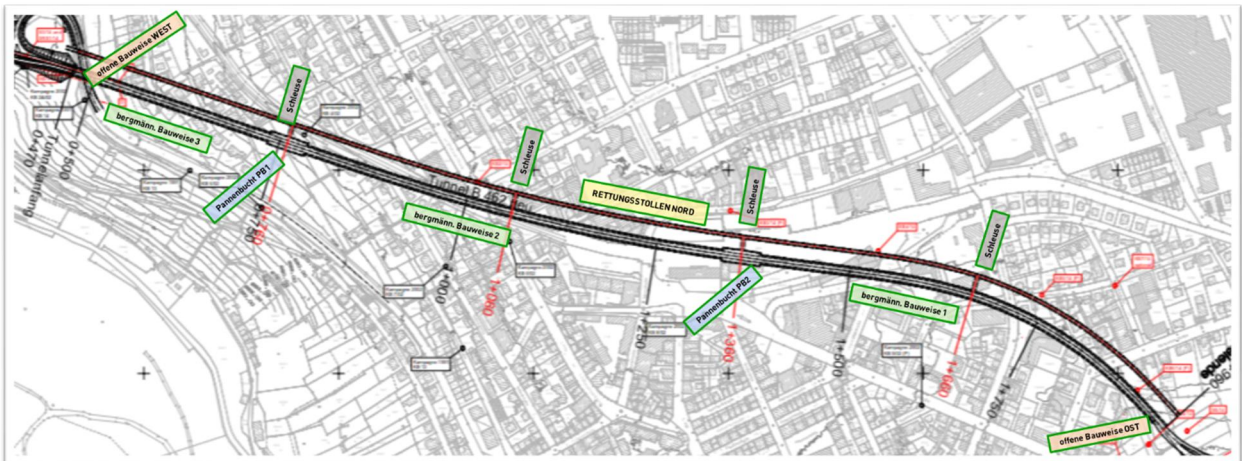


Anlage 11

Tunnel B 462 Freudenstadt

Erläuterungsbericht zur Ermittlung des Massenstroms, Mai 2017

(Feststellungsentwurf / Unterlage 21.2)



Tunnel B 462 Freudenberg

Unterlage 21.2

Erläuterungsbericht zur Ermittlung des Massenstroms

0. Inhalt

	Seite
1. Allgemeines	2
2. Ermittlung Ausbruchvolumina der einzelnen Bauabschnitte	2
3. Ermittlung des Gesamtausbruchvolumens	4
4. Ermittlung Gesamtvolumen des aufgelockerten Festgesteins sowie Ermittlung der Gesamttonnage	4
5. Ermittlung Gesamtanzahl LKW bezogen auf das Gesamtausbruchvolumen	5
6. Ermittlung Vortriebsleistung pro Tag bezogen auf die einzelnen Bauabschnitte	6
7. Ermittlung Anzahl LKW pro Tag bezogen auf die jeweiligen Bauabschnitte	8
8. Ermittlung Vortriebsdauer insgesamt.....	9
9. Aufteilung der Gesamtausbruchmassen für Wiederverwendung	9
10. Vortriebsdauer und LKW Aufkommen pro Tag in graphischer Darstellung	10

Anlagen:

Anlage 1 – Berechnung Ausbruchmassen/ Berechnung Anzahl Transporte

Anlage 2 – Graphische Darstellung Vortriebsdauer/ Anzahl LKW

1. Allgemeines

Für die Vorentwurfsplanung des Tunnels B 462 Freudenstadt werden verschiedene Gutachten erforderlich.

Als Grundlage u.a. für die Erstellung des Luftschadstoffgutachtens wurden von KREBS+KIEFER die bei der Herstellung des Tunnels anfallenden Massenströme für die einzelnen Bauabschnitte errechnet und die sich daraus ergebende Anzahl von LKW- Fahrten insgesamt und pro Tag ermittelt.

Die Berechnungen wurden zur besseren Übersicht in Tabellenform sowie graphisch abgebildet. Diese Darstellungen wurden bereits im Vorfeld an die verschiedenen Projektbeteiligten verteilt und im Rahmen einer Besprechung am 13.10.2016 vorgestellt und liegen diesem Bericht als Anlage 1 und 2 bei.

Im Folgenden werden die durchgeführten Berechnungen kurz erläutert und zusammengefasst.

2. Ermittlung Ausbruchvolumina der einzelnen Bauabschnitte

Für die einzelnen Baubereiche

- + Herstellung Tunnel in offener Bauweise
- + Herstellung Tunnel in bergmännischer Bauweise, Regelquerschnitt
- + Herstellung Tunnel in bergmännischer Bauweise, Pannenbucht
- + Herstellung Rettungstollen, Schleusen

wurden die sich aus den jeweiligen Querschnitten und Abschnittslängen ergebenden Ausbruchvolumina ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 der Anlage 1 dargestellt.

Tunnel B 462 Freudenstadt

Erläuterungsbericht zur Ermittlung des Massenstroms

Es ergeben sich die folgenden Festgesteinsmassen:

+ offene Bauweise Ost und West	7.676 m ³
+ bergmännische Bauweise, Regelquerschnitt	121.740 m ³
+ bergmännische Bauweise, Pannenbucht	14.339 m ³
+ Herstellung Rettungsstollen, Schleusen	22.025 m ³

Im Folgenden sind die einzelnen Bauabschnitte mit den zugehörigen Ausbruchsquerschnitten und Längen sowie den sich ergebenden Volumina, wie auch in Tabelle 1 der Anlage 1 ersichtlich, tabellarisch wiedergegeben. Bei den angegebenen Volumina handelt es sich um die Massen des ungebrochenen Festgesteins. Auf die sich beim Vortrieb ergebenden, aufgelockerten Ausbruchvolumina wird unter Punkt 4 näher eingegangen.

offene Bauweise Ost			offene Bauweise West		
A _{Querschnitt}	119,95	[m ²]	A _{Querschnitt}	119,95	[m ²]
von	1.960,00	[m]	von	500,00	[m]
bis	1.926,00	[m]	bis	470,00	[m]
Länge	34,00	[m]	Länge	30,00	[m]
Volumen	4.078,30	[m ³]	Volumen	3.598,50	[m ³]

bergmänn. Bauweise 1			bergmänn. Bauweise 2			bergmänn. Bauweise 3		
A _{Querschnitt}	91,81	[m ²]	A _{Querschnitt}	91,81	[m ²]	A _{Querschnitt}	91,81	[m ²]
von	1.926,00	[m]	von	1.206,00	[m]	von	606,00	[m]
bis	1.256,00	[m]	bis	656,00	[m]	bis	500,00	[m]
Länge	670,00	[m]	Länge	550,00	[m]	Länge	106,00	[m]
Volumen	61.512,70	[m ³]	Volumen	50.495,50	[m ³]	Volumen	9.731,86	[m ³]

Pannenbucht PB2			Pannenbucht PB1		
A _{Querschnitt}	143,39	[m ²]	A _{Querschnitt}	143,39	[m ²]
von	1.256,00	[m]	von	656,00	[m]
bis	1.206,00	[m]	bis	606,00	[m]
Länge	50,00	[m]	Länge	50,00	[m]
Volumen	7.169,50	[m ³]	Volumen	7.169,50	[m ³]

Rettungsstollen Nord			Schleusen		
A _{Querschnitt}	12,50	[m ²]	A _{Querschnitt}	25,19	[m ²]
von	-	[m]	Anzahl	4,00	[St]
bis	1.488,00	[m]	Länge	34,00	[m]
Länge	1.488,00	[m]			[m ³]
Volumen	18.600,00	[m ³]	Volumen	3.425,84	[m ³]

3. Ermittlung des Gesamtausbruchvolumens

In Tabelle 2 der Anlage 1 wird das Gesamtvolumen der einzelnen Bauabschnitte aus Tabelle 1 zusammengefasst. Es ergibt sich demnach eine Gesamtausbruchmasse von 165.781,70 m³ ungebrochenes Festgestein.

Gesamtvolumen	offene Bauweise	7.676,80	[m ³]
	bergmännische Bauweise	121.740,06	[m ³]
	Pannenbuchten	14.339,00	[m ³]
	Rettungsstollen	18.600,00	[m ³]
	Schleusen	3.425,84	[m ³]
	Summe	165.781,70	[m ³]

4. Ermittlung Gesamtvolumen des aufgelockerten Festgesteins sowie Ermittlung der Gesamttonnage

In Tabelle 2 der Anlage 1 ist das Gesamtausbruchvolumen des ungelösten Festgesteins wiedergegeben. Beim Lösen des Materials kommt es jedoch zu einer Auflockerung, womit sich das Ausbruchvolumen erhöht. Das Volumen des aufgelockerten Materials errechnet sich demnach mit einem Auflockerungsfaktor. Dieser wurde mit 40 % angesetzt.

Somit ergibt sich das in Tabelle 3 der Anlage 1 stehende Gesamtvolumen der gelösten und aufgelockerten Ausbruchmasse von 232.094,38 m³.

Aus dem aufgelockerten Gesamtvolumen ergibt sich mittels eines Schüttgewicht-Faktors, welcher abhängig ist von der Dichte des Ausbruchmaterials, die Tonnage des gelösten Gesamtausbruchs von insgesamt 348.141,57 t.

Gesamter Ausbruch aufgelockert		
Auflockerungsfaktor	40,00	[%]
Volumen _{aufgelockert}	232.094,38	[m ³]
Schüttgewicht	1,50	[t/m ³]
Gewicht	348.141,57	[t]

5. Ermittlung Gesamtanzahl LKW bezogen auf das Gesamtausbruchvolumen

Mit der in Tabelle 3 errechneten aufgelockerten Ausbruchmasse bzw. deren Gewicht lassen sich die insgesamt auf das Ausbruchvolumen-/ gewicht bezogenen Transportfahrten errechnen bzw. darstellen.

In Tabelle 4 der Anlage 1 sind hierfür zunächst zwei unterschiedliche Fahrzeugtypen aufgeführt, mit deren zugehörigem Ladevolumen sowie Ladegewicht. Zum einen ist der LKW-Typ „Vier- Achser“ aufgeführt, mit einem zugehörigen Ladegewicht von 18 to und einem Ladevolumen von 12 m³. Des Weiteren ist ein Fahrzeugtyp mit einem größeren Ladegewicht von 27 to und einem Ladevolumen von 25 m³, der „Kippsattel“, aufgeführt.

In der Tabelle 4 ist für jeden Fahrzeugtyp zum einen die Gesamtanzahl der Transporte bezogen auf das Gesamtausbruchvolumen/ Ladevolumen sowie zum anderen auf das Gesamtausbruchgewicht/ Ladegewicht angegeben. Das bedeutet, dass sich für einen Vier- Achser mit 18 to, bezogen auf das Gesamtausbruchgewicht, insgesamt 19.342 Transportfahrten ergeben. Für die 12 m³ Ladevolumen des Vier- Achsers ergeben sich bezogen auf das Gesamtausbruchvolumen ebenfalls 19.342 Transportfahrten. Somit ergeben sich sowohl auf das Gesamtausbruchgewicht als auch auf das Gesamtausbruchvolumen bezogen, für den Vier- Achser die gleiche Anzahl an Transporten.

Für den Kippsattel mit 27 Tonnen möglichem Ladegewicht ergeben sich insgesamt 12.895 Transportfahrten, bezogen auf das Gesamtausbruchgewicht. Mit den 25 m³ Ladevolumenkapazität des Kippsattels ergeben sich, bezogen auf das Gesamtausbruchvolumen, lediglich 9.284 Transportfahrten. Da der Kippsattel maximal 25 m³ Ladekapazität besitzt, diese jedoch aufgrund der Art/ Dichte des Materials die maximal zulässigen 27 Tonnen überschreiten würden, ist in diesem Fall für den Kippsattel das Ladegewicht maßgebend. Somit ergeben sich im Falle des Einsatzes von Kippsatteln insgesamt 12.895 Transportfahrten.

Anzahl LKW Gesamtausbruch						
LKW	Ladegewicht	Anzahl	Ladevolumen	Anzahl	maßgebend	
Vier-Achser	18,00 [t]	19.342	12,00 [m ³]	19.342	gleich	
Kippsattel	27,00 [t]	12.895	25,00 [m ³]	9.284	Ladegewicht	
nn	0,00 [t]		0,00 [m ³]			

6. Ermittlung Vortriebsleistung pro Tag bezogen auf die einzelnen Bauabschnitte

Um die LKW- Fahrten, welche pro Tag anfallen könnten, darstellen zu können, ist zunächst die Ermittlung/ Darstellung der täglichen Vortriebsleistung erforderlich.

Hierfür zeigt die Tabelle 5 der Anlage 1 zunächst die einzelnen Bauabschnitte:

- + Herstellung Tunnel in offener Bauweise Ost
- + Herstellung Tunnel in offener Bauweise West
- + Herstellung Tunnel in bergmännischer Bauweise, Regelquerschnitt
- + Herstellung Tunnel in bergmännischer Bauweise, Pannenbucht
- + Herstellung Rettungstollen
- + Herstellung Schleusen

Unterteilt sind die jeweiligen Bauabschnitte in die beim Vortrieb herzustellenden Auffahrquerschnitte „Kalotte“ und „Sohle“. Der Kalottenvortrieb umfasst in der Regel ca. die oberen 60% des Tunnelquerschnitts und der Sohlvortrieb ca. die unteren 40% des Querschnitts. In der Regel wird lediglich bei der Herstellung des Regelquerschnitts und der Pannenbuchten (beides bergmännische Bauweise) ein Kalotten- und Sohlvortrieb durchgeführt werden. Die übrigen Bauabschnitte (offene Bauweise, Rettungstollen und Schleusen) werden in der Regel mittels Vollausbuch, d.h. ohne Unterteilung des Querschnitts, erfolgen. Lediglich bei besonderen Vorkommnissen, wie z.B. beim Antreffen einer besonderen geologischen Situation (Störungszone o.ä.), kann hier eventuell ebenfalls ein Teilausbuch notwendig werden.

Je nach Vortriebsart (Kalottenvortrieb, Sohlvortrieb, Vollausbuch) ist in der Tabelle 5 zunächst je Bauabschnitt der zugehörige Querschnitt angegeben. Das bedeutet, für die Herstellung der offenen Bauweise, des Rettungstollens und der Schleusen ist der vollflächige Ausbruchquerschnitt angegeben (siehe auch Tabelle 1). Lediglich für die Herstellung des Regelquerschnitts (bergmännische Bauweise) und der Pannenbuchten wird unterschieden zwischen Kalottenvortrieb (60% des Querschnitts) und Sohlvortrieb (40% des Querschnitts). Demnach ergibt sich für diese beiden Vortriebe eine jeweils anteilige Querschnittsfläche. Für die einzelnen Bauabschnitte ergeben sich somit folgende Querschnittsflächen:

+ Tunnel offene Bauweise Ost:		119,95 m ²
+ Tunnel offene Bauweise West:		119,95 m ²
+ Tunnel bergmännische Bauweise:	Kalotte	55,09 m ²
	Sohle	36,72 m ²
+ Tunnel Pannenbucht:	Kalotte	86,03 m ²
	Sohle	57,36 m ²
+ Rettungstollen:		12,05 m ²
+ Schleusen:		25,19 m ²

Tunnel B 462 Freudenstadt

Erläuterungsbericht zur Ermittlung des Massenstroms

Weiter wurde in Tabelle 5 je Bauabschnitt eine Vortriebsleistung pro Tag angesetzt. Diese beträgt für die einzelnen Bauabschnitte:

+ Tunnel offene Bauweise Ost:		1 m/d
+ Tunnel offene Bauweise West:		1 m/d
+ Tunnel bergmännische Bauweise:	Kalotte	4 m/d
	Sohle	6 m/d
+ Tunnel Pannenbucht:	Kalotte	2 m/d
	Sohle	3 m/d
+ Rettungstollen:		2,5 m/d
+ Schleusen:		2 m/d

Aus der angesetzten Vortriebsleistung pro Tag (siehe oben) multipliziert mit dem zugehörigen Ausbruchquerschnitt (siehe oben) ergeben sich je Bauabschnitt die folgenden Ausbruchvolumina pro Tag:

+ Tunnel offene Bauweise Ost:		167,93 m³
+ Tunnel offene Bauweise West:		167,93 m³
+ Tunnel bergmännische Bauweise:	Kalotte	308,48 m³
	Sohle	308,48 m³
+ Tunnel Pannenbucht:	Kalotte	240,90 m³
	Sohle	240,90 m³
+ Rettungstollen:		43,75 m³
+ Schleusen:		70,53 m³

Abschläge	Kalotte		Vortriebsleistung		
	[%]	[m²]	[m/d]	[m³]	[t]
offene Bauweise Ost	100	119,95	1	167,93	251,90
offene Bauweise West	100	119,95	1	167,93	251,90
bergmännische Bauweise	60	55,09	4	308,48	462,72
Pannenbuchten	60	86,03	2	240,90	361,34
Rettungstollen Nord	100	12,50	2,5	43,75	65,63
Schleusen	100	25,19	2	70,53	105,80
Abschläge	Sohle		Vortriebsleistung		
	[%]	[m²]	[m/d]	[m³]	[t]
offene Bauweise Ost	0	-	0	-	-
offene Bauweise West	0	-	0	-	-
bergmännische Bauweise	40	36,72	6	308,48	462,72
Pannenbuchten	40	57,36	3	240,90	361,34
Rettungstollen Nord	0	-	0	-	-
Schleusen	0	-	0	-	-

7. Ermittlung Anzahl LKW pro Tag bezogen auf die jeweiligen Bauabschnitte

In Tabelle 5 der Anlage 1 ist für die einzelnen Bauabschnitte das Ausbruchvolumen-/ gewicht pro Tag aufgeführt. In Tabelle 6 wird nun, bezogen auf das in Tabelle 5 angegebene Ausbruchvolumen-/ gewicht, das LKW- Aufkommen pro Tag und je Bauabschnitt dargestellt. Hierfür wurden die Ausbruchvolumina/- tonnagen der einzelnen Bauabschnitte und der jeweiligen Ausbruchverfahren (Kalotten- und Sohlvortrieb) durch die möglichen Ladevolumina/ Tonnagen der beiden Fahrzeugtypen „Vier- Achser“ und „Kippsattel“ dividiert, wodurch sich die folgenden LKW- Fahrten pro Tag ergeben:

Vier- Achser:

+ Tunnel offene Bauweise Ost:		14 LKW- Fahrten
+ Tunnel offene Bauweise West:		14 LKW- Fahrten
+ Tunnel bergmännische Bauweise:	Kalotte	26 LKW- Fahrten
	Sohle	26 LKW- Fahrten
+ Tunnel Pannenbucht:	Kalotte	21 LKW- Fahrten
	Sohle	21 LKW- Fahrten
+ Rettungstollen:		4 LKW- Fahrten
+ Schleusen:		6 LKW- Fahrten

Kippsattel:

+ Tunnel offene Bauweise Ost:		10 LKW- Fahrten
+ Tunnel offene Bauweise West:		10 LKW- Fahrten
+ Tunnel bergmännische Bauweise:	Kalotte	18 LKW- Fahrten
	Sohle	18 LKW- Fahrten
+ Tunnel Pannenbucht:	Kalotte	14 LKW- Fahrten
	Sohle	14 LKW- Fahrten
+ Rettungstollen:		3 LKW- Fahrten
+ Schleusen:		4 LKW- Fahrten

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich ist, wird eine Unterscheidung zwischen Kalotte und Sohle vorgenommen, da die Ausbruchverfahren Kalotten- und Sohlvortrieb getrennt voneinander durchgeführt werden, so dass es sinnvoll ist, hierfür jeweils eine separate Anzahl von LKW- Fahrten zu betrachten.

Anzahl LKW/d je Bauabschnitt						
	Vier-Achser		Kippsattel		nn	
	Kalotte	Sohle	Kalotte	Sohle	Kalotte	Sohle
offene Bauweise O	14	0	10	0	0	0
offene Bauweise W	14	0	10	0	0	0
bergmänn. Bauweise	26	26	18	18	0	0
Pannenbuchten	21	21	14	14	0	0
Rettungstollen N	4	0	3	0	0	0
Schleusen	6	0	4	0	0	0

8. Ermittlung Vortriebsdauer insgesamt

In Tabelle 7 der Anlage 1 wurde auf Basis der angenommenen Vortriebsleistung aus Tabelle 5 und der Längen der jeweiligen Bauabschnitte aus Tabelle 1 die Vortriebsdauer insgesamt ermittelt.

Insgesamt ergibt sich linear betrachtet somit eine Vortriebsdauer von ca. 5 Jahren. Zu beachten ist hierbei jedoch, dass sich die jeweils ermittelten einzelnen Vortriebsdauern aufaddieren. Da sich die Herstellung der jeweiligen Bauabschnitte im späteren Bauablauf jedoch zeitlich teilweise überschneiden werden, ergibt sich hieraus insgesamt eine kürzere Vortriebsdauer (< 5 Jahre). Die Herstellungsdauer der einzelnen Bauabschnitte und damit die sich eigentlich ergebende Vortriebsdauer ist in Anlage 2 graphisch aufbereitet und unter Punkt 10 genauer erläutert.

Vortriebsdauer	Kalotte	Sohle	S			
	[d]	[d]	[d]	[Wochen]	[Monate]	[a]
offene Bauweise Ost	34,0	-	34,0	4,9	1,1	0,1
offene Bauweise West	30,0	-	30,0	4,3	1,0	0,1
bergm. Bauweise 1	167,5	111,7	279,2	39,9	9,3	0,8
bergm. Bauweise 2	137,5	91,7	229,2	32,7	7,6	0,6
bergm. Bauweise 3	26,5	17,7	44,2	6,3	1,5	0,1
bergm. Bauweise gesamt	331,5	221,0	552,5	78,9	18,4	1,5
Pannenbucht PB2	25,0	16,7	41,7	6,0	1,4	0,1
Pannenbucht PB1	25,0	16,7	41,7	6,0	1,4	0,1
Pannenbuchten gesamt	50,0	33,3	83,3	11,9	2,8	0,2
Rettungsstollen Nord	595,2	-	595,2	85,0	19,8	1,6
Schleusen	68,0	-	68,0	9,7	2,3	0,2
(lineare Abfolge!) S			1.998,9	285,6	66,6	5,5

9. Aufteilung der Gesamtausbruchmassen für Wiederverwendung

In Tabelle 8 der Anlage 1 ist dargestellt, wieviel Volumen ungebrochenen Festgesteins zur Hangauffüllung im Bereich „Boschenloch“ zur Verwendung finden könnte. In Tabelle 8 ist auch dargestellt, wieviel Volumen für die Herstellung der Lärmschutzwälle am Portal Ost finden könnte und wieviel Restvolumen zur Verfügung stehen würde.

Hierfür wurde zunächst ein mögliches Einbauvolumen im Bereich „Boschenloch“ von ca. 30.000 m³ abgeschätzt. Setzt man an, dass beim Einbau des Materials eine Restauflockerung von 15 % bestehen bleibt, so ergibt sich ein benötigtes Volumen ungebrochenen Festgesteins von 26.087 m³. Im Bereich Portal Ost würde ein Einbauvolumen für den Lärmschutzwall von ca. 2.000 m³ abgeschätzt.

Dieses Volumen könnte beispielsweise aus dem Ausbruchvolumen des gesamten Rettungsstollens. Aus welchen Bauwerksbereichen genau das Material zur Hangvorschüttung herangezogen werden könnte,

lässt sich jedoch im Zuge der Bauausführung in Abhängigkeit von den Randbedingungen des Baubetriebs noch festlegen.

Hangaufschüttung Boschenloch und Herstellung Lärmschutzwall Ost					
Volumen _{Einbau} ca.		32.000	[m³]		
Auflockerungsfaktor		15	[%] für eingebautes Material		
dies entspricht		27.826	m³ ungebrochenes Festgestein		
8	Auffüllung z.B. mit:				
	+ Aushub Bereich offene Bauweise Ost				
	+ Aushub Bereich offene Bauweise West				
	+ Ausbruch Rettungstollen				
Restausbruchmaterial					
Volumen _{Einbau} ca.		158.649	[m³]		
Auflockerungsfaktor		15	[%] für eingebautes Material		
dies entspricht		137.956	m³ ungebrochenes Festgestein		

10. Vortriebsdauer und LKW Aufkommen pro Tag in graphischer Darstellung

In der Anlage 2 ist zunächst die Vortriebsdauer der einzelnen Bauabschnitte graphisch dargestellt. Setzt man den Bauablauf und damit die teilweise überschneidende Herstellung der einzelnen Bauabschnitte wie in Anlage 2 an, so ergibt sich für die Herstellung der aufgeführten Bauabschnitte eine reine Vortriebsdauer (kein Innenausbau und vorbereitende Maßnahmen etc.) von ungefähr 2 Jahren.

Die zweite graphische Abbildung in Anlage 2 zeigt das LKW Aufkommen pro Tag über die Vortriebsdauer verteilt, einmal für den Einsatz von Vier- Achsern und einmal für den Einsatz von Kippsattel. Erkennen lässt sich hier deutlich, dass der Einsatz von größeren Fahrzeugen mit größerem möglichem Ladevolumen- bzw. Gewicht die Anzahl des LKW Aufkommens pro Tag minimiert.

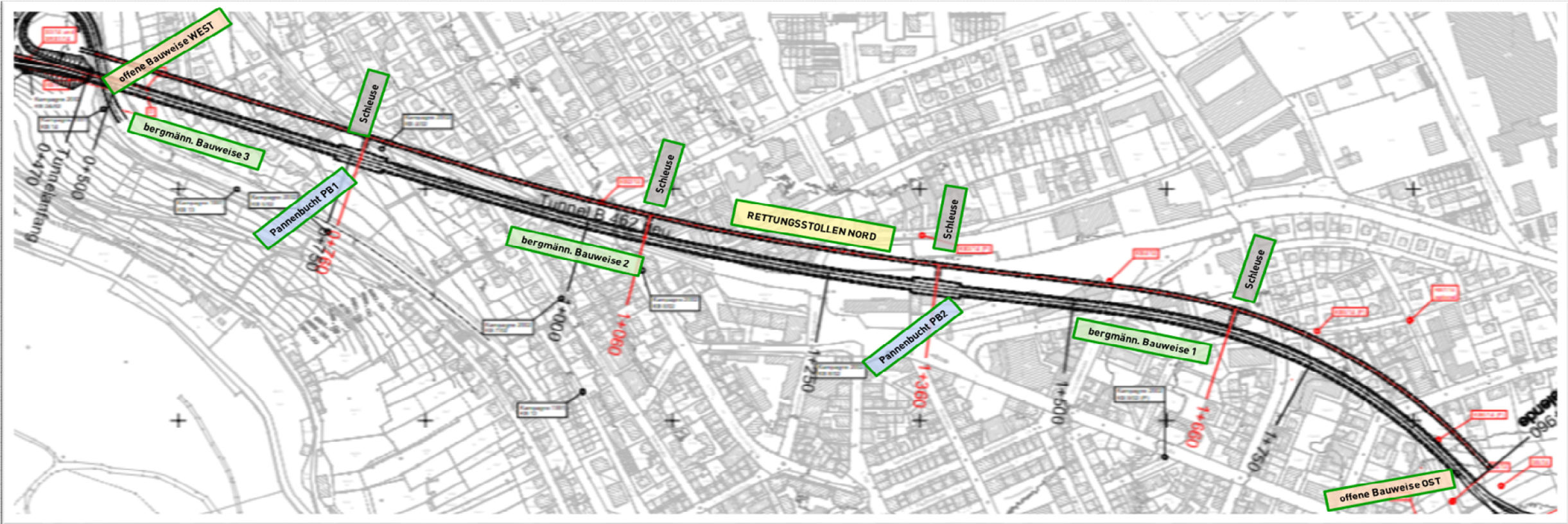
Aufgestellt:

Karlsruhe und Stuttgart, den 04.05.2017

i.A. Evelyn Schickle M. Sc.

i. A. Laia Pagès, Dr. Ing.

Anlagen: Anlage 1 – Berechnung Ausbruchmassen/ Berechnung Anzahl Transporte
Anlage 2 – Graphische Darstellung Vortriebsdauer/ Anzahl LKW



F:\16\5528\y\LKW Massenstrom\archiv\LKW Massenstrom (alt)\(Kopie von Freudenstadt_Massenstrom.xlsx)\Übersicht_Ermittlung_Massen

Baubereiche von Ost nach West - Volumen Ausbruch																				
offene Bauweise Ost			bergmänn. Bauweise 1		Pannenbucht PB2		bergmänn. Bauweise 2		Pannenbucht PB1		bergmänn. Bauweise 3		offene Bauweise West							
A _{Querschnitt}	119,95	[m²]	A _{Querschnitt}	91,81	[m²]	A _{Querschnitt}	143,39	[m²]	A _{Querschnitt}	91,81	[m²]	A _{Querschnitt}	143,39	[m²]	A _{Querschnitt}	91,81	[m²]	A _{Querschnitt}	119,95	[m²]
von	1.960,00	[m]	von	1.926,00	[m]	von	1.256,00	[m]	von	1.206,00	[m]	von	656,00	[m]	von	606,00	[m]	von	500,00	[m]
bis	1.926,00	[m]	bis	1.256,00	[m]	bis	1.206,00	[m]	bis	656,00	[m]	bis	606,00	[m]	bis	500,00	[m]	bis	470,00	[m]
Länge	34,00	[m]	Länge	670,00	[m]	Länge	50,00	[m]	Länge	550,00	[m]	Länge	50,00	[m]	Länge	106,00	[m]	Länge	30,00	[m]
Volumen	4.078,30	[m³]	Volumen	61.512,70	[m³]	Volumen	7.169,50	[m³]	Volumen	50.495,50	[m³]	Volumen	7.169,50	[m³]	Volumen	9.731,86	[m³]	Volumen	3.598,50	[m³]

Rettungsstollen und Schleusen - Volumen Ausbruch					
Rettungsstollen Nord			Schleusen		
A _{Querschnitt}	12,50	[m²]	A _{Querschnitt}	25,19	[m²]
von	-	[m]	Anzahl	4,00	[St]
bis	1.488,00	[m]	Länge	34,00	[m]
Länge	1.488,00	[m]			
Volumen	18.600,00	[m³]	Volumen	3.425,84	[m³]

Gesamtvolumen	offene Bauweise	7.676,80	[m³]
	bergmännische Bauweise	121.740,06	[m³]
	Pannenbuchten	14.339,00	[m³]
	Rettungsstollen	18.600,00	[m³]
	Schleusen	3.425,84	[m³]
	Summe	165.781,70	[m³]

Anlage 1

Berechnung Anzahl Transporte

F:\16\5528\xy\LKW Massenstrom\archiv\LKW Massentrom (alt)\Kopie von Freudenstadt_Massenstrom.xlsx\Übersicht_Ermittlung_Massen

Gesamter Ausbruch aufgelockert		
Auflockerungsfaktor	40,00	[%]
Volumen _{aufgelockert}	232.094,38	[m³]
Schüttgewicht	1,50	[t/m³]
Gewicht	348.141,57	[t]

Anzahl LKW Gesamtausbruch						
LKW	Ladegewicht	Anzahl	Ladevolumen	Anzahl	maßgebend	
Vier-Achser	18,00	[t]	19.342	12,00	[m³]	19.342
Kippsattel	27,00	[t]	12.895	25,00	[m³]	9.284
nn	0,00	[t]		0,00	[m³]	

Abschläge	Kalotte		Vortriebsleistung		
	[%]	[m²]	[m/d]	[m³]	[t]
offene Bauweise Ost	100	119,95	1	167,93	251,90
offene Bauweise West	100	119,95	1	167,93	251,90
bergmännische Bauweise	60	55,09	4	308,48	462,72
Pannenbuchten	60	86,03	2	240,90	361,34
Rettungsstollen Nord	100	12,50	2,5	43,75	65,63
Schleusen	100	25,19	2	70,53	105,80
Abschläge	Sohle		Vortriebsleistung		
	[%]	[m²]	[m/d]	[m³]	[t]
offene Bauweise Ost	0	-	0	-	-
offene Bauweise West	0	-	0	-	-
bergmännische Bauweise	40	36,72	6	308,48	462,72
Pannenbuchten	40	57,36	3	240,90	361,34
Rettungsstollen Nord	0	-	0	-	-
Schleusen	0	-	0	-	-

Anzahl LKW/d je Bauabschnitt						
	Vier-Achser		Kippsattel		nn	
	Kalotte	Sohle	Kalotte	Sohle	Kalotte	Sohle
offene Bauweise O	14	0	10	0	0	0
offene Bauweise W	14	0	10	0	0	0
bergmän. Bauweise	26	26	18	18	0	0
Pannenbuchten	21	21	14	14	0	0
Rettungsstollen N	4	0	3	0	0	0
Schleusen	6	0	4	0	0	0

Vortriebsdauer	Kalotte		Sohle		S		
	[d]	[d]	[d]	[Wochen]	[Monate]	[a]	
offene Bauweise Ost	34,0	-	34,0	4,9	1,1	0,1	
offene Bauweise West	30,0	-	30,0	4,3	1,0	0,1	
bergm. Bauweise 1	167,5	111,7	279,2	39,9	9,3	0,8	
bergm. Bauweise 2	137,5	91,7	229,2	32,7	7,6	0,6	
bergm. Bauweise 3	26,5	17,7	44,2	6,3	1,5	0,1	
bergm. Bauweise gesamt	331,5	221,0	552,5	78,9	18,4	1,5	
Pannenbucht PB2	25,0	16,7	41,7	6,0	1,4	0,1	
Pannenbucht PB1	25,0	16,7	41,7	6,0	1,4	0,1	
Pannenbuchten gesamt	50,0	33,3	83,3	11,9	2,8	0,2	
Rettungsstollen Nord	595,2	-	595,2	85,0	19,8	1,6	
Schleusen	68,0	-	68,0	9,7	2,3	0,2	
(lineare Abfolge!)			S	1.998,9	285,6	66,6	5,5

Hangaufschüttung Boschenloch + Herstellung Lärmschutzwälle Ost		
Volumen _{Einbau} ca.	32.000	[m³]
Auflockerungsfaktor	15	[%] für eingebautes Material
dies entspricht	27.826	m³ ungebrochenes Festgestein
Auffüllung z.B. mit:		
+ Aushub Bereich offene Bauweise Ost		
+ Aushub Bereich offene Bauweise West		
+ Ausbruch Rettungsstollen		
Restausbruchmaterial		
Volumen _{Einbau} ca.	158.649	[m³]
Auflockerungsfaktor	15	[%] für eingebautes Material
dies entspricht	137.956	m³ ungebrochenes Festgestein

Unterlage 21.2

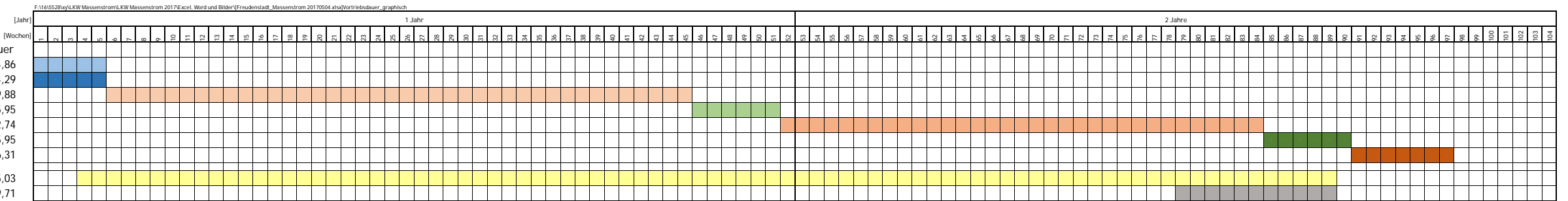
Tunnel B 462 Freudenstadt



Anlage 2

Vortriebsdauer

Tunnelvortrieb von Osten nach Westen		
	Anfang	Ende
offene Bauweise Ost	1	5,00
offene Bauweise West	1	5
bergmänn. Bauweise 1	6,00	45
Pannenbucht PB2	46	51
bergmänn. Bauweise 2	52	84
Pannenbucht PB1	85	90
bergmänn. Bauweise 3	91	97
Rettungsstollen Nord	4	89
Schleusen	79	89

Anzahl LKW

Month	Days
Jan	31
Feb	28
Mar	31
Apr	30
May	31
Jun	30
Jul	31
Aug	31
Sep	30
Oct	31
Nov	30
Dec	31

[illegible]