

**Amt der Vorarlberger Landesregie-
rung
Abteilung FB Bauwerke**

Verkehrskonzept - Bludenz
BR - 0818

**Betrachtung von zwei Umfah-
rungstrassen**

Technischer Bericht

Graz, 19. Mai 2008

Rev.	Datum	Status	bearbeitet	geprüft

AUFTRAGNEHMER:



Gruppe Geotechnik Graz ZT GmbH

Fasching, Goricki, Klima, Schubert, Semprich, Steidl, Steindorfer

Elisabethstrasse 22/II, A-8010 Graz

Tel.: +43 316 337799-0 Fax: DW 11

email:office@3-g.at, http://www.3-g.at

AUFTRAGGEBER:

Amt der Vorarlberger Landesregierung

Abteilung FB Bauwerke

Widnau 12, A – 6800 Feldkirch

PROJEKT:

Verkehrskonzept – Bludenz

BR - 0818

TITEL:

Betrachtung von zwei Umfahrungstrassen

Technischer Bericht

Bearbeitet:	Bach, Otto	Datum:	15-05-2008
Geprüft:	Tschermanegg	Datum:	15-05-2008
Genehmigt:	Steidl	Datum:	19-05-2008

WV Nr.	---	File :	8493_rep-01-08-00
Dokument Nr.:	8493_rep_01-08-00	Rev. Nr.:	00

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	4
2	UMFAHRUNGSTRASSE TUNNEL BEREICH BAHNHOF	4
2.1	Abschätzung der geologischen Verhältnisse im Trassenbereich	4
2.2	Bergmännisch aufzufahrender Bereich - Tunnelbauwerk	5
2.2.1	Druckluftvortrieb im Schutze einer DSV-Kappe	5
2.2.2	Druckluftvortrieb mit Hilfsstollen	6
2.2.3	NÖT-Vortrieb mit abgesenktem Grundwasser	7
2.2.4	Schildvortrieb	8
2.3	Anschlussbauwerke	8
2.4	Monetäre Abschätzung der Kostenziele	9
3	UMFAHRUNGSTRASSE TUNNEL SCHLOSSBERG	10
3.1	Abschätzung der geologischen Verhältnisse im Trassenbereich	10
3.2	Bergmännisch aufzufahrender Bereich – Tunnelbauwerk	11
3.3	Anschlussbauwerke	11
3.4	Monetäre Abschätzung der Kostenziele	12

Anlagen:

Anlage 1	Darstellung als Lageplan der Umfahrungstrasse Tunnel Bereich Bahnhof
Anlage 2	Darstellung als Längenschnitt der Umfahrungstrasse Tunnel Bereich Bahnhof
Anlage 3	Darstellung als Lageplan der Umfahrungstrasse der Varianten Tunnel Schlossberg

1 EINLEITUNG

Bei der Erstellung eines neuen Verkehrskonzeptes für die Stadt Bludenz wird ein offener Planungsprozess, d.h. die Bürger werden von Beginn an in die Planung mit einbezogen, geführt.

Die 3G Gruppe Geotechnik Graz ZT GmH soll im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung, vertreten durch Herrn DI Bernhard Braza, eine Variantenbetrachtung als Diskussionsbasis für die weiteren Phasen der Objektentwicklung (Definition gemäß ÖN 1801-1) erarbeiten. Dabei sollen die technischen Randbedingungen bzw. Herausforderungen bei der Projektumsetzung von zwei neuen Umfahrungstrassen und schlussfolgernd eine monetäre Abschätzung der Kosten für die Erstellung der Kostenziele (Definition gemäß ÖN 1801-1) betrachtet werden.

Im Folgenden werden zwei Umfahrungstrassen des geplanten Verkehrskonzeptes – Bludenz, der Tunnel beim Bahnhof und der Tunnel durch den Schlossberg, inkl. der Anschlussbauwerke zum vorhandenen Verkehrsnetz betrachtet. Beim Tunnel Schlossberg stehen 3 Varianten unterschiedlicher Länge und Trassenführung zur Diskussion.

2 UMFABRUNGSTRASSE TUNNEL BEREICH BAHNHOF

2.1 Abschätzung der geologischen Verhältnisse im Trassenbereich

Derzeit liegen noch keine detaillierten Daten aus Tiefenaufschlüssen vor. Die nachfolgenden Angaben zum Baugrund basieren ausschließlich auf der kürzlich erschienen geologischen Karte von Vorarlberg im M 1:100.000 sowie einer älteren Karte im M 1:25.000 aus den 1960er Jahren und haben den Charakter einer Abschätzung.

Im Projektgebiet stehen Flussschotter, mit zunehmender Tiefe auch feinkörnige Seesedimente an. Nördlich des Bahnhofs erfolgt ein Übergang in Schwemmfächersedimente. Die Flussschotter setzen sich aus Mittel- bis Grobkiesen, geringen bis mäßig hohen Schluff- bzw. Sandgehaltes zusammen.

Die Lagerungsdichte dürfte zwischen locker und mitteldicht liegen. Die Konsistenz der bindigen Zwischenlagen kann mit weich bis steif eingeschätzt werden.

Zum Grundwasserflurabstand liegen keine Informationen vor. Der III- Wasserspiegel liegt nach Augenschein ca. 5 – 6 m unter Geländeniveau. Es wird in der Folge davon ausgegangen, dass der Grundwasserspiegel im Projektgebiet ca. 6 m unter GOK liegt.

2.2 Bergmännisch aufzufahrender Bereich - Tunnelbauwerk

Das Unterführungsbauwerk zweigt an der Ecke Hauptstraße – Oberer Illrain, Klarenbrunnerstraße vom bestehenden Straßennetz ab und taucht sogleich in einem Wannenbauwerk ab. Das Eckhaus Mokrystraße – Klarenbrunnstraße wäre abzulösen und abzutragen. Die Wanne unterquert die bestehende Hauptstraßen-Brücke. Das bergmännische Südportal liegt auf Höhe des derzeitigen Tennisplatzes.

In bergmännischer Bauweise, die Gradienten stets fallend, werden schleichend zunächst die Verschiebgleise und sodann die Bahnsteige des Bahnhofs Bludenz unterquert. Unterhalb des bestehenden Bahnsteig-Fußgängertunnels erreicht die Gradienten ihren Tiefpunkt. Leicht ansteigend wird der Bahnhofsvorplatz unterquert. Nordwestlich der Leitzentrale liegt das Nordportal. Stetig ansteigend wird etwa auf Höhe des Parkplatzes der Schokoladenfabrik am Äulenweg das Geländenniveau erreicht.

Die Vorgabe der nördlichen Verkehrsanbindung in die Werdenbergerstraße, bei der Brauerei Föhrenburg im Bereich der S – Kurve, scheint nicht realisierbar. Die Höhendifferenz zwischen Werdenbergerstraße und Äulenweg ist auf dieser kurzen Distanz nicht zu überwinden. Eine Anbindung ca. 200 m weiter stadtauswärts – in nordwestlicher Richtung kann bewerkstelligt werden.

Für die weitere Betrachtung wurde ein gleichzeitiges, permanentes Aufrechterhalten des Betriebes aller Gleisanlagen im Trassenbereich vorausgesetzt.

Maßnahmen zur Setzungskompensation im Bereich- bzw. unter der Gleisanlage sollten auf jeden Fall in die weiteren Planungsarbeiten einfließen. Dabei sollte besonders auf Schnelligkeit, Dosierung und Effizienz der Verfahren, beispielsweise Gleisstopfungen oder Injektionen, geachtet werden.

Für den bergmännisch aufzufahrenden Abschnitt des Tunnels wären folgende Bauverfahren vorstellbar. Bei allen Verfahren ist eine kontinuierliche vermessungstechnische Beobachtung der Gleisanlagen unter Einbeziehung der ÖBB zwingend erforderlich.

2.2.1 Druckluftvortrieb im Schutze einer DSV-Kappe

Diese Technologie wird derzeit im Rahmen des Bahnausbaus im Unterinntal (Baulos H7) bei der Unterfahrung des Bahnhofs Fritzens unter ähnlichen Randbedingungen ausgeführt.

Der Vortrieb erfolgt als Kalotten/Strossen- Sohlenvortrieb unter Druckluft. Wegen der hohen Luftdurchlässigkeit der Flusssedimente ist eine abdichtende Kappe zur Begrenzung der Luftverluste notwendig, die vom Vortrieb aus im Düsenstrahlverfahren hergestellt wird. Zum Schutze des Kalottenvortriebs wird jeweils vorlaufend ein DSV-Schirm erstellt, der bis zur Kalottensohle reicht. Zusätzlich wird ca. alle 12 m

ein Düsenstrahl-Schott hergestellt, so dass insgesamt eine nach oben und seitlich dichte Kappe entsteht.

Nachlaufend zum Kalottenvortrieb werden Düsenstrahlsäulen vom Ulm abwärts bis auf Höhe der zukünftigen Strossensohle hergestellt. Im Schutze dieser erweiterten DSV-Kappe kann dann der Strossenvortrieb (mit gegenüber dem Kalottenvortrieb erhöhtem Luftdruck) vorgenommen werden.

Der Düsenstrahlkörper wirkt dichtend und stützend (lastverteilend).

Vorteile:

- Tunnelvortrieb ohne größere Beeinflussung des Bahnbetriebes;
- Flexibles Bauverfahren – kann während dem Vortrieb den Gegebenheiten angepasst werden.

Nachteile:

- Nur geringe Düsendrücke aufgrund geringer Überlagerung und horizontaler Bohrrichtung möglich; dadurch geringe DSV-Säulendurchmesser und entsprechend große Anzahl von Bohrungen;
- Zur Schottherstellung ist darüber hinaus eine große Anzahl von Bohrungen notwendig;
- Zusätzliche Erschwernis durch Druckluftvortrieb;
- Das Ausführungskonzept wird beim Referenzprojekt H7 Unterinntal eher kritisch bewertet.

2.2.2 Druckluftvortrieb mit Hilfsstollen

Ähnlich wie in Kap. 2.2.1 beschrieben, erfolgt der Vortrieb im Schutze einer DSV-Kappe unter Druckluft. Die DSV-Kappe wird jedoch nicht als DSV-Schirm vom Vortrieb aus hergestellt, sondern vorab von eigens aufgefahrenen Hilfsstollen aus.

Zwei Hilfsstollen (Durchmesser je ca. 3 m) werden links und rechts oberhalb des späteren Haupttunnels (und oberhalb des Grundwasserspiegels) aufgefahren. Zwischen den beiden Hilfsstollen wird ein horizontaler DSV-Deckel gedüst. Zusätzlich wird rechts und links des späteren Haupttunnels je eine vertikale DSV-Wand gedüst, die jeweils bis zur Strossensohle reicht. Im Schutze dieses umgekehrt U-förmigen Dichtkörpers erfolgt dann der Vortrieb unter Druckluft

Vorteile:

- Tunnelvortrieb ohne größere Beeinflussung des Bahnbetriebes;
- Detaillierte Baugrunderkundung beim Auffahren der Hilfsstollen.

Nachteile:

- Nur geringe Düsendrücke aufgrund geringer Überlagerung und horizontaler Bohrrichtung möglich; dadurch geringe DSV-Säulendurchmesser und entsprechend große Anzahl von Bohrungen;
- Zusatzaufwendungen für die beiden Hilfsstollen;
- Beengte Verhältnisse für die Bohr- und DSV-Arbeiten in den Hilfsstollen;
- Zusätzliche Erschwernis durch Druckluftvortrieb.

2.2.3 NÖT-Vortrieb mit abgesenktem Grundwasser

Der Vortrieb erfolgt als Kalotten- Strossen- Sohlvortrieb im Schutze eines Rohrschirms. Das Grundwasser wird bis auf Sohlniveau abgesenkt. Die Grundwasserabsenkung wird ermöglicht durch eine Dichtwandumschließung.

Die Dichtwandumschließung weist einen rechteckförmigen Grundriss auf. Parallel zur Bahn kann beidseitig eine Spundwand, Rüttelschmalwand oder eine DSV-Lamellenwand vorgesehen werden. Quer zur Bahn ist unterhalb der Gleise eine DSV-Lamellenwand zu erstellen. Dies ist im Südosten voraussichtlich von der bestehenden Fußgängerunterführung aus möglich, nicht jedoch im Nordwesten. Hier kann die Dichtwand z.B. von Schächten (beiderseits der Bahn) aus als Injektionschirm erstellt werden.

Die Dichtwandumschließung braucht keinerlei statische Funktion zu erfüllen. Denkbar ist auch, die Umschließung auf den Bereich der Rampenbauwerke auszudehnen (vgl. Kap. 2.3), um dort auf Unterwasseraushub und Unterwasserbetonsole verzichten zu können.

Vorteile:

- sicherer und zügiger Vortrieb unter Rohrschirm.

Nachteile:

- Bei der Herstellung der oberflächennahen DSV - Bohrungen im Nordwesten können Hebungen nicht ausgeschlossen werden;
- Aufwendige Herstellung der Dichtwand; Erschwernisse im NW und SO (Querung der Bahn);
- Die Dichtwandumschließung könnte den Grundwasserabfluß zur III blockieren, was Zusatzmaßnahmen (Dükerung etc.) notwendig machen würde;
- Ein hinreichend dichter Grundwasserstauer (Bodenschicht mit kleiner Durchlässigkeit) muss in erreichbarer Tiefe (> ca. 35 m) vorhanden sein;
- Dichtwand verbleibt im Boden; bei Erfordernis müsste die Wand nach Ende der Arbeiten lokal aufgebohrt und mit Kies verfüllt werden.

Diese Ausführungsvariante wird nach derzeitigem Erkenntnisstand als die technisch robusteste und wirtschaftlichste Variante erachtet und deshalb in der Folge als Grundlage für die weitere Kostenschätzung herangezogen (vgl. Kap. 2.4).

2.2.4 Schildvortrieb

Der Vortrieb erfolgt mit einer Tunnelvortriebmaschine (Schildmaschine mit geschlossenem Schild). Begleitmaßnahmen zur Setzungsreduktion oder zur Beherrschung des Grundwassers sind nicht notwendig.

Vorteile:

- Sicherer, setzungsarmer Vortrieb;
- Tunnelvortrieb ohne Beeinflussung der Verkehrsverhältnisse Obertage;
- Tunnelvortrieb ohne Baumaßnahmen aufgrund der Grundwassersituation im Umfeld.

Nachteile:

- Aufgrund kurzer Tunnellänge voraussichtlich nicht wirtschaftlich;
- Rampen / offene Bauweise sind als Start- / Zielschacht für die Schildmaschine herzurichten.

2.3 Anschlussbauwerke

Die Anschluss- Rampenbauwerke werden in offener Bauweise als weiße Wannen ausgebildet. Die Entwicklungslänge der Rampen beträgt wegen des notwendigen Höhenunterschiedes von ca. 12 m jeweils ca. 120 m. Die Aushubtiefen werden damit bis zu 13,5 m betragen. Zumindest die unteren 6 – 8 Tiefenmeter der Wannenbauwerke kommen im Grundwasser zu liegen.

Für die geringen Aushubtiefen am Beginn der Rampen, wo auch noch kein Grundwasserandrang zu erwarten ist, können spritzbetongesicherte Böschungen vorgesehen werden. Nach statischer Notwendigkeit sind Ankerungen als Bodennägel anzuordnen.

Ab einer Aushubtiefe von ca. 3 m sind prinzipiell Spundwände, Schlitzwände, überschnittene Bohrpfahlwände und Düsenstrahlwände vorstellbar. Bei Düsenstrahlwänden ist zu berücksichtigen, dass der Anschluss bzw. die Kombination mit anderen Bauverfahren nicht selbstverständlich möglich ist.

Es sind voraussichtlich bis zu 4 Ankerlagen oder 2 – 3 Steifenlagen notwendig (bei Düsenstrahlwänden evtl. mehr). Die Ausführung mit Schlitzwänden oder Bohrpfahlwänden hat gegenüber den anderen Bauverfahren den Vorteil des verformungsärmeren Systemverhaltens und der Möglichkeit, den Verbau als dauerhaften konstruktiven Bestandteil des endgültigen Wannenbauwerks heranziehen zu können (einschließlich des Mitwirkens an der Auftriebssicherung).

Die Baugrubensohle ist gegen das von unten nachdrängende Grundwasser abzudichten. Dies kann entweder durch eine tiefliegende (nicht rückverankerte) oder eine hoch liegende (rückverankerte) Dichtsohle erfolgen. Tiefliegende Dichtsohle können z.B. im Düsenstrahlverfahren hergestellt werden, wobei die Einbindetiefe der Verbauwände (evtl. über das statisch notwendige Maß hinaus) bis zur Tiefenlage der Dichtsohle reichen muss.

Eine hoch liegende Dichtsohle kann als Unterwasserbetonsohle ausgeführt werden (in diesem Fall zum Teil Unterwasseraushub). Die Auftriebssicherung erfolgt über einen Anschluss an die Verbauwand (bei Pfahl- oder Schlitzwänden) und über ggf. zusätzlich notwendige Zugpfähle. Um große Feldmomente in der Unterwasserbetonsohle zu vermeiden, kann die Sohle auch gewölbt ausgeführt werden.

2.4 Monetäre Abschätzung der Kostenziele

Der weiteren monetären Betrachtung wird im Bereiche der bergmännischen Bauweise das Bauverfahren nach Kap. 2.2.3 (NÖT-Vortrieb mit abgesenktem Grundwasser) zu Grunde gelegt. Als weitere Grundlage wird die geologische Abschätzung (vgl. Kap. 2.1) verwendet. Der einstweilen gewählte Verlauf der Dichtwandumschließung ist im Lageplan ersichtlich. Es ergibt sich eine umschlossene Grundfläche von ca. 181.000 m². Kosten für die Ablösen von Gebäuden und Grundstücken werden nicht berücksichtigt.

Nr.	Gewerk	Kosten exkl. USt.
1	Wannenbauwerke l = 2 * 120 m	€ 3.100.000
2	Dichtwandumschließung l = 2400 m	€ 1.250.000
3	bergmännischer Vortrieb l = 500 m	€ 12.500.000
	SUMME	€ 16.850.000

Tabelle 1: Kostenschätzung Variante 1 - Bahnhoftunnel

3 UMFÄHRUNGSTRASSE TUNNEL SCHLOSSBERG

3.1 Abschätzung der geologischen Verhältnisse im Trassenbereich

„Kurze“ Variante (Variante 2/1):

Voreinschnitt- und Portalbereich West: Schwemmfächersedimente mit eingeschalteten Blöcken (Hangschutt).

Bergmännisch aufzufahrender Tunnelbereich: hauptsächlich Karbonatgesteine. In dieser Abfolge dominieren meist Kalksteine, dolomitische und mergelige Kalksteine sowie Dolomite. Die Gesteine sind meist bankig bis massig ausgebildet.

Bereichsweise können geringmächtige schichtungsparelle Einschaltungen von Mergel, Tonschiefer, Hornstein sowie Tuff bzw. Tuffit auftreten. Deren Mächtigkeit kann bis zu mehreren Metern reichen.

Die Schicht- und Kluffflächen sind meist eben bis wellig und rau. Tunnelvortriebsrelevante Störungen sollten nicht auftreten. Dieser Vortriebsabschnitt zeichnet sich durch eine gute Gebirgsqualität aus. Gebirgsstreichen ca. 45° zur Tunnelachse. Das Gebirge wird als standfest eingeschätzt.

„Mittlere“ Variante (Variante 2/2):

Westportal wie vorher beschrieben.

Bergmännisch aufzufahrender Tunnelbereich: Meist massiges Karbonatgestein. Im mittleren Vortriebsdrittel evtl. Störungseinfluss (aufgelockertes Trennflächengefüge, niedrige Gebirgsfestigkeit). Der Tunnelvortrieb verläuft über weite Strecken schleifend bis subparallel zum Gebirgsstreichen.

Ostportalbereich: Gestörten Karbonatgesteine und Hangschutt mit schluffig-tonigen Anteilen anstehend.

„Lange“ Variante (Variante 2/3):

Erstes Vortriebsdrittel wie vorher beschrieben. Weiter bis zum Ostportal meist massiges Karbonatgestein. Der Tunnelvortrieb verläuft meistens schleifend bis subparallel zum Gebirgsstreichen.

Ostportalbereich: Hangschutt mit schluffig-tonigen Anteilen anstehend.

3.2 Bergmännisch aufzufahrender Bereich – Tunnelbauwerk

Alle drei Varianten haben ein gemeinsames Westportal, das sich ca. 58 m östlich der Straßenkreuzung Mutterstraße – Alte Landstraße im Hang unterhalb des Parkplatzes der Bezirkshauptmannschaft befindet. Eine an der Stirnseite der heutigen T-Kreuzung befindliche Scheune wäre abzulösen. Um auf Höhe des Portals eine ausreichende Überdeckung von ca. 4,5 m zu erreichen, taucht die Nivelette unmittelbar ab Baulosbeginn mit einer Neigung von ca. 8% ab.

Die Tunneltrasse unterfährt bei allen Varianten das Gebäude der Bezirkshauptmannschaft mit geringer Überlagerung; bei den Varianten Var. 2/2 und 2/3 wird zusätzlich das Schlosshotel unterfahren. Im Nahbereich zu den Gebäuden müssen ggf. Maßnahmen zur Setzungsminimierung und zur Erschütterungsbegrenzung gesetzt werden (z.B. Begrenzung der Abschlagslänge). Über die genaue Tiefenlage von Kellergeschosse liegen uns keine Informationen vor, eventuell ist der Trassenverlauf in diesen Nahbereichen leicht Richtung Norden zu verschieben.

Bei allen drei Varianten ist eine kontinuierliche vermessungstechnische Beobachtung der über der Trasse liegenden Gebäude zwingend erforderlich.

Für die Planungsvariante 2/1 ergibt sich eine bergmännisch aufzufahrende Tunnellänge von ca. 109 m, wobei das Ostportal nahe der Straßenecke Untersteinstraße – Zürcherstraße zu liegen kommt. Hier wären 3 Gebäude abzulösen und abzutragen.

Planungsvariante 2/2 besteht aus einem ca. 372 m langen, bergmännisch aufzufahrenden Tunnel, dessen Ostportal nahe der Kreuzung Untersteinstraße – Kapuzinerstraße/Unterfeldstraße liegen wird. Der Lagerplatz auf Höhe der Straßenecke bietet sich für das Portal Ost an und wäre abzulösen.

Für die Planungsvariante 2/3 ergibt sich ein ca. 784 m langer Tunnel mit dem Ostportal auf Höhe der Straßenkreuzung Untersteinstraße – Stadionstraße.

Die drei Ostportale liegen auf dem bestehenden Straßenniveau jeweils am Hangfuß des Schlossberges.

Bei allen drei Varianten wird von einem zyklischen Vortrieb (NÖT) ausgegangen. Wegen der relativ geringen Tunnellängen (max. ca. 800 m) wird voraussichtlich jeweils nur von einer Richtung vorgetrieben werden, und zwar jeweils vom Ostportal aus, wo die Platzverhältnisse die Anordnung einer Baustelleneinrichtung eher erlauben als beim Westportal.

3.3 Anschlussbauwerke

Für das Westportal ergibt sich ein bis zu 4,5 m tiefer wannenartiger Voreinschnitt von ca. 58 m Länge. Es wird von einer spritzbetongesicherten, vernagelten Böschung (Neigung ca. 60°) ausgegangen, in die eine Betonwanne eingestellt wird.

Die Ostportale von Variante 2/1 und 2/2 liegen jeweils im steilen bis senkrechten Felshang. Tunnelabschnitte in offener Bauweise sind konstruktiv nicht notwendig.

Das Ostportal von Variante 2/3 liegt im Hangschutt des Schlossbergs. Der ca. 26 m lange Voreinschnitt wird mit einer spritzbetongesicherten, vernagelten Böschung (Neigung ca. 60°) bewältigt.

Mit andrängendem Grundwasser wird nicht gerechnet.

3.4 Monetäre Abschätzung der Kostenziele

Der weiteren monetären Betrachtung wird die geologische Abschätzung (vgl. Kapitel 3.1) zugrunde gelegt. Für „gute“ Gebirgsverhältnisse werden Laufmeterkosten von € 12.000,- in Ansatz gebracht, für „mittlere“ und „ungünstige“ € 15.000,- bzw. € 25.000,-. Die Laufmeterpreise werden für Variante Var. 2/1 um 30% erhöht, da wegen der kurzen Tunnellänge von höheren Angebotspreisen auszugehen ist. Kosten für die Ablösen von Gebäuden und Grundstücken werden nicht berücksichtigt.

	Gewerk	Kosten exkl. USt.
1	Rampe Westportal l = 58 m	€ 250.000
2	bergmännischer Vortrieb l = 109 m	€ 2.550.000
3	offene Strecke Ost l = 21 m	€ 55.000
	SUMME	€ 2.855.000

Tabelle 2: Kostenschätzung Variante 2/1 Schlossbergtunnel „Kurz“

	Gewerk	Kosten exkl. USt.
1	Rampe Westportal l = 58 m	€ 250.000
2	bergmännischer Vortrieb l = 372 m	€ 5.800.000
3	offene Strecke Ost l = 66 m	€ 165.000
	SUMME	€ 6.215.000

Tabelle 3: Kostenschätzung Variante 2/2 Schlossbergtunnel „mittel“

	Gewerk	Kosten exkl. USt.
1	Rampe Westportal l = 58 m	€ 250.000
2	bergmännischer Vortrieb l = 784 m	€ 12.500.000
3	offene Bauweise Ost l = 26 m	€ 175.000
	SUMME	€ 12.925.000

Tabelle 4: Kostenschätzung Variante 2/3 Schlossbergtunnel „lang“