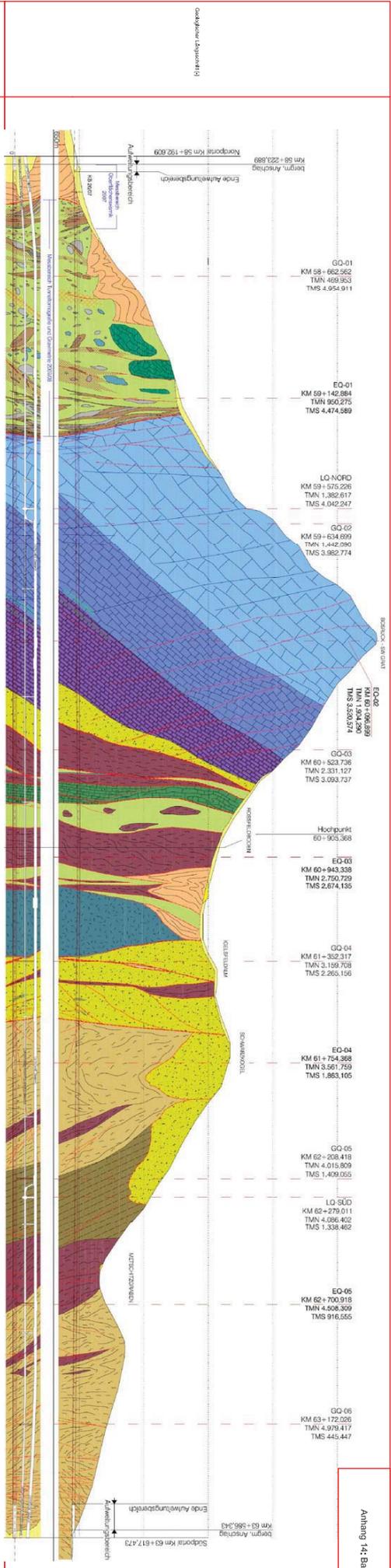
1.3.4 Regelquerschnitt TU-PB

Station von	ST _{PB,von}		[TMS]							
Station bis	ST _{PB,bis}		[TMS]							
Abschnittslänge	l _{PB} = ST _{PB,bis} - ST _{PB,von}		[m]	50,950						
Einbaulagen	n _{Lage}	[-]	1. Lage	2. Lage	3. Lage	4. Lage	5. Lage	6. Lage	7. Lage	
Einbaustärke	h _{Lage}	[m]	0,300	0,300	0,350	0,350	0,300	0,300	0,420	
Fläche Lage	A _{Lage}	[m ²]	1,071	1,946	2,961	3,235	2,795	2,632	1,904	
Fläche Nachprofilierung	A _{Profilierung}	[m ²]			0,005	0,237	0,240	0,370	0,732	
Fläche Gesamt	A _{Ges}	[m ²]	1,071	1,946	2,966	3,472	3,035	3,002	2,636	
Einbaulänge	l _{Einbau,PB}	[m]	185,185	101,918	66,869	57,124	65,349	66,067	75,240	
Minimum Einbaulänge	l _{Einbau,PB,min}	[m]				50,950				
Abtreppung	l _{Aptreppung}	[m]	2,490	1,630	0,770	0,000	-0,770	-1,630	-2,490	
Einbaulänge pro Block	l _{Einbau,Block,PB}	[m]	53,440	52,580	51,720	50,950	50,180	49,320	48,460	
Einbauzeit pro Block	t _{Einbau,Block,PB}	[min]	49,058	87,703	131,487	151,627	130,540	126,907	109,492	
Σ Einbauzeit pro Block	t _{Einbau,Gesamt,PB} = Σ t _{Einbau,Block,PB,j}	[h]	13,114							
Vorlaufzeit pro Block	t _{Block,Vorlauf,PB}	[h]	2,138							
Nachlaufzeit pro Block	t _{Block,Nachlauf,PB}	[h]	1,938							
Gesamtzeit pro Block	t _{Gesamt,PB} = t _{Block,PB} + t _{Block,Vorlauf,PB}	[h]	15,251							
Arbeitszeit pro Arbeitstag	t _{AZ}	[h]	24,000							
Einbaulänge pro AT	P _{Einb,PB} = t _{AZ} / t _{Ges,PB} × l _{Einbau,Block,PB}	[m/d]	76,259							
Tageseinbauleistung	V _{Einbau,PB} = Σ A _{Gesamt} × P _{Einbau,PB}	[m ³ /d]	1.382,424							
Einbaudauer FSG	t _{Einbau,PB} = l _{PB} / P _{Einbau,PB}	[d]	0,668							

Anhang 13: Bauzeitplan Sohlbrücke



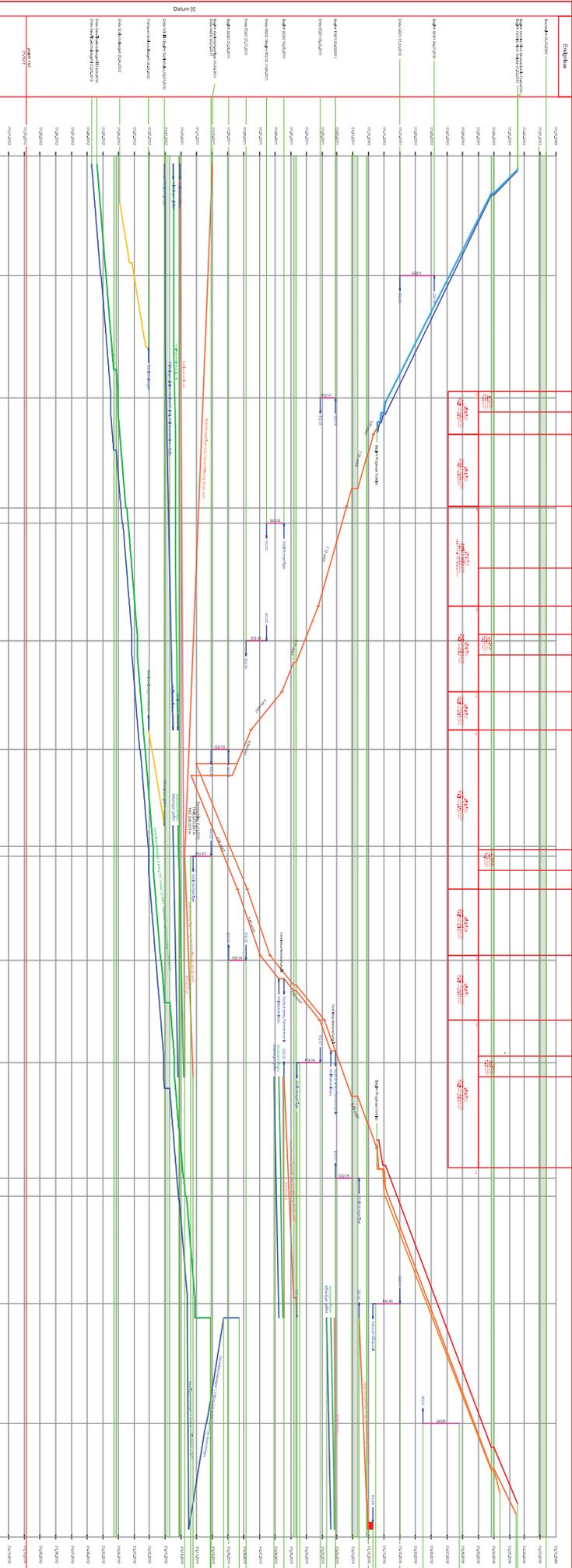
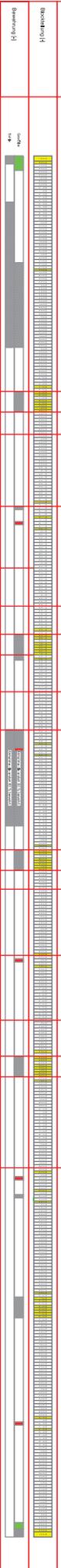
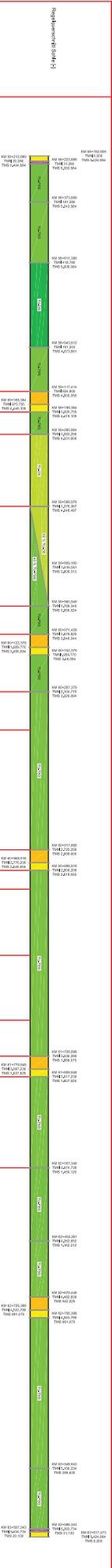
Anhang 14: Bauzeitplan Walzbeton



Monatung (m) | 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000

Turmweite Nord (m) | 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000

Turmweite Süd (m) | 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000



Reihenfolge (m)	Reihenfolge (m)	Reihenfolge (m)	Reihenfolge (m)
0	0	0	0
1000	1000	1000	1000
2000	2000	2000	2000
3000	3000	3000	3000
4000	4000	4000	4000
5000	5000	5000	5000
6000	6000	6000	6000
7000	7000	7000	7000
8000	8000	8000	8000
9000	9000	9000	9000
10000	10000	10000	10000

Anhang 15: Preiskalkulation Sohlschalwagen

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2009				
		Variante: Sohlschalwagen					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionstichwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH				
			PVZZ Preis/EH				
			Lohn (EUR)				
			Sonstiges (EUR)				
			Einheitspreis (EUR)				
032601	Widerlager und Sohlbeton						
03260101	Herstellen der Widerlager aus Beton.						
03260101E	Widerlager n. A., B. n. A.	845,387 m³					
	Widerlager Haupttunnel (TU-OS) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/GK22 herstellen.						
	TMS: Station von 3.806,524 Station bis 4.333,398						
	Blocknr. 090 bis Blocknr. 132						
L52	Vwiderlager = 1,61 m³/lfm	526,8740 lfm					21,3665
MT02201	4'Ma**10'h/50'm/Vwiderlager	43,0000 BL					77,2200
AT025100	1,30 ; C25/30(56)/IS/GK22	1,6100 m³	43,0000				
M42005	1,30 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,3000 m³	59,4000				
M41010	1,3*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein	1,3000 m³					
M08019	1,3*0,50 ; Diesel	26,0000 kWh	0,1300				3,3800
M61041	1,3*0,40 ; Schälöl 27l Gebinde	0,6500 l	0,8500				0,5525
M24430	1,3*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt	0,5200 l	2,2000				1,1440
M24821E	1,3*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,0065 m³	220,0000				1,4300
	1,3*1 ; Verschleißteile Gerät	0,6500 kg	1,1600				0,7540
	Widerlager n. A., B. n. A.	1,3000 EUR	1,0000				1,3000
03260101E	Einheitspreis je m³	0,4969 h					85,78
		420,0681 h					72,517,72
							21,37
							18,062,93
							107,15
							90,580,65
03260102	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	4.749,354 m³					
03260102	Herstellen des Sohlgewölbes aus Beton. Der						
03260102EN	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.						
	Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-FSG) mit Betonsorte C25/30(56)/ISP/GK22 herstellen.						
	TMS: Station von 5.243,584 Station bis 5.393,584						
	Blocknr. 003 bis Blocknr. 014						
	TMS: Station von 3.546,044 Station bis 3.806,524						
	Blocknr. 133 bis Blocknr. 153						
	TMS: Station von 3.320,094 bis 3.465,094						
	Blocknr. 162 bis Blocknr. 173						
	Σ Tunnelmeter	150,0000 lfm					
	Σ Block	12,0000 BL					
	B = 9,20 m	260,4800 lfm					
		21,0000 BL					
		145,0000 lfm					
		12,0000 BL					
		555,4800 lfm					
		45,0000 BL					
		9,2000 m					
L52	Schalung:						
	5'Ma**0,03742690'h	0,18713450 h	43,0000				8,0468
L52	Betonieren:						
MT02201	5'Mal/20'm³/h	0,25000000 h	43,0000				10,7500
AT025100	1 ; C25/30(56)/ISP/GK22	1,0000 m³	59,4400				59,4400
M42005	1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M41010	1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300				2,6000
M08019	1,0*0,50 ; Diesel	0,5000 l	0,8500				0,4250
M61041	1,0*0,40 ; Schälöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000				0,8800
M24430	1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000				1,1000
M24821E	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600				0,5800
	1,0*1 ; Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000				1,0000

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2009				
		Variante: Sohlchalwagen					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
G1	Sohlchalwagen	2,0000 ST		2,6979		5,3958	5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m ² *B*Tunnellänge/m ³	0,05380117 h		43,0000	2,3135		2,3135
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m ³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m ³ ;Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Einheitspreis je m ³ 4.749,350 m ³	0,5059 h 2.402,8676 h			21,76 103.323,31	71,91 341.517,97	93,66 444.841,28
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-FSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.162,212 Station bis 1.450,125 Blocknr. 329 bis Blocknr. 352 TMS: Station von 31,130 Station bis 268,630 Blocknr. 427 bis Blocknr. 445 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 9,20 m	4.492,281 m³ 287,9130 lfm 24,0000 BL 237,5000 lfm 19,0000 BL 525,4130 lfm 43,0000 BL 9,2000 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5'Ma*0,03742690'h	0,18713450 h		43,0000	8,0468		8,0468
L52	<u>Betonieren:</u> 5'Ma/20'm ³ /h	0,25000000 h		43,0000	10,7500		10,7500
MT02201	1 ;C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m ³		63,9700		63,9700	63,9700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m ³					
M42005	1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh		0,1300		2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l		0,8500		0,4250	0,4250
M08019	1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l		2,2000		0,8800	0,8800
M61041	1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m ³		220,0000		1,1000	1,1000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg		1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR		1,0000		1,0000	1,0000
G1	Sohlchalwagen	1,0000 ST		2,6979		2,6979	2,6979
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m ² *B*Tunnellänge/m ³	0,05380117 h		43,0000	2,3135		2,3135
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m ³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	2,0000 ST		0,1050		0,2100	0,2100
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m ³ ;Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Einheitspreis je m ³ 4.492,281 m ³	0,5059 h 2.272,8052 h			21,76 97.730,62	73,85 331.734,29	95,60 429.464,91

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Sohlschwalgen	Preisbasis: 12.12.2009				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
03260102F	Sohlgewölbe TU-TSG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-TSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.170,094 Station bis 3.320,094 Blocknr. 174 bis Blocknr. 185 TMS: Station von 1.888,575 Station bis 2.543,655 Blocknr. 239 bis Blocknr. 291 TMS: Station von 1.450,125 Station bis 1.807,625 Blocknr. 300 bis Blocknr. 328 TMS: Station von 942,025 Station bis 1.162,212 Blocknr. 353 bis Blocknr. 370 TMS: Station von 268,630 Station bis 861,075 Blocknr. 379 bis Blocknr. 426 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 9,20 m	31.662,648 m³ 150,0000 lfm 12,0000 BL 655,0800 lfm 53,0000 BL 357,5000 lfm 29,0000 BL 220,1870 lfm 18,0000 BL 592,4450 lfm 48,0000 BL 1,975,2120 lfm 160,0000 BL 9,2000 m			4,2920		4,2920
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma*0,01996257h'	0,09981285 h	43,0000		4,2920		4,2920
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/25m³/h'	0,20000000 h	43,0000		8,6000		8,6000
MT02201	1 ;C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m³	63,9700			63,9700	63,9700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300			2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500			0,4250	0,4250
M08019	1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000			0,8800	0,8800
M61041	1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000			1,1000	1,1000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600			0,5800	0,5800
M24821E	1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000			1,0000	1,0000
G1	Sohlschwalgen	2,0000 ST	2,6979			5,3958	5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,02869619 h	43,0000		1,2339		1,2339
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,005h/m³	0,01500000 h	43,0000		0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050			0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h*0,005h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500			0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	Einheitspreis je m³ 31.662,650 m³			14,77	76,44	91,21
		10,876,4060 h			467,685,46	2,420,238,99	2,887,924,44
03260102G	Sohlgewölbe TU-TSG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-TSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/IXA2T/GK22 herstellen.	16.736,779 m³					

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2009				
		Variante: Sohlchalwagen					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
L52	<i>Schalung:</i> 5'Ma**0,01996257'h	237,5000 lfm 19,0000 BL 173,6020 lfm			4,2920		
L52	<i>BetoniereZ:</i> 5'Ma/25m³/h 1 : C25/30(56)/S/IXA2T/GK22 1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein 1,0*0,50 ;Diesel 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät Sohlchalwagen	14,0000 BL 87,5000 lfm 7,0000 BL 470,4890 lfm 39,0000 BL 75,0000 lfm 6,0000 BL 1,044,0910 lfm 85,0000 BL 9,2000 m			4,2920	68,5700	4,2920
L52	<i>Oberflächenbehandlung:</i> 1'Ma**0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,09981285 h	43,0000				
L52	<i>Aushub:</i> 3'Ma**0,0005h/m³ Bagger 3*30'l/h*0,0005h/m³ ;Diesel	0,20000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR 2,0000 ST	43,0000 68,5700	43,0000 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 2,6979	8,6000	68,5700	8,6000 68,5700
G2							
M41010							
03260102G	<i>Einheitspreis je m³</i> Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	0,3435 h 5,749,2350 h			14,77	81,04	95,81
03260102F	<i>Einheitspreis je m³</i> Sohlgewölbe TU-DG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-DG) mit Betonsorte C35/45(90)/S/IXA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.673,661 Station bis 5.006,084 Blocknr. 034 bis Blocknr. 060 B = 9,60 m	5,288,850 m³ 332,4230 lfm 19,0000 BL 9,6000 m			247,217,10	1,356,320,12	1,603,537,22

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2009				
		Variante: Sohlchalwagen					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma**0,02011314h'	0,10056570 h		43,0000	4,3243		4,3243
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/25m³/h' 1 ; C35/45(90)/S/IXA2T/GK22 1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau | 1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein M42005 | 1,0*0,50 ; Diesel M41010 | 1,0*0,40 ; Schälöl 27l Gebinde M08019 | 1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt M61041 | 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein M24430 | 1,0*1 ; Verschleißteile Gerät M24821E G1 Sohlchalwagen	0,20000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR 2,0000 ST	43,0000 64,9500 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 2,6979	43,0000 64,9500 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 2,6979	8,6000	64,9500 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000 5,3958	8,6000 64,9500 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000 5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma**0,05h/m²**B*Tunnellänge/m³	0,03016970 h		43,0000	1,2973		1,2973
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma**0,005h/m³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h**0,005h/m³ ; Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	Einheitspreis je m³ 1,828,5427 h			14,87 78,627,34	77,42 409,453,78	92,28 488,081,11
03260102H	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (PB) mit Betonsorte C25/30(56)/S/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.495,094 Station bis 3.546,044 Blocknr. 154 bis Blocknr. 158 B = 11,85 m	1.316,039 m³ 50,9500 lfm 5,0000 BL 11,8500 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma**0,02709310h'	0,13546550 h		43,0000	5,8250		5,8250
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/20m³/h' 1 ; C25/30(56)/S/GK22 1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau | 1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein M42005 | 1,0*0,50 ; Diesel M41010 | 1,0*0,40 ; Schälöl 27l Gebinde M08019 | 1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt M61041 | 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein M24430 | 1,0*1 ; Verschleißteile Gerät M24821E	0,25000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000	10,7500	59,4000 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000	10,7500 59,4000 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis:				
		Variante: Sohlenschwalwagen	12.12.2009				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
G1	Sohlenschwalwagen	2,0000 ST		2,6979		5,3958	5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,02293843 h		43,0000	0,9864		0,9864
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe PB, B. n. A.	0,4234 h			18,21	71,87	90,07
	Einheitspreis je m³	557,2161 h			23.960,29	94.581,49	118.541,78
	1.316,039 m³						
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (PB) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.837,625 Station bis 1.888,575 Blocknr. 292 bis Blocknr. 296 TMS: Station von 891,075 Station bis 942,025 Blocknr. 371 bis Blocknr. 375 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m	2.632,077 m³ 50,9500 lfm 5,0000 BL 50,9500 lfm 5,0000 BL 101,9000 lfm 10,0000 BL 11,8500 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5'Ma*0,02709310'h	0,13546550 h		43,0000	5,8250		5,8250
L52	<u>Betonieren:</u> 5'Ma/20'm³/h	0,25000000 h		43,0000	10,7500		10,7500
MT02201	1 ; C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m³		63,9700		63,9700	63,9700
AT025100	1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh		0,1300		2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ; Diesel	0,5000 l		0,8500		0,4250	0,4250
M08019	1,0*0,40 ; Schweiß 27l Gebinde	0,4000 l		2,2000		0,8800	0,8800
M61041	1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³		220,0000		1,1000	1,1000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg		1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	1,0*1 ; Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR		1,0000		1,0000	1,0000
G1	Sohlenschwalwagen	2,0000 ST		2,6979		5,3958	5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,02293844 h		43,0000	0,9864		0,9864
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A.	0,4234 h			18,21	76,44	94,64
	Einheitspreis je m³						

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2009	
		Variante: Sohlchalwagen		
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	
		Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	
			Einheitspreis (EUR)	
		1.114,4318 h	201,191,49	249,112,06
03260102H2	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (PB) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/XA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.449,109 Station bis 4.500,059 Blocknr. 075 bis Blocknr. 079	2.632,077 m³ 50,9500 lfm 5,0000 BL		
L52	TMS: Station von 2.648,655 Station bis 2.699,605 Blocknr. 225 bis Blocknr. 229 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m <u>Schalung:</u> 5Ma*0,02709310'h	47,920,57		5,8250
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/20m³/h			10,7500
MT02201	1 ;C25/30(56)/IS/XA2T/GK22			68,5700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau			2,6000
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein			0,4250
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel			0,8800
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde			1,1000
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt			0,5800
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein			1,0000
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät			5,3958
G1	Sohlchalwagen			
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,9864		0,9864
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,005'h/m³			0,6450
G2	Bagger			0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ;Diesel			0,3825
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A.	0,4234 h 1.114,4318 h		81,04 213,299,05
03260102I	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.465,094 Station bis 3.495,094 Blocknr. 159 bis Blocknr. 161 B = 11,85 m <u>Schalung:</u> 5Ma*0,02779984'h	755,400 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 11,8500 m		
L52		47,920,57		5,9770
				99,24 261,219,61



PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2009				
		Variante: Sohlenschalwagen					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsstichwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
L52 MT02201 AT025100 M42005 M41010	<u>Betonieranz:</u> 5Ma/20m³/h 1 ; C25/30(56)/IS/GK22 1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau 1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein 1,0*0,50 ; Diesel	0,250000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500	10,7500	59,4000 2,6000 0,4250	10,7500 59,4000 2,6000 0,4250
M08019 M61041 M24430 M24821E G1	1,0*0,40 ; Schalöl 27l Gebinde 1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein 1,0*1 ; Verschleißteile Gerät Sohlenschalwagen	0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR 2,0000 ST	2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 2,6979	2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 2,6979		0,8800 1,1000 0,5800 1,0000 5,3958	0,8800 1,1000 0,5800 1,0000 5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m³**B*Tunnellänge/m³	0,02353058 h	43,0000	43,0000	1,0118		1,0118
L52 G2 M41010 03260102I	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,005'h/m³ Bagger 3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel Sohlgewölbe LA, B. n. A.	0,015000000 h 1,0000 ST 0,4500 l 322,9560 h	43,0000 0,1050 0,8500	43,0000 0,1050 0,8500	0,6450	0,1050 0,3825 71,87 54,289,31	0,6450 0,1050 0,3825 90,25 68,176,42
03260102I2	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.807,625 Station bis 1.837,625 Blocknr. 297 bis Blocknr. 299 TMS: Station von 861,075 Station bis 891,075 Blocknr. 376 bis Blocknr. 378 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m	1.510,800 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 30,0000 lfm 30,0000 BL 60,0000 lfm 33,0000 BL 11,8500 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma*0,02709310'h	0,13546550 h	43,0000	43,0000	5,8250		5,8250
L52 MT02201 AT025100 M42005 M41010 M08019 M61041 M24430	<u>Betonieranz:</u> 5Ma/20m³/h 1 ; C25/30(56)/IXAT/GK22 1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau 1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein 1,0*0,50 ; Diesel 1,0*0,40 ; Schalöl 27l Gebinde 1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,250000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500	10,7500	59,4000 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800	10,7500 59,4000 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800



PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunnelling	Preisbasis: 12.12.2009
		Variante: Sohlschwalgen	
Positionsnummer BM-Nummer	Positionstschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	PVZZ Preis/EH
M24821E G1	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät Sohlschwalgen	1,0000 EUR 2,0000 ST	1,0000 5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma**0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,02353058 h	43,0000 1,0118
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma**0,005'h/m³	0,01500000 h	43,0000 0,6450
G2 M41010	Bagger 3*30'l/h**0,005'h/m³ ;Diesel	1,0000 ST 0,4500 l	0,1050 0,8500
0326010211	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Einheitspreis je m³ 1.510,800 m³	0,4240 h 640,5733 h	18,25 27.544,65 122.432,66
0326010212	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/XA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.419,109 Station bis 4449,109 Blocknr. 080 bis Blocknr. 082 TMS: Station von 2.618,655 Station bis 2.648,655 Blocknr. 230 bis Blocknr. 232 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m	1.510,800 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 30,0000 lfm 3,0000 BL 60,0000 lfm 6,0000 BL 11,8500 m	 81,04 149.977,31
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma**0,02709310'h	0,13546550 h	43,0000 5,8250
L52	<u>Betonierz:</u> 5Ma/20'm³/h 1 ; C25/30(56)/IS/XA2T/GK22 1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau | 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein | 1,0*0,50 ;Diesel | 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde | 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt | 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein | 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät Sohlschwalgen	0,25000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR 2,0000 ST	43,0000 68,5700 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 2,6979 68,5700 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000 5,3958
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma**0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,02353058 h	43,0000 1,0118
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma**0,005'h/m³	0,01500000 h 1,0000 ST 0,4500 l	43,0000 0,1050 0,8500
G2 M41010	Bagger 3*30'l/h**0,005'h/m³ ;Diesel	1,0000 ST 0,4500 l	0,1050 0,8500

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Sohlchalwagen				Preisbasis: 12.12.2009	
Positionsnummer BM-Nummer	Positionssstichwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
0326010212	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Einheitspreis je m ³ 1.510,800 m ³	0,4240 h 640,5733 h			18,23 27.544,65	81,04 122.432,66	99,27 149.977,31
Gesamt	Sohlchalwagen	27.940,107 h			1.201.424,588	5.740.009,523	6.941.434,111

Anhang 16: Preiskalkulation Sohlbrücke

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2010				
		Variante: Sohlbrücke					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
G3	Sohlbrücke	1,0000 ST		8,0936		8,0936	8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,05380117 h		43,0000	2,3135		2,3135
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,015'h/m³	0,04500000 h		43,0000	1,9350		1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Einheitspreis je m³ 4.749,350 m³	0,5359 h 2.545,3482 h			23,05 109.449,97	74,61 354.330,78	97,65 463.780,75
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-FSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.162,212 Station bis 1.450,125 Blocknr. 329 bis Blocknr. 352 TMS: Station von 31,130 Station bis 268,630 Blocknr. 427 bis Blocknr. 445 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 9,20 m	4.492,281 m³ 287,9130 lfm 24,0000 BL 237,5000 lfm 19,0000 BL 525,4130 lfm 43,0000 BL 9,2000 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5'Ma*0,03742690'h	0,18713450 h		43,0000	8,0468		8,0468
L52	<u>Betonieren:</u> 5'Ma/20'm³/h	0,25000000 h		43,0000	10,7500		10,7500
MT02201	1 ; C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m³		63,9700		63,9700	63,9700
AT025100	1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh		0,1300		2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ; Diesel	0,5000 l		0,8500		0,4250	0,4250
M08019	1,0*0,40 ; Schälöl 27l Gebinde	0,4000 l		2,2000		0,8800	0,8800
M61041	1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³		220,0000		1,1000	1,1000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg		1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	1,0*1 ; Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR		1,0000		1,0000	1,0000
G3	Sohlbrücke	1,0000 ST		8,0936		8,0936	8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,05380117 h		43,0000	2,3135		2,3135
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,015'h/m³	0,04500000 h		43,0000	1,9350		1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Einheitspreis je m³ 4.492,281 m³	0,5359 h 2.407,5736 h			23,05 103.525,67	79,14 355.501,60	102,18 459.027,26

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Sohlbrücke	Preisbasis: 12.12.2010				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsstichwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
03260102F	Sohlgewölbe TU-TSG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-TSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.170,094 Station bis 3.320,094 Blocknr. 174 bis Blocknr. 185 TMS: Station von 1.888,575 Station bis 2.543,655 Blocknr. 239 bis Blocknr. 291 TMS: Station von 1.450,125 Station bis 1.807,625 Blocknr. 300 bis Blocknr. 328 TMS: Station von 942,025 Station bis 1.162,212 Blocknr. 353 bis Blocknr. 370 TMS: Station von 268,630 Station bis 861,075 Blocknr. 379 bis Blocknr. 426 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 9,20 m	31.662,648 m³ 150,0000 lfm 12,0000 BL 655,0800 lfm 53,0000 BL 357,5000 lfm 29,0000 BL 220,1870 lfm 18,0000 BL 592,4450 lfm 48,0000 BL 1,975,2120 lfm 160,0000 BL 9,2000 m			4,2920		
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma*0,01996257h'	0,09981285 h	43,0000		4,2920		4,2920
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/25m²/h'	0,20000000 h	43,0000		8,6000		8,6000
MT02201	1 ;C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m³	63,9700			63,9700	63,9700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300			2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500			0,4250	0,4250
M08019	1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000			0,8800	0,8800
M61041	1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000			1,1000	1,1000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600			0,5800	0,5800
M24821E	1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000			1,0000	1,0000
G3	Sohlbrücke	1,0000 ST	8,0936			8,0936	8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,02869619 h	43,0000		1,2339		1,2339
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,015h/m³	0,04500000 h	43,0000		1,9350		1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050			0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h*0,005h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500			0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	Einheitspreis je m³ 31.662,650 m³			16,00	79,14	95,20
		11.826,2854 h			508.530,27	2.505.658,48	3.014.188,75
03260102G	Sohlgewölbe TU-TSG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-TSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/IXA2T/GK22 herstellen.	16.736,779 m³					

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2010				
		Variante: Sohlbrücke					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
L52	<i>Schalung:</i> 5'Ma**0,01996257'h	237,5000 lfm 19,0000 BL 173,6020 lfm			4,2920		
L52	<i>Betonierel:</i> 5'Ma/25m³/h	14,0000 BL 87,5000 lfm 7,0000 BL			8,6000	68,5700	8,6000 68,5700
MT02201	1 ; C25/30(56) /S/IXA2T/GK22	20,0000 kWh					2,6000
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	0,5000 l					0,4250
M42005	1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	0,4000 l					0,8800
M41010	1,0*0,50 ;Diesel	0,0050 m³					1,1000
M08019	1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,5000 kg					0,5800
M61041	1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	1,0000 EUR					1,0000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	1,0000 ST					8,0936
M24821E	1,0*1 ;Verschleißteile Gerät						
G3	Sohlbrücke						
L52	<i>Oberflächenbehandlung:</i> 1'Ma**0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,02869619 h			1,2339		1,2339
L52	<i>Aushub:</i> 3'Ma**0,015'h/m³	0,04500000 h			1,9350		1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST					0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	0,4500 l					0,3825
03260102G	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	0,3735 h 6,251,3383 h			16,06 268,807,55	83,74 1,401,472,60	99,80 1,670,280,15
03260102F	Sohlgewölbe TU-DG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-DG) mit Betonsorte C35/45(90)/S/IXA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.673,661 Station bis 5.006,084 Blocknr. 034 bis Blocknr. 060 B = 9,60 m	5,288,850 ;m³ 332,4230 lfm 19,0000 BL 9,6000 m					

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2010				
		Variante: Sohlbrücke					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma**0,02011314h'	0,10056570 h	43,0000	43,0000	4,3243		4,3243
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/25m³/h' 1 ; C35/45(90)/S/IXA2T/GK22 1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau | 1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein M42005 | 1,0*0,50 ; Diesel M41010 | 1,0*0,40 ; Schalöl 27l Gebinde M08019 | 1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt M61041 | 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein M24430 | 1,0*1 ; Verschleißteile Gerät M24821E | Sohlshalwagen G1	0,20000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR 1,0000 ST	43,0000 64,9500 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 37,8154	43,0000 64,9500 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000 37,8154	8,6000	64,9500 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000 37,8154	8,6000 64,9500 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000 37,8154
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma**0,05h/m²**B*Tunnellänge/m³	0,03016970 h	43,0000	43,0000	1,2973		1,2973
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma**0,015h/m³	0,04500000 h	43,0000	43,0000	1,9350		1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050	0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h**0,005h/m³ ; Diesel	0,4500 l	0,8500	0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Einheitspreis je m³ 5,288,850 m³	0,3757 h 1,987,2082 h			16,16 85,449,95	109,84 580,916,18	125,99 666,366,13
03260102H	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (PB) mit Betonsorte C25/30(56)/S/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.495,094 Station bis 3.546,044 Blocknr. 154 bis Blocknr. 158 B = 11,85 m	1.316,039 m³ 50,9500 lfm 5,0000 BL 11,8500 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma**0,02709310h'	0,13546550 h	43,0000	43,0000	5,8250		5,8250
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/20m³/h' 1 ; C25/30(56)/S/GK22 1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau | 1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein M42005 | 1,0*0,50 ; Diesel M41010 | 1,0*0,40 ; Schalöl 27l Gebinde M08019 | 1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt M61041 | 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein M24430 | 1,0*1 ; Verschleißteile Gerät M24821E |	0,25000000 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000	43,0000 59,4000 0,1300 0,8500 2,2000 220,0000 1,1600 1,0000	10,7500	59,4000 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000	10,7500 59,4000 2,6000 0,4250 0,8800 1,1000 0,5800 1,0000

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2010			
		Variante: Sohlbrücke				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH			
			PVZZ Preis/EH			
			Lohn (EUR)			
			Sonstiges (EUR)			
			Einheitspreis (EUR)			
G3	Sohlbrücke	1,0000 ST	8,0936	8,0936	8,0936	8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,02293843 h	43,0000	0,9864	0,9864	0,9864
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,015'h/m³	0,04500000 h	43,0000	1,9350	1,9350	1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050	0,1050	0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l	0,8500	0,3825	0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe PB, B. n. A.	0,4534 h	19,50	74,57	94,06	94,06
		1,316,039 m³	596,6973 h	25.657,98	98.131,90	123.789,88
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (PB) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.837,625 Station bis 1.888,575 Blocknr. 292 bis Blocknr. 296 TMS: Station von 891,075 Station bis 942,025 Blocknr. 371 bis Blocknr. 375 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m	2.632,077 m³ 50,9500 lfm 5,0000 BL 50,9500 lfm 5,0000 BL 101,9000 lfm 10,0000 BL 11,8500 m				
L52	<u>Schalung:</u> 5'Ma*0,02709310'h	0,13546550 h	43,0000	5,8250	5,8250	5,8250
L52	<u>Betonieren:</u> 5'Ma/20'm³/h	0,25000000 h	43,0000	10,7500	10,7500	10,7500
MT02201	1 ; C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m³	63,9700	63,9700	63,9700	63,9700
AT025100	1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³				
M42005	1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300	2,6000	2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ; Diesel	0,5000 l	0,8500	0,4250	0,4250	0,4250
M08019	1,0*0,40 ; Schweiß 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000	0,8800	0,8800	0,8800
M61041	1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000	1,1000	1,1000	1,1000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600	0,5800	0,5800	0,5800
M24821E	1,0*1 ; Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
G3	Sohlbrücke	1,0000 ST	8,0936	8,0936	8,0936	8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,02293844 h	43,0000	0,9864	0,9864	0,9864
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,015'h/m³	0,04500000 h	43,0000	1,9350	1,9350	1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050	0,1050	0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l	0,8500	0,3825	0,3825	0,3825
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A.	0,4534 h	19,50	79,14	98,63	98,63
		1,316,039 m³	596,6973 h	25.657,98	98.131,90	123.789,88

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2010			
		Variante: Sohlbrücke				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH			
			PVZZ Preis/EH			
			Lohn (EUR)			
			Sonstiges (EUR)			
			Einheitspreis (EUR)			
			259.608,25			
03260102H2	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (PB) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/XA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.449,109 Station bis 4.500,059 Blocknr. 075 bis Blocknr. 079	2.632,077 m³ 50,9500 lfm 5,0000 BL	2.632,077 m³	51.315,95	208.292,31	259.608,25
L52	TMS: Station von 2.648,655 Station bis 2.699,605 Blocknr. 225 bis Blocknr. 229 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m <u>Schalung:</u> 5Ma*0,02709310'h	0,13546550 h	43,0000	5,8250		5,8250
L52	<u>Betonieren:</u> 5Ma/20m³/h	0,25000000 h	43,0000	10,7500		10,7500
MT02201	1 ;C25/30(56)/IS/XA2T/GK22	1,0000 m³	68,5700		68,5700	68,5700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³				
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300		2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500		0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000		0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000		1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000		1,0000	1,0000
G3	Sohlbrücke	1,0000 ST	8,0936		8,0936	8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,02293844 h	43,0000		0,9864	0,9864
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,015h/m³	0,04500000 h	43,0000		1,9350	1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h*0,005h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500		0,3825	0,3825
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A.	0,4534 h 1,193,3941 h		19,50 51,315,95	83,74 220,399,86	103,23 271,715,81
03260102I	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.465,094 Station bis 3.495,094 Blocknr. 159 bis Blocknr. 161 B = 11,85 m <u>Schalung:</u> 5Ma*0,02779984'h	755,400 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 11,8500 m	755,400 m³			
L52		0,13899920 h	43,0000	5,9770		5,9770



PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2010				
		Variante: Sohlbrücke					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
L52	<u>Betonierz.</u> 5'Mal/20'm³/h'	0,250000000 h	43,0000	43,0000	10,7500		10,7500
MT02201	1 ; C25/30(56)/IS/GK22	1,0000 m³	59,4000	59,4000		59,4000	59,4000
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300	0,1300		2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500	0,8500		0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000	2,2000		0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000	220,0000		1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600	1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000
G3	Sohlbrücke	1,0000 ST	8,0936	8,0936		8,0936	8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma**0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,02353058 h	43,0000	43,0000	1,0118		1,0118
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma**0,015'h/m³	0,04500000 h	43,0000	43,0000	1,9350		1,9350
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050	0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h**0,005'h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500	0,8500		0,3825	0,3825
03260102I	Sohlgewölbe LA, B. n. A.	Einheitspreis je m³ 755,400 m³			19,67	74,57	94,24
		1.510,800 m³			14.861,53	56.327,23	71.188,81
03260102I2	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.807,625 Station bis 1.837,625 Blocknr. 297 bis Blocknr. 299 TMS: Station von 861,075 Station bis 891,075 Blocknr. 376 bis Blocknr. 378 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m						
L52	<u>Schalung:</u> 5'Ma**0,02709310'h'	0,13546550 h	43,0000	43,0000	5,8250		5,8250
L52	<u>Betonierz.</u> 5'Mal/20'm³/h'	0,250000000 h	43,0000	43,0000	10,7500		10,7500
MT02201	1 ; C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m³	68,5700	68,5700		68,5700	68,5700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300	0,1300		2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500	0,8500		0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000	2,2000		0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000	220,0000		1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600	1,1600		0,5800	0,5800

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis: 12.12.2010				
		Variante: Sohlbrücke					
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
M24821E G3	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät Sohlbrücke	1,0000 EUR 1,0000 ST	1,0000 8,0936	1,0000 8,0936		1,0000 8,0936	1,0000 8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma**0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,02353058 h	43,0000	43,0000	1,0118		1,0118
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma**0,015'h/m³	0,04500000 h	43,0000	43,0000	1,9350		1,9350
G2 M41010	Bagger 3*30'l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	1,0000 ST	0,1050	0,1050		0,1050	0,1050
0326010211	Sohlgewölbe LA, B. n. A.	0,4540 h	0,4500 l	0,8500	19,52	0,3825	0,3825
	Einheitspreis je m³	685,8973 h			29,493,58	126.508,50	103,26 156.002,08
0326010212	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/XA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.419,109 Station bis 4449,109 Blocknr. 080 bis Blocknr. 082 TMS: Station von 2.618,655 Station bis 2.648,655 Blocknr. 230 bis Blocknr. 232 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m	1.510,800 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 30,0000 lfm 3,0000 BL 60,0000 lfm 6,0000 BL 11,8500 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5Ma**0,02709310'h	0,13546550 h	43,0000	43,0000	5,8250		5,8250
L52	<u>Betonierz:</u> 5Ma/20'm³/h	0,25000000 h	43,0000	43,0000	10,7500		10,7500
MT02201	1 ; C25/30(56)/IS/XA2T/GK22	1,0000 m³	68,5700	68,5700		68,5700	68,5700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300	0,1300			2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500	0,8500			0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000	2,2000			0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000	220,0000			1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600	1,1600			0,5800
M24821E G3	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät Sohlbrücke	1,0000 EUR 1,0000 ST	1,0000 8,0936	1,0000 8,0936		1,0000 8,0936	1,0000 8,0936
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma**0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,02353058 h	43,0000	43,0000	1,0118		1,0118
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma**0,015'h/m³	0,04500000 h	43,0000	43,0000	1,9350		1,9350
G2 M41010	Bagger 3*30'l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	1,0000 ST	0,1050	0,1050		0,1050	0,1050
	Einheitspreis je m³	0,4500 l	0,8500	0,8500	19,52	0,3825	0,3825

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunnelling Variante: Sohlbrücke				Preisbasis: 12.12.2010	
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
0326010212	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Einheitspreis je m ³ 1.510,800 m ³	0,4540 h 685,8973 h			19,52 29.493,58	83,74 126.508,50	103,26 156.002,08
Gesamt	Sohlbrücke	30.138,720 h			1.295.964,954	6.106.565,652	7.402.530,606

Anhang 17: Preiskalkulation Walzbeton

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Alternative Walzbeton	Preisbasis: 12.12.2010				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionstichwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
032601 03260101 03260101E	Widerlager und Sohlbeton Herstellen der Widerlager aus Beton. Widerlager n. A., B. n. A. Widerlager Haupttunnel (TU-OS) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/GK22 herstellen. Widerlager gleiten (Fremdleistung) Widerlager n. A., B. n. A.	1,000 PA	1,000 PA		417.366,1000	352.147,4800	769.513,5800
03260101E	Widerlager n. A., B. n. A.	1,000 PA			417.366,10	352.147,48	769.513,58
03260102 03260102EN	Herstellen des Sohlgewölbes aus Beton. Der Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-FSG) mit Betonsorte C25/30(56)/ISP/GK22 herstellen. TMS: Station von 5.243,584 Station bis 5.393,584 Blocknr. 003 bis Blocknr. 014 TMS: Station von 3.546,044 Stion bis 3.806,524 Blocknr. 133 bis Blocknr. 153 TMS: Station von 3.320,094 bis 3.465,094 Blocknr. 162 bis Blocknr. 173 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 9,20 m	2.990,704 m³ 150,0000 lfm 12,0000 BL 260,4800 lfm 21,0000 BL 145,0000 lfm 12,0000 BL 555,4800 lfm 45,0000 BL 9,2000 m					
L52	<u>Betonieren:</u> 6Ma/70m³/h	0,08571429 h		43,0000	3,6857	59,4400	3,6857 59,4400
MT02201	1 ; C25/30(56)/ISP/GK22	1,0000 m³		59,4400			
AT025100	1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	1 ; 1,0*20,00 ; Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh		0,1300		2,6000	2,6000
M41010	1 ; 1,0*0,50 ; Diesel	0,5000 l		0,8500		0,4250	0,4250
M08019	1 ; 1,0*0,40 ; Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l		2,2000		0,8800	0,8800
M61041	1 ; 1,0*0,005 ; Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³		220,0000		1,1000	1,1000
M24430	1 ; 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg		1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	1 ; 1,0*1 ; Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR		1,0000		1,0000	1,0000
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,08543834 h		43,0000	3,6738		3,6738
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,005'h/m³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
03260102EN	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	Einheitspreis je m³ 2.990,704 m³			8,00	66,51	74,51
		556,7274 h			23,939,28	198,919,20	222,858,48
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-FSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.162,212 Station bis 1.450,125 Blocknr. 329 bis Blocknr. 352	2.828,824 m³ 287,9130 lfm 24,0000 BL					

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis:				
		Variante: Alternative Walzbeton	12.12.2010				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
	TMS: Station von 31,130 Station bis 268,630	237,5000 lfm					
	Blocknr. 427 bis Blocknr. 445 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 9,20 m	19,0000 BL 525,4130 lfm 43,0000 BL 9,2000 m					
	<u>Betonierer:</u> 6'Ma/70'm³/h' 1 : C25/30(56)/IXAT/GK22 1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein 1,0*0,50 ;Diesel 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	0,08571429 h 1,0000 m³ 1,0000 m³ 20,0000 kWh 0,5000 l 0,4000 l 0,0050 m³ 0,5000 kg 1,0000 EUR	43,0000 63,9700		3,6857	63,9700	3,6857 63,9700
	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,08543832 h	43,0000		3,6738		3,6738
	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m³ Bagger 3*30l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	0,01500000 h 1,0000 ST 0,4500 l	43,0000 0,1050 0,8500		0,6450	0,1050 0,3825	0,6450 0,1050 0,3825
	Einheitspreis je m³ 2.828,824 m³	0,1862 h 526,5930 h			8,00 22.643,50	71,04 200.966,73	79,05 223.610,23
03260102F	Sohlgewölbe TU-TSG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-TSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.170,094 Station bis 3.320,094 Blocknr. 174 bis Blocknr. 185 TMS: Station von 1.888,575 Station bis 2.543,655 Blocknr. 239 bis Blocknr. 291 TMS: Station von 1.450,125 Station bis 1.807,625 Blocknr. 300 bis Blocknr. 328 TMS: Station von 942,025 Station bis 1.162,212 Blocknr. 353 bis Blocknr. 370 TMS: Station von 268,630 Station bis 861,075 Blocknr. 379 bis Blocknr. 426 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 9,20 m	24.496,579 m³ 150,0000 lfm 12,0000 BL 655,0800 lfm 53,0000 BL 357,5000 lfm 29,0000 BL 220,1870 lfm 18,0000 BL 592,4450 lfm 48,0000 BL 1,975,2120 lfm 160,0000 BL 9,2000 m					
	<u>Betonierer:</u> 6'Ma/25'm³/h'	0,08571429 h	43,0000		3,6857		3,6857



PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling	Preisbasis:		
		Variante: Alternative Walzbeton	12.12.2010		
Positionsnummer	Positionsschwort	EH	PVZZ		
BM-Nummer	Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	Preis/EH	Preis/EH		
		LV-Menge	Sonstiges (EUR)		
		Ansatzmenge	Lohn (EUR)		
			Einheitspreis (EUR)		
			Einheitspreis (EUR)		
MT02201	1 ; C25/30(56)/IXAT/GK22	1,0000 m³	63,9700	63,9700	63,9700
AT025100	1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³			
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300	2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500	0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000	0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000	1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600	0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000	1,0000	1,0000
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,03709079 h	43,0000	1,5949	1,5949
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m³	0,01500000 h	43,0000	0,6450	0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050	0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500	0,3825	0,3825
0326010ZEN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A.	0,1378 h	5,93	71,04	76,97
	Einheitspreis je m³	3.375,7530 h	145.157,38	1.740.298,21	1.885.455,59
24.496,579 m³					
03260102G	Sohlgewölbe TU-TSG, B. n. A.	12.948,817 m³			
	Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-TSG) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/XA2T/GK22 herstellen.	237,5000 lfm			
	TMS: Station von 5.006,084 Station bis 5.243,584	19,0000 BL			
	Blocknr. 015 bis Blocknr. 033	173,6020 lfm			
	TMS: Station von 4.500,059 Station bis 4.673,661	14,0000 BL			
	Blocknr. 061 bis Blocknr. 074	87,5000 lfm			
	TMS: Station von 4.331,609 Station bis 4.419,109	7,0000 BL			
	Blocknr. 083 bis Blocknr. 089	470,4890 lfm			
	TMS: Station von 2.699,605 Station bis 3.170,094	39,0000 BL			
	Blocknr. 186 bis Blocknr. 224	75,0000 lfm			
	TMS: Station von 2.543,655 Station bis 2.618,655	6,0000 BL			
	Blocknr. 233 bis Blocknr. 238	1,044,0910 lfm			
	Σ Tunnelmeter	85,0000 BL			
	Σ Block	9,2000 m			
	B = 9,20 m				
L52	<u>Schalung:</u> 5'Ma*0,01996257'h'	0,09981285 h	43,0000	4,2920	4,2920
L52	<u>Betonieren:</u> 5'Ma/25m³/h'	0,20000000 h	43,0000	8,6000	8,6000
MT02201	1 ; C25/30(56)/IS/XA2T/GK22	1,0000 m³	68,5700	68,5700	68,5700
AT025100	1,00 ; Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³			
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300	2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500	0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000	0,8800	0,8800

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Alternative Walzbeton	Preisbasis: 12.12.2010				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000			1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600			0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000			1,0000	1,0000
G1	Sohlschwalgen	1,0000 ST	12,0207			12,0207	12,0207
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,03709079 h	43,0000		1,5949		1,5949
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m³	0,01500000 h	43,0000		0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050			0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500			0,3825	0,3825
03260102G	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Einheitspreis je m³ 12,948,817 m³	0,3519 h 4,556,7358 h			15,13 195,939,64	87,66 1,135,134,73	102,80 1,331,074,38
03260102F	Sohlgewölbe TU-DG, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (TU-DG) mit Betonsorte C35/45(90)/IS/IXA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.673,661 Station bis 5.006,084 Blocknr. 034 bis Blocknr. 060 B = 9,60 m	5,288,850 m³ 332,4230 lfm 19,0000 BL 9,6000 m					
L52	<u>Schalung:</u> 5'Ma*0,02011314'h	0,10056570 h	43,0000		4,3243		4,3243
L52	<u>Betonierel:</u> 5'Ma/25'm³/h'	0,20000000 h	43,0000		8,6000		8,6000
MT02201	1 ; C35/45(90)/IS/IXA2T/GK22	1,0000 m³	64,9500			64,9500	64,9500
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300			2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500			0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000			0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000			1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600			0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000			1,0000	1,0000
G1	Sohlschwalgen	1,0000 ST	12,0207			12,0207	12,0207
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,03016970 h	43,0000		1,2973		1,2973
L52	<u>Aushub:</u> 3'Ma*0,005'h/m³	0,01500000 h	43,0000		0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050			0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500			0,3825	0,3825
03260102EN1	Sohlgewölbe n. A., B. n. A. Einheitspreis je m³ 5,288,850 m³	0,3457 h 1,828,5427 h			14,87 78,627,34	84,04 444,491,88	98,91 523,119,21

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Alternative Walzbeton	Preisbasis: 12.12.2010				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000			1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600			0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000			1,0000	1,0000
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,07162716 h	43,0000		3,0800		3,0800
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,005h/m³	0,01500000 h	43,0000		0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050			0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500			0,3825	0,3825
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Einheitspreis je m³ 842,917 m³	0,1723 h 145,2695 h			7,41 6.246,59	71,04 59.882,99	78,45 66.129,52
03260102H2	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (PB) mit Betonsorte C25/30(56)/S/XA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.449,109 Station bis 4.500,059 Blocknr. 075 bis Blocknr. 079 TMS: Station von 2.648,655 Station bis 2.699,605 Blocknr. 225 bis Blocknr. 229 Σ Tunnelmeter B = 11,85 m	1.685,834 m³ 50,9500 lfm 5,0000 BL 50,9500 lfm 5,0000 BL 101,9000 lfm 10,0000 BL 11,8500 m					
L52	<u>Betonieren:</u> 6Ma/70m³/h	0,08571429 h	43,0000		3,6857		3,6857
MT02201	1 ;C25/30(56)/S/XA2T/GK22	1,0000 m³	68,5700			68,5700	68,5700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300			2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500			0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000			0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000			1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600			0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000			1,0000	1,0000
L52	<u>Oberflächenbehandlung:</u> 1Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,03581358 h	43,0000		1,5400		1,5400
L52	<u>Aushub:</u> 3Ma*0,005h/m³	0,01500000 h	43,0000		0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST	0,1050			0,1050	0,1050
M41010	3*30'l/h*0,005h/m³ ;Diesel	0,4500 l	0,8500			0,3825	0,3825
03260102H1	Sohlgewölbe PB, B. n. A. Einheitspreis je m³ 1.685,834 m³	0,1365 h 230,1633 h			5,87 9.897,09	75,64 127.520,70	81,51 137.417,72

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Alternative Walzbeton	Preisbasis: 12.12.2010				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
032601021	Sohlgewölbe LA, B, n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/GK22 herstellen. TMS: Station von 3.465,094 Station bis 3.495,094 Blocknr. 159 bis Blocknr. 161 B = 11,85 m	509,610 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 11,8500 m					
L52	<i>Betonieren:</i>	0,08571429 h	43,0000		3,6857		3,6857
MT02201	6'Ma/70m³/h	1,0000 m³	59,4000			59,4000	59,4000
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300			2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500			0,4250	0,4250
M08019	1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l	2,2000			0,8800	0,8800
M61041	1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³	220,0000			1,1000	1,1000
M24430	1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg	1,1600			0,5800	0,5800
M24821E	1,0*1 ;Verschleisteile Gerät	1,0000 EUR	1,0000			1,0000	1,0000
L52	<i>Oberflächenbehandlung:</i>						
	1'Ma*0,05'h/m²*B*Tunnellänge/m³	0,03487961 h	43,0000		1,4998		1,4998
L52	<i>Aushub:</i>						
G2	3'Ma*0,005'h/m³	0,01500000 h	43,0000		0,6450		0,6450
M41010	Bagger	1,0000 ST	0,1050			0,1050	0,1050
	3*30'l/h*0,005'h/m³ ; Diesel	0,4500 l	0,8500			0,3825	0,3825
032601021	Sohlgewölbe LA, B, n. A.	Einheitspreis je m³ 509,610 m³			5,89 2.971,30	66,47 33.875,05	72,30 36.846,35
032601022	Sohlgewölbe LA, B, n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IXAT/GK22 herstellen. TMS: Station von 1.807,625 Station bis 1.837,625 Blocknr. 297 bis Blocknr. 299 TMS: Station von 861,075 Station bis 891,075 Blocknr. 376 bis Blocknr. 378 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m	1.019,220 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 30,0000 lfm 30,0000 BL 60,0000 lfm 33,0000 BL 11,8500 m					
L52	<i>Betonieren:</i>	0,08571429 h	43,0000		3,6857		3,6857
MT02201	6'Ma/70m³/h	1,0000 m³	68,5700			68,5700	68,5700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh	0,1300			2,6000	2,6000
M41010	1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l	0,8500			0,4250	0,4250

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunneling Variante: Alternative Walzbeton	Preisbasis: 12.12.2010				
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l		2,2000		0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³		220,0000		1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg		1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR		1,0000		1,0000	1,0000
L52	Oberflächenbehandlung: 1'Ma**0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,03487961 h		43,0000	1,4998		1,4998
L52	Aushub: 3'Ma**0,005'h/m³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
0326010211	Sohlgewölbe LA, B. n. A.	0,1356 h			5,83	75,64	81,47
	Einheitspreis je m³	138,2000 h			5.942,60	77.096,35	83.038,95
	1,019,220 m³						
0326010212	Sohlgewölbe LA, B. n. A. Sohlgewölbe Haupttunnel (LA) mit Betonsorte C25/30(56)/IS/XA2T/GK22 herstellen. TMS: Station von 4.19,109 Station bis 4449,109 Blocknr. 080 bis Blocknr. 082 TMS: Station von 2.618,655 Station bis 2.648,655 Blocknr. 230 bis Blocknr. 232 Σ Tunnelmeter Σ Block B = 11,85 m	1.019,220 m³ 30,0000 lfm 3,0000 BL 30,0000 lfm 3,0000 BL 60,0000 lfm 6,0000 BL 11,8500 m					
L52	Betonierz: 6'Ma/70'm³/h'	0,08571429 h		43,0000	3,6857		3,6857
MT02201	1 ; C25/30(56)/IS/XA2T/GK22	1,0000 m³		68,5700		68,5700	68,5700
AT025100	1,00 ;Hilfsstoffe Betonbau	1,0000 m³					
M42005	| 1,0*20,00 ;Elektr. Strom UT allgemein	20,0000 kWh		0,1300		2,6000	2,6000
M41010	| 1,0*0,50 ;Diesel	0,5000 l		0,8500		0,4250	0,4250
M08019	| 1,0*0,40 ;Schalöl 27l Gebinde	0,4000 l		2,2000		0,8800	0,8800
M61041	| 1,0*0,005 ;Bretter 24mm gehobelt	0,0050 m³		220,0000		1,1000	1,1000
M24430	| 1,0*0,50 ; Werkzeugstahl allgemein	0,5000 kg		1,1600		0,5800	0,5800
M24821E	| 1,0*1 ;Verschleißteile Gerät	1,0000 EUR		1,0000		1,0000	1,0000
L52	Oberflächenbehandlung: 1'Ma**0,05'h/m**B*Tunnellänge/m³	0,03487961 h		43,0000	1,4998		1,4998
L52	Aushub: 3'Ma**0,005'h/m³	0,01500000 h		43,0000	0,6450		0,6450
G2	Bagger	1,0000 ST		0,1050		0,1050	0,1050
M41010	3*30l/h*0,005'h/m³ ;Diesel	0,4500 l		0,8500		0,3825	0,3825
0326010212	Sohlgewölbe LA, B. n. A.	0,1356 h			5,83	75,64	81,47
	Einheitspreis je m³						

PREISERMITTLUNG - K7		Firma: Alpine BeMo Tunnelling Variante: Alternative Walzbeton				Preisbasis: 12.12.2010	
Positionsnummer BM-Nummer	Positionsschwort Ansatzformel / Betriebsmittelbezeichnung	LV-Menge Ansatzmenge	EH Preis/EH	PVZZ Preis/EH	Lohn (EUR)	Sonstiges (EUR)	Einheitspreis (EUR)
		1.019,220 m ³			5.942,60	77.096,35	83.038,95
Gesamt	Alternative Walzbeton	11.728,017 h			921.670,813	4.534.910,015	5.456.580,829