

<p>Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern</p> <p>Straße / Abschnittsnummer / Station: B 2 / Abschn. 255, Stat. 0,000 – Abschn. 230, Stat. 7,045</p>
<p>B 2 München-Mittenwald</p> <p>Verlegung östlich Garmisch-Partenkirchen mit Wanktunnel</p> <p>Bau-km 0+000 bis Bau-km 4+869</p>
<p>PROJIS-Nr.: 09 890645 00</p>



FESTSTELLUNGSENTWURF

Variantenuntersuchung Lüftungssysteme

<p>aufgestellt: Staatliches Bauamt Weilheim</p> <p>Scheckinger, Ltd. Baudirektor Weilheim, den 14.02.2025</p>	



PLANUNGSGEMEINSCHAFT WANKTUNNEL ILF / M+H

B2 Ortsumfahrung östlich Garmisch-Partenkirchen mit Wanktunnel

VARIANTENUNTERSUCHUNG LÜFTUNGSSYSTEME

13.09.2021

Dok-ID Aconex
B_TU_02_300_VU_00_0002_1

Dok-ID (intern)
11718-ILF-REP-0010



REVISIONSVERZEICHNIS

1	13.09.2021	Änderung Dok-Nr.	K.M.	F.K.	-
0	13.09.2021	Finale Ausgabe	K.M.	F.K.	-
REV	DATUM	AUSGABE, ART DER ÄNDERUNG	ERSTELLT	GEPRÜFT	FREIGELEG



INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG.....	5
1.1	Planungsgeschichte Linienführung.....	5
1.2	Untersuchung Tunnelsystem.....	5
1.3	Bearbeitungsumfang	5
1.4	Grundlagen	8
1.4.1	Entwurfsgrundsätze Verkehrsanlage.....	8
1.4.2	Entwurfsgrundsätze Tunnel.....	8
1.4.3	Richtlinien und Vorschriften.....	8
1.4.4	Projektbezogene Dokumente	8
2	VARIANTEN	9
2.1	Tunnelsystem.....	9
2.2	Schachtstandort	9
2.3	Beschreibung der Lüftungssysteme	10
2.3.1	Variante 1: Absaugung über Luftkanal mit Lüfterkaverne und Schacht in Tunnelmitte	11
2.3.2	Variante 2: Absaugung über Luftkanal mit Lüftergebäude am Südportal.....	12
2.3.3	Variante 3: Absaugung über Luftkanal mit Lüftergebäuden an beiden Portalen..	13
2.3.4	Mengen.....	13
3	LÜFTUNGS AUSLEGUNG	15
3.1	Normalbetrieb.....	15
3.2	Brandfall.....	16
3.3	Zusammenfassung der Lüftungsauslegung.....	18
4	UMWELTASPEKTE.....	19
4.1.1	Variante 1.....	19
4.1.2	Variante 2.....	20
4.2	Flächeninanspruchnahme und Kompensationsbedarf	21
4.2.1	Dauerhafte Flächeninanspruchnahme.....	21
4.2.2	Temporäre Flächeninanspruchnahme	21
5	BEWERTUNG DER SYSTEME	22
5.1	Zielsetzungen und Vorgangsweise beim Variantenvergleich	22
5.2	Bewertung.....	22
5.3	Gewichtung	22
5.4	Themenbereiche und Kriterien	23
5.4.1	Technik	23

5.4.2	Umwelt – Schutzgut Mensch und Natur.....	24
5.5	Kriterien und Zielerfüllung.....	24
5.5.1	Energieversorgung.....	24
5.5.2	Betriebstechn. Ausstattung – Aufwand für Lüftung	24
5.5.3	Sicherheitstechnische Aspekte Betriebstechnik.....	24
5.5.4	Initialkosten (Investitionskosten) Bau	25
5.5.5	Initialkosten betriebstechnische Ausstattung	26
5.5.6	Ausführungsrisiken.....	26
5.5.7	Baulicher Umgriff / Bauteile sowie Baulogistik / Zugänglichkeit	27
5.5.8	Bauzeit.....	28
5.5.9	Betriebskosten für die betriebstechn. Ausstattung – Lüftung	28
5.5.10	Kosten Unterhaltung und Instandsetzung für die betriebstechn. Ausstattung	28
5.5.11	Kosten Unterhaltung und Instandsetzung für das Tunnelbauwerk.....	29
5.5.12	Randbedingungen für Bauwerksprüfung, betriebliche Inspektionen und Unterhaltungsmaßnahmen.....	29
5.5.13	Natur- und Artenschutz	30
5.5.14	Lufthygienische Aspekte – Auswirkungen auf Mensch und Natur.....	32
5.5.15	Mensch (Akzeptanz/Betroffenheit von Anwohner)	32
6	ZUSAMMENFASSUNG UND FESTLEGUNG DER VORZUGSVARIANTE.....	33



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Mengendaten der Querschnitte	13
Tabelle 2: Bewertungsskala zur Vorgabe der Zielerfüllung	22
Tabelle 3: Gewichtung der Kriterien	23
Tabelle 4: Kostenschätzung Investitionskosten	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Regelquerschnitt, Luftkanal 14 m ²	6
Abbildung 2: Regelquerschnitt, Luftkanal 16 m ²	7
Abbildung 3: Einröhriger Gegenverkehrstunnel mit Fahrbahn und Rettungsweg	9
Abbildung 4: Ausschnitt nördlicher Tunnelabschnitt mit Stachtstandort	10
Abbildung 5: Raumbedarf Lüfterkavernen	14
Abbildung 6: Lageplan Variante 1 und 2 mit Schutzgebieten	19

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Entscheidungsmatrix zur Wahl der Lüftungsvariante	34
Anlage 2: Tunnel-/Lüftungssysteme	34
Anlage 3: Mengenermittlung Querschnitte	34
Anlage 4: Natur- und artenschutzfachliche Einschätzung, NRT 27.05.2021	34
Anlage 5: Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem, HBI 12.07.21	34
Anlage 6: Zusammenfassung Investitionskosten	34



1 AUFGABENSTELLUNG

1.1 Planungsgeschichte Linienführung

Für die Verlegung der B2 östlich von Garmisch-Partenkirchen mit Wanktunnel wurde 2010-11 der Entwurf bearbeitet sowie die Unterlagen zur Planfeststellung erstellt, welche jedoch nicht bei der Behörde zur Genehmigung eingereicht wurden.

Die Ausarbeitung der Vorplanung einschließlich Variantenuntersuchung sowie die Erstellung der Entwurfsunterlagen wurden nach dem zum damaligen Zeitpunkt gültigen Regelwerk durchgeführt. Zwischenzeitlich hat sich das Regelwerk (Einführung der RAL, Überarbeitung RStO und dgl.) bezüglich wesentlicher Trassierungsparameter (Mindestradien, Längen der Trassierungselemente, etc.) geändert, so dass eine vollumfängliche Überarbeitung der Planung der Verkehrsanlage 2019-20 erforderlich war.

Für die Auswahl der Linienführung der neuen Trasse der Bundesstraße 2 wurden hier 3 grundsätzliche Varianten untersucht und die, der gegenständlichen Variantenuntersuchung zugrunde liegende Linienführung als Vorzugsvariante (Trassenvariante A) bestimmt.

1.2 Untersuchung Tunnelsystem

Im Zuge der Vorplanung 2010-2011 wurden für die Festlegung des Lüftungssystems eine Variantenuntersuchung für das Tunnelsystem (1-röhrig / 2-röhrig) und das Lüftungssystem untersucht.

Die Festlegung eines 1-röhrigen Gegenverkehrstunnels mit Rettungstollen basiert auf der damaligen Variantenuntersuchung. Mit der Verkehrsprognose bis 2035 erhöhen sich die Verkehrswerte, sie liegen aber immer noch in der Größenordnung welche diese Festlegung weiterhin bestätigen.

Die Ausarbeitung der Variantenuntersuchung wurden nach dem zum damaligen Zeitpunkt gültigen Regelwerk (RABT 2006, ZTV-ING) sowie Verkehrsuntersuchung 2010 durchgeführt. Zwischenzeitlich hat sich das Regelwerk (Einführung der EABT 80/100, ZTV-ING und dgl.) sowie die Verkehrsdaten (Verkehrsuntersuchung 2018) geändert, so dass bezüglich des Lüftungssystems eine erneute Variantenuntersuchung durchgeführt wurde.

1.3 Bearbeitungsumfang

Die vorliegende Untersuchung umfasst

- Untersuchung der Lüftungstechnischen Varianten (elektrotechnische und maschinentechnische Planung) durch Planungsgemeinschaft GBI / HBI
- Natur- und artenschutzfachliche Einschätzung der Lüftervarianten durch NRT
- Bautechnische Bearbeitung der Lüftungsvarianten durch PGW

Grundsätzlich wurden seitens des Lüftungsplaners hier folgende Varianten untersucht:

1. Lüftungszentrale mit Lüfterstation/Schacht ca. in Tunnelmitte
2. Lüftungszentrale mit Lüfterstation/Kamin am Südportal
3. Lüftungszentralen mit Lüfterstation/Kamin an beiden Portalen Nord und Süd



Hierzu wurden ergänzend Untersuchungen zur möglichen Situierung der Lüfterstationen/Kamin in Portalnähe und Tunneleingangsbereich durchgeführt. Auf Basis dieser Voruntersuchung wurden folgende ergänzende Festlegungen getroffen:

- Variante 2: Das Lüftergebäude wird aufgrund der Nähe des Tunnelportals Nord zum dichteren Siedlungsraum am Südportal situiert
- Variante 2 und 3: Die Lüftergebäude werden aus wirtschaftlichen Gründen direkt an den Portalen situiert, da dies eine Herstellung in offener Bauweise ermöglicht. Eine Situierung ca. 300 - 400 m von den Portalen entfernt (Ende des Luftkanals) ist im Südabschnitt aufgrund der anstehenden ungünstigen geotechnischen Verhältnisse nicht wirtschaftlich und im Norden bedingt die Topographie hier Schächte mit einer Höhe über 50 m und einem Kaminstandort relativ nahe an der Bebauung.

In einer Wirtschaftlichkeits- und Machbarkeitsuntersuchung zu Luftkanalgrößen wurden die Luftkanalquerschnitte wie folgt bestimmt:

Variante 1 und 3: Luftkanalquerschnitt rund 14 m²

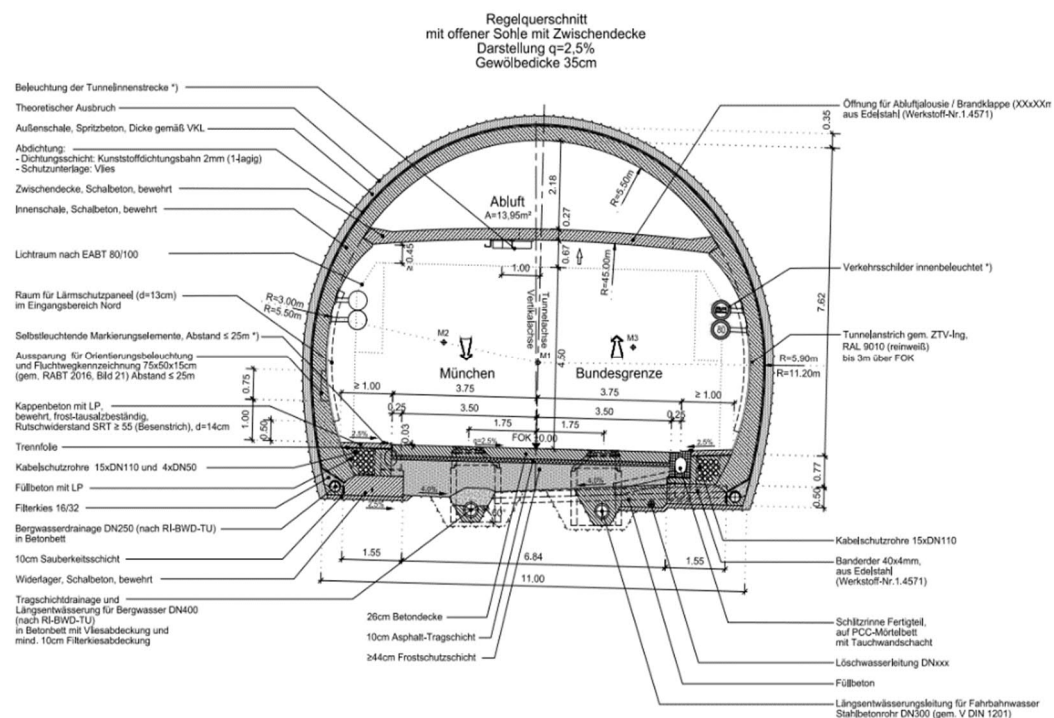


Abbildung 1: Regelquerschnitt, Luftkanal 14 m²

Variante 2: Luftkanalquerschnitt rund 16 m²

Regelquerschnitt mit offener Sohle

Darstellung $q=2.5\%$
 Gewölbedicke 35cm

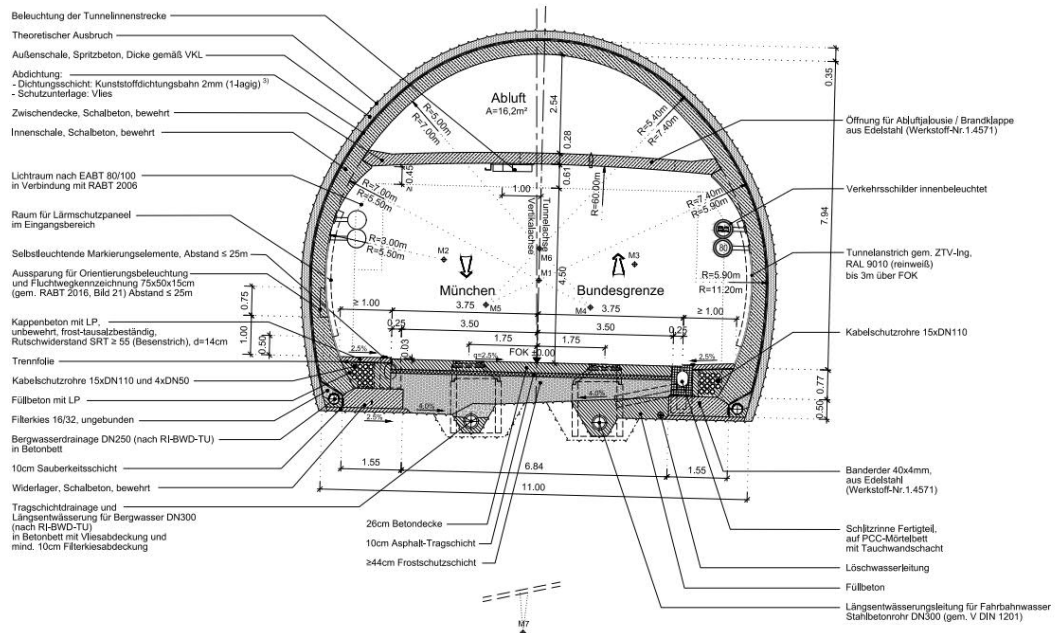


Abbildung 2: Regelquerschnitt, Luftkanal 16 m²

1.4 Grundlagen

1.4.1 Entwurfsgrundsätze Verkehrsanlage

Entsprechend RE 2012 Streckenentwurf sind für den Straßenquerschnitt (Bundesstraße B2) folgende Entwurfsquerschnitte geplant:

- EKL 2 → RQ 11,5+ ohne Überholstreifen (freie Streckenabschnitte)
- RQ 11,5B (Brücken)

1.4.2 Entwurfsgrundsätze Tunnel

- RQ 11t (Tunnel)
- Luftkanalquerschnitt 14/16 m²

1.4.3 Richtlinien und Vorschriften

- [1] Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT), Ausgabe 2006
- [2] Empfehlung für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80km/h oder 100km/h (EABT80/100), Ausgabe 2019
- [3] Richtlinie 2004/54/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz (EU-Richtlinie)
- [4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING)

1.4.4 Projektbezogene Dokumente

- [5] Verkehrsuntersuchung B 2 Wanktunnel, zur Entlastung von Garmisch-Partenkirchen, erstellt von Prof. Dr.-Ing. Harald Kurzak, 2018
- [6] D402-B-1-V-0-1043, Verlegung B2 mit Wanktunnel, Variantenuntersuchung Kurzbericht, ILF Beratende Ingenieure, 03.11.2010
- [7] Präsentation BTA 22.03. und 05.07.2021



2 VARIANTEN

2.1 Tunnelsystem

Der Tunnel wird als 1-röhriger Tunnel mit Gegenverkehr ausgeführt. In einem Achsabstand von rund 40 m wird parallel zur Tunnelröhre ein befahrbarer Rettungsstollen mit Querschlägen zur Tunnelröhre in Abständen von max. 300 m geführt.

Diese Variante folgt der in der EABT/RABT angeführten Ausführung mit Fahrrohre und der Ausbildung der Rettungswege als Quer- und Rettungsstollen. Die Fahrrohre weist ein Lichtraumprofil nach EABT 80/100 - RQ 11t auf. Die Gesamtbreite des Lichtraums einschl. Notgehwege beträgt somit 9,5 m.

Es wird parallel zur Fahrrohre ein befahrbarer, paralleler Rettungsstollen (Lichtraum 3,5 x 3,5 m) angeordnet. An den Parallelstollen werden Querschläge (Notausgänge) bei den Pannenbuchten und jeweils in den Halbierungspunkten zwischen den Pannenbuchten oder Pannenbucht und Portal angeordnet. Die Anordnung erfolgt gem. EABT:

- Abstand der Nothalte- und Pannenbuchten: ≤ 600 m und
- Abstand der Notausgänge: ≤ 300 m.

Die Querschläge (Notausgänge) im Bereich der Pannenbuchten sind befahrbar (Lichtraum 3,5 x 3,5 m), die dazwischen liegenden Querschläge begehbar (Lichtraum 2,25 x 2,25 m). Im Bereich der Einmündung der Querschläge sind im Rettungsstollen rund 20-30 m lange Aufweitungen vorgesehen, die dem Ausweichen und Aufstellen von Fahrzeugen dienen. Für die Belüftung des befahrbaren Parallelstollens sind im unmittelbaren Eingangsbereich jeweils eine Zuluftstation vorgesehen.

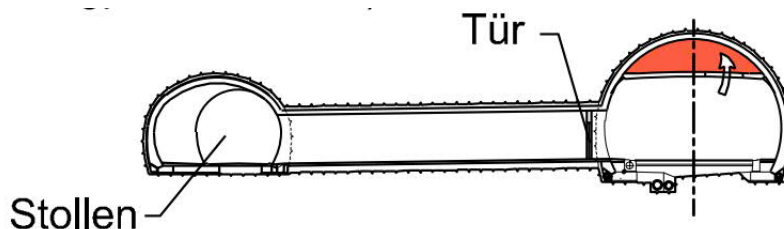


Abbildung 3: Einröhriger Gegenverkehrstunnel mit Fahrbahn und Rettungsweg

2.2 Schachtstandort

Der Tunnel unterquert den Wank. Die Auswahl von möglichen Schachtstandorten im Projektgebiet ist aufgrund des alpinen Charakters (siehe Abbildung 5) und der damit verbundenen erschwerten Zugänglichkeit gering. In Abstimmung mit dem Umweltplaner und unter Berücksichtigung der geotechnischen und topographischen Verhältnisse sowie der Zugänglichkeit (Erschließung über bestehende Forst-/Waldwege) wurden in der Untersuchung 2011 fünf Schachtstandorte untersucht. Der Vorzugsstandort der Untersuchung 2011 liegt auch der gegenständlichen Untersuchung zugrunde.

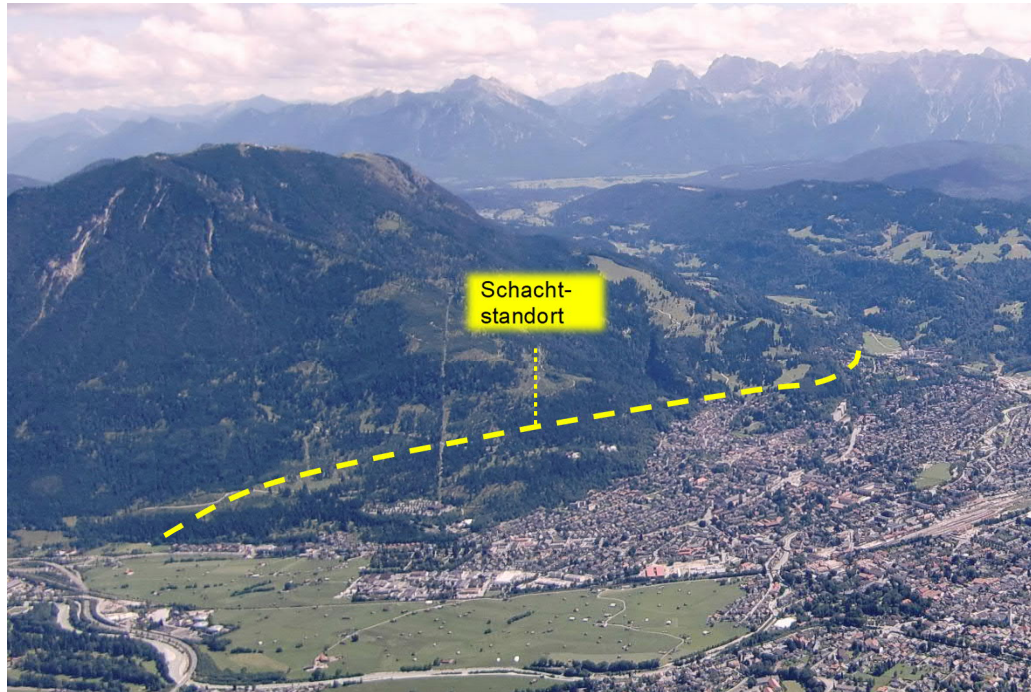


Abbildung 4: Ausschnitt nördlicher Tunnelabschnitt mit Stachtstandort

2.3 Beschreibung der Lüftungssysteme

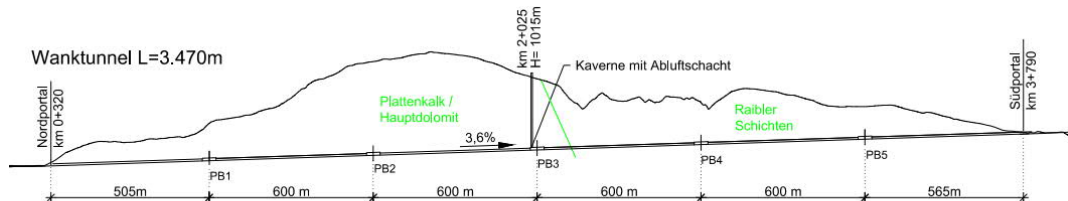
Bei der Systemwahl für den rund 3,6 km langen Wanktunnel werden folgende Lüftungssysteme gegenübergestellt (siehe auch Anlage 5):

- Variante 1: Absaugung über Luftkanal mit Lüfterkaverne und Schacht in Tunnelmitte
- Variante 2: Absaugung über Luftkanal mit Lüftergebäude am Südportal
- Variante 3: Absaugung über Luftkanal mit Lüftergebäuden an beiden Portalen

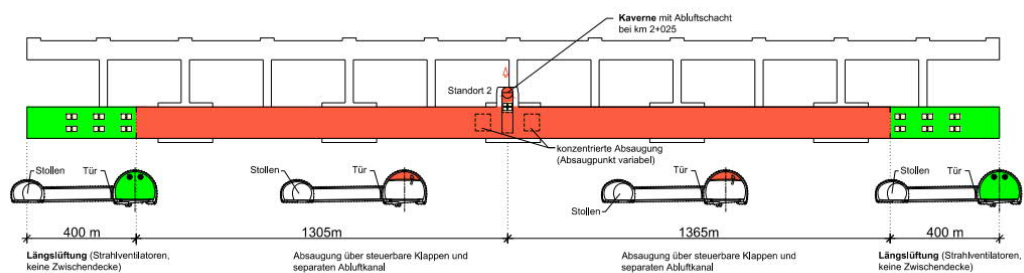
Alle Varianten sind im Wesentlichen durch die Notwendigkeiten im Brandfall bestimmt. Rauch wird jeweils über steuerbare Klappen aus dem Fahrraum abgesaugt und in einem separaten Abluftkanal über der Zwischendecke zu einer Lüftungszentrale geführt und dort über einen Kamin ausgestoßen. Die in den Tunneleingangsbereichen installierten Strahlventilatoren dienen im Brand der Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit.

2.3.1 Variante 1: Absaugung über Luftkanal mit Lüfterkaverne und Schacht in Tunnelmitte

Bezeichnung	Lüftungssystem	Querschnitt Abluftkanal	Tunnellänge / Luftkanallänge
Variante 1	Absaugung über steuerbare Klappen und separaten Abluftkanal, Längslüftung auf 400 m bei beiden Tunneleingangsbereichen	14 m ²	3.470 m / 2.670 m



Variante 1: Lüftungsschacht in Tunnelmitte



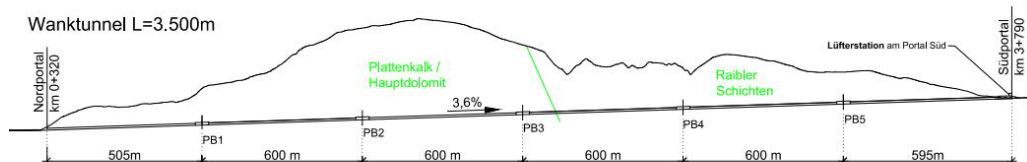
In Variante 1 wird eine Absaugung über Luftkanal mit zentraler Lüfterkaverne und Längslüftungsabschnitten untersucht. Die Abluft wird über eine Kaverne mit Abluftschacht abgeführt. Der Lüftungsschacht weist am Standort (km 2+025) eine Höhe von etwa 260 m auf.

Das dem Variantenvergleich zugrunde gelegte Lüftungssystem besteht aus einer Rauchabsaugung über einen Abluftkanal mit Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit mittels Strahlventilatoren. Die beiden Eingangsbereiche werden mit einer Längslüftung mit Strahlventilatoren ausgerüstet. Die beiden innen liegenden Abschnitte werden mit einer Lüftung mit konzentrierter Absaugung ausgebildet. Die Längen der Lüftungsabschnitte ergeben sich entsprechend dem aktuellen Stand der Planung wie folgt:

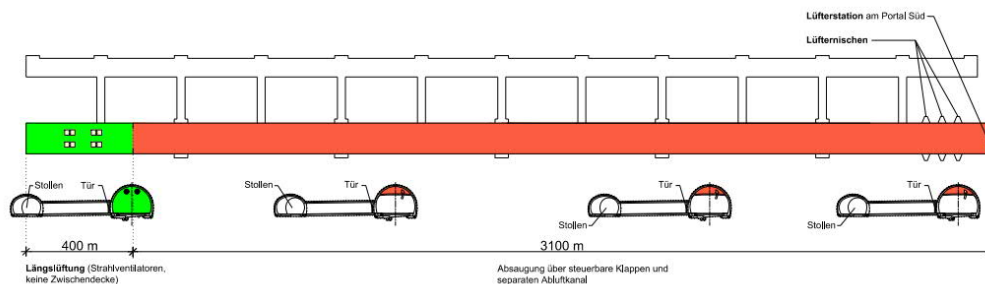
- Abschnitt 1 (Eingangsbereich Nordportal): LL zum Portal
Strahlventilatoren und Frischluftzufuhr über gesamten Abschnitt 400 m
 - Abschnitt 2 (Eingangsbereich Nordportal bis Schacht):
Konzentrierte Absaugung mit Frischluftzufuhr über gesamten Abschnitt 1.305 m
 - Abschnitt 3 (Schacht bis Eingangsbereich Südportal):
Konzentrierte Absaugung mit Frischluftzufuhr über gesamten Abschnitt 1.365 m
 - Abschnitt 4 (Eingangsbereich Südportal): LL zum Portal mit
Strahlventilatoren und Frischluftzufuhr über gesamten Abschnitt 400 m
-
- Summe 3.470 m

2.3.2 Variante 2: Absaugung über Luftkanal mit Lüftergebäude am Südportal

Bezeichnung	Lüftungssystem	Querschnitt Abluftkanal	Tunnellänge / Luftkanallänge
Variante 2	Absaugung über steuerbare Klappen und separaten Abluftkanal, Längslüftung auf 400 m im Tunneleingangsbereich Nord	16 m ²	3.500 m / 3.100 m



Variante 2: Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd

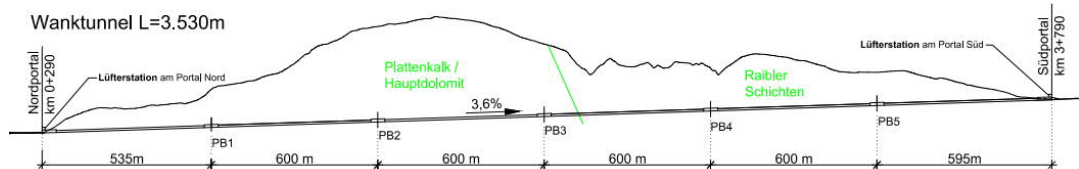


Das Lüftungssystem in Variante 2 sieht eine Lüftung mit Lüftergebäude am Südportal vor. Die Lüftungsabschnitte werden im Querschnitt durch eine Zwischendecke unterteilt. Die Absaugung erfolgt über die gesamte Tunnelröhre verteilte Abluftklappen, welche am Absaugort (konzentrierte Absaugung) geöffnet werden. Am südlichen Tunneleingangsbereich sind Nischen für Strahlventilatoren zur Steuerung der Luftgeschwindigkeit im Tunnel erforderlich. Im nördlichen Abschnitt können diese oberhalb des Lichtraums angeordnet werden, Nischen sind keine erforderlich.

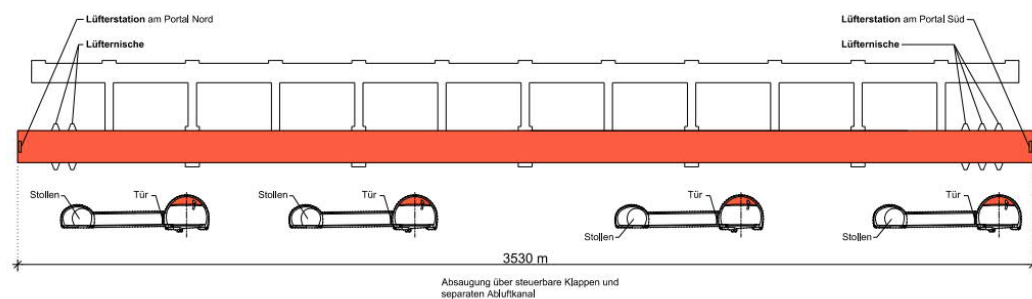
■ Abschnitt 1 (Eingangsbereich Nordportal): LL zum Portal Strahlventilatoren und Frischluftzufuhr über gesamten Abschnitt	400 m
■ Abschnitt 2 (Zentralbereich bis Eingangsbereich Südportal): Absaugung über Luftkanal, zusätzlich 400 m langer Abschnitt LL am Eingangsbereich Süd mit Strahlventilatoren	3.100 m
Summe	3.500 m

2.3.3 Variante 3: Absaugung über Luftkanal mit Lüftergebäuden an beiden Portalen

Bezeichnung	Lüftungssystem	Querschnitt Abluftkanal	Tunnellänge / Luftkanallänge
Variante 3	Absaugung über steuerbare Klappen und separaten Abluftkanal	14 m ²	3.530 m / 3.530 m



Variante 3: Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Nord und Süd



Das Lüftungssystem in Variante 3 sieht eine Lüftung mit Lüftergebäuden am Süd und Nordportal vor. Die Lüftungsabschnitte werden im Querschnitt durch eine Zwischendecke unterteilt. Die Absaugung erfolgt über die gesamte Tunnelröhre verteilte Abluftklappen, welche am Absaugort (konzentrierte Absaugung) geöffnet werden. Am nördlichen und südlichen Tunneleingangsbereich sind Nischen für Strahlventilatoren zur Steuerung der Luftgeschwindigkeit im Tunnel erforderlich.

▪ Abschnitt Absaugung über Luftkanal, zusätzlich je 400 m lange Abschnitt LL an den Eingangsbereichen mit Strahlventilatoren	3.530 m
Summe	3.530 m

2.3.4 Mengen

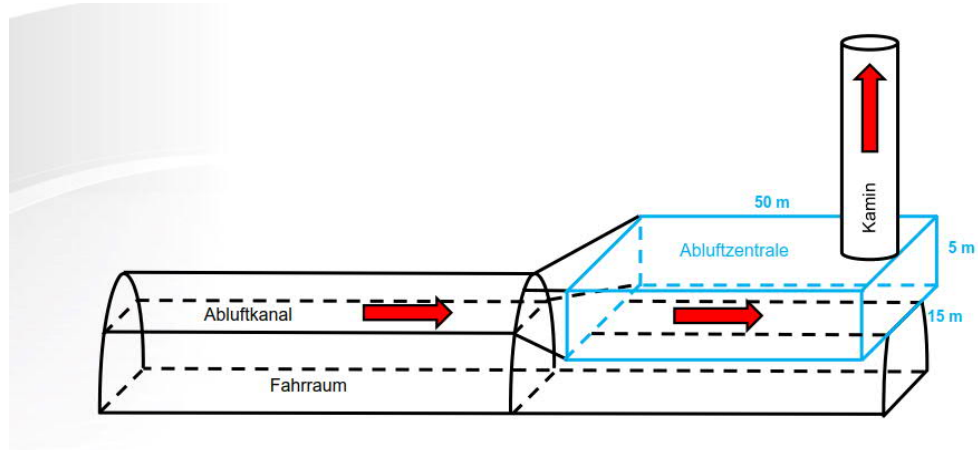
- Tunnel

Die wesentlichen Querschnittsdaten der Fahrröhre sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Variante	Abluftkanal-querschnitt	Ausbruchquer-schnitt (offene Sohle / Sohlgewölbe)	Außenschale (Spritzbeton offene Sohle / Sohlgewölbe)	Innenschale (Schalbeton) Gewölbe / Sohlgewölbe
1+3	14,0 m ²	99,7 m ² / 111,7 m ²	25,4 m ² / 11,5 m ²	9,7 / 7,1 m ²
2	16,2 m ²	102,1 m ² / 114,0 m ²	25,8 m ² / 11,5 m ²	9,8 / 7,13 m ²

Tabelle 1: Mengendaten der Querschnitte

- Umbauter Raum (Angabe Planer BTA) für das Lüftergebäude am Portal



- Umbauter Raum (Angabe Planer BTA) für die Lüfterkaverne in Tunnelmitte

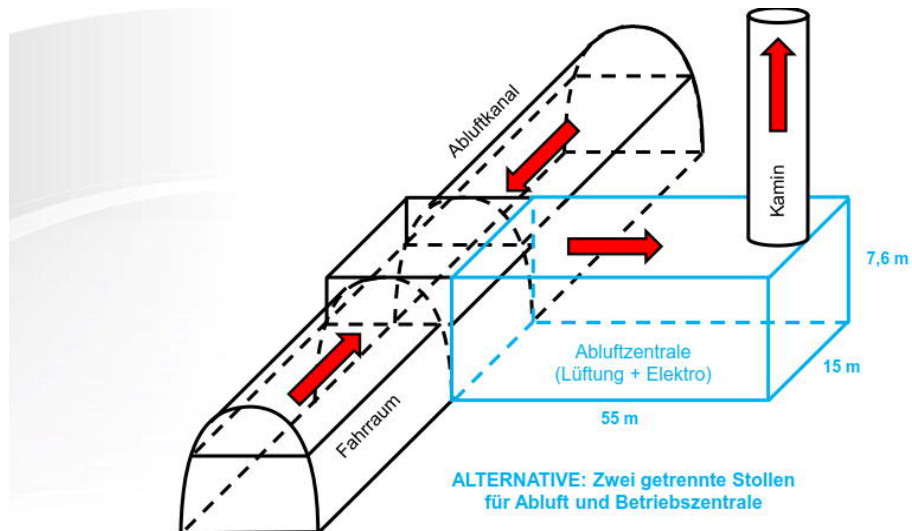


Abbildung 5: Raumbedarf Lüfterkavernen

3 LÜFTUNGS AUSLEGUNG

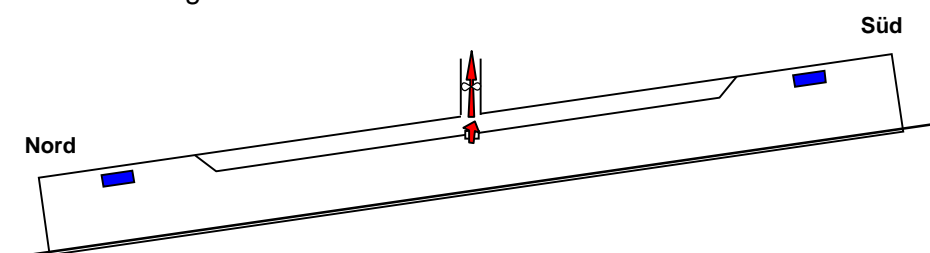
Für die ausführliche Dokumentation der Lüftungsauslegung wird auf den Bericht „Variantenentscheid Tunnellüftung“ von HBI (Anlage 5) verwiesen.

3.1 Normalbetrieb

Für die Ermittlung der unterschiedlichen Energiekosten der drei Varianten wird der mittlere Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Normalbetrieb ermittelt.

Mit Angaben aus dem Variantenentscheid (Anlage 5) ergeben sich die folgenden abgeschätzten notwendigen mittleren elektrischen Leistungen im Normalbetrieb:

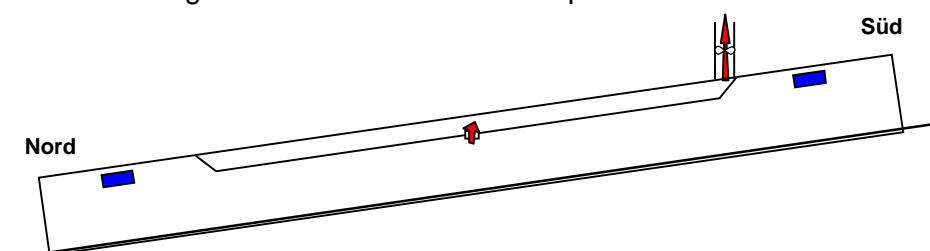
Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte



Absaugung ca. in Tunnelmitte

• Absaugmenge an den Klappen (vorläufig geschätzt):	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren (keine Leckage):	159 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (keine):	0 Pa
• Druckverluste Bau (keine):	0 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	1100 Pa
• El. Leistung (Überschlägig)	260 kW

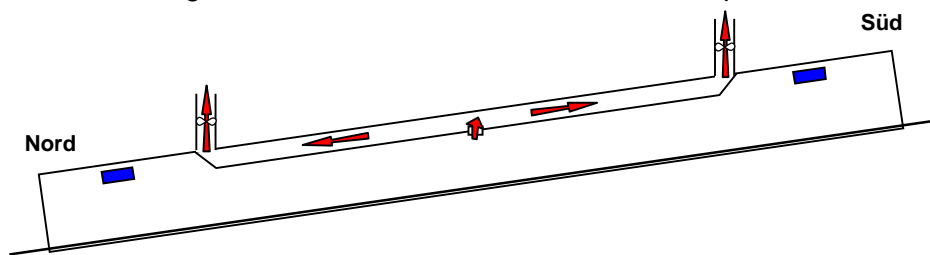
Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal



Absaugung ca. in Tunnelmitte

• Absaugmenge an den Klappen (vorläufig geschätzt):	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren (mit Leckage):	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal):	555 Pa
• Druckverluste Bau (halber Kanal):	380 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	2035 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	600 kW

Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal



Absaugung ca. in Tunnelmitte

• Absaugmenge an den Klappen (vorläufig geschätzt):	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren (mit Leckage):	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal und halbe Menge):	410 Pa
• Druckverluste Bau (halber Kanal und halbe Menge):	125 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	1635 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	480 kW

Zusammenfassung Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Normalbetrieb

El. Leistungsbedarf Gesamt ca.

▪ Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	260 kW („QS klein“)
▪ Var. 2: Kamin am Südportal	600 kW („QS groß“)
▪ Var. 3: Kamine an beiden Portalen	480 kW („QS klein“)

Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.

▪ Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	710 kW („QS klein“)
▪ Var. 2: Kamin am Südportal	870 kW („QS groß“)
▪ Var. 3: Kamine an beiden Portalen	480 kW („QS klein“)

Energiekosten geschätzt*)

▪ Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	in Mio. EUR / 20 Jahre 2,3 („QS klein“)
▪ Var. 2: Kamin am Südportal	5,2 („QS groß“)
▪ Var. 3: Kamine an beiden Portalen	4,2 („QS klein“)

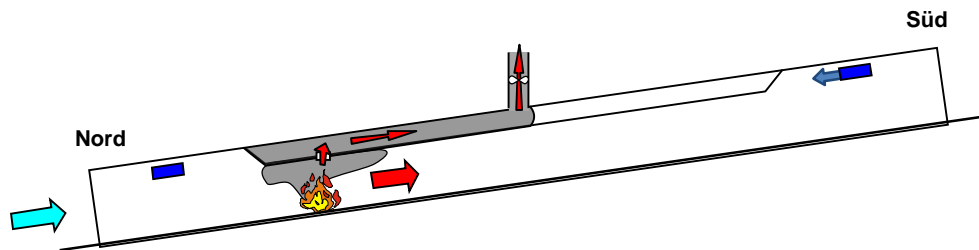
*) Annahme: Vier äquivalente Vollast-Stunden am Tag; Strompreis 30 ct/kWh

3.2 Brandfall

Der maximale Leistungsbedarf der Abluftventilatoren wird im Brandfall benötigt. Zur Ermittlung der für die Varianten maximal zu installierenden elektrischen Leistungen wird von den Grundlagen im Variantenentscheid (Anlage 5) ausgegangen.

Daraus ergeben sich die folgenden abgeschätzten maximal zu installierenden elektrischen Leistungen:

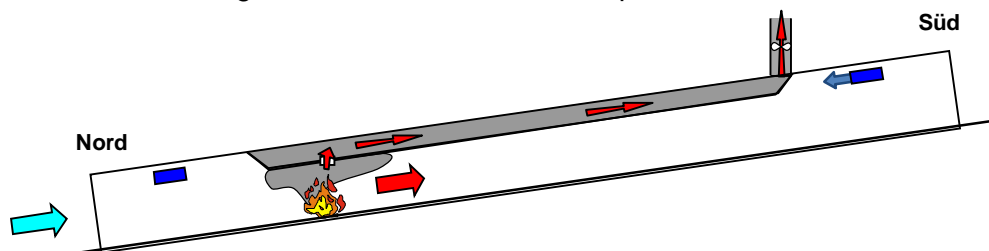
Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte



Brandort Nähe Nordportal

• Absaugmenge an den Klappen:	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren:	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal):	820 Pa
• Druckverluste Bau (halber Kanal):	500 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	2420 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	710 kW

Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal

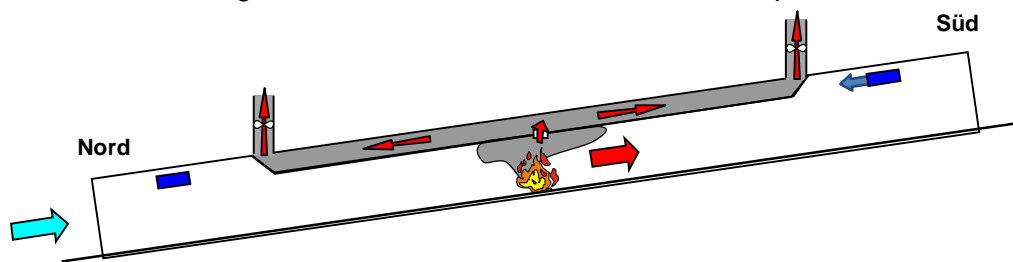


Brandort Nähe Nordportal

• Absaugmenge an den Klappen:	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren:	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (ganzer Kanal):	1110 Pa
• Druckverluste Bau (ganzer Kanal):	760 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	2970 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	870 kW



Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal



Brandort in Tunnelmitte

	QS Klein
• Absaugmenge an den Klappen:	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren:	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal und halbe Menge):	410 Pa
• Druckverluste Bau (halber Kanal und halbe Menge):	125 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	1635 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	480 kW

Zusammenfassung Maximaler Leistungsbedarf im Brandfall

Druckverluste Gesamt ca.

▪ Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	2420 Pa („QS klein“)
▪ Var. 2: Kamin am Südportal	2970 Pa („QS groß“)
▪ Var. 3: Kamine an beiden Portalen	1635 Pa („QS klein“)

Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.

▪ Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	710 kW („QS klein“)
▪ Var. 2: Kamin am Südportal	870 kW („QS groß“)
▪ Var. 3: Kamine an beiden Portalen	480 kW („QS klein“)

3.3 Zusammenfassung der Lüftungsauslegung

Beurteilung der Energiekosten im Normalbetrieb:

Variante 1 hat die niedrigsten Energiekosten aufgrund der direkten Absaugung ca. in Tunnelmitte. Diese sind weitgehend unabhängig von der Fläche des Abluftquerschnittes.

Variante 2 erzeugt trotz des größeren Abluftkanalquerschnitts die größten Energiekosten im Normalbetrieb.

Für Variante 3 ergeben sich mittlere Energiekosten bei einem wirtschaftlicherem kleineren Abluftquerschnitt.

Beurteilung maximaler Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Brandfall:

Variante 1 hat hinsichtlich der für den Brandfall maximal zu installierenden elektrischen Leistung für die Abluftventilatoren einen mittleren Bedarf. Dieser kann mit dem kleineren Abluftkanalquerschnitt realisiert werden.

Variante 2 hat den größten Leistungsbedarf. Aufgrund des hohen Druckwertes wird bei Variante 2 ein größerer Abluftquerschnitt erforderlich.

Der geringste Leistungsbedarf für die Abluftventilatoren ist für Variante 3 gegeben. Dieser kann mit dem kleineren Abluftkanalquerschnitt realisiert werden.

4 UMWELTASPEKTE

Aufgrund der vergleichsweise höheren Investitionskosten der Variante 3 gegenüber den Varianten 1 und 2 wurde die detailliertere natur- und artenschutzfachliche Einschätzung auf die Varianten 1 und 2 begrenzt. Für die Variante 3 wurde eine Einstufung auf Basis der notwendigen Eingriffe an beiden Portalen (gegenüber nur einem Portal bei Variante 2) getroffen und sie somit zwischen Variante 1 und 2 eingestuft.

Für die ausführliche Dokumentation der Umweltaspekte wird auf den Bericht „Natur- und artenschutzfachliche Einschätzung,“ von NRT (Anlage 4) verwiesen.

Bewertet wurden die beiden möglichen Lüfterstandorte aus natur- und artenschutzfachlichen Gesichtspunkten auf Grundlage der technischen Abgrenzungen der temporären und dauerhaften Flächeninanspruchnahmen.



Abbildung 6: Lageplan Variante 1 und 2 mit Schutzgebieten

4.1.1 Variante 1

Das Bauwerk der Variante 1 liegt räumlich in der Mitte des geplanten Wanktunnels auf 1.010 m üNN. Für den Bau des Lüfters muss ein wassergebundener Wirtschaftsweg bzw. offizieller Wanderweg auf einer Länge von ca. 1.300 m, der durch Laub- und Nadelwälder führt, mit einer durchschnittlichen Breite von ca. 2 m auf eine Breite von 4 m bis zum Lüfterstandort ausgebaut werden. Teilweise muss auf Grund des steilen Geländes vom ursprünglichen Weg abgerückt werden.

Die Variante liegt innerhalb des folgenden geschützten Gebietes:

BNatSchG	Beschreibung	Bezeichnung
----------	--------------	-------------

§ 26	Landschaftsschutzgebiet	LSG GAP-03b "Landschaft südlich des Estergebirges"
------	-------------------------	--

Folgende Biotope der Biotopkartierung Bayern Alpen sind betroffen:

Biotop-Nr.	Bestand	Bewertung ABSP	Betroffene Fläche
A8432-0092-001	Magerweiden nahe Schafkopf	regional bedeutsam	60 m²
A8432-0329-019	Schneeheide-Kiefernwälder am Wank Südhang	landesweit bedeutsam	500 m²
A8532-0020-002	Schalmeischlucht und Unterhänge des Wank bei Partenkirchen	landesweit bedeutsam	350 m²

Planungsrelevante Arten (Bereich Zuwegung bis Standort Lüftergebäude):

- Zauneidechse, Schlingnatter, Gelbringfalter
- Jagdhabitat einiger Fledermäuse (u.a. Fransenfledermaus und Bartfledermaus)
- Vogelarten: Spechte, Baumpieper und Waldlaubsänger, Kuckuck, Stieglitz, Käuze und Eulen

4.1.2

Variante 2

Variante 2 liegt direkt anschließend am Südportal des geplanten Wanktunnels auf ca. 800 m üNN. Der Bestand im Bereich des Lüfterbauwerks ist als standortgerechter Laubwald alter Ausprägung anzusprechen. Der Wald ist umringt von Magergras am Südhang des Wank. Eine eigene Zuwegung bzw. Erschließung ist nicht erforderlich.

Die Variante liegt innerhalb des folgenden geschützten Gebietes:

BNatSchG	Beschreibung	Bezeichnung
§ 26	Landschaftsschutzgebiet	LSG GAP-03b "Landschaft südlich des Estergebirges"

Folgende Biotope der Biotopkartierung Bayern Alpen sind betroffen:

Biotop-Nr.	Bestand	Bewertung ABSP	Betroffene Fläche
A8532-0029-002	Südhängen des Steinbühl östlich Garmisch-Partenkirchen	überregional bedeutsam	480 m²

Planungsrelevante Arten (Bereich Südportal):

- Zauneidechse, Haselmaus
- Jagdhabitat einiger Fledermäuse (u.a. Fransenfledermaus und Nordfledermaus)
- Vogelarten: Stieglitz und Grauschnäpper



4.2 Flächeninanspruchnahme und Kompensationsbedarf

4.2.1 Dauerhafte Flächeninanspruchnahme

Variante	Flächeninanspruchnahme (dauerhaft) gesamt in m ²	Kompensationsbedarf in WP
1	5.700 m ²	24.650 WP
2	2.720 m ²	20.860 WP

Die größte Beanspruchung bei Variante 1 trifft den bestehenden Wanderweg (V32) mit ca. 2.200 m².

Detaillierte Angaben zur Ermittlung der beanspruchten Flächen und des Kompensationsbedarfs können der Anlage zur natur- und artenschutzfachlichen Einschätzung der Lüftervarianten entnommen werden.

4.2.2 Temporäre Flächeninanspruchnahme

Variante	Flächeninanspruchnahme (temporär) gesamt in m ²	Kompensationsbedarf in WP
1	9.400 m ²	19.342 WP
2	680 m ²	3370 WP

Detaillierte Angaben zur Ermittlung der beanspruchten Flächen und des Kompensationsbedarfs können der Anlage zur natur- und artenschutzfachlichen Einschätzung der Lüftervarianten entnommen werden.



5 BEWERTUNG DER SYSTEME

5.1 Zielsetzungen und Vorgangsweise beim Variantenvergleich

Im Rahmen des vorliegenden Variantenvergleichs soll nun der in der Gesamtschau, das heißt unter Berücksichtigung aller maßgeblichen Kriterien, beste Lösungsvorschlag (=Vorzugsvariante) ausgewählt werden.

5.2 Bewertung

Für die Darstellung der Auswirkungen der Planungsmaßnahmen bzw. die Darstellung der Zielerfüllung der untersuchten Maßnahmen wird eine 6-stufige Bewertungsskala herangezogen, wobei die Stufe 0 / keine Zielerfüllung die Maßnahme als nicht umsetzbar eingestuft wird und die Stufe 5 eine sehr hohe Zielerfüllung beschreibt.

Vorgabe Zielerfüllung		
Punkte	Einstufung	Beschreibung
5	sehr hoch	Sehr hohe Zielerfüllung, nahezu keine (vernachlässigbare) Auswirkungen auf das Schutzgut, großflächig keine oder sehr geringe Erheblichkeiten, punktuell geringe Erheblichkeiten
4	hoch	Hohe Zielerfüllung, großflächig geringe Erheblichkeiten, punktuell (vereinzelt, kleinflächig) mittlere Erheblichkeiten
3	mittel	Mittlere Zielerfüllung, mittlere Auswirkungen auf das Schutzgut, großflächig mittlere Erheblichkeiten, punktuell (vereinzelt, kleinflächig) hohe Erheblichkeiten
2	gering	Geringe Zielerfüllung, deutliche Auswirkungen auf das Schutzgut, teilweise hohe Erheblichkeiten, punktuell (sehr vereinzelt) sehr hohe Erheblichkeiten
1	sehr gering	Sehr geringe Zielerfüllung, sehr hohe Auswirkungen auf das Schutzgut, Großflächig hohe und sehr hohe Erheblichkeiten
0	keine	Nicht genehmigungsfähig (auch nicht unter Berücksichtigung von Maßnahmen) / „knock-out“-Kriterium

Tabelle 2: Bewertungsskala zur Vorgabe der Zielerfüllung

5.3 Gewichtung

6-stufig definiert, wobei eine Gewichtung von 0 keine nennenswerten Auswirkungen der jeweiligen Varianten auf Kosten und Schutzgüter darstellt und eine Gewichtung von 5 sehr hohe Auswirkungen auf Kosten und Schutzgüter durch die Entscheidung für die jeweilige Variante bedeuten.

Die Gewichtung der Kriterien wird im Variantenvergleich als Faktor zu den Bewertungspunkten berücksichtigt, das Produkt ergibt die Gesamtpunktzahl.

Gewichtung		
Faktor	Einstufung	Beschreibung
5	sehr hoch	Sehr hohe Auswirkungen auf Kosten / Schutzgut
4	hoch	Hohe Auswirkungen auf Kosten / Schutzgut

3	mittel	Mittlere Auswirkungen auf Kosten / Schutzgut
2	gering	Geringe Auswirkungen auf Kosten / Schutzgut
1	sehr gering	Sehr geringe Auswirkungen auf Kosten / Schutzgut
0	keine	Keine nennenswerten Auswirkungen auf Kosten / Schutzgut oder die Varianten sind nahezu gleich bewertet

Tabelle 3: Gewichtung der Kriterien

Aufgrund des Ausschlusskriteriums der Verbotstatbestände wird dem Kriterium Natur- und Artenschutzrecht eine „sehr hohe“ Gewichtung (Faktor 5) zugeordnet. Das Kriterium „Kosten“ wird im Sinne einer wirtschaftlichen Projektrealisierung ebenfalls mit einer „sehr hohen“ Gewichtung bewertet.

Die Gewichtung der Akzeptanz/Betroffenheit der Anwohner wird demgegenüber als „mittel“ eingestuft.

Ausführungsrisiken werden mit einer „geringen“ Gewichtung berücksichtigt, baulicher Umgriff / Zugänglichkeit, Randbedingungen für die Bauwerksprüfung, Möglichkeiten zur baulichen Anpassung, betriebstechnischer Aufwand und sicherheitstechnische Aspekte der Betriebstechnik werden im Vergleich zu den übrigen Kriterien als „sehr gering“ eingestuft.

Für alle Varianten ergeben sich keine nennenswerten Auswirkungen auf die Bauzeit, es erfolgt „keine“ Gewichtung. Ebenso sind die Varianten aus lufthygienischer Sicht als gleichwertig zu betrachten, für dieses Kriterium erfolgt daher ebenfalls „keine“ Gewichtung.

5.4 Themenbereiche und Kriterien

Für die Untersuchung erfolgte eine Aufgliederung in Themenbereiche, konkretisiert in Form von Kriterien und Indikatoren. Folgende Themenbereiche und Kriterien wurden definiert.

5.4.1 Technik

- Planung Betriebstechnik
 - » Energieversorgung
 - » Betriebstechnische Ausstattung – Aufwand für Lüftung
 - » Sicherheitstechnische Aspekte Betriebstechnik
- Herstellung
 - » Initialkosten (Investitionskosten) Bau
 - » Initialkosten betriebstechnische Ausstattung
- Baudurchführung und bauliche Ausbildung
 - » Ausführungsrisiken
 - » Baulicher Umgriff / Bauteile sowie Baulogistik / Zugänglichkeit
 - » Bauzeit
- Betrieb- und Unterhaltung
 - » Betriebskosten für die betriebstechn. Ausstattung (Lüftung + elektrische Ausstattung)

- » Kosten Unterhaltung und Instandsetzung für die betriebstechn. Ausstattung
- » Randbedingungen für Bauwerksprüfung, betriebliche Inspektionen und Unterhaltungsmaßnahmen

5.4.2 Umwelt – Schutzgut Mensch und Natur

- Naturschutz
- Lufthygienische Aspekte – Auswirkungen auf Mensch und Natur
- Mensch (Akzeptanz/Betroffenheit von Anwohner)

5.5 Kriterien und Zielerfüllung

Für die festgelegten Kriterien werden nachstehende fachspezifische Definitionen der Zielerfüllungen festgelegt.

5.5.1 Energieversorgung

Aufgrund der Tunnellänge ist in Tunnelmitte eine Energiezentrale erforderlich. Bei der Variante 1 kann diese Energiezentrale in der Lüfterkaverne angeordnet werden, welche im mittleren Bereich des Tunnels situiert ist (Bewertung mit 4 da Kaverne leicht ausmittig). Bei den Varianten 2 und 3 gibt es keine Lüfterkaverne. Für die Energiezentrale sind daher in der Pannenbucht 3 in Tunnelmitte zusätzliche Betriebsräume erforderlich in einer Verlängerung der Pannenbucht untergebracht werden müssen (Bewertung 2, da baulicher Mehraufwand und schlechtere Zugänglichkeit gegenüber der Energiezentrale in der Lüfterkaverne). Alternativ wäre auch eine Anordnung in einem aufgeweiteten Querschlag möglich (Bewertung 2, da baulicher Mehraufwand)

Indikator: Situierung der Energieversorgung	
Ziel:	Energieunterzentrale in Tunnelmitte
Punkte	Beschreibung
5	in Tunnelmitte, keine zusätzlichen Mehrkosten
4	geringe bauliche Mehrkosten (Zentrale ausmittig), gute Zugänglichkeit,
3	hohe bauliche Mehrkosten, gute Zugänglichkeit
2	hohe bauliche Mehrkosten, schlechte Zugänglichkeit
1	sehr hohe bauliche Mehrkosten, gute Zugänglichkeit
0	sehr hohe bauliche Mehrkosten, schlechte Zugänglichkeit

5.5.2 Betriebstechn. Ausstattung – Aufwand für Lüftung

Die Variante 3 weist im Gegensatz zu Variante 1 und 2 einen doppelten Aufwand aufgrund der doppelten Anzahl an Strahlventilatoren auf.

5.5.3 Sicherheitstechnische Aspekte Betriebstechnik

Die Variante 3 weist im Gegensatz zu Variante 1 und 2 eine erhöhte Redundanz aufgrund der doppelten Anzahl an Strahlventilatoren auf.



5.5.4 Initialkosten (Investitionskosten) Bau

Die Investitionskosten bilden ein wesentliches Beurteilungskriterium. Technische und insbesondere bauliche Investitionen sind bei Tunneln von langfristiger Natur.

Aufgrund der im Projektraum in Bau stehenden Bauwerke Tunnel Oberau und Kramertunnel liegen für die Kostenschätzung aktuelle und repräsentative Vergleichswerte vor. Die Preise wurden für den Kostenvergleich auf das Niveau 2021 valorisiert:

- Kramertunnel, Länge 3,6 km, 2019
- Freinbergtunnel, Länge ca. 3 km, 2018
- Tunnel Oberau, Länge 3 km, 2015

Als Preisbasis wurde 2021 herangezogen, da für den Variantenvergleich der Unterschied maßgebend ist. Für die weitere Planung (Vorentwurf, Entwurf) sind die Kosten für den Realisierungszeitraum, ca. 2026 hochzurechnen.

Kostenschätzung:

Investitionskosten Fahrröhre Bau (Netto)						
Baukosten		Baukosten		Baustelleneinrichtung und Baustellengemeinkosten, Wasserhaltung	Summe	
Portale und offene Bauweise	Geschlossene Bauweise einschl. Pannenbuchten	Lüfterbauwerke, Kavernen und Schächte	Zwischendecken			
[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]			
Var. 1	1,2	67,4	9,6	4,1	24,5	106,8
Var. 2	2,1	68,6	5,3	4,6	24,5	105,1
Var. 3	3,0	67,8	10,0	6,7	24,5	112,0

Tabelle 4: Kostenschätzung Investitionskosten

Indikator: Investitionskosten Bau	
Ziel:	Bauwerk mit den geringsten Investitionskosten
Punkte	Beschreibung
5	< 106 Mio. €
4	106 – 108 Mio. €
3	108 – 110 Mio. €
2	110 – 112 Mio. €
1	112 – 115 Mio. €
0	Nicht angewendet

Variante 2 hat hier die geringsten Baukosten, daher die höchste Zielerfüllung (=5), die Variante 1 erreicht 4 Punkte und Variante 3 wird mit 2 Punkten bewertet.

5.5.5 Initialkosten betriebstechnische Ausstattung

Indikator: Initialkosten betriebstechn. Ausrüstung (BTA)	
Ziel: Bauwerk mit den geringsten Kosten für BTA	
Punkte	Beschreibung
5	< 4,2 Mio. €
4	4,2 – 4,5 Mio. €
3	4,5 – 4,8 Mio. €
2	4,8 – 5,1 Mio. €
1	5,1 – 5,5 Mio. €
0	Nicht angewendet

Variante 2 hat hier die geringsten Initialkosten für die betriebstechnische Ausstattung für die Tunnellüftungsanlagen inkl. Energieversorgung, Verkabelung und Steuerung (siehe Anlage 5, Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem), daher die höchste Zielerfüllung (=5), die Variante 1 erreicht 4 Punkte und Variante 3 wird mit 3 Punkten bewertet.

5.5.6 Ausführungsrisiken

Für die Fahrröhren sind gleiche Verhältnisse und somit gleiche Risiken gegeben. Die Variante 1 weist ein erhöhtes Kosten- und Bauzeitrisiko beim Vortrieb des Abluftschachtes und der Kaverne durch Änderung der geol. Verhältnisse auf und wird gegenüber den Varianten 2 und 3 daher schlechter beurteilt.

Indikator: Anzahl Bauwerke/Bauabschnitte mit Ausführungsrisiko – relativer Vergleich der Varianten zueinander	
Ziel: Möglichst geringe Auswirkungen durch Änderung der geologische/geotechnische Verhältnisse auf Bauausführung (Vortrieb) – im Hinblick auf die je Variante wesentlichen Unterschiede	
Punkte	Beschreibung
5	Kein erhöhtes geologisches Risiko bei Ausführung (ohne Berücksichtigung der Hauptröhre)
4	Kein wesentlich erhöhtes geologisches Risiko bei Ausführung (ohne Berücksichtigung der Hauptröhre)
3	Mittleres geologisches Risiko bei Ausführung (ohne Berücksichtigung der Hauptröhre)
2	Hohes geologisches Risiko bei Ausführung (ohne Berücksichtigung der Hauptröhre)
1	Sehr hohes geologisches Risiko bei Ausführung (ohne Berücksichtigung der Hauptröhre)
0	Überproportional hohes geologisches Risiko bei Ausführung (ohne Berücksichtigung der Hauptröhre)
Erläuterung: -	

Das Lüftungssystem der Variante 1 erfordert eine unterirdische situierte Lüfterkaverne und einen rd. 260 m langen Abluftschacht. Die Lüftungsbauwerke der Variante 2 und 3 sind an den Portalen situiert und werden in offener Bauweise errichtet. Daher weist die Variante 1 mit den zusätzlichen Vortrieben für die Kaverne und den Schacht ein höheres Risiko bei der Herstellung (Vortrieb) auf. Da der Vortrieb der Kaverne/Schacht nicht auf dem kritischen Weg liegt (siehe auch Kriterium Bauzeit) - dieser wird durch Hauptvortrieb der Fahrröhre und den Rettungsstollen bestimmt - ist dieses Risiko reduziert und wird daher mit 1 bewertet. Die Herstellung der offenen Bauweisen im Süden sind, bedingt durch die ungünstigen geologischen Verhältnisse im Portalbereich, durch eine Änderung der geol./geotechn. Verhältnisse beeinflusst, aber nicht in diesem Umfang wie Variante 1, daher erfolgt eine Bewertung beider Varianten mit 2.

5.5.7 Baulicher Umgriff / Bauteile sowie Baulogistik / Zugänglichkeit

Die Erreichbarkeit des Schachtkopfes für den Vortrieb (raiseboring) ist durch eine bis zu 20% geneigte Forststraße schwierig. Mit dem erforderlichen Ausbau, der BE-Fläche für den Schacht ergibt sich in Summe ein höherer baulicher Umgriff als für die offene Bauweisen/Lüftergebäude der Varianten 2 und 3. Die Variante 1 wird gegenüber den Varianten 2 und 3 daher schlechter beurteilt. Alle Varianten

Indikator: Relative Größenordnung im Flächenumgriff sowie relative Unterschiede in der Zugänglichkeit und Erschwernisse für die Baulogistik	
Ziel: Möglichst geringen Flächenumgriff und günstige Verhältnisse (Zugänglichkeit) für die Bauausführung	
Punkte	Beschreibung
5	Kein, für die bauliche Realisierung der Lüftungsbauwerke, zusätzlicher Flächenumgriff, sehr gute Zugänglichkeit
4	Geringer, für die bauliche Realisierung der Lüftungsbauwerke, zusätzlicher Flächenumgriff; gute Zugänglichkeit
3	Mittlerer, für die bauliche Realisierung der Lüftungsbauwerke, zusätzlicher Flächenumgriff; mittlere Zugänglichkeit
2	Hoher, für die bauliche Realisierung der Lüftungsbauwerke, zusätzlicher Flächenumgriff; ungünstige Zugänglichkeit
1	Sehr Hoher, für die bauliche Realisierung der Lüftungsbauwerke, zusätzlicher Flächenumgriff; sehr ungünstige Zugänglichkeit
0	Sehr hoher, für die bauliche Realisierung der Lüftungsbauwerke, zusätzlicher Flächenumgriff; sehr ungünstige Bedingungen für die Zugänglichkeit
Erläuterung: -	

Die Variante 1 erfordert einen Ausbau vorhandener Forstwege zu Baustraßen bis auf Höhe des Schachtstandortes sowie ein Baufeld für den Schachtstandort. Dadurch ist ein deutlich größerer Flächenverbrauch bei der Variante 1 gegeben, auch weist die Baustraße bestehende Steigungen bis 20% auf und stellt somit für die Zugänglichkeit, insbesondere in den Wintermonaten eine erschwerte Randbedingungen dar. Variante 3 hat an beiden Portalen eine Lüfterstation, Variante 2 nur an einem Portal. Daher ist die Variante 2 die günstigste (3 Punkte), die Variante 3 an 2. Stelle (2 Punkte) und Variante 1 (1 Punkt) in diesem Kriterium am ungünstigsten zu bewerten. Eine Bewertung 4 oder höher wird mit keiner Variante erreicht.

5.5.8 Bauzeit

Hier sind alle Varianten gleich zu beurteilen, die Errichtung der Kaverne, Schacht liegt nicht auf dem kritischen Weg.

5.5.9 Betriebskosten für die betriebstechn. Ausstattung – Lüftung

Die Betriebskosten pro Jahr sind in der Anlage 5 entnommen.

Indikator: Betriebskosten betriebstechn. Ausrüstung (Lüftung)	
Ziel: Bauwerk mit den geringsten Betriebskosten für Lüftung	
Punkte	Beschreibung
5	Nicht angewendet
4	< 4 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre < 8 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
3	4 – 6 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre 8 -15 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
2	> 6 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre > 15 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
1	Nicht angewendet
0	Nicht angewendet

Variante 1 hat hier die geringsten Betriebskosten für die betriebstechnische Ausstattung (Tunnellüftungsanlagen, siehe Anlage 5 Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem) sowohl über 20, wie auch über 50 Jahre, daher eine hohe Zielerfüllung (=4), die Variante 3 erreicht 3 Punkte und Variante 2 wird mit 2 Punkten bewertet.

5.5.10 Kosten Unterhaltung und Instandsetzung für die betriebstechn. Ausstattung

Die Betriebskosten pro Jahr sind in der Anlage 5 entnommen.

Indikator: Kosten Instandhaltung und Erneuerung der elektrischen und lüftungstechnischen Ausstattung	
Ziel: Bauwerk mit den geringsten Instandhaltungs- und Erneuerungskosten für die technischen Anlagen der Lüftung (Ventilatoren) und der elektrischen Ausrüstung	
Punkte	Beschreibung
5	Nicht angewendet
4	< 4 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre < 12 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
3	4,0 – 4,4 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre 12 -13 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
2	> 4,4 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre > 13 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
1	Nicht angewendet
0	Nicht angewendet

Variante 2 hat hier die geringsten Investitions- und Erneuerungskosten (siehe Anlage 5, Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem) für die betriebstechnische Ausstattung (Tunnellüftung und elektrische Anlagen) sowohl über 20, wie auch über 50 Jahre, daher die höchste Zielerfüllung (=4), die Variante 1 erreicht 3 Punkte und Variante 3 wird mit 2 Punkten bewertet.

5.5.11 Kosten Unterhaltung und Instandsetzung für das Tunnelbauwerk

Die Unterhaltungskosten für den Bau wurden gem. ABBV (Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung- ABBV) vom 01.07.2010) mit 0,9 % der Investitionskosten angenommen.

Die Betriebskosten pro Jahr sind in der Anlage 5 entnommen.

Indikator:	Kosten Instandhaltung und Erneuerungskosten Rohbau Tunnel inkl. Sonderbauwerke für Lüftung
Ziel:	Bauwerk mit den geringsten Instandhaltungs- und Erneuerungskosten
Punkte	Beschreibung
5	Nicht angewendet
4	< 19 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre < 48 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
3	19,0 – 20 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre 48 - 50 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
2	> 20 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 20 Jahre > 50 Mio. € Betriebskosten im Zeitraum 50 Jahre
1	Nicht angewendet
0	Nicht angewendet

Variante 2 hat hier die geringsten Investitions- und Erneuerungskosten (siehe Anlagen 5, Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem) für die Erhaltung des Tunnelbauwerks inkl. Sonderbauwerke für die Lüftung (Schacht, Kaverne, Portalstation) sowohl über 20, wie auch über 50 Jahre, daher die höchste Zielerfüllung (=4), die Variante 1 erreicht 3 Punkte und Variante 3 wird mit 2 Punkten bewertet.

5.5.12 Randbedingungen für Bauwerksprüfung, betriebliche Inspektionen und Unterhaltungsmaßnahmen

Der Umfang und die Aufwendungen für Bauwerksprüfungen und betriebliche Inspektionen sind bei der Variante 1 durch das zu prüfende Schachtbauwerk in Tunnelmitte vergleichsweise am höchsten. Weiterhin sind die zu erwartenden Verkehrsbeeinträchtigungen, unabhängig von der nach DIN 1076 durchzuführenden Tunnelprüfungen, bei Variante 1 ebenfalls am höchsten. Folglich wird diese Variante mit einem Punkt am schlechtesten bewertet. Die Variante 3 weist gegenüber der Variante 2 zwei Betriebsgebäude auf, sodass die Variante 3 mit drei Punkten und die Variante 2 mit zwei Punkten aufgrund des doppelten Prüfumfanges von Variante 3 bewertet wird. Längere Verkehrsbeeinträchtigungen sind im Zuge der Bauwerksprüfung und betrieblichen Inspektion bei Variante 2 und Variante 3 nicht zu

erwarten. Die Schwierigkeitsanforderungen zwischen Variante 2 und Variante 3 können als gleichwertig eingeschätzt werden.

Indikator: Randbedingungen für Bauwerksprüfungen und betriebliche Inspektionen	
Ziel: Möglichst geringer Aufwand und kleiner Umfang der zu prüfenden Bauteile bei den Bauwerksprüfungen und betrieblichen Inspektionen sowie geringe Beeinträchtigungen des Verkehrs.	
Punkte	Beschreibung
5	Kein, Mehraufwand im Sinne von zusätzlichen Schutzeinrichtungen, umfangreichen Sicherungsmaßnahmen, Verkehrsbeeinträchtigungen
4	Sehr Geringer, Mehraufwand im Sinne von zusätzlichen Schutzeinrichtungen, umfangreichen Sicherungsmaßnahmen, Verkehrsbeeinträchtigungen
3	Geringer, Mehraufwand im Sinne von zusätzlichen Schutzeinrichtungen, umfangreichen Sicherungsmaßnahmen, Verkehrsbeeinträchtigungen
2	Mittlerer, Mehraufwand im Sinne von zusätzlichen Schutzeinrichtungen, umfangreichen Sicherungsmaßnahmen, Verkehrsbeeinträchtigungen
1	Hoher, Mehraufwand im Sinne von zusätzlichen Schutzeinrichtungen, umfangreichen Sicherungsmaßnahmen, Verkehrsbeeinträchtigungen
0	Sehr hoher, Mehraufwand im Sinne von zusätzlichen Schutzeinrichtungen, umfangreichen Sicherungsmaßnahmen, Verkehrsbeeinträchtigungen
Erläuterung: -	

5.5.13 Natur- und Artenschutz

Bei Variante 2 am Südportal sind Haselmaus (RLB*/RLD G) und Zauneidechse (RLB 3/ RLD V), Stieglitz (RLB V/ RLD *) und als Jagdhabitat für Fledermäuse u.a. Nordfledermaus (RLB 3/ RLD G) die artenschutzrechtlich relevanten Arten. Erhebliche Beeinträchtigungen der saP-relevanten Arten sind unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen und frühzeitiger Umsetzung von CEF-Maßnahmen vermeidbar, so dass die Erfüllung von Verbotstatbeständen gem. §44 BNatSchG ausgeschlossen werden kann.

Bei Variante 1 sind mit Zauneidechse (RLB 3/ RLD V), Schlingnatter (RLB 2/ RLD 3) und Gelbringfalter (RLB 2/RLD 2), hier nur die Arten genannt, für die nach aktueller Einschätzung die Erfüllung eines Tötungsverbotes während der Baumaßnahme nicht ausgeschlossen werden können. Dies liegt vor allem daran, dass die Zuwegung auf weiter Strecke durch unebenes Gelände führt und die Stellung von Schutzzäunen sowie die dauerhafte Funktion der Schutzzäune nicht gewährleistet werden kann. Auch mögliche Vermeidungsmaßnahmen gegen die Erfüllung von Verbotstatbeständen im Falle des Gelbringfalters (als sog. Eierstreuer heften die Weibchen die Eier bei der Eiablage nicht an ein Substrat oder an eine bestimmte Pflanze an, sondern lassen sie einfach zu Boden fallen) sind kaum praktikabel.

Somit muss bei Variante 1 von einer Erfüllung des Tötungsverbotes ausgegangen werden und demnach die Ausnahmenvoraussetzungen dieser Variante geprüft werden. Die Variante wäre generell nur zulässig, wenn keine zumutbare Alternative mit geringeren Beeinträchtigungen aus artenschutzrechtlicher Sicht zur Verfügung steht. Dies ist jedoch nicht der Fall, da Variante 2 mit wesentlich geringeren Beeinträchtigungen einher geht.

Hinsichtlich temporärer und dauerhafter Flächeninanspruchnahme sind die Varianten 1 und 2 aus naturschutzfachlicher Sicht nach folgender Tabelle zu bewerten:

Kriterien	Variante 1 - Lüfterbauwerk, Schacht + Zuwegung	Variante 2 – Südportal mit Lüfterbauwerk
Flächeninanspruchnahme, gesamt	15.100 m²	3.400 m²
Bereits versiegelte Fläche	2.200 m ²	0 m ²
Neuversiegelung	3.500 m ²	2.720 m ²
Temporäre Flächeninanspruchnahme	9.400 m ²	680 m ²
Kompensationsbedarf gem. BayKompV	43.990 WP	24.232 WP
Verlust von Biotopflächen, gesamt (Abgrenzung Realnutzungskartierung BayKompV) *	1.070 m²	490 m²
davon Biotope nach §30-BNatschG geschützt	110 m ² (G312-GT6210) 300 m ² (N123-WE91U0)	490 m ² (G312-GT6210)
Verlust amtlich kartierter Biotope Bayern Alpen (amtliche Abgrenzung) *	910 m²	480 m²
davon regional bedeutsam lt. ABSP	60 m ²	0 m ²
davon überregional bedeutsam lt. ABSP	0 m ²	480 m ²
davon landesweit bedeutsam lt. ABSP	850 m ²	0 m ²
Schutzgebiete	LSG, Gesamtfläche 15.100 m²	LSG, Gesamtfläche 3.400m²

* Diese Flächen sind größtenteils deckungsgleich da sie sich aus unterschiedlichen Abgrenzungen ergeben demnach sind sie nicht zu addieren. Der Kompensationsberechnung zugrunde liegen die Flächengrößen der BayKompV-Kartierung.

Beide Varianten sind in sensiblen Gebieten situiert, Flächeninanspruchnahme und Kompensationsbedarf sind jedoch bei Variante 1 deutlich höher.

Aufgrund der nicht auszuschließenden Erfüllung des Tötungsverbots bei Variante 1 und der gleichzeitig vorhandenen Alternative mit geringeren Beeinträchtigungen aus artenschutzrechtlicher Sicht (Variante 2) wird Variante 1 am ungünstigsten (0 Punkte) bewertet.

Aus naturschutzfachlicher und artenschutzfachlicher Sicht ist nach aktueller Einschätzung die Variante 2 - Südportal mit Lüfterbauwerk zu bevorzugen. Aufgrund der Bedeutsamkeit der Verbotstatbestände gem. §44 BNatSchG (Prüfung der Ausnahmenvoraussetzungen) wird die Variante 2 mit 5 Punkten als Alternative mit geringeren Beeinträchtigungen vergleichsweise hoch eingestuft. Variante 3 wird aus natur- und artenschutzfachlicher Sicht nicht detailliert betrachtet. Die Variante 3 wird in der Bewertung zwischen den Varianten 1 und 2 eingestuft (2 Punkte), da sich gegenüber der Variante 2 weitere Flächeninanspruchnahmen im Bereich des Nordportals ergeben.

5.5.14 Lufthygienische Aspekte – Auswirkungen auf Mensch und Natur

Die Untersuchung der Immissionen der Luftschadstoffe zeigt, dass auch bei Schadstoffausstoß über die Portale nicht mit einer Grenzwertüberschreitung an den Immissionsorten am Nord- und Südportal zu rechnen ist. Im Normalbetrieb kann auch eine Abfuhr der Schadstoffe über den Kamin erfolgen, da die Zusatzbelastungen in diesem Fall sehr gering sind. Daher sind alle Varianten aus lufthygienischer Sicht gleichwertig.

5.5.15 Mensch (Akzeptanz/Betroffenheit von Anwohner)

Die Lüftungsvarianten werden hinsichtlich der Akzeptanz in der Bevölkerung in Abhängigkeit des baulichen Umfangs und der Entfernung der Lüftergebäude zu nahegelegenen Wohngebieten bewertet.

Bei Variante 1 werden durch den Lüftungsschacht keine Abluftgebäude an den Portalen notwendig, die Variante wird daher mit 5 Punkten deutlich besser bewertet, als die Varianten 2 und 3. Das Schachtkopfgebäude stellt gegenüber den anderen Varianten einen vergleichsweise geringen baulichen Umfang dar.

Variante 3 wird aufgrund der Lüfterstandorte und des baulichen Umfangs an beiden Portalen hinsichtlich der Akzeptanz durch die nahegelegenen Anwohner am schlechtesten eingestuft (1 Punkt). Bei Variante 2 entfällt das Lüftungsgebäude am Nordportal, welches in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Siedlungsgebiet gelegen ist. Die Variante 2 wird daher hinsichtlich möglicher Einwände aus der Bevölkerung im Laufe des Genehmigungsprozesses etwas besser eingestuft als Variante 3. Aufgrund des baulichen Umfangs der Lüfterstation am Südportal wird Variante 2 jedoch mit 2 Punkten im Vergleich zur Variante 1 deutlich abgewertet.



6 ZUSAMMENFASSUNG UND FESTLEGUNG DER VORZUGSVARIANTE

Die Detailauswertung zur Bewertung und Gewichtung der jeweiligen Kriterien kann der zugehörigen Kriterienmatrix in Anlage 1 entnommen werden.

Investitions- und Betriebskosten sowie Kosten für Instandhaltung und Betrieb des Tunnelbauwerks mit Lüfterstation und betriebstechnischer Ausstattung stellen ein wesentliches Kriterium für den Variantenentscheid dar. Die Variante 2 erreicht, unter Berücksichtigung aller kostenrelevanten Kriterien, mit 100 Punkten die höchste Bewertung und stellt damit die wirtschaftlichste Variante dar. Die Varianten 1 und 2 liegen mit 90 bzw. 100 Punkten relativ dicht beieinander. Hingegen ist die Variante 3 mit 60 Punkten deutlich abgeschlagen. Daraus ergibt sich folgende prozentuelle Gesamtwertung der Kosten:

Gesamtbewertung Kosten

Variante	Bewertungsgewichtung in %
1	90
2	100
3	60

Die Verbotstatbestände des Natur- und Artenschutz stellen ein generelles Ausschlusskriterium dar, welches in der Variantenfindung entsprechend berücksichtigt werden muss. Aufgrund der Bedeutsamkeit der Verbotstatbestände gem. §44 BNatSchG (Prüfung der Ausnahmenvoraussetzungen, werden die Lüftungsvarianten daher bei der Bewertung deutlich voneinander abgegrenzt und das Kriterium Natur- und Artenschutz hinsichtlich der Gewichtung entsprechend hoch eingestuft. Darüber hinaus erfolgt der Vergleich der Varianten nicht ausschließlich in einer Gesamtschau aller Kriterien, sondern die zusätzlichen Kriterien werden auch separat zu den Kosten betrachtet. Variante 1 wird dabei mit insgesamt 31 Punkten, Variante 2 mit 50 Punkten und Variante 3 mit 31 Punkten bewertet. Die Gesamtwertung der zusätzlichen Kriterien ergibt sich somit wie folgt:

Gesamtbewertung zusätzliche Kriterien

Variante	Bewertungsgewichtung in %
1	41
2	67
3	41

Die Gesamtbetrachtung aller Kriterien erfolgt mit der Entscheidungsmatrix (Anlage 1) ist in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Gesamtbewertung der Varianten

Variante	Bewertungspunkte gesamt	Bewertungsgewichtung in %
1	121	69
2	150	86
3	91	52

Variante 2 wird damit unter Berücksichtigung aller Kriterien als Vorzugsvariante festgelegt.

ANLAGEN

Anlage 1: Entscheidungsmatrix zur Wahl der Lüftungsvariante

Anlage 2: Tunnel-/Lüftungssysteme

Anlage 3: Mengenermittlung Querschnitte

Anlage 4: Natur- und artenschutzfachliche Einschätzung, NRT 27.05.2021

Anlage 5: Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem, HBI 12.07.21

Anlage 6: Zusammenfassung Investitionskosten



Anlage 1

Entscheidungsmatrix zur Wahl der Lüftungsvariante



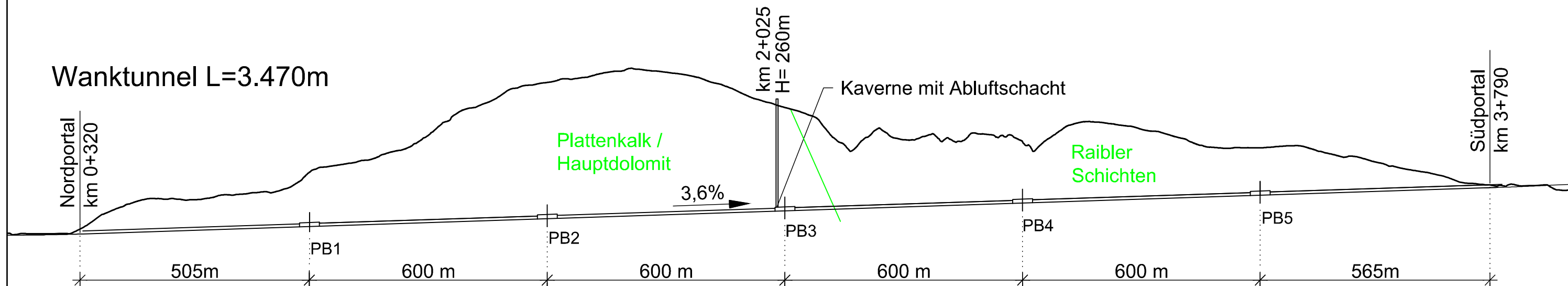
Entscheidungsmatrix zur Wahl der Lüftungsvariante																	
Kriterium		Ergänzende Beschreibung	Gewichtung [0 - 5]	Erläuterung zur Gewichtung	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte		Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd		Variante 3 Lüftungszentrale mit Abluftkamin an beiden Portalen (Nord und Süd)		Bewertung [Punkte 0 - 5]			Punkte			
					Vorteil	Nachteil	Vorteil	Nachteil	Vorteil	Nachteil	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 1	Variante 2	Variante 3	
Kosten	Kostenschätzung Bauwerk	Schätzung Investitionskosten für den Rohbau Tunnel inkl. Sonderbauwerke für Lüftung	5		- Kostengünstigere Ausbildung der Portale gegenüber Variante 2 und 3 - Kostenersparnis bei Zwischendecke	- Erhöhte Kosten durch Schachtbauwerk und Lüfterkaverne	- geringere Kosten für Sonderbauwerke	- erhöhte Kosten für Tunnelrohre aufgrund Querschnittsgröße - Erhöhte Kosten bei Portalausbildung / Lüftungsbauwerk - Kosten für zusätzl. Lüfternischen im Eingangsbereich	-	- erhöhte Kosten bei Portalausbildung / Lüftungsbauwerke - erhöhte Kosten für Zwischendecken - Kosten für zusätzl. Lüfternischen in Eingangsbereichen	4	5	2	20	25	10	
		Investitionskosten [€]				106 800 000,00 €		105 100 000,00 €		112 000 000,00 €							
	Kostenschätzung betriebstechnische Ausstattung	Schätzung Investitionskosten für luftungstechnische und elektrische Ausstattung	5		- Kostengünstigste Axialventilatoren aufgrund niedrigerer notwendiger Leistung	- größte Anzahl an Strahlventilatoren erforderlich	- mittlere Kosten der Axialventilatoren aufgrund höherer notwendiger Leistung	- mittlere Anzahl an Strahlventilatoren erforderlich	- kleinste Anzahl an Strahlventilatoren erforderlich	- höchste Kosten der Axialventilatoren aufgrund Anzahl	4	5	3	20	25	15	
		Investitionskosten [€]				4 489 400,00 €		4 122 400,00 €		4 706 000,00 €							
	Kostenschätzung Betrieb	Kostenschätzung für den Betrieb der Lüftungsanlagen	5		Im Vergleich geringste Betriebskosten im Normalbetrieb, keine wesentlichen Mehrkosten durch den kleineren Abluftquerschnitt	-	-	Im Vergleich höchste Betriebskosten im Normalbetrieb, erhebliche Mehrkosten bei kleinerem Abluftquerschnitt (nicht empfohlen)	Im Vergleich geringere Betriebskosten im Normalbetrieb als Variante 2, Mehrkosten gegenüber Variante 1	-	4	2	3	20	10	15	
		Betriebskosten Zeitraum 20 Jahre[€]				3 020 000,00 €		6 910 000,00 €		5 550 000,00 €							
		Betriebskosten Zeitraum 50 Jahre[€]				7 550 000,00 €		17 275 000,00 €		13 875 000,00 €							
	Kostenschätzung Instandhaltung und Erneuerung Bauwerk	Instandhaltungs- und Erneuerungskostenkosten Rohbau Tunnel inkl. Sonderbauwerke für Lüftung	5		- mittlere Kosten aufgrund mittlerer Investitionskosten		- günstigste Kosten aufgrund geringster Investitionskosten			- höchste Kosten aufgrund deutlich höherer Investitionskosten	3	4	2	15	20	10	
		Kosten Zeitraum 20 Jahre[€]				19 224 000,00 €		18 918 000,00 €		20 160 000,00 €							
		Kosten Zeitraum 50 Jahre[€]				48 060 000,00 €		47 295 000,00 €		50 400 000,00 €							
	Kostenschätzung Instandhaltung und Erneuerung betriebstechnischer Ausstattung	Instandhaltungs- und Erneuerungskostenkosten lufttechnische und elektrische Ausstattung	5		- mittlere Kosten aufgrund mittlerer Investitionskosten		- günstigste Kosten aufgrund geringster Investitionskosten			- höchste Kosten aufgrund höchster Investitionskosten	3	4	2	15	20	10	
Kosten Zeitraum 20 Jahre[€]				4 241 760,00 €		3 946 960,00 €		4 479 400,00 €									
Kosten Zeitraum 50 Jahre[€]				12 560 400,00 €		11 555 400,00 €		13 260 000,00 €									
Gesamtpunkte Wichtung Kosten											20	Punkte Bewertungskriterien Gesamt			90	100	60
Maximale Punktzahl Bewertungsgewichtung											100	Bewertungsgewichtung Gesamt			90%	100%	60%
Zusätzliche Kriterien	Bauausführung und bauliche Ausbildung	Ausführungsrisiken	2		-	erhöhtes Kosten- und Bauzeitrisiko beim Vortrieb des Abluftschachtes und der Kaverne durch Änderung der geol. Verhältnisse	kein wesentlich erhöhtes geologisches Risiko bei Ausführung in offener Bauweise	-	kein wesentlich erhöhtes geologisches Risiko bei Ausführung in offener Bauweise	-	1	2	2	2	4	4	
		Baulicher Umgriff / Bauteile sowie Baulogistik / Zugänglichkeit	1		-	- zusätzliches Baufeld mit spezifischer Baulogistik für Schachtherstellung - lange Zuwegung zu Lüfterbauwerk erforderlich	- unmittelbare Zugänglichkeit durch Nähe zu Portalvorfeld	- Erhöhter baulicher Umgriff Portal Süd und Längere Tunnelrohre	- unmittelbare Zugänglichkeit durch Nähe zu Portalvorfeld	- Erhöhter baulicher Umgriff an beiden Portalen und längere Tunnelrohre (an beiden Portalen)	1	3	2	1	3	2	
		Bauzeit	0	keine / geringe bauzeitliche Auswirkungen bei allen Varianten	-	ggf. höheres Bauzeitrisiko, Auswirkungen vsl. gering, da Kaverne/Schacht nicht auf kritischem Weg	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	
	Tunnelbetriebs/-unterhaltung	Bauwerksprüfung, Betrieb, Unterhalt	1		-	- lange Zuwegung zu Lüfterbauwerk erforderlich - Sperrung Tunnel für Schachtbegehung notwendig, Sperrzeiten ggf. erhöht - Schachtbefahrungsanlage erforderlich	- unmittelbare Zugänglichkeit durch Nähe zu Portalvorfeld	Sperrung Tunnel für Inspektion notwendig	- unmittelbare Zugänglichkeit durch Nähe zu Portalvorfeld	Sperrung Tunnel für Inspektion notwendig	1	2	3	1	2	3	
		Naturschutz	5	Hohe Gewichtung auf Grund des artenschutzrechtlichen Tötungsverbot	-	Für die Arten Zauneidechse (RLB 3/ RLD V), Schlingnatter (RLB 2/ RLD 3) und Gelbringfalter (RLB 2/RLD 2) kann e nach aktueller Einschätzung die Erfüllung eines Tötungsverbot während der Baumaßnahme nicht ausgeschlossen werden. Dies liegt vor allem daran, dass die Zuwegung auf weiter Strecke durch unebenes Gelände führt und die Stellung von Schutzzaunen sowie die dauerhafte Funktion der Schutzzaune nicht gewährleistet werden kann. Auch mögliche Vermeidungsmaßnahmen gegen die Erfüllung von Verbotstatbeständen im Falle des Gelbringfalters (als sog. Eierstreuer heften die Weibchen die Eier bei der Eiablage nicht an ein Substrat oder an eine bestimmte Pflanze an, sondern lassen sie einfach zu Boden fallen) sind kaum praktikabel. Somit muss bei Variante 1 von einer Erfüllung des Tötungsverbot ausgegangen werden und demnach die Ausnahmeveraussetzungen dieser Variante geprüft werden.Die Variante wäre generell nur zulässig, wenn wenn keine zumutbare Alternative mit geringeren Beeinträchtigungen aus artenschutzrechtlicher Sicht zur Verfügung steht. Die genannten Negativaspekte sind ein entscheidender Ausschlussgrund.	Niedrigster Flächenverbrauch. Keine Mehrbeeinträchtigung geschützter Arten oder andere Schutzgüter die nicht sowieso durch die Anschlussstelle Süd betroffen wären. Erforderliche Vermeidungsmaßnahmen sind bei Bau nur am Sudportal geringer als bei Bau am Nord + Sudportal und wesentlich geringer als bei Bau in Tunnelmitte.	Bei Variante 2 am Sudportal sind Haselmaus (RLB*/RLD G) und Zauneidechse (RLB 3/RLD V), Stieglitz (RLB V/ RLD *) und als Jagdhabitat für Fledermäuse u.a. Nordfledermaus (RLB 3/ RLD G) die artenschutzrechtlich relevanten Arten. Erhebliche Beeinträchtigungen der saP-relevanten Arten sind unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen und frühzeitiger Umsetzung von CEF-Maßnahmen vermeidbar, so dass die Erfüllung von Verbotstatbeständen gem. §44 BNatSchG ausgeschlossen werden kann.	Niedrigerer Flächenverbrauch als Variante 1 aber höherer Flächenverbrauch als Variante 2.	Eingriff an beiden Portalen. Beeinträchtigung des Sudportals wie Variante 2. Jedoch zusätzlich weitere Beeinträchtigungen am Nordportal.	0	5	2	0	25	10	
		Lufthygienische Aspekte - Auswirkung auf Mensch und Natur	0	Alle Varianten sind aus lufthygienischer Sicht gleichwertig	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0	0	0	
	Betriebs-technische Ausstattung	Bevölkerung / Anwohner	3		Vorteil bei Akzeptanz durch Bevölkerung, da keine Abluftbauwerke im Portalbereich, dafür Schachtkopfgebäude	-	-	Nähe zu Anwohnern und dadurch ggf. erhöhtes Risiko hinsichtlich Einwürden aus der Bevölkerung	-	Nähe zu Anwohnern (unmittelbarer Nahbereich zur Bebauung am Nordportal) und dadurch ggf. erhöhtes Risiko hinsichtlich Einwürden aus der Bevölkerung	5	2	1	15	6	3	
		Energieversorgung	1		Unterbringung in Lüfterkaverne gut möglich	-	-	Unterbringung in Verlängerung der mittleren Pannenbucht notwendig	-	Unterbringung in Verlängerung der mittleren Pannenbucht notwendig	4	2	2	4	2	2	
		BTA-Aufwand Lüftung	1		einfacher Aufwand durch 1 Lüfterzentrale (2 Abluftventilatoren)	-	einfacher Aufwand durch 1 Lüfterzentrale (2 Abluftventilatoren)	-	-	doppelter Aufwand durch 2 Lüfterzentralen (4 Abluftventilatoren)	4	4	2	4	4	2	
	Sicherheits-technische Aspekte Betriebstechnik	vorhandene Redundanzen, mögliche Ausfälle, Schadenspotential im Ereignisfall, etc.	1		Gleichweitig zu Var. 2	-	Gleichweitig zu Var. 1	-	Erhöhte Redundanz aufgrund doppelter Anzahl Axialventilatoren	-	4	4	5	4	4	5	
Gesamtpunkte Wichtung zusätzliche Kriterien											15	Punkte Bewertungskriterien Gesamt			31	50	31
Maximale Punktzahl Bewertungsgewichtung											75	Bewertungsgewichtung Gesamt			41%	67%	41%
Gesamtbetrachtung																	
Kosten		Gesamtpunkte Wichtung Kosten	20									Punkte Bewertungskriterien Gesamt			90	100	60
		Maximale Punktzahl Bewertungsgewichtung	100									Bewertungsgewichtung Gesamt			90%	100%	60%
Zusätzliche Kriterien (Naturschutz, Bevölkerung, Bauausführung, etc.)		Gesamtpunkte Wichtung zusätzliche Kriterien	15									Punkte Bewertungskriterien Gesamt			31	50	31
		Maximale Punktzahl Bewertungsgewichtung	75									Bewertungsgewichtung Gesamt			41%	67%	41%
Gesamt		Gesamtpunkte Wichtung	35								Punkte Bewertungskriterien Gesamt			121	150	91	
		Maximale Punktzahl Bewertungsgewichtung	175								Bewertungsgewichtung Gesamt			69%	86%	52%	

Anlage 2

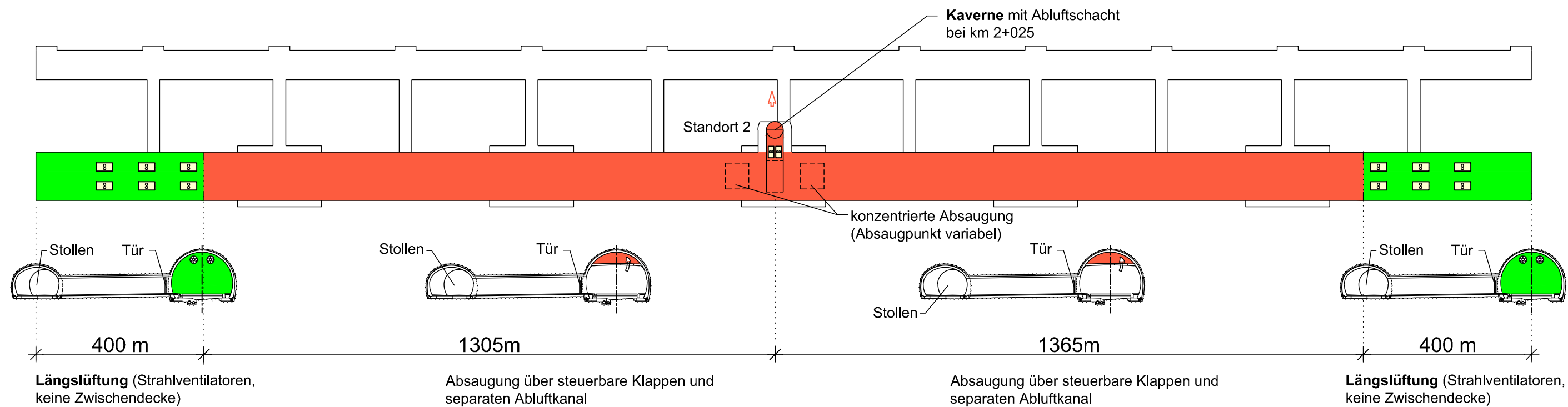
Tunnel-/Lüftungssysteme



Wanktunnel L=3.470m



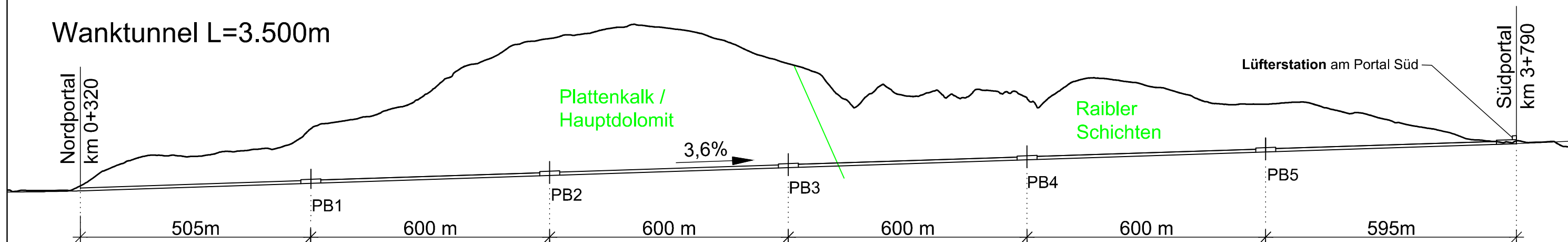
Variante 1: Lüftungsschacht in Tunnelmitte



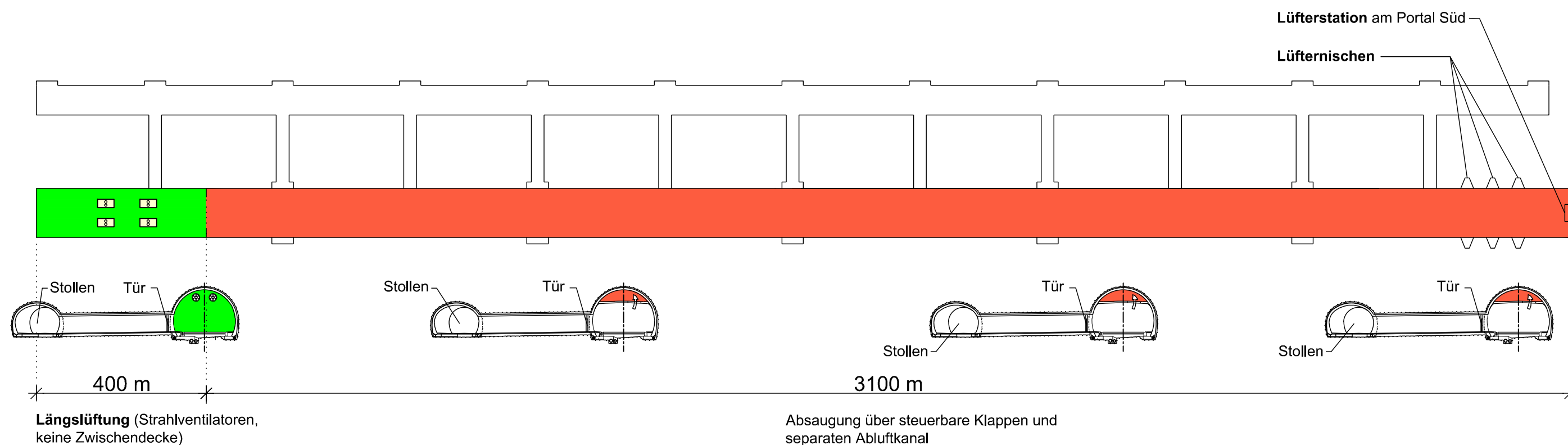
Projekt	11718 - Wanktunnel
Planinhalt	Lüftungsvariante 1
Plan Nr.	-

gezeichnet	M. Platzer	25.03.2021
geprüft	K. Matt	25.03.2021
freigegeben	K. Matt	25.03.2021

Wanktunnel L=3.500m



Variante 2: Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd

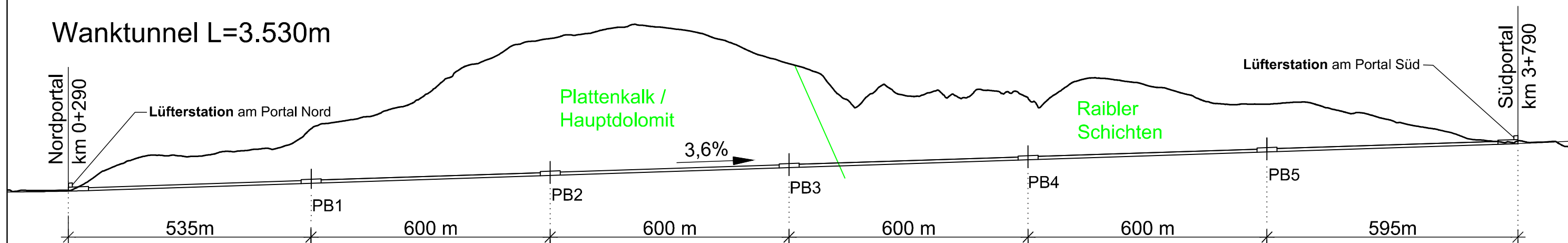


Projekt	11718 - Wanktunnel
Planinhalt	Lüftungsvariante 2
Plan Nr.	-

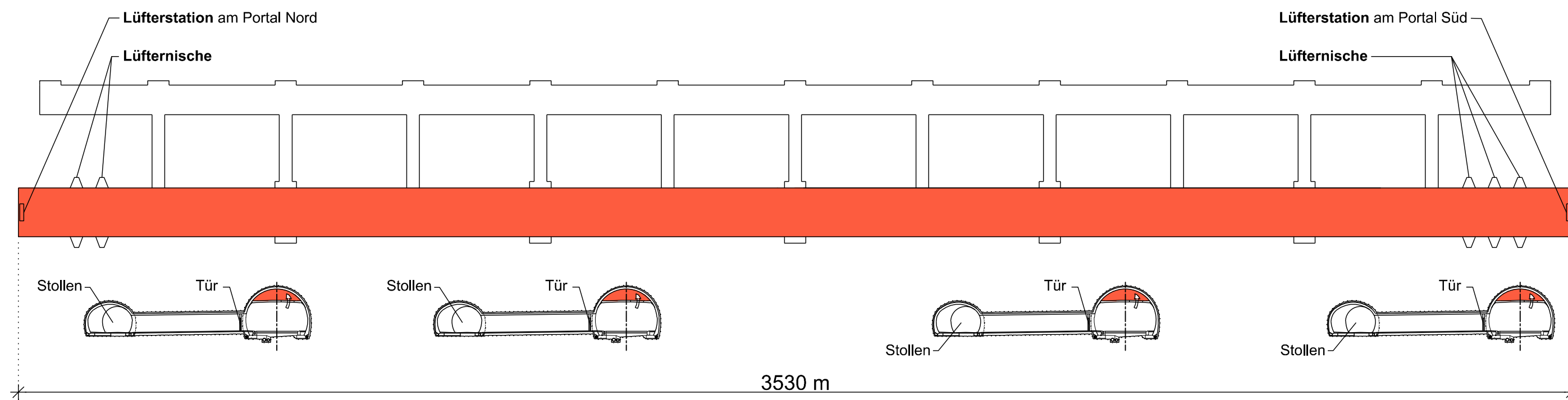
gezeichnet	M. Platzer	30.03.2021
geprüft	K. Matt	30.03.2021
freigegeben	K. Matt	30.03.2021

© 2021 i:\atibk_projects\11718\6_cael\61_vp\01\dwg\skizzen\lüftungsvarianten.dwg

Wanktunnel L=3.530m



Variante 3: Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Nord und Süd



Absaugung über steuerbare Klappen und separaten Abluftkanal

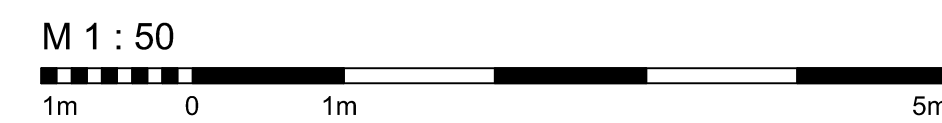
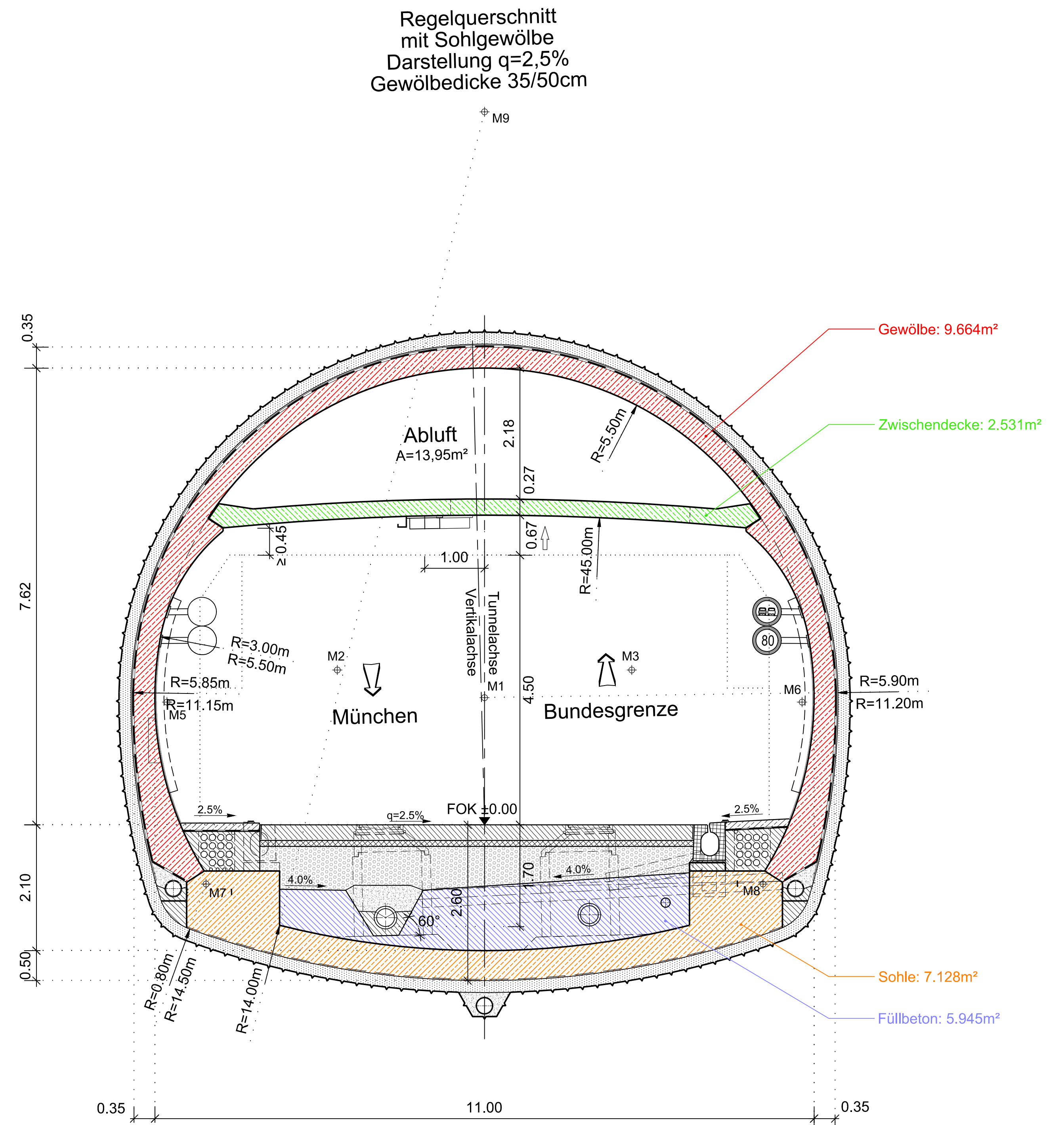
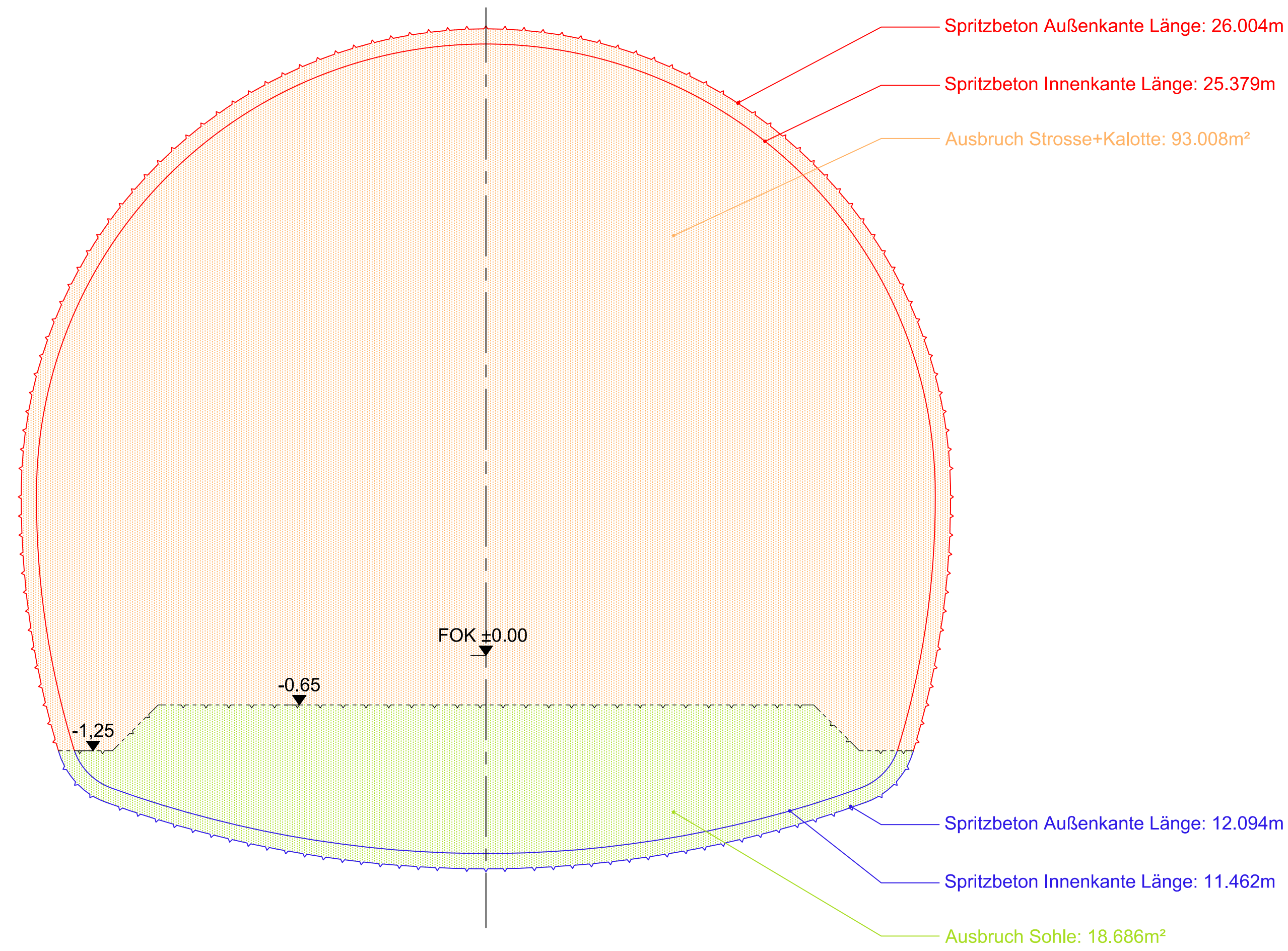
Projekt	11718 - Wanktunnel
Planinhalt	Lüftungsvariante 3
Plan Nr.	-

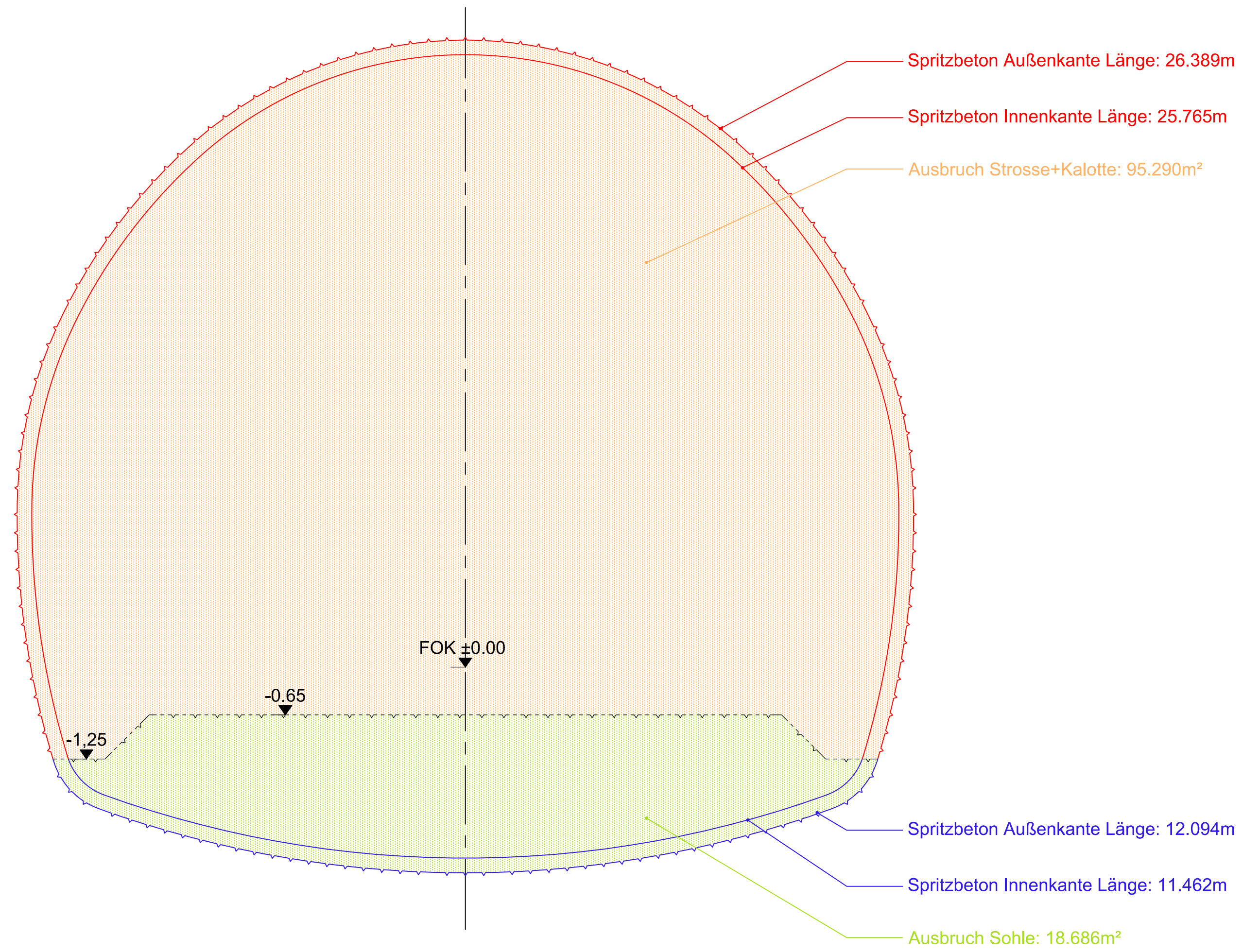
gezeichnet	M. Platzer	30.03.2021
geprüft	K. Matt	30.03.2021
freigegeben	K. Matt	30.03.2021

Anlage 3

Mengenermittlung Querschnitte

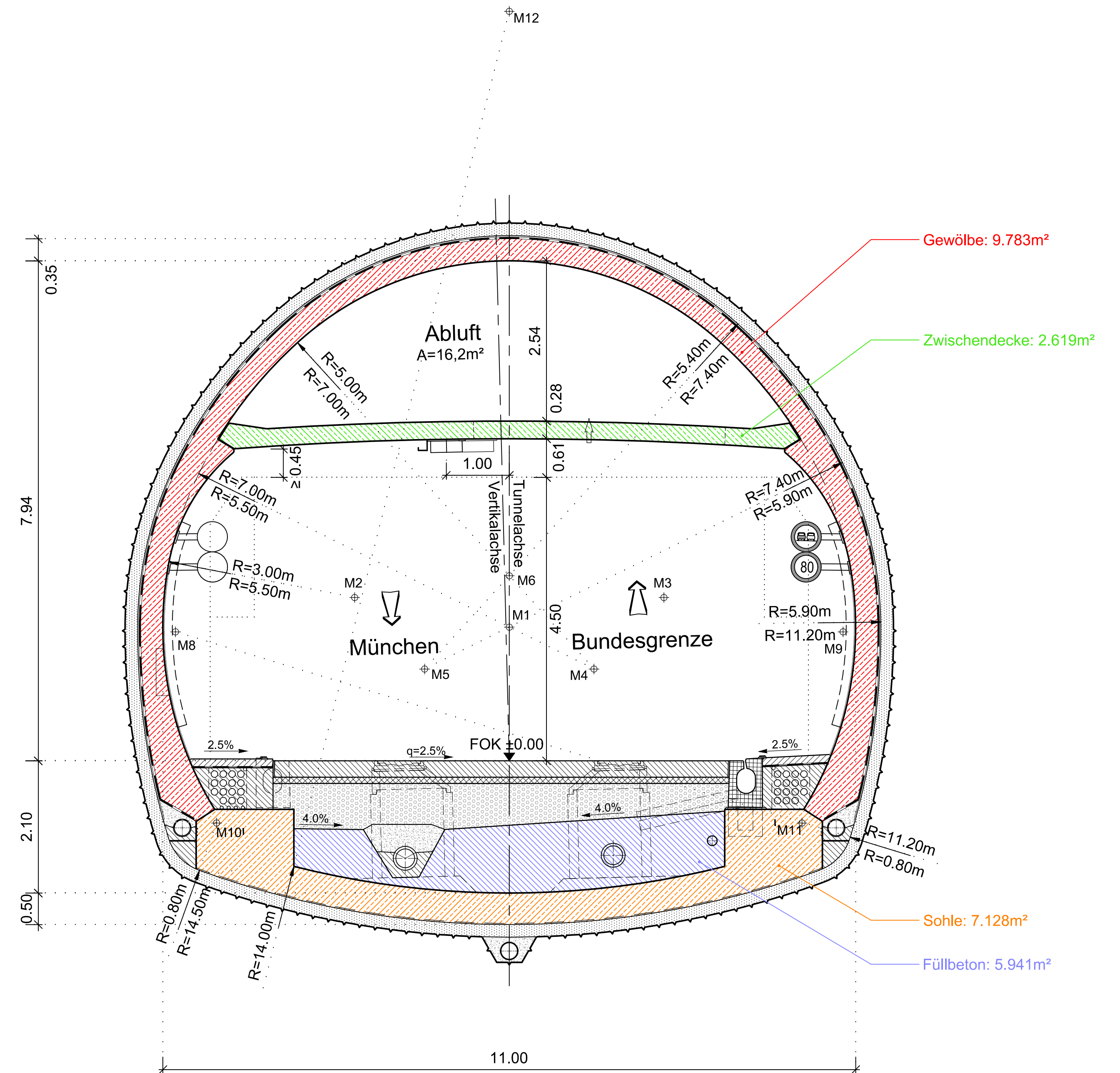




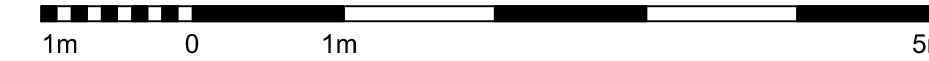


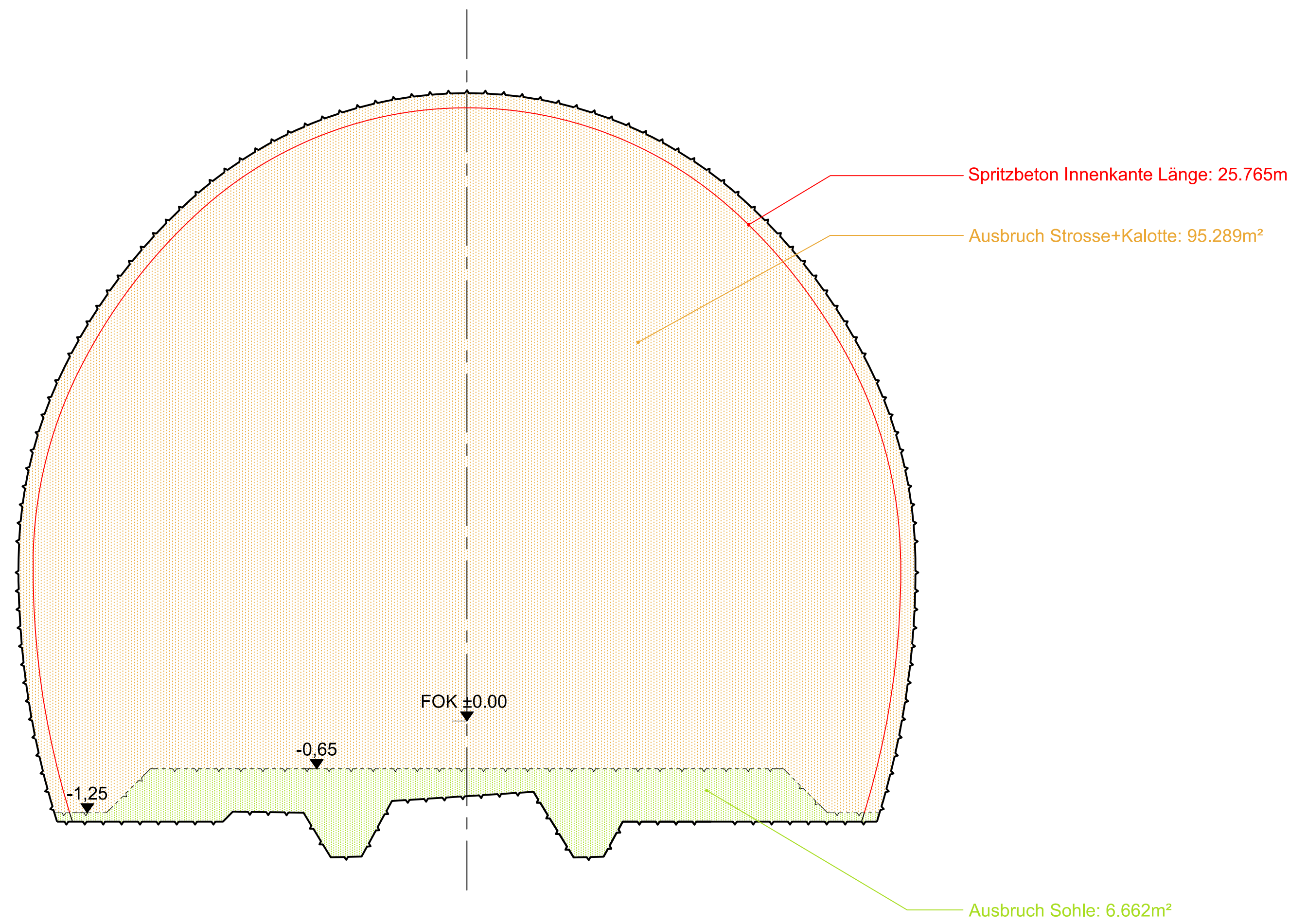
Regelquerschnitt mit Sohlgewölbe

Darstellung q=2,5%
Gewölbedicke 35/50cm



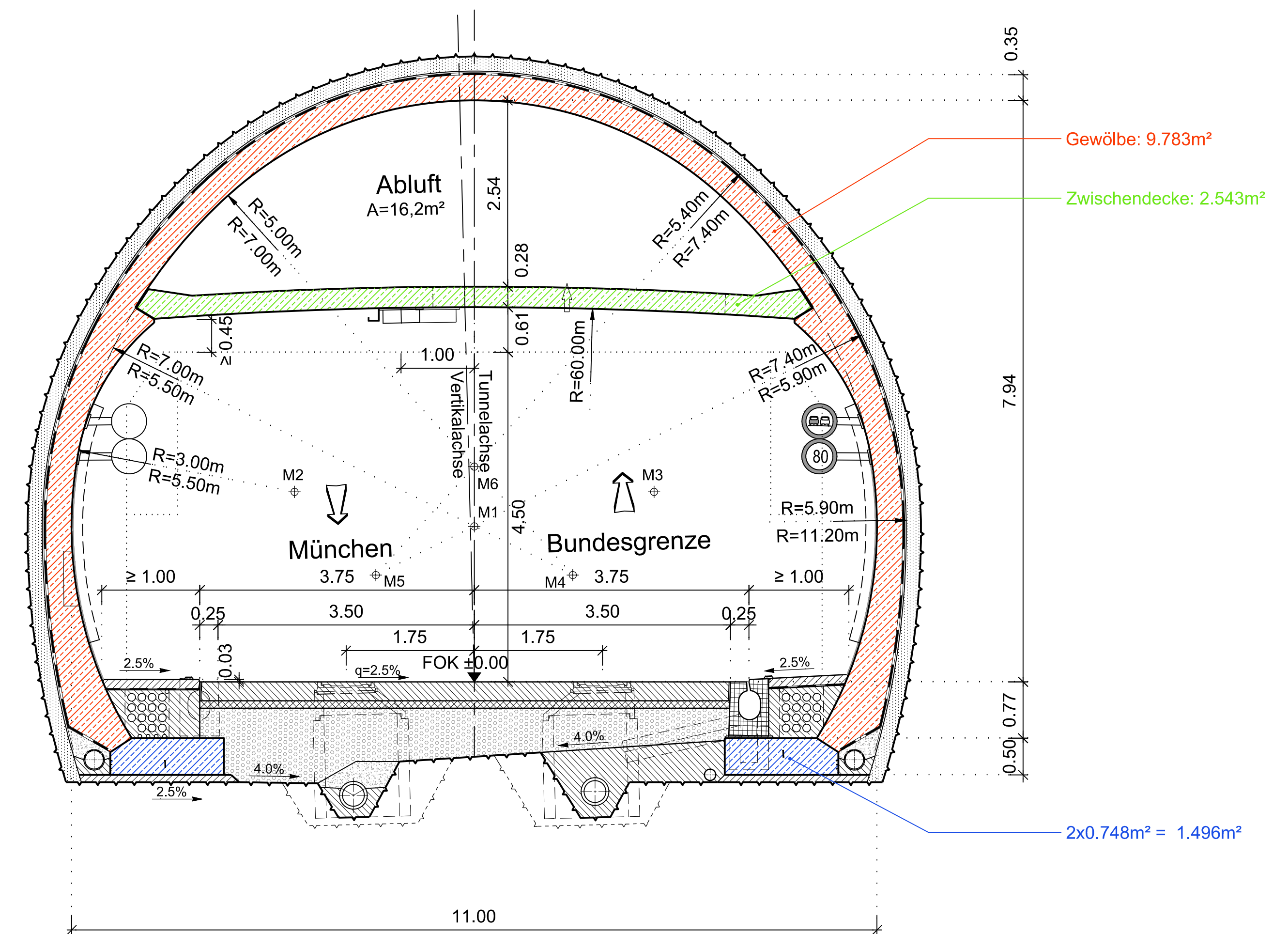
M 1 : 50





Regelquerschnitt mit offener Sohle

Darstellung q=2,5%
Gewölbedicke 35cm



M 1 : 50



Anlage 4

Natur- und artenschutzfachliche Einschätzung, NRT 27.05.2021



B 2, München-Mittenwald

Ortsumgehung Garmisch-Partenkirchen mit Wanktunnel

Hier: Variantenvergleich Lüfterbauwerk

Natur- und artenschutzfachliche Einschätzung

Fassung vom 27.05.2021

Auftraggeber:

Staatliches Bauamt Weilheim
Münchner Straße 39
82362 Weilheim

Betreuung:

Dipl.-Ing. (FH) M. Hoffmann

Auftragnehmer:



Landschaftsarchitekten
Stadtplaner Ingenieure

Isarstraße 9 85417 Marzling
Telefon: 08161-9 89 28-0
Telefax: 08161-9 89 28-99
Email: nrt@nrt-la.de
Internet: www.nrt-la.de

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) D. Narr
Dipl.-Ing. (FH) M. Weimer

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Aufgabenstellung	4
2	Beschreibung der Standorte	5
2.1	Standort-Variante 1: Lüfterbauwerk, Schacht + Zuwegung	5
2.1.1	Schutzgebiete und schützenswerte Bereich	6
2.1.2	Vorkommen planungsrelevanter Arten im Umgriff der Variante 1	6
2.2	Standort-Variante 2: Südportal mit Lüfterbauwerk	7
2.2.1	Schutzgebiete und schützenswerte Bereich	8
2.2.2	Vorkommen planungsrelevanter Arten im Umgriff der Variante 2	8
3	Flächeninanspruchnahme und Kompensationsbedarf	9
3.1	Variante 1: Lüfterbauwerk, Schacht + Zuwegung	9
3.1.1	Dauerhafte Flächeninanspruchnahme	9
3.1.2	Temporäre Flächeninanspruchnahme	10
3.1.3	Gesamter Flächen- und Kompensationsbedarf Variante 1	11
3.2	Variante 2: Südportal mit Lüfterbauwerk	11
3.2.1	Dauerhafte Flächeninanspruchnahme	11
3.2.2	Temporäre Flächeninanspruchnahme	11
3.2.3	Gesamter Flächen- und Kompensationsbedarf Variante 2	11
4	Variantenvergleich	12
4.1	Naturschutzfachliche Einschätzung	12
4.2	Artenschutzfachliche Einschätzung	12
5	Zusammenfassung	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schutzgebiete nach BNatSchG Variante 1	6
Tabelle 2: Amtlich kartierte Biotop innerhalb Flächenabgrenzung Variante 1 (laut digitaler Fassung des Bayer. LfU)	6
Tabelle 3: Schutzgebiete nach BNatSchG Variante 2	8
Tabelle 4: Amtlich kartierte Biotop innerhalb Flächenabgrenzung Variante 2 (laut digitaler Fassung des Bayer. LfU)	8
Tabelle 5: Vergleich der naturschutzfachlichen Belange	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageplan der Maßnahme und Varianten	4
Abbildung 2: Zuwegung und Standort Lüfter Variante 1	5
Abbildung 3: Detail Lüfterstandort Variante 1	5
Abbildung 4: Bestehender Wander-, Wirtschaftsweg	6
Abbildung 5: Übergang vom bewaldeten Wegabschnitt in den Offenlandbereich kurz vor dem Lüfterbauwerk.	6
Abbildung 6: Übersicht Lüfterstandort Variante 2 am Südportal.....	7
Abbildung 7: Detail Erweiterungsfläche Variante 2 am Südportal	7
Abbildung 8: Waldrand des alten, standortgerechten Laubbestandes (L63) am Südportal mit vorgelagertem Magerrasen (G312-GT6120)	8

Abkürzungsverzeichnis

ABSP	Arten- und Biotopschutzprogramm
Bayer. LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt (ehemals Umweltschutz)
BayKompV	Bayerische Kompensationsverordnung
BayNatSchG	Bayerisches Naturschutzgesetz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
CEF-Maßnahme	Maßnahme zur Sicherung der kontinuierlichen ökologischen Funktionen (Continuous Ecological Functionality)
FFH-Gebiet	Special Area of Conservation (= „Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung“)
GW	Grundwert (0-15) des Biotop- und Nutzungstyp gem. BayKompV
BNT	Biotop- und Nutzungstyp gem. BayKompV
LSG	Landschaftspflegerischer Begleitplan
RLB	Rote Liste Bayern
RLD	Rote Liste Deutschland

1 Anlass und Aufgabenstellung

Das Staatliche Bauamt Weilheim plant die östliche Umfahrung von Garmisch-Partenkirchen durch die Verlegung der Bundesstraße B2 mit Bau des Wanktunnels. Durch den Bau der Umfahrung soll der Ortsteil Partenkirchen vom Durchgangsverkehr in Richtung Bundesgrenze zur Republik Österreich und vom Ziel- und Quellverkehr zu den überregional bedeutsamen Sport- und Wandergebiete von Garmisch-Partenkirchen sowie der Region Mittenwald und Seefeld entlastet werden.

Die Trasse wird nördlich von Garmisch-Partenkirchen von der derzeitigen Bundesstraße B2 abzweigen und über einen rund 3,5 km langen einröhrigen Tunnel mit begleitendem Rettungsstollen unter dem Wank-Massiv zu einer Einbindestelle südöstlich von Garmisch-Partenkirchen führen.

Der vorliegende Beitrag behandelt den Variantenvergleich der beiden möglichen Lüfterstandorte aus natur- und artenschutzfachlichen Gesichtspunkten auf Grundlage der von ILF zur Verfügung gestellten technischen Abgrenzungen der temporären und dauerhaften Flächeninanspruchnahmen.



Abbildung 1: Lageplan der Maßnahme und Varianten

2 Beschreibung der Standorte

2.1 Standort-Variante 1: Lüfterbauwerk, Schacht + Zuwegung

Das Bauwerk der Variante 1 liegt räumlich in der Mitte des geplanten Wanktunnels auf 1.010 m üNN. Für den Bau des Lüfters muss ein wassergebundener Wirtschaftsweg bzw. offizieller Wanderweg auf einer Länge von ca. 1.300 m, der durch Laub- und Nadelwälder führt, mit einer durchschnittlichen Breite von ca. 2 m auf eine Breite von 4 m bis zum Lüfterstandort ausgebaut werden. Teilweise muss auf Grund des steilen Geländes vom ursprünglichen Weg abgerückt werden.

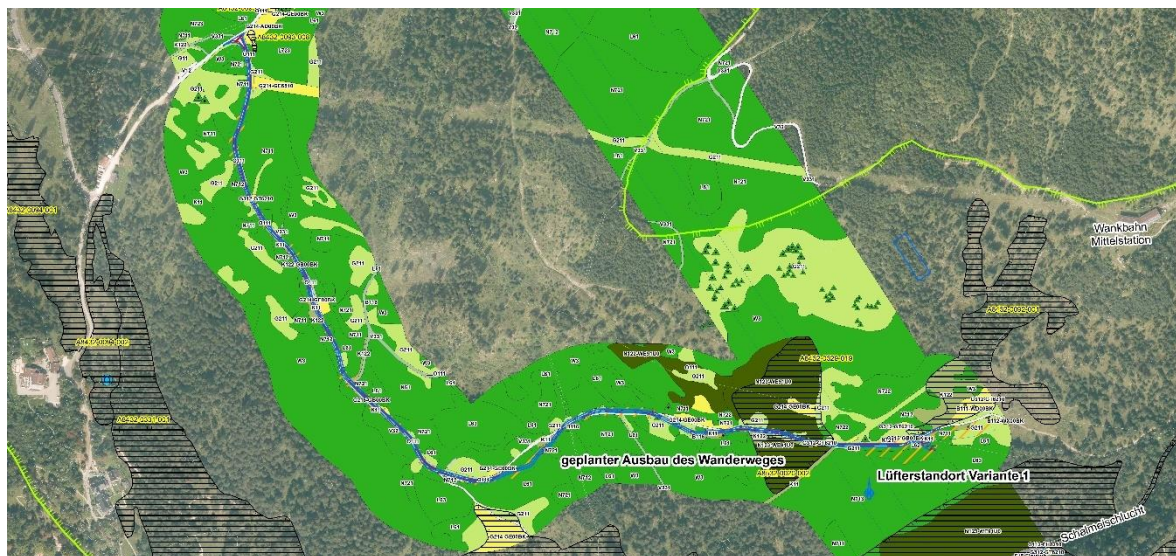


Abbildung 2: Zuwegung und Standort Lüfter Variante 1

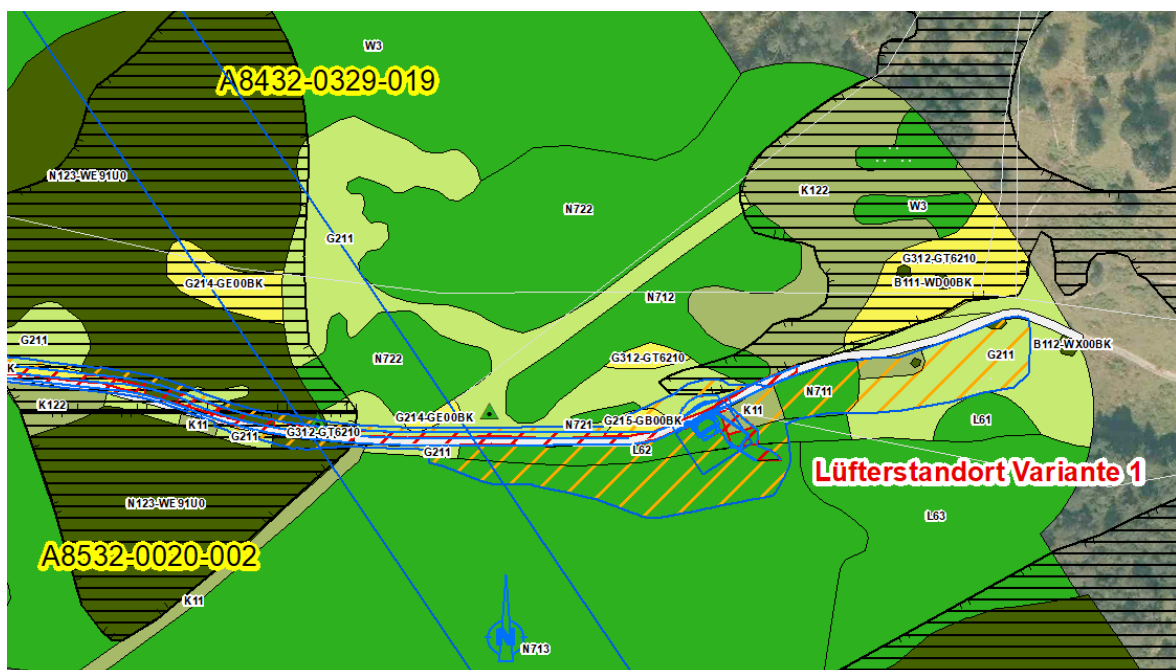


Abbildung 3: Detail Lüfterstandort Variante 1



Abbildung 4: Bestehender Wander-, Wirtschaftsweg



Abbildung 5: Übergang vom bewaldeten Wegabschnitt in den Offenlandbereich kurz vor dem Lüfterbauwerk.

2.1.1 Schutzgebiete und schützenswerte Bereich

Die Variante liegt innerhalb des folgenden geschützten Gebietes:

Tabelle 1: Schutzgebiete nach BNatSchG Variante 1

BNatSchG	Beschreibung	Bezeichnung
§ 26	Landschaftsschutzgebiet	LSG GAP-03b "Landschaft südlich des Estergebirges"

Weitere rechtskräftige Schutzgebiete nach BNatSchG sind innerhalb der Flächenabgrenzung dieser Variante nicht vorhanden.

Folgende Biotop der Biotopkartierung Bayern Alpen sind betroffen:

Tabelle 2: Amtlich kartierte Biotop innerhalb Flächenabgrenzung Variante 1 (laut digitaler Fassung des Bayer. LfU)

Biotop-Nr.	Bestand	Bewertung ABSP	Betroffenen Fläche
A8432-0092-001	Magerweiden nahe Schafkopf	regional bedeutsam	60 m ²
A8432-0329-019	Schneeheide-Kiefernwälder am Wank Südhang	landesweit bedeutsam	500 m ²
A8532-0020- 002	Schalmeislucht und Unterhänge des Wank bei Partenkirchen	landesweit bedeutsam	350 m ²

2.1.2 Vorkommen planungsrelevanter Arten im Umgriff der Variante 1

Im Bereich der Zuwegung bis zur Lichtung auf der das Lüfterbauwerk platziert ist, wurden u.a. Arten des Anhang IV FFH-RL wie die Zauneidechse, Schlingnatter, Gelbringfalter erfasst. Einige Fledermäuse (u.a. Fransenfledermaus und Bartfledermaus) nutzen den Bereich als Jagdhabitat. Unter den planungsrelevanten Vogelarten sind hier Spechte (u.a. Schwarzspecht, Grauspecht und Dreizehenspecht), Baumpieper und Waldlaubsänger, Kukuck, Stieglitz, Käuze und Eulen (Sperlingskauz, Waldohreule,...) erfasst.

2.2 Standort-Variante 2: Südportal mit Lüfterbauwerk

Variante 2 liegt direkt anschließend am Südportal des geplanten Wanktunnels auf ca. 800 m üNN. Der Bestand im Bereich des Lüfterbauwerks ist als standortgerechter Laubwald alter Ausprägung anzusprechen. Der Wald ist umringt von Magerrasen am Südhang des Wank. Eine eigene Zuwegung bzw. Erschließung ist nicht erforderlich.



Abbildung 6: Übersicht Lüfterstandort Variante 2 am Südportal

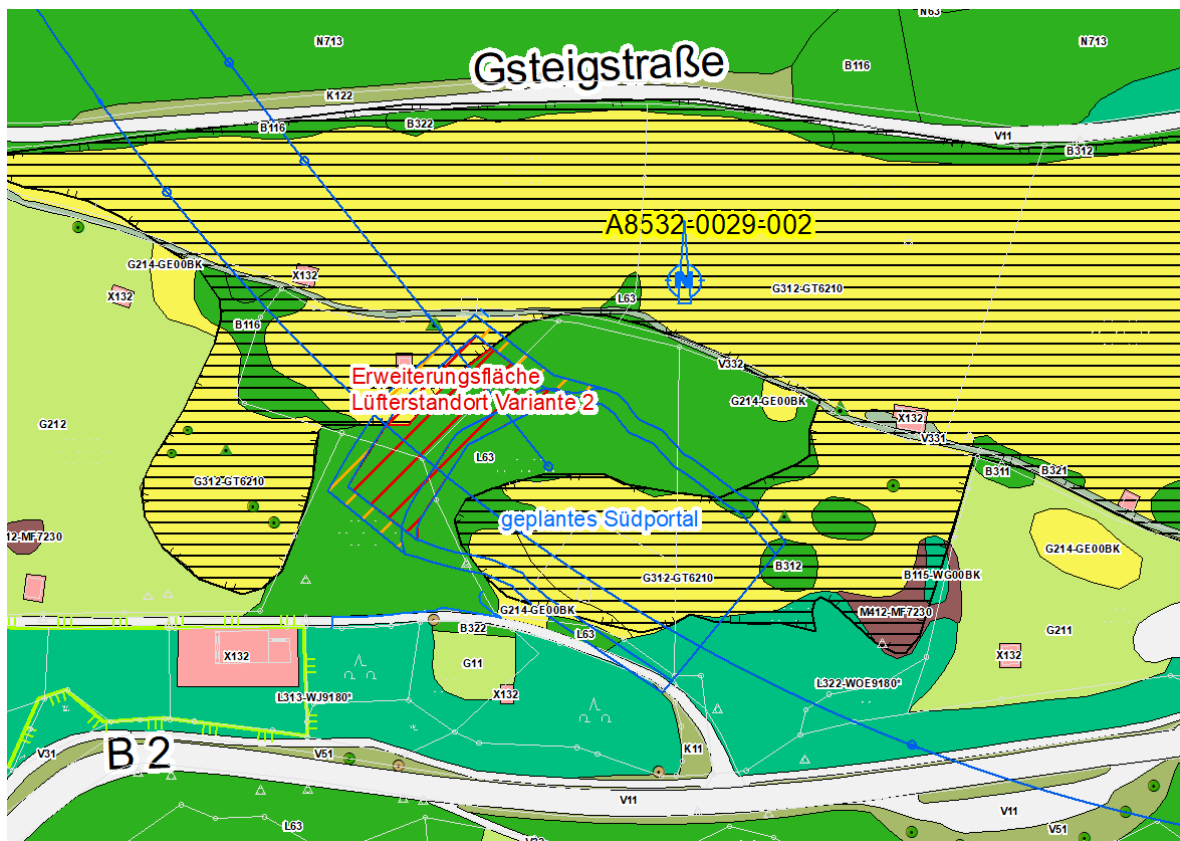


Abbildung 7: Detail Erweiterungsfläche Variante 2 am Südportal



Abbildung 8: Waldrand des alten, standortgerechten Laubbestandes (L63) am Südportal mit vorgelagertem Magerrasen (G312-GT6120)

2.2.1 Schutzgebiete und schützenswerte Bereich

Die Variante liegt innerhalb des folgendem geschützten Gebiet:

Tabelle 3: Schutzgebiete nach BNatSchG Variante 2

BNatSchG	Beschreibung	Bezeichnung
§ 26	Landschaftsschutzgebiet	LSG GAP-03b "Landschaft südlich des Estergebirges"

Weitere rechtskräftige Schutzgebiete nach BNatSchG sind innerhalb des Wirkraumes des Vorhabens nicht vorhanden.

Der Lüfterstandort Variante 2 liegt innerhalb folgendem amtlich kartierten Biotop:

Tabelle 4: Amtlich kartierte Biotope innerhalb Flächenabgrenzung Variante 2 (laut digitaler Fassung des Bayer. LfU)

Biotop-Nr.	Bestand	Bewertung ABSP	Betroffenen Fläche
A8532-0029-002	Südhänge des Steinbühl östlich Garmisch-Partenkirchen	überregional bedeutsam	480 m ²

2.2.2 Vorkommen planungsrelevanter Arten im Umgriff der Variante 2

Im Bereich des geplanten Südportals und demnach auch der Bereich der Variante 2 wurden u.a. Arten des Anhang IV FFH-RL wie die Zauneidechse und die Haselmaus erfasst. Einige Fledermäuse (u.a. Fransenfledermaus und Nordfledermaus) nutzen den Bereich als Jagdhabitat. Unter den planungsrelevanten Vogelarten sind hier u.a. Stieglitz und Grauschnäpper zu nennen.

3 Flächeninanspruchnahme und Kompensationsbedarf

3.1 Variante 1: Lüfterbauwerk, Schacht + Zuwegung

3.1.1 Dauerhafte Flächeninanspruchnahme

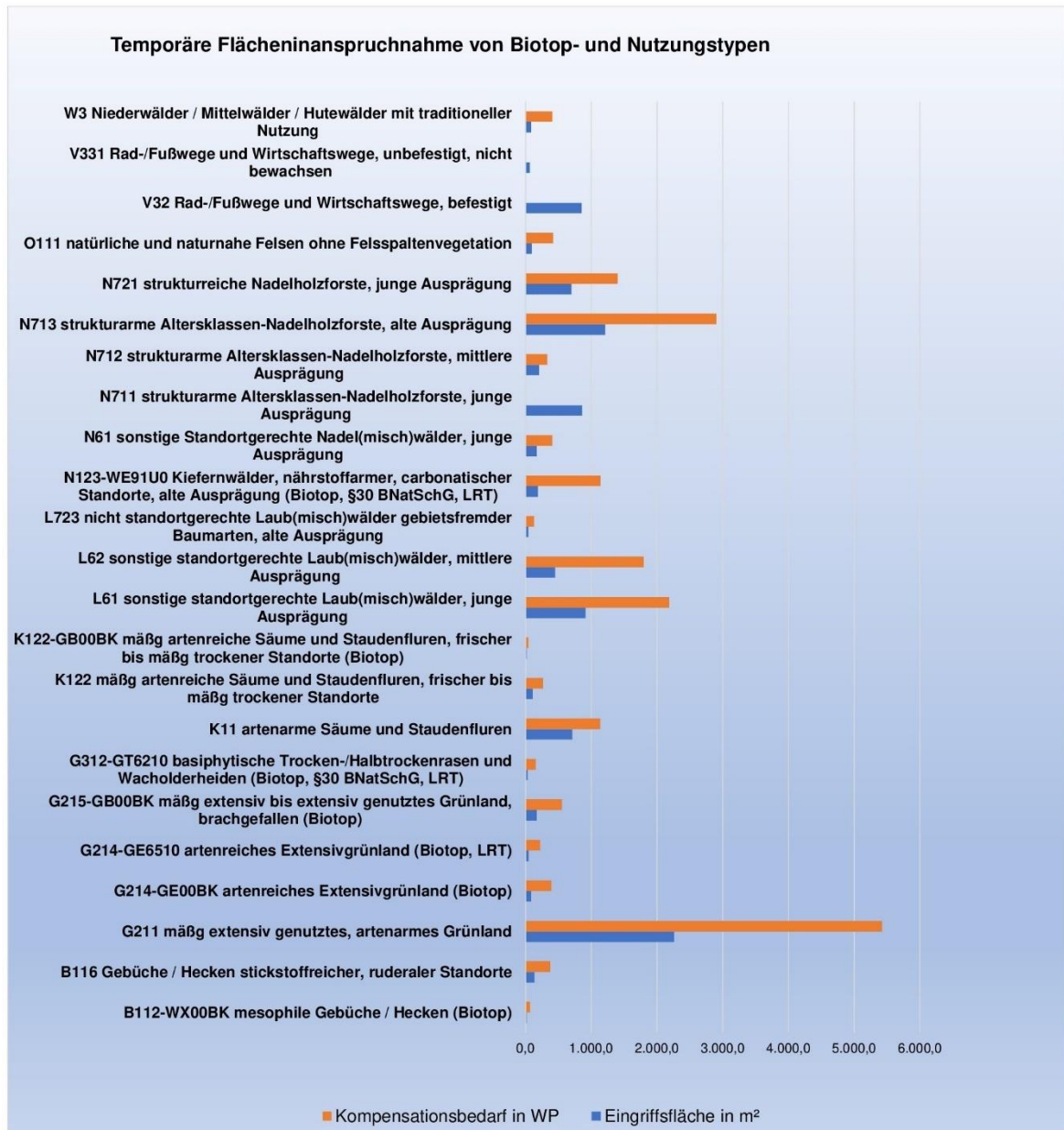
Bei der dauerhaften Flächeninanspruchnahme wird der betroffene Grundwert (GW) des Biotop- und Nutzungstyps (BNT) mit der Flächengröße des Eingriffs sowie dem Faktor 1 multipliziert, wenn der Ausgangszustand nicht bereits als versiegelt zählt.



Die größte Beanspruchung trifft den bestehenden Wanderweg (V32) mit ca. 2.200 m². Insgesamt ergibt sich bei der Variante 1 eine dauerhafte Flächeninanspruchnahme von 5.700 m² (inkl. der bereits versiegelten Fläche V32) und einen Kompensationsbedarf von 24.650 WP.

3.1.2 Temporäre Flächeninanspruchnahme

Bei der temporären Flächeninanspruchnahme werden betroffene Biotop- und Nutzungstypen ab einen GW von 4 WP mit der Flächengröße des Eingriffs sowie dem Faktor 0,4 multipliziert, daraus ergibt sich der Kompensationsbedarf in WP.



Bei der Berechnung des Kompensationsbedarfs der temporären Flächeninanspruchnahme werden die BNT V32, V331 und N711 nicht berücksichtigt, da sie einen GW unter 4 WP aufweisen. Alle anderen BNT haben einen GW über 4 WP und müssen kompensiert werden. Bei der Variante 1 ergibt sich eine temporäre Flächeninanspruchnahme von 9.400 m² mit einem Kompensationsbedarf von 19.342 WP.

3.1.3 Gesamter Flächen- und Kompensationsbedarf Variante 1

Im Ergebnis wird durch die Variante 1 eine Fläche von 15.100 m² in Anspruch genommen. Es ergibt sich ein Kompensationsbedarf von 43.990 WP.

3.2 Variante 2: Südportal mit Lüfterbauwerk

3.2.1 Dauerhafte Flächeninanspruchnahme

Bei der dauerhaften Flächeninanspruchnahme wird der betroffene GW des Biotop- und Nutzungstyps mit der Flächengröße des Eingriffs sowie dem Faktor 1 multipliziert, wenn der Ausgangszustand nicht bereits als versiegelt zählt.



Insgesamt ergibt sich bei Variante 2 eine dauerhafte Flächeninanspruchnahme von 2.720 m² und einen Kompensationsbedarf von 20.860 WP.

3.2.2 Temporäre Flächeninanspruchnahme

Bei der temporären Flächeninanspruchnahme werden betroffene Biotop- und Nutzungstyps ab einen GW von 4 WP mit der Flächengröße des Eingriffs sowie dem Faktor 0,4 multipliziert, daraus ergibt sich der Kompensationsbedarf in WP.



Insgesamt ergibt sich bei Variante 2 eine temporäre Flächeninanspruchnahme von 680 m² und einen Kompensationsbedarf von 3370 WP.

3.2.3 Gesamter Flächen- und Kompensationsbedarf Variante 2

Im Ergebnis wird durch die Variante 2 eine Fläche von 3.400 m² in Anspruch genommen und dadurch ergibt sich ein Kompensationsbedarf von 24.232 WP.

4 Variantenvergleich

4.1 Naturschutzfachliche Einschätzung

Tabelle 5: Vergleich der naturschutzfachlichen Belange

Kriterien	Variante 1 - Lüfterbauwerk, Schacht + Zuwegung	Variante 2 – Südportal mit Lüfterbauwerk
Flächeninanspruchnahme, gesamt	15.100 m²	3.400 m²
Bereits versiegelte Fläche	2.200 m ²	0 m ²
Neuversiegelung	3.500 m ²	2.720 m ²
Temporäre Flächeninanspruchnahme	9.400 m ²	680 m ²
Kompensationsbedarf gem. BayKompV	43.990 WP	24.232 WP
Verlust von Biotopflächen, gesamt (Abgrenzung Realnutzungskartierung BayKompV) *	1.070 m²	490 m²
davon Biotope nach §30-BNatschG geschützt	110 m ² (G312-GT6210) 300 m ² (N123-WE91U0)	490 m ² (G312-GT6210)
Verlust amtlich kartierter Biotope Bayern Alpen (amtliche Abgrenzung) *	910 m²	480 m²
davon regional bedeutsam lt. ABSP	60 m ²	0 m ²
davon überregional bedeutsam lt. ABSP	0 m ²	480 m ²
davon landesweit bedeutsam lt. ABSP	850 m ²	0 m ²
Schutzgebiete	LSG, Gesamtfläche 15.100 m²	LSG, Gesamtfläche 3.400m²

* Diese Flächen sind größtenteils deckungsgleich da sie sich aus unterschiedlichen Abgrenzungen ergeben demnach sind sie nicht zu addieren. Der Kompensationsberechnung zugrunde liegen die Flächengrößen der BayKompV-Kartierung.

4.2 Artenschutzfachliche Einschätzung

Im Bereich der Variante 1 Lüfterbauwerk, Schacht + Zuwegung wird ein Artenspektrum betreffen, das aufgrund der Höhenlage in den Bereichen des Südportals mit Lüfterbauwerk Variante 2 so nicht anzutreffen ist.

Es handelt sich dabei u.a. um Käuze und Eulen (Sperlingskauz, Waldohreule), Spechte (Schwarzspecht, Grauspecht, Dreizehenspecht,...) oder auch Raufußhühner (Auerhuhn, Haselhuhn – ASK-Nachweise) die bei der Betrachtung der Variante 1 mit einfließen müssen, bei der Variante 2 jedoch aufgrund des fehlenden Lebensraums der jeweiligen Art, aufgrund der geringeren Höhenlage und auch der Vorbelastung durch die B2 ausgeschlossen werden können.

Zudem sind unter den Vorkommen bei Variante 1 stark gefährdete Arten wie die Schlingnatter (RLB 2/ RLD 3), der Gelbringfalter (RLB 2/RLD 2) oder der Waldlaubsänger (RLB2/RLD *) aufzuführen. Im Bereich der Variante 2 am Südportal sind keine Vorkommen von stark gefährdeten Arten im betroffenen Bereich erfasst.

Bei Variante 2 am Südportal sind Haselmaus (RLB*/RLD G) und Zauneidechse (RLB 3/ RLD V), Stieglitz (RLB V/ RLD *) und als Jagdhabitat für Fledermäuse u.a. Nordfledermaus (RLB 3/ RLD G) die artenschutzrechtlich relevanten Arten. Erhebliche Beeinträchtigungen der saP-relevanten Arten sind unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen und frühzeitiger Umsetzung von CEF-Maßnahmen vermeidbar, so dass die Erfüllung von Verbotstatbeständen gem. §44 BNatSchG ausgeschlossen werden kann.

Bei Variante 1 sind mit Zauneidechse (RLB 3/ RLD V), Schlingnatter (RLB 2/ RLD 3) und Gelbringfalter (RLB 2/RLD 2), hier nur die Arten genannt, für die nach aktueller Einschätzung die Erfüllung eines Tötungsverbotes während der Baumaßnahme nicht ausgeschlossen werden können. Dies liegt vor allem daran, dass die Zuwegung auf weiter Strecke durch unebenes Gelände führt und die Stellung von Schutzzäunen sowie die dauerhafte Funktion der Schutzzäune nicht gewährleistet werden kann. Auch mögliche Vermeidungsmaßnahmen gegen die Erfüllung von Verbotstatbeständen im Falle des Gelbringfalters (als sog. Eierstreuer heften die Weibchen die Eier bei der Eiablage nicht an ein Substrat oder an eine bestimmte Pflanze an, sondern lassen sie einfach zu Boden fallen) sind kaum praktikabel. Somit muss bei Variante 1 von einer Erfüllung des Tötungsverbotes ausgegangen werden und demnach die Ausnahmevoraussetzungen dieser Variante geprüft werden. Die Variante wäre generell nur zulässig, wenn keine zumutbare Alternative mit geringeren Beeinträchtigungen aus artenschutzrechtlicher Sicht zur Verfügung steht. Dies ist jedoch nicht der Fall, da Variante 2 mit wesentlich geringeren Beeinträchtigungen einher geht.

5 Zusammenfassung

Aus naturschutzfachlicher und artenschutzfachlicher Sicht ist nach aktueller Einschätzung die Variante 2 - Südportal mit Lüfterbauwerk zu bevorzugen.

Aufgestellt:

Marzling, Mai 2021

Dietmar Narr

Landschaftsarchitekt BDLA und Stadtplaner ByAK

Anlage 5

Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem, HBI 12.07.21



Auftraggeber
Client
Client
Cliente
Cliente

Objekt- / Projektname
Object / Project name
Nom d'objet / de projet
Nome dell'oggetto / del progetto
Nombre objeto / proyecto

Berichtstitel
Report title
Titre de rapport
Titolo del rapporto
Título de reporte

Verfasser
Author
Auteur
Autore
Autor

Datum / Version
Date / Version
Date / Version
Data / Versione
Fecha / Versión

HBI-Auftragsnummer
HBI project number
HBI numéro de projet
HBI numero del progetto
HBI número de proyecto

HBI-Berichtsnummer
HBI report number
HBI numéro de rapport
HBI numero del rapporto
HBI número de reporte

GBI Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH

Wanktunnel

Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem

Dr. Matthias Wehner, Sinah Ferigutti

2021-07-12 / 1.3

30.21201.01.01.02

21-201-002

Impressum

<i>Volltitel</i>	Variantenentscheid zum Tunnellüftungssystem
<i>Kurztitel</i>	Variantenentscheid Tunnellüftung
<i>Auftraggeber</i>	GBI Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH
<i>Verfasser</i>	Dr. Matthias Wehner, Sinah Ferigutti
<i>Projekt- / Objektname</i>	Wanktunnel
<i>Auftragsnummer</i>	30.21201.01.01.02
<i>Berichtnummer</i>	21-201-002
<i>Berichtdatum</i>	2021-07-12
<i>Version</i>	1.3
<i>Verteiler</i>	1 x GBI 1 x HBI

	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Frei- gabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	MWE	STH	-	1.3	Anpassungen Planfeststellung
<i>Name</i>	Matthias Wehner	Stephan Thumm	-		
<i>Datum</i>	2024-12-04	2024-12-04	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	SFE	MWE	-	1.2	Änderung der Baukosten
<i>Name</i>	Sinah Ferigutti	Matthias Wehner	-		
<i>Datum</i>	2021-07-12	2021-07-12	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	MWE	SIS	-	1.1	Redaktionelle Änderungen
<i>Name</i>	Matthias Wehner	Simon Schneider	-		
<i>Datum</i>	2021-07-01	2021-07-01	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	MWE, SFE	SIS	-	1.0	Vorabzug
<i>Name</i>	Matthias Wehner, Sinah Ferigutti	Simon Schneider	-		
<i>Datum</i>	2021-05-20	2021-05-20	-		

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung und Aufgabenstellung	5
1.1 Bauliche Varianten	5
1.2 Grundlegendes Vorgehen	5
2 Projektdaten.....	6
2.1 Schematische Darstellung der baulichen Varianten	6
2.2 Tunnellänge und Längsneigungsverlauf.....	7
2.3 Querschnitte Fahrraum und Abluftkanal	7
2.4 Verkehrsdaten.....	8
3 Variantenvergleich	9
3.1 Maximaler Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Brandfall	9
3.1.1 Bemessungsbrandleistung	9
3.1.2 Abluftmenge im Brandfall	9
3.1.3 Weitere wesentliche Annahmen zur Kanalberechnung	9
3.1.4 Ergebnis: Maximaler Leistungsbedarf im Brandfall.....	10
3.1.5 Beurteilung maximaler Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Brandfall	11
3.2 Energiekosten der Abluftventilatoren im Normalbetrieb	11
3.2.1 Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Normalbetrieb	12
3.2.2 Beurteilung der Energiekosten im Normalbetrieb	13
3.3 Anzahl Strahlventilatoren	13
3.4 Angaben zum umbauten Raum der Lüftungszentralen.....	14
4 Kostenvergleich	15
5 Vorzugsvariante und weitere Festlegungen	17
5.1 Gestaltung der Abluftzentrale am Südportal.....	17
5.2 Maßbestimmende Anlagenteile zur Lüftungszentrale	18
6 Quellenverzeichnis.....	19
Anlage A: Bauliche Kosten.....	20
Anlage B: Kosten Elektrotechnik (26 Seiten)	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Abschnittslängen und Längsneigung.....	7
Tabelle 2.2:	Verkehrsdaten DTV und SV-Anteil	8
Tabelle 3.1:	Abschätzung der Abluftmenge im Brandfall	9
Tabelle 4.1:	Kostenzusammenstellung Lüftung, Elektro und Bau für die drei Varianten	15
Tabelle 4.2:	Kostenzusammenstellung Lüftung, Elektro und Bau für die drei Varianten	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Übersichtslageplan Wanktunnel [1]	5
Abbildung 2.1:	Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte	6
Abbildung 2.2:	Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal	6
Abbildung 2.3:	Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal.....	6
Abbildung 2.4:	Längsneigungsverlauf von Nord nach Süd.....	7
Abbildung 2.5:	Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte und Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal mit „kleinem“ Abluftquerschnitt („QS klein“)	8
Abbildung 2.6:	Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal mit „großem“ Abluftquerschnitt („QS groß“)	8
Abbildung 3.1:	Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte	14
Abbildung 3.2:	Variante 2 oder 3: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal bzw. Nordportal	14
Abbildung 4.1:	Zeitliche Entwicklung der Kosten über 50 Jahre für die drei Lüftungsvarianten	15
Abbildung 5.1:	Schematische Darstellung der Anordnung von Abluftventilatoren und Kulissenschalldämpfern in der Abluftzentrale.....	17

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Der Wanktunnel ist Bestandteil der B2 in Garmisch-Partenkirchen. Der Tunnel dient der Entlastung der Marktgemeinde und soll östlich vom Ortsteil Partenkirchen durch das Wankmassiv verlaufen. Der einröhrige Tunnel erstreckt sich über 3 470 m in Nord-Süd Ausrichtung und wird im Gegenverkehr betrieben.



Abbildung 1.1: Übersichtslageplan Wanktunnel [1]

Im vorliegenden technischen Bericht wird der Variantenentscheid zur Tunnellüftung anhand der „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“ (RABT-2006 [2]) mit dem Stand der Technik der „Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit der Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h“ (EABT-80 / 100 [3]) dokumentiert. Als weitere Grundlage werden die Vorgaben der EG-Richtlinie in der Ausgabe vom April 2004 [4] berücksichtigt.

1.1 Bauliche Varianten

Es werden folgende bauliche Varianten betrachtet:

- Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte
- Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal
- Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal

Die Variante 2 ist lüftungstechnisch gleichwertig mit einer Anordnung der Lüftungszentrale am Nordportal.

1.2 Grundlegendes Vorgehen

Für die Entscheidungsfindung wird eine überschlägige Vordimensionierung der Tunnellüftung vorgenommen. Es wird dabei von einer Rauchabsaugung über einen Abluftkanal mit Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit mittels Strahlventilatoren ausgegangen.

Die Immissionssituation an den Portalen und am Kamin des Wanktunnels aufgrund von Luftschadstoffen wurde in einem Immissionsgutachten [5] untersucht. Das Abströmen der Tunnelabluft über die Portale und die unterschiedlichen Kaminstandorte kann im Normalbetrieb ohne lüftungstechnische Maßnahmen zur Verminderung der Immissionen erfolgen.

2 Projektdaten

2.1 Schematische Darstellung der baulichen Varianten

In Abbildung 2.1 bis Abbildung 2.3 sind die drei untersuchten baulichen Varianten schematisch für den Betriebsfall des auslegungsbestimmenden Brandereignisses dargestellt.

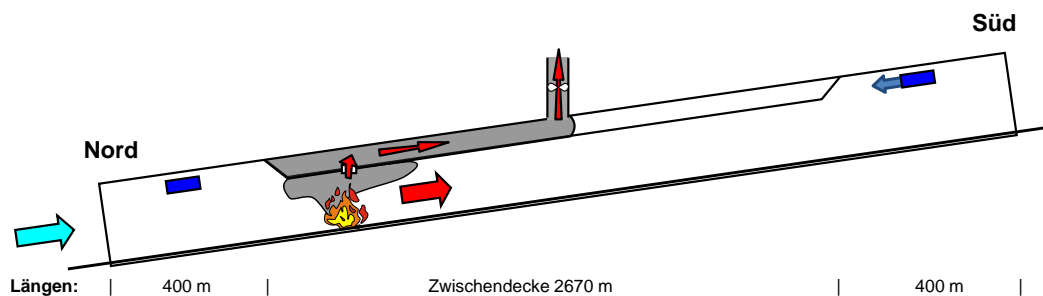


Abbildung 2.1: Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte

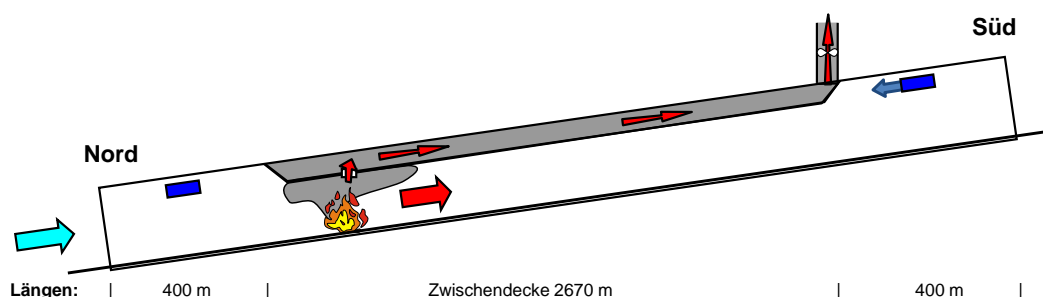


Abbildung 2.2: Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal

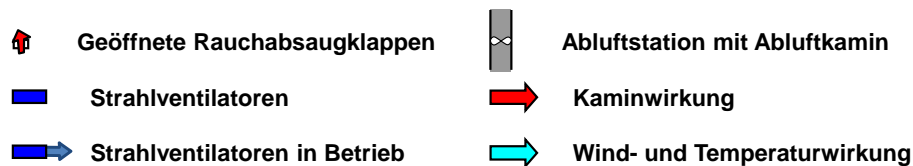
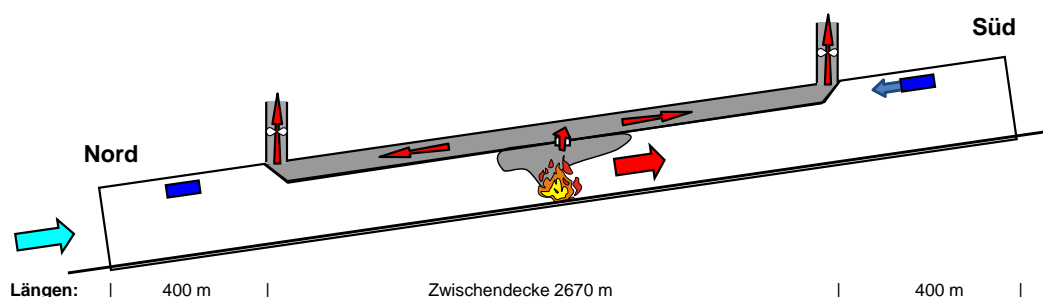


Abbildung 2.3: Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal

2.2 Tunnellänge und Längsneigungsverlauf

Der Wanktunnel besitzt eine Länge vom 3 470 m und einen Längsneigungsverlauf von Nord nach Süd gemäß Tabelle 2.1 und Abbildung 2.4. Die maximale Längsneigung beträgt 3,60 ‰.

	Position [km]	Höhe [m]	Länge [m]	Neigung [‰]
Nordportal	0 + 322	683,5		
Südportal	3 + 792	808,4	3 470	3,60

Tabelle 2.1: Abschnittslängen und Längsneigung

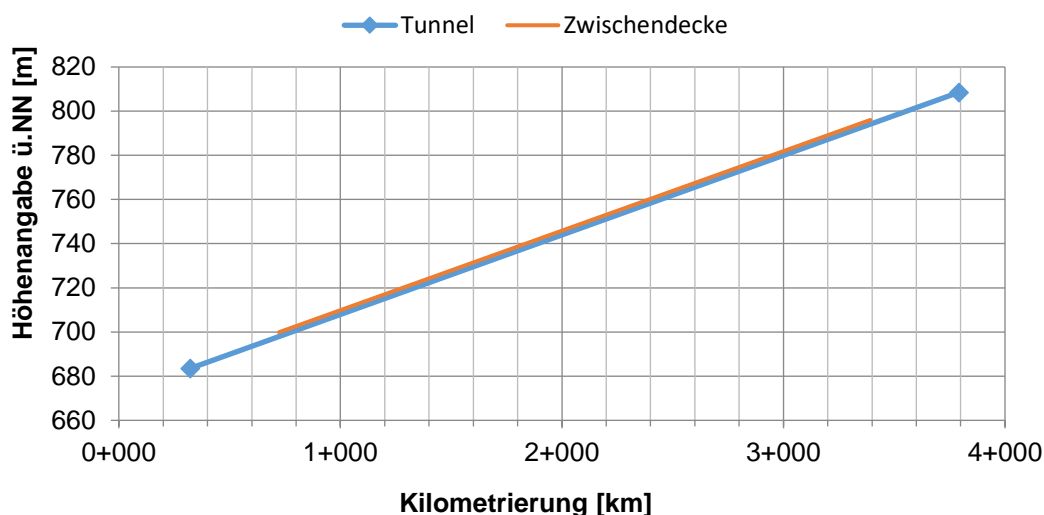


Abbildung 2.4: Längsneigungsverlauf von Nord nach Süd

2.3 Querschnitte Fahrraum und Abluftkanal

Der Wanktunnel ist einröhrig mit Gegenverkehr auf zwei Fahrstreifen konzipiert. Der Fahrraumquerschnitt weist durchgehend einen Gewölbequerschnitt auf.

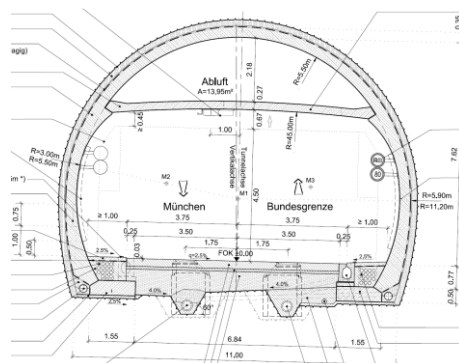
Zur Rauchabsaugung ist ein Abluftkanal oberhalb des Fahrraums vorgesehen, siehe Abbildung 2.1 bis Abbildung 2.3. Im Bereich der Pannenbuchten verbreitert sich der Fahrraum und der Abluftkanal.

Die im folgenden aufgeführten lüftungsrelevanten Daten des Fahrraums sind für alle drei Varianten identisch:

Tunnelfahrraum

Breite	$B_T = 11,00 \text{ m}$
Höhe	$H_T = 4,95 \text{ m}$
Fläche	$A_T = 53,1 \text{ m}^2$
Umfang	$U_T = 29,5 \text{ m}$
Hydraulischer Durchmesser	$D_h = 7,20 \text{ m}$

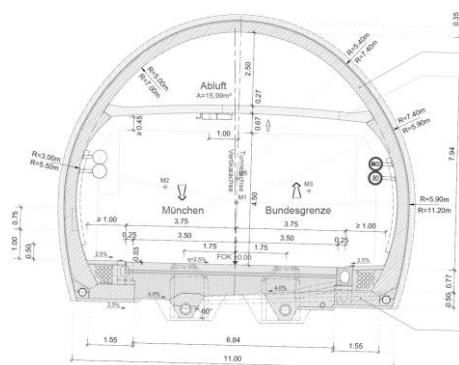
Die Daten der Abluftquerschnitte sind wie folgt für die Varianten gegeben:



Abluftkanal „QS-klein“

Breite	$B_{Kan} = 8,90 \text{ m}$
Höhe	$H_{Kan} = 2,18 \text{ m}$
Fläche	$A_{Kan} = 14,0 \text{ m}^2$
Umfang	$U_{Kan} = 19,2 \text{ m}$
Hydraulischer Durchmesser	$D_{hKan} = 2,90 \text{ m}$

Abbildung 2.5: Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte und Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal mit „kleinem“ Abluftquerschnitt („QS klein“)



Abluftkanal „QS-groß“

Breite	$B_{Kan} = 8,90 \text{ m}$
Höhe	$H_{Kan} = 2,50 \text{ m}$
Fläche	$A_{Kan} = 16,0 \text{ m}^2$
Umfang	$U_{Kan} = 19,6 \text{ m}$
Hydraulischer Durchmesser	$D_{hKan} = 3,26 \text{ m}$

Abbildung 2.6: Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal mit „großem“ Abluftquerschnitt („QS groß“)

2.4 Verkehrsdaten

Es werden die prognostizierten Verkehrsdaten für das Jahr 2035 aus der im September 2018 durchgeführten Verkehrsuntersuchung verwendet [1]. Aus diesen Verkehrszahlen wird die Lastwagenkilometerzahl in der Röhre (Lkw/Tag je Röhre x Tunnellänge) ermittelt, die für die Festlegung der Bemessungsbrandleistung verwendet wird. Die Verkehrswerte sind in Tabelle 2.2 enthalten.

	Gesamt- verkehr [Kfz/24h]	Schwer- verkehr [SV/24h]	Anteil SV [%]	MSV [Kfz/h]	Lkw-Fahr- leistung [Lkw-km/24h /Röhre]
Röhre	16 500	875	5,3	687	3 035

Tabelle 2.2: Verkehrsdaten DTV und SV-Anteil

Die zulässige signalisierte Fahrzeuggeschwindigkeit für den Regelbetrieb im Wanktunnel beträgt 80 km/h.

Gemäß den Grundlagen ist die Lüftung für die Verkehrsqualitätsstufe „D oder besser“ zu konzipieren.

3 Variantenvergleich

Im Folgenden werden die Annahmen zur Variantenbeurteilung zusammengefasst.

3.1 Maximaler Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Brandfall

Der maximale Leistungsbedarf der Abluftventilatoren wird im Brandfall benötigt. Zur Ermittlung der für die Varianten maximal zu installierenden elektrischen Leistungen wird von folgenden Grundlagen ausgegangen.

3.1.1 Bemessungsbrandleistung

Aus den vorgegebenen Verkehrszahlen wird die Lastwagenkilometerzahl in jeder Röhre ermittelt, die für die Festlegung der Bemessungsbrandleistung verwendet wird. Es wird von einer maximalen Brandleistung von 30 MW und einer Rauchproduktion von bis zu 80 m³/s ausgegangen.

3.1.2 Abluftmenge im Brandfall

Die notwendige Abluftmenge im Brandfall ergibt sich für eine Bemessungsbrandleistung von 30 MW gemäß Tabelle 3.1.

Minimale Abluftmenge am Absaugort bei 30 MW					
Rauchgasmenge nach Bemessungsbrand:			Begrenzung der Rauchausbreitung:		
Q_1	\geq	$1,5 \cdot Q_{\text{Rauch}}$	Q_2	\geq	$(u_{\text{vor}} + u_{\text{nach}}) \cdot A_T$
Q_{Rauch}	$=$	80 m³/s	u_{vor}	$=$	1,5 m/s
			u_{nach}	$=$	1,5 m/s
Q_1	\geq	120 m³/s	Q_3	\geq	159 m³/s
Notwendige Absaugmenge $Q_{\text{min}} \geq$			159 m³/s		

Tabelle 3.1: Abschätzung der Abluftmenge im Brandfall

Aufgrund von baulichen und an den Klappen anzusetzenden Leckagen wird die folgende Gesamtabluftmenge an den Ventilatoren ermittelt:

– Absaugmenge an den Klappen:	159 m³/s
– Leckage Klappen:	10 m³/s
– Leckage Kanal:	27 m³/s
– Gesamt-Absaugmenge:	196 m³/s

3.1.3 Weitere wesentliche Annahmen zur Kanalberechnung

Für die überschlägige Druckverlustberechnungen zur Ermittlung der maximal zu installierenden elektrischen Leistungen in den verschiedenen Varianten werden folgende weitere Ansätze gewählt:

- Kanallänge ca. 2 670 m
- Installation von ca. 40 Klappen
- Berücksichtigte Druckverluste:
 - Unterdruck im Fahrraum 100 Pa
 - Kanal-Enddruck 300 Pa
 - Reibung im Kanal
 - Hindernisse im Kanal: Wärmeschutzhauben der 40 Stellmotoren

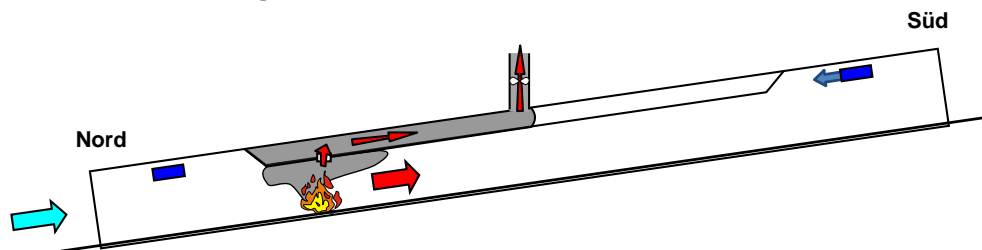
- Kanalaufweitung und -verengung im Bereich der Pannenbuchten
- Lüftungszentrale (überschlägige Annahme)
- Wirkungsgrade Ventilator = 0,75 und Motor = 0,90

Diese Parameter stellen aufgrund der noch nicht festgelegten Planungsdetails nur grobe Erfahrungswerte aus vergleichbaren Projekten dar und müssen im Rahmen der Entwurfsplanung für die Vorzugsvariante entsprechend detailliert werden.

3.1.4 Ergebnis: Maximaler Leistungsbedarf im Brandfall

Mit oben genannten Angaben ergeben sich die folgenden abgeschätzten maximal zu installierenden elektrischen Leistungen:

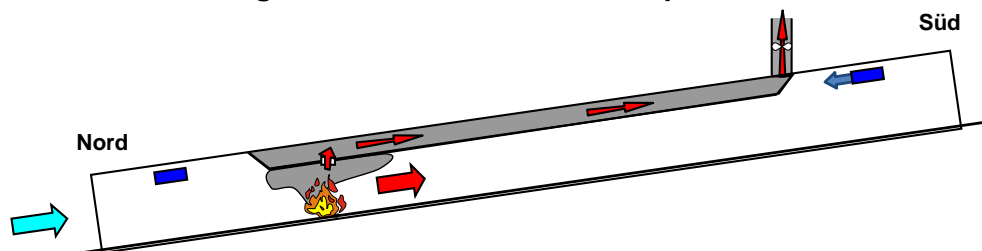
Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte



Brandort Nähe Nordportal

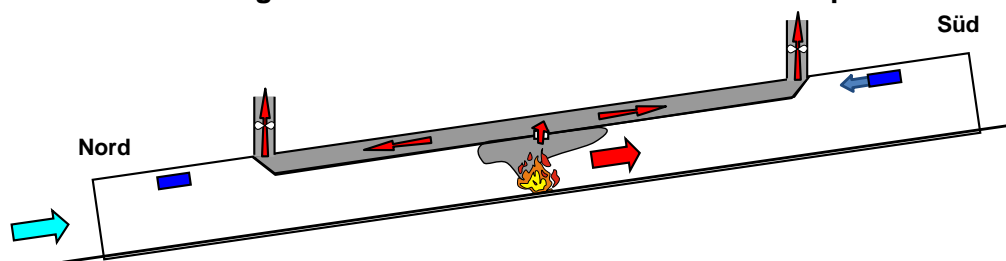
	QS Klein
• Absaugmenge an den Klappen:	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren:	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal):	820 Pa
• Druckverluste Bau (halber Kanal):	500 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	2420 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	710 kW

Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal



Brandort Nähe Nordportal

	QS Groß
• Absaugmenge an den Klappen:	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren:	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (ganzer Kanal):	1110 Pa
• Druckverluste Bau (ganzer Kanal):	760 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	2970 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	870 kW

Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal**Brandort in Tunnelmitte**

	QS Klein
• Absaugmenge an den Klappen:	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren:	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal und halbe Menge):	410 Pa
• Druckverluste Bau (halber Kanal und halbe Menge):	125 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	1635 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	480 kW

Zusammenfassung Maximaler Leistungsbedarf im Brandfall**Druckverluste Gesamt ca.**

Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	2420 Pa („QS klein“)
Var. 2: Kamin am Südportal	2970 Pa („QS groß“)
Var. 3: Kamine an beiden Portalen	1635 Pa („QS klein“)

Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.

Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	710 kW („QS klein“)
Var. 2: Kamin am Südportal	870 kW („QS groß“)
Var. 3: Kamine an beiden Portalen	480 kW („QS klein“)

3.1.5 Beurteilung maximaler Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Brandfall

Variante 1 hat hinsichtlich der für den Brandfall maximal zu installierenden elektrischen Leistung für die Abluftventilatoren einen mittleren Bedarf. Dieser kann mit dem kleineren Abluftkanalquerschnitt realisiert werden.

Variante 2 hat den größten Leistungsbedarf. Da der Druckwert an der Grenze zur Machbarkeit liegt, kann diese Variante nur mit dem größeren Abluftkanalquerschnitt realisiert werden.

Der geringste Leistungsbedarf für die Abluftventilatoren ist für Variante 3 gegeben. Dieser kann mit dem kleineren Abluftkanalquerschnitt realisiert werden.

3.2 Energiekosten der Abluftventilatoren im Normalbetrieb

Für die Ermittlung der unterschiedlichen Energiekosten der drei Varianten wird der mittlere Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Normalbetrieb ermittelt.

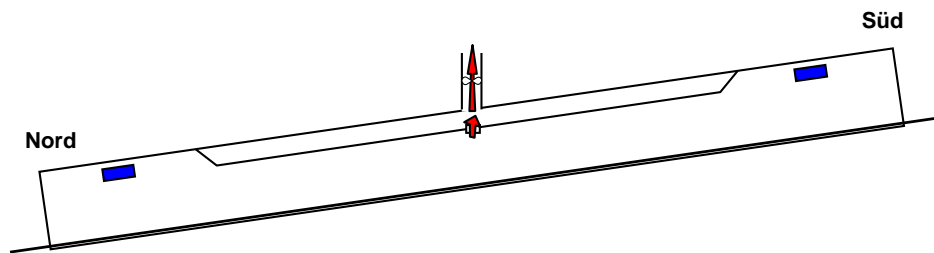
Es wird dabei von folgenden Grundlagen ausgegangen. Die Absaugung erfolgt vorzugsweise in Tunnelmitte, da die Schadstoffe sich überwiegend in diesem Bereich anreichern. Bei asymmetrischen Verkehrsaufteilungen kann zunächst der Absaugort aus der Mitte heraus in Richtung der höheren Schadstoffkonzentrationen verschoben werden. Bei einer sehr starken Asymmetrie können zusätzlich die Strahlventilatoren eingesetzt werden.

Die Absaugmenge an den Klappen ist abhängig von den Fahrzeugemissionen. Diese müssen neu für das Bemessungsjahr bestimmt werden. Es wird hier mit einer ersten Abschätzung von 1,5 m/s im Fahrraum ausgegangen. Dies führt auf die gleiche notwendige Absaugmenge, wie im Brandfall. Da die Absaugung vorzugsweise in Tunnelmitte erfolgt muss für Variante 1 keine Leckage angesetzt werden.

3.2.1 Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Normalbetrieb

Mit oben genannten Angaben ergeben sich die folgenden abgeschätzten notwendigen mittleren elektrischen Leistungen im Normalbetrieb:

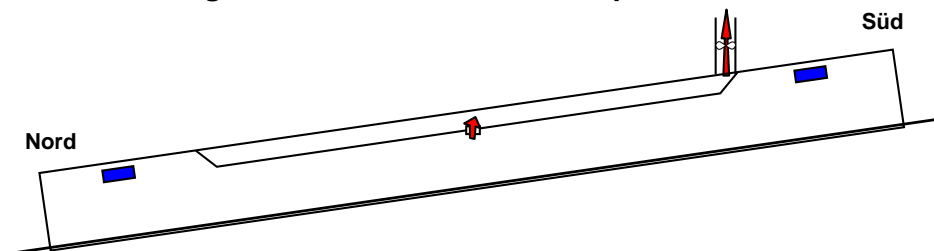
Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte



Absaugung ca. in Tunnelmitte

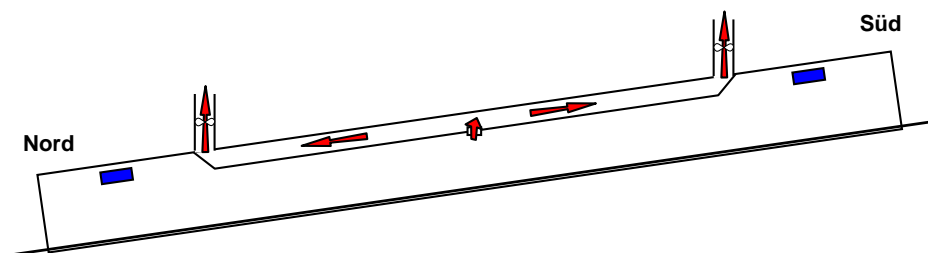
● Absaugmenge an den Klappen (vorläufig geschätzt):	159 m³/s
● Absaugmenge an den Ventilatoren (keine Leckage):	159 m³/s
● Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
● Druckverluste Kanalreibung (keine):	0 Pa
● Druckverluste Bau (keine):	0 Pa
● Druckverluste Zentrale:	700 Pa
● Druckverluste Gesamt ca.	1100 Pa
● El. Leistung (Überschlägig)	260 kW

Variante 2: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal



Absaugung ca. in Tunnelmitte

● Absaugmenge an den Klappen (vorläufig geschätzt):	159 m³/s
● Absaugmenge an den Ventilatoren (mit Leckage):	196 m³/s
● Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
● Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal):	555 Pa
● Druckverluste Bau (halber Kanal):	380 Pa
● Druckverluste Zentrale:	700 Pa
● Druckverluste Gesamt ca.	2035 Pa
● Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	600 kW

Variante 3: Lüftungszentralen mit Kamin am Nord- und Südportal

Absaugung ca. in Tunnelmitte	QS Klein
• Absaugmenge an den Klappen (vorläufig geschätzt):	159 m³/s
• Absaugmenge an den Ventilatoren (mit Leckage):	196 m³/s
• Enddruck und Fahrraum:	400 Pa
• Druckverluste Kanalreibung (halber Kanal und halbe Menge):	410 Pa
• Druckverluste Bau (halber Kanal und halbe Menge):	125 Pa
• Druckverluste Zentrale:	700 Pa
• Druckverluste Gesamt ca.	1635 Pa
• Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.	480 kW

Zusammenfassung Leistungsbedarf der Abluftventilatoren im Normalbetrieb**El. Leistungsbedarf Gesamt ca.**

Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	260 kW („QS klein“)
Var. 2: Kamin am Südportal	600 kW („QS groß“)
Var. 3: Kamine an beiden Portalen	480 kW („QS klein“)

Zu installierende el. Leistung Gesamt ca.

Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	710 kW („QS klein“)
Var. 2: Kamin am Südportal	870 kW („QS groß“)
Var. 3: Kamine an beiden Portalen	480 kW („QS klein“)

Energiekosten geschätzt*) in Mio. EUR / 20 Jahre

Var. 1: Schacht in Tunnelmitte	2,3 („QS klein“)
Var. 2: Kamin am Südportal	5,2 („QS groß“)
Var. 3: Kamine an beiden Portalen	4,2 („QS klein“)

*) Annahme: Vier äquivalente Vollast-Stunden am Tag; Strompreis 30 ct/kWh

3.2.2 Beurteilung der Energiekosten im Normalbetrieb

Variante 1 hat die deutlich niedrigsten Energiekosten aufgrund der direkten Absaugung ca. in Tunnelmitte. Diese sind weitgehend unabhängig von der Fläche des Abluftquerschnittes.

Variante 2 erzeugt trotz des größeren Abluftkanalquerschnitts die größten Energiekosten im Normalbetrieb.

Für Variante 3 ergeben sich mittlere Energiekosten bei einem baulich vorteilhaften kleineren Abluftquerschnitt.

3.3 Anzahl Strahlventilatoren

Für einen Kostenvergleich wird die Anzahl an Strahlventilatoren für die unterschiedlichen Varianten abgeschätzt.

**Anzahl Strahlventilatoren
und Positionierung**

Variante 1: Schacht in Tunnelmitte
Anordnung im Gewölbequerschnitt ohne Zwischendecke

Nordportal

3 Gruppen (6 SV)

Südportal

4 Gruppen (8 SV)

Variante 2: Kamin am Südportal

3 Gruppen (6 SV)

3 Gruppen (6 SV)

Anordnung am Südportal unter der Zwischendecke in Seitennischen,

Anordnung am Nordportal im Gewölbequerschnitt ohne Zwischendecke

Variante 3: Kamine an beiden Portalen

2 Gruppen (4 SV)

3 Gruppen (6 SV)

Anordnung unter Zwischendecke in Seitennischen

3.4 Angaben zum umbauten Raum der Lüftungszentralen

Für die Abschätzung der baulichen Kosten werden Angaben zum umbauten Raum der Lüftungszentralen angegeben (vgl. Abbildung 3.1 und Abbildung 3.2). Aus baulicher Sicht soll für Variante 2 bzw. 3 der Abluftkanal oberhalb des Fahrstraßes möglichst weit bis zum jeweiligen Portal weitergeführt werden, um die Lüftungszentrale möglichst in offener Bauweise errichten zu können.

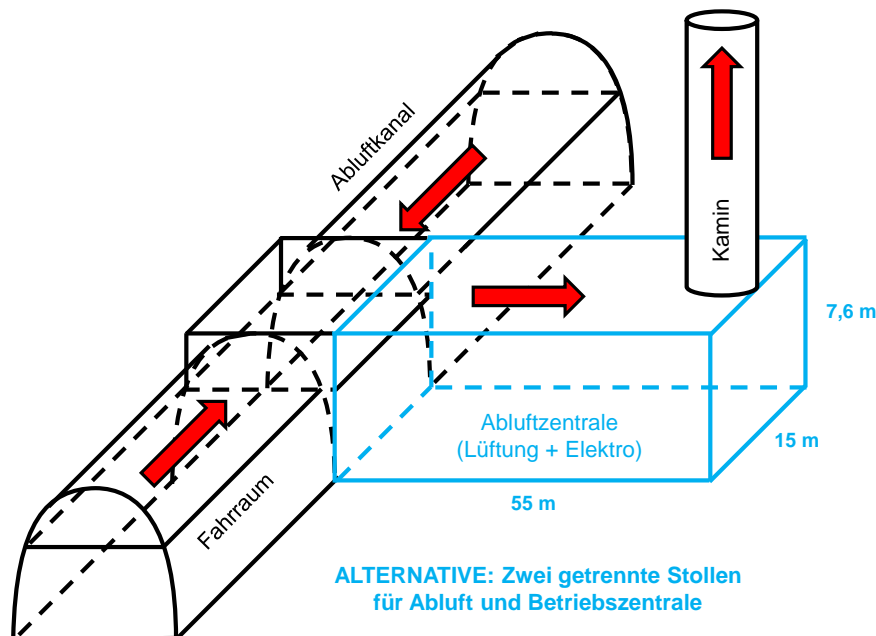


Abbildung 3.1: Variante 1: Lüftungszentrale mit Schacht ca. in Tunnelmitte

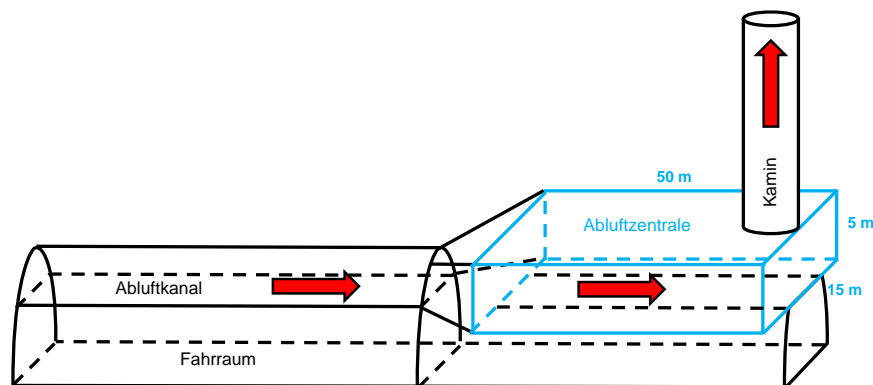


Abbildung 3.2: Variante 2 oder 3: Lüftungszentrale mit Kamin am Südportal bzw. Nordportal

4 Kostenvergleich

In der Tabelle 4.1 werden die wesentlichen Investitionskosten für die Lüftungs- und Elektrotechnik (vgl. [6]), sowie den Bau (vgl. [7]), die Betriebskosten pro Jahr sowie die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten angegeben.

Kosten in EUR	Variante 1: Schacht in Tunnelmitte	Variante 2: Kamin am Süd- portal	Variante 3: Kamine an bei- den Portalen
Investitionskosten Lüftung	2 055 000	1 985 000	2 137 000
Investitionskosten Elektro	2 434 400	2 137 400	2 569 000
Investitionskosten Bau	106 800 000	105 100 000	112 000 000
Betriebskosten pro Jahr (Stromkosten 30 ct/kWh)	113 500	259 000	208 000
Unterhaltungskosten Lüftung + Elektro (2% pro Jahr)	89 788	82 448	94 120
Unterhaltungskosten Bau (0,9% pro Jahr)	961 200	945 900	1 008 000
Erneuerungskosten Lüftung alle 20 Jahre	2 055 000	1 985 000	2 137 000
Erneuerungskosten Bau alle 130 Jahre	106 800 000	105 100 000	112 000 000
Erneuerungskosten Elektro alle 25 Jahre	1 394 000	1 262 000	1 450 000
Erneuerungskosten Elektro alle 15 Jahre	391 000	313 000	460 000

Tabelle 4.1: Kostenzusammenstellung Lüftung, Elektro und Bau für die drei Varianten

Aus diesen Kostenelementen wird in Abbildung 4.1 die zeitliche Entwicklung der Kosten über 50 Jahre für die drei Lüftungsvarianten dargestellt.

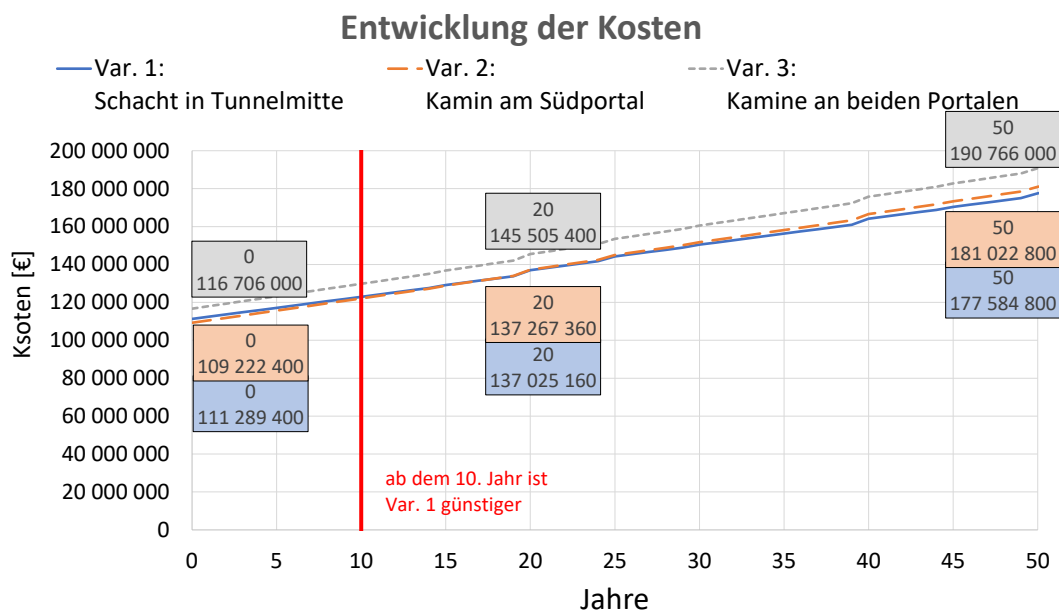


Abbildung 4.1: Zeitliche Entwicklung der Kosten über 50 Jahre für die drei Lüftungsvarianten

Die Investitionskosten, bzw. RE- Investitionskosten nach 20 und 50 Jahren sind in Tabelle 4.2 zusammengefasst.

Kosten in EUR	Variante 1: Schacht in Tunnelmitte	Variante 2: Kamin am Süd- portal	Variante 3: Kamine an bei- den Portalen
Nach ... Jahren			
0 Jahre (Investition)	111 289 400	109 222 400	116 706 000
20 Jahren	137 025 160	137 267 360	145 505 400
50 Jahren	177 584 800	181 022 800	190 766 000

Tabelle 4.2: Kostenzusammenstellung Lüftung, Elektro und Bau für die drei Varianten

Die Gesamtkosten für die Variante 1 sind nach 20 und 50 Jahren am günstigsten, da die geringsten Betriebskosten bereits nach 10 Jahren die höheren Investitionskosten gegenüber der Variante 2 ausgleichen.

Die Variante 3 besitzt über die dargestellten Jahre die höchsten Gesamtkosten aus Investition, Betrieb und RE-Investition.

Ein Anstieg der Stromkosten auf 0,40 ct/kWh würde den Zeitpunkt, ab dem die Variante 1 günstiger ist auf das 7. Jahr nach Inbetriebnahme verschieben.

Die Verringerung der Schadstoffmengen in den kommenden Jahren, u.a. durch den zunehmenden Einsatz von Elektroautos kann zu einer möglichen Verringerung der Betriebskosten bei Variante 2 führen. Damit würde diese über einen längeren Zeitraum die günstigere Variante bleiben.

5 Vorzugsvariante und weitere Festlegungen

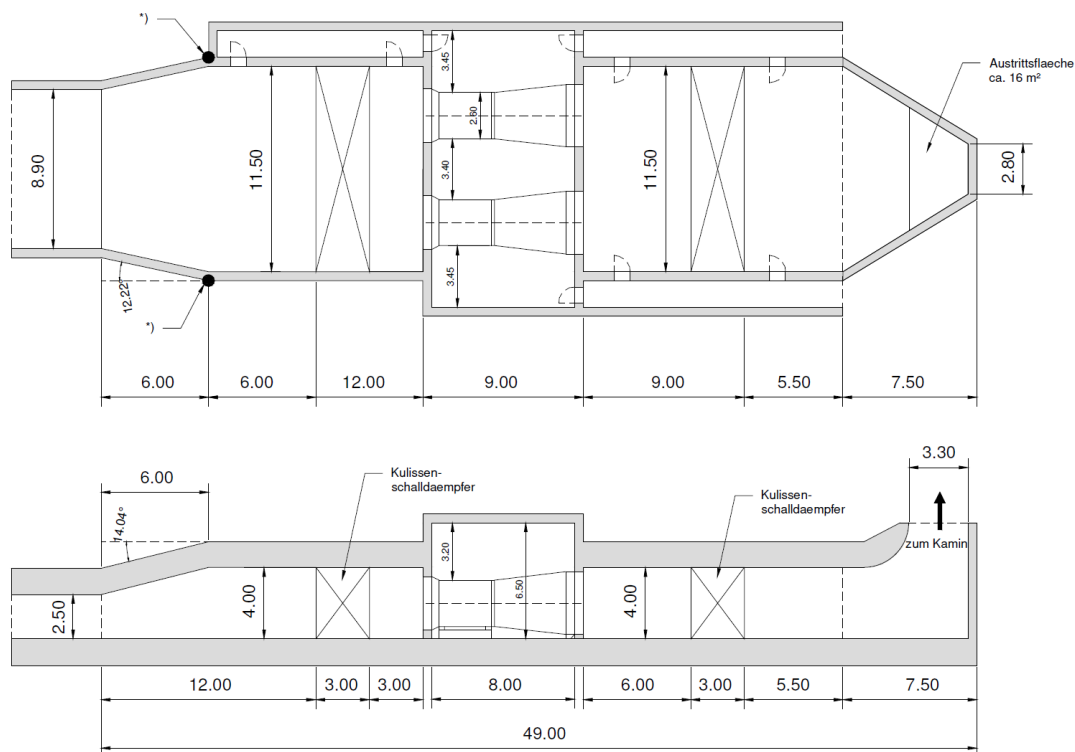
In der Gesamtbetrachtung u.a. aufgrund von Umweltschutzargumenten hinsichtlich des Kaminstandortes wurde die Variante 2 mit einer Lüftungszentrale am Südportal als Vorzugsvariante entschieden. Aus naturschutzfachlicher und artenschutzfachlicher Sicht (vgl. NRT-Gutachten) ist die Variante 2 - Südportal mit Lüfterbauwerk gegenüber der Variante 1 – Lüfterzentrale mit Schacht in Tunnelmitte zu bevorzugen.

Die Variante 1 hat Nachteile bei der Zugänglichkeit zum Schachtstandort und dem Flächenverbrauch. Sie ist aufgrund der geringeren Betriebskosten bei Betrachtung der Gesamtkosten aus Investition, Betrieb und RE-Investition nach rund 10 Jahren günstiger als Variante 2. Durch eine weitere Verringerung der Schadstoffemissionen der Fahrzeuge, u. a. durch einen höheren Anteil an Elektroautos, kann sich dieser Zeitpunkt nach hinten verschieben. Variante 3 hat an beiden Portalen eine Lüfterstation und erfordert daher im Vergleich höhere bauliche Eingriffe. Weiterhin sind für Variante 3 die Gesamtkosten für Investition, Betrieb und RE-Investition am höchsten.

Für die Vorzugsvariante wird der Abluftkanal im Süden oberhalb des Fahrraums weitergeführt, um die Lüftungszentrale möglichst in offener Bauweise errichten zu können. Daher ist die Anordnung der Strahlventilatoren in einem vergrößerten Querschnitt (halber Pannbuchtquerschnitt) vorgesehen. Der Abluftkanal verlängert sich hierdurch auf rund 3 070 m.

5.1 Gestaltung der Abluftzentrale am Südportal

In Abbildung 5.1 ist eine mögliche Anordnung der Abluftventilatoren und der Kulissenschalldämpfer in der Abluftzentrale dargestellt. Zugänglichkeiten, Einbringwege / -möglichkeiten der Bauteile und Aufstellflächen für notwendige elektrotechnische Komponenten sind in weiterführenden Planungsschritten zu ermitteln und vorzusehen.



Falls die Lüftungszentrale um 45° oder 90° verschwenkt werden soll, könnte dies beispielsweise durch Rotation um einer der mit *) gekennzeichneten Positionen erfolgen.

Abbildung 5.1: Schematische Darstellung der Anordnung von Abluftventilatoren und Kulissenschalldämpfern in der Abluftzentrale

Für die Zugänglichkeit im Ventilatorraum sind Stahltreppen über die Abluftventilatoren vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich kann der Zugang von den Fluren erfolgen.

Bei der Auslegung der Abluftventilatoren ist die Forderung der EABT-80/100 einzuhalten, dass bei Ausfall eines Abluftventilators der verbleibende Abluftventilator mindestens 70 % des notwendigen Absaugvolumens abführen können muss.

5.2 Maßbestimmende Anlagenteile zur Lüftungszentrale

Die Abluftventilatoren bestehen bei nicht freiansaugender Ausführung u.a. aus folgenden Bestandteilen:

- Laufrad
- Elektr. Antriebsmotor
- Ventilatorgehäuse
- Einlaufdüse mit Schutzgitter
- Diffusor
- Ein- und Anbauteile zum Anschluss an Abschlusswände
- Ventilatorabsperriklappe
- Schwingungsdämpfende Elemente zwischen Einlaufdüse, Aktivteil und Diffusor
- Tragkonstruktion
- Temperaturfestigkeit von 250°C / 90 min
(abhängig von der Lage der ersten Rauchabsaugklappe)

Die Kulissenschalldämpfer weisen folgende Merkmale auf:

- Stahlrahmenkonstruktion mit beidseitiger Lochblechabdeckung, Mineralfaser-Schalldämmung und Rieselschutz
- Strömungsgünstige Anströmprofile
- mehrteilige Ausführung in der Höhe
- Wirkungsprinzip: Absorption
- Temperaturbeständigkeit 250°C / 90 min
(abhängig von der Lage der ersten Rauchabsaugklappe)

6 Quellenverzeichnis

- [1] Aufgabenbeschreibung für die Planungsleistung der betriebstechnischen Ausrüstung, Staatliches Bauamt Weilheim, August 2020
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln, RABT, Ausgabe 2006
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit der Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h, EABT, Ausgabe 2019
- [4] Richtlinie 2004/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz
- [5] Sinah Ferigutti: Immissionsgutachten der Luftschadstoffe, Wanktunnel, HBI-Bericht-Nr. 21-201-001, Version 1.0, 17. Mai 2021
- [6] GBI: E-Mails von Hr. Ebhart, Di 13.04.2021 08:51 und 11:25, AW: 4336-1 Wanktunnel - Variantenuntersuchung Lüftung - Kosten BTA für Tunnellüftung mit Anlage 4336-1_Variantenuntersuchung_Lüftung_Zusammenfassung_Kosten_0.2_210413.pdf (vgl. Anlage B)
- [7] StBA: E-Mail von FR. Berger, Do.01.07.2021 12:01, WAN-Zuarbeit Variantenvergleich mit Anlage B_TU 02_300_VU_01_0001_0_Variantenuntersuchung_Lueftung_Stba.docx (vgl. Anlage A)

Anlage A: Bauliche Kosten

Anlage B: Kosten Elektrotechnik (26 Seiten)

Anlage A: Bauliche Kosten

Investitionskosten Fahrröhre Bau (Netto)						
	Baukosten		Baukosten		Baustelleneinrichtung und Baustellengemeinkosten, Wasserhaltung	Summe
	Portale und offene Bauweise	Geschlossene Bauweise einschl. Pannenbuchten	Lüfterbauwerke, Kavernen und Schächte	Zwischendecken		
	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]
Var. 1	1,2	67,4	9,6	4,1	24,5	106,8
Var. 2	2,1	68,6	5,3	4,6	24,5	105,1
Var. 3	3,0	67,8	10,0	6,7	24,5	112,0

B2 OU Garmisch-Partenkirchen - Wanktunnel

Projektnummer: 4336-1

Variantenuntersuchung Lüftung

Zusammenstellung der Kosten der Betriebstechnischen Ausstattung - Anteil BTA für Tunnellüftung (Elektro)
(ohne Kosten der Lüftungsanlagen)

netto €

Einmalige Investitionskosten

Variante 1	Lüftungsschacht in Tunnelmitte	2.434.400,00 €
Variante 2	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd	2.137.400,00 €
Variante 3	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Nord und Süd	2.569.000,00 €

Investitionskosten für Nutzungsdauer 20 Jahre (ohne Kostensteigerung)

Variante 1	Lüftungsschacht in Tunnelmitte	2.825.400,00 €
Variante 2	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd	2.450.400,00 €
Variante 3	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Nord und Süd	3.029.000,00 €

Investitionskosten für Nutzungsdauer 50 Jahre (ohne Kostensteigerung)

Variante 1	Lüftungsschacht in Tunnelmitte	5.001.400,00 €
Variante 2	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd	4.338.400,00 €
Variante 3	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Nord und Süd	5.399.000,00 €

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6. Konstruktiver Ingenieurbau					
6.000 Konstruktiver Ingenieurbau					
6.200 Tunnel					2.434.400,00
6.200.1 Tunnel					
6.200.1.1000 Betriebsgebäude					260.000,00
Betriebsräume - Anteil Lüftungsanlagen					140.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume BG Nord	1	30.000,00	30.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume BG Süd	1	30.000,00	30.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume Lüfterzentrale Mitte	1	80.000,00	80.000,00
Raumluftechnik - Anteil Lüftungsanlagen					120.000,00
6.200.1.1021	Psch	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüftung BG Nord	1	20.000,00	20.000,00
6.200.1.1022	Psch	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüftung BG Süd	1	20.000,00	20.000,00
6.200.1.1023	St	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüfterzent. Mitte	1	80.000,00	80.000,00
Sanitärtechnik					0,00
6.200.1.1035	St		0	0,00	0,00
Rettungstollen/Fluchttreppenhaus					0,00
6.200.1.1050	St		0	0,00	0,00
Demontagen					0,00
6.200.1.1063	Psch		0	0,00	0,00
6.200.1.2000 Abwasseranlage					0,00
Rückhaltebecken					0,00
6.200.1.2001	St		0	0,00	0,00
6.200.1.3000 Lufttechnische Anlage					0,00
Strahlventilatoren					0,00
6.200.1.3001	St	Angabe HBI	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.4000	Starkstromanlagen				1.783.400,00
		Mittelspannungsanlage			560.000,00
6.200.1.4001	St	MSP-Schaltanlage Ringkabel- + Übergabe-/ Messfeld	12	10.000,00	120.000,00
6.200.1.4002	St	MSP-Schaltanlage Trafoabgangsfeld	6	10.000,00	60.000,00
6.200.1.4004	St	Transformator bis 630 kVA verlustarm	6	35.000,00	210.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung BG Nord	1	60.000,00	60.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung BG Süd	1	60.000,00	60.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung Lüfterzentrale Mitte	1	50.000,00	50.000,00
		Niederspannungshauptverteil. für Tunnellüftung			714.000,00
6.200.1.4008	St	Einspeise-Schaltschrank NSHV Lüftung	6	15.000,00	90.000,00
6.200.1.4009	St	Abgangs-Schaltschrank Strahlventilator NSHV Lüftung	7	12.000,00	84.000,00
6.200.1.4009	St	Abgangs-Schaltschrank Axialventilator NSHV Lüftung	2	25.000,00	50.000,00
6.200.1.4011	St	BTA - Einbauten Lüfter-Nische je Strahlventilator	14	20.000,00	280.000,00
6.200.1.4012	St	BTA - Verkleidung/ Einbauten je Lüfter-Nische	7	30.000,00	210.000,00
		Blitz- und Überspannungsschutz			0,00
6.200.1.4023	Psch		0	0,00	0,00
		Unterverteiler Nischen			0,00
6.200.1.4025	St		0	0,00	0,00
		Außenverteiler			0,00
6.200.1.4030	St		0	0,00	0,00
		Ersatzstromversorgungs (USV)-Anlage			0,00
6.200.1.4035	St		0	0,00	0,00
		Kabeltragsysteme - Anteil Lüftungsanlagen			25.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung BG Nord	1	5.000,00	5.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung BG Süd	1	5.000,00	5.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung Lüfterzentrale Mitte	1	25.000,00	25.000,00
		Verkabelung Betriebsräume			0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E	
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung			
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021			
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung			
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf		Projis-/Identnummer:		Bauwerksnr. (ASB):
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland			

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.4047	m	Verkabelung Tunnel / Tunnelvorfeld f. Tunnellüft.	0	20,00	0,00
6.200.1.4055	m		3500	90,00	315.000,00
6.200.1.4055	m		2300	60,00	138.000,00
6.200.1.4056	m		300	70,00	21.000,00
6.200.1.4057	m		2600	4,00	10.400,00
					484.400,00
		Demontagen			0,00
6.200.1.4088	Psch		0	0,00	0,00
6.200.1.5000 Fernmelde- oder Informationstechnische Anlagen					106.000,00
		Notrufkabinen			0,00
6.200.1.5001	St	Notruf-Kabine (Außenbereich)	0	0,00	0,00
		Telefonanlagen Betriebsräume			0,00
6.200.1.5007	Psch		0	0,00	0,00
		Tunnelfunkanlage, Verkehrsfunk, Radio			0,00
6.200.1.5009	St		0	0,00	0,00
		Richtfunksystem			0,00
6.200.1.5023	St		0	0,00	0,00
		Videoüberwachungsanlage			0,00
6.200.1.5030	St		0	0,00	0,00
		Lautsprecheranlage			0,00
6.200.1.5044	Psch		0	0,00	0,00
		Brandmeldeanlage - Anteil Lüftungsanlagen			56.000,00
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterräume BG Nord	1	3.000,00	3.000,00
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterräume BG Süd	1	3.000,00	3.000,00
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterzentrale Mitte	1	50.000,00	50.000,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E	
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung			
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021			
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung			
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf		Projis-/Identnummer:		Bauwerksnr. (ASB):
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland			

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.5057	Psch	Sonstige Fenmelde- und Info.- Anteil Lüftungsanl. Sonstige Fenmelde- und Info.-Anlagen Lüfterzent.	1	50.000,00	50.000,00
6.200.1.6000 Automation von Ingenieurbauwerken					235.000,00
6.200.1.6001	Psch	Tunnelsteuerung und Zentrale Leittechnik - Lüft. Steuerungskomponenten Lüftung BG Nord	1	40.000,00	40.000,00
6.200.1.6001	Psch	Steuerungskomponenten Lüftung BG Süd	1	40.000,00	40.000,00
6.200.1.6001	Psch	Steuerungskomponenten Lüftung Lüfterzentrale Mitte	1	60.000,00	60.000,00
6.200.1.6004	Psch	Steuerungssoftware Lüftung	1	50.000,00	50.000,00
6.200.1.6005	Psch	Visualisierung ZLT Lüftung	1	25.000,00	25.000,00
6.200.1.6017	St	Touchpanel SPS-Ebene Abluftventilator	2	10.000,00	20.000,00
6.200.1.6018	Psch	Außenstelle	0	0,00	0,00
6.200.1.6021	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.7000 Nutzungsspezifische oder verfahrenstechnische Anlagen					0,00
6.200.1.7001	m	Markierungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7003	Psch	Mittelstreifenüberfahrten	0	0,00	0,00
6.200.1.7004	St	Passive Schutzeinrichtung	0	0,00	0,00
6.200.1.7011	St	Schrankenanlage	0	0,00	0,00
6.200.1.7015	St	Verkehrszeichen	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.7029	St	Verkehrszeichenbrücken, Auslegermasten, Masten	0	0,00	0,00
6.200.1.7040	St	Sonstige Bauarbeiten	0	0,00	0,00
6.200.1.7056	Psch	Verkehrssteuerung	0	0,00	0,00
6.200.1.7062	St	Höhenkontrolle	0	0,00	0,00
6.200.1.7068	St	Verkehrsdatenerfassung	0	0,00	0,00
6.200.1.7072	St	Brandschutzmaßnahmen im Tunnel	0	0,00	0,00
6.200.1.7076	Psch	Brandmeldeeinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7093	St	Löscheinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7110	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.8000 Beleuchtung von Tunneln					0,00
6.200.1.8001	St	Tunnelbeleuchtung	0	0,00	0,00
6.200.1.8008	St	Lichtregler- und Messsysteme	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E	
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung			
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021			
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung			
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf		Projis-/Identnummer:		Bauwerksnr. (ASB):
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland			

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.8013	St	Fluchtwegkennzeichnung/Orientierungsbel.	0	0,00	0,00
6.200.1.8018	St	Aktive Leiteinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.8025	St	Passive Leiteinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.8027	St	Vorfeldbeleuchtung	0	0,00	0,00
6.200.1.8029	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.9000 Baustelleneinrichtung					50.000,00
6.200.1.9001	Psch	Baustelleneinrichtung keine wesentlichen Auswirkungen	0	0,00	0,00
6.200.1.9006	Psch	Technische Bearbeitung - Anteil Lüftungsanlagen Montageplanung, Bauzeitenplan	1	50.000,00	50.000,00
6.200.1.9007	Psch	Verkehrssicherung	0	0,00	0,00
6.200.1.9008	Psch	Sicherheit und Gesundheitsschutz	0	0,00	0,00
6.200.1.9010	Psch	Sachverständigen-Abnahme Sachverständigen-Abnahme	0	0,00	0,00
6.200.1.9011	h	Einfahrbetrieb	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe			Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme	Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021		
Stationierung	B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):
Träger der Baumaßnahme:	Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils: Bezeichnung des Teils:	Variante 1 Lüftungsschacht in Tunnelmitte - 13.04.2021
---	--

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.9012	Psch	Provisorien	0	0,00	0,00

Anlagennutzungsdauer 50 Jahre	649.400,00
Anlagennutzungsdauer 25 Jahre	1.394.000,00
Anlagennutzungsdauer 15 Jahre (im Mittel)	391.000,00

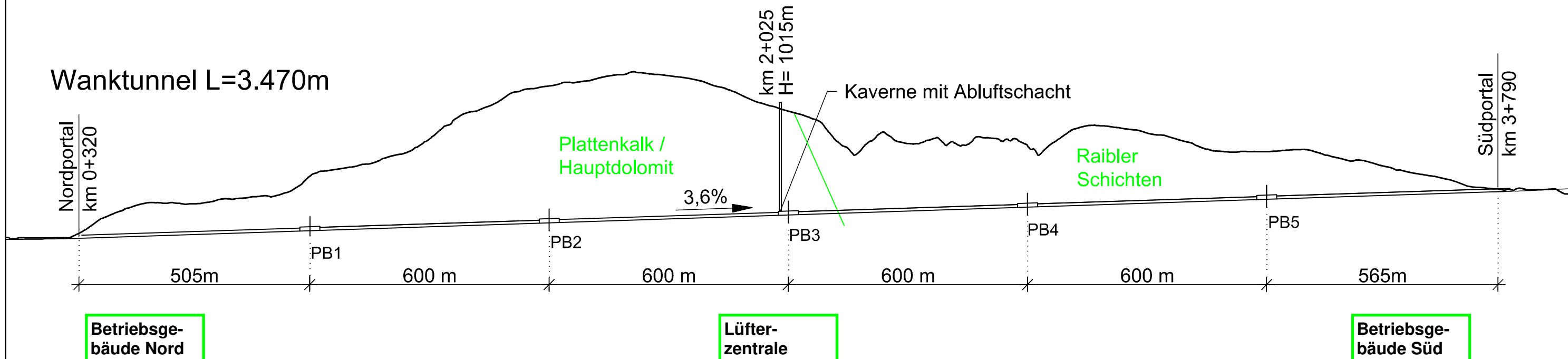
Einmalige Investitionskosten	2.434.400,00
------------------------------	--------------

Investitionskosten für eine Nutzungszeit von 20 Jahren	2.825.400,00
keine Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungsdauer 25 Jahre	
1-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungszeit von 15 Jahren	

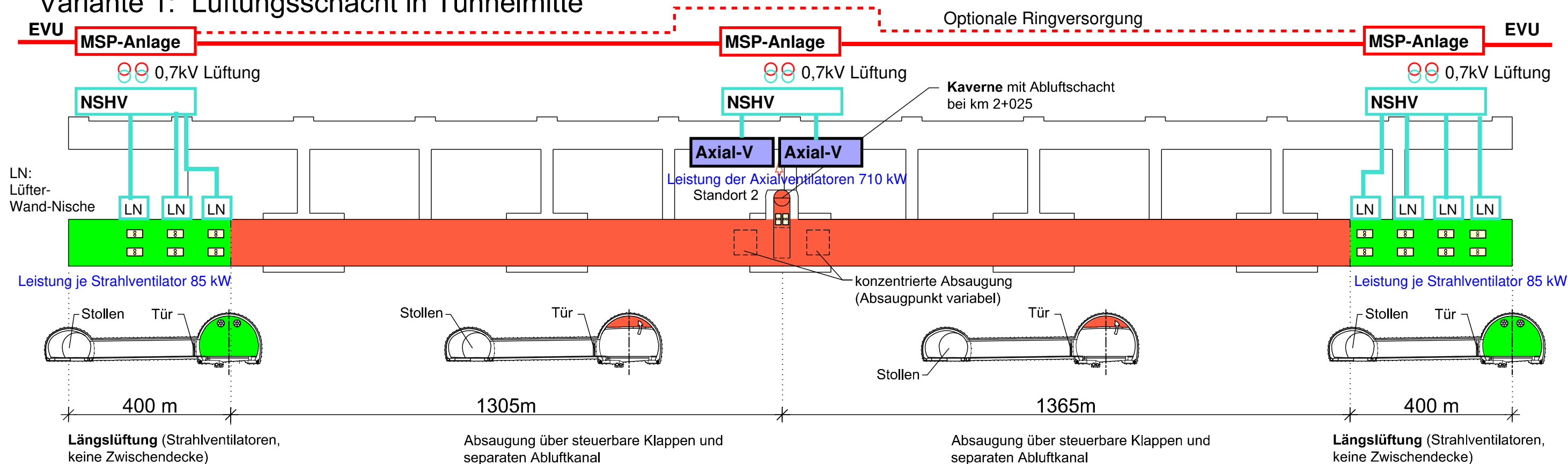
Investitionskosten für eine Nutzungszeit von 50 Jahren	5.001.400,00
1-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungsdauer 25 Jahre	
3-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungszeit von 15 Jahren	

© 2021 i:\atibk_projects\11718\6_cael\61_vp\01\dwg\skizzen\lüftungsvarianten-varianten.dwg

Wanktunnel L=3.470m



Variante 1: Lüftungsschacht in Tunnelmitte



Ergänzung BTA
Energieversorgung

Eintragung(en) erstellt am
12.04.2021

GBI
Gesellschaft
Beratende
Ingenieure mbH
Schwieberdingen Straße 56 · 70435 Stuttgart
+49 711 1367070 · stuttgart@gbi.eu

Projekt	11718 - Wanktunnel
Planinhalt	Lüftungsvariante 1
Plan Nr.	-

gezeichnet	M. Platzer	25.03.2021
geprüft	K. Matt	25.03.2021
freigegeben	K. Matt	25.03.2021



Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6. Konstruktiver Ingenieurbau					
6.000 Konstruktiver Ingenieurbau					
6.200 Tunnel					2.137.400,00
6.200.1 Tunnel					
6.200.1.1000 Betriebsgebäude					210.000,00
Betriebsräume - Anteil Lüftungsanlagen					110.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume BG Nord	1	30.000,00	30.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume BG + Lüfterzentrale Süd	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume Lüfterzentrale Mitte	0	80.000,00	0,00
Raumluftechnik - Anteil Lüftungsanlagen					100.000,00
6.200.1.1021	Psch	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüftung BG Nord	1	20.000,00	20.000,00
6.200.1.1022	Psch	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüftung BG+LZ Süd	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.1023	St	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüfterzent. Mitte	0	80.000,00	0,00
Sanitärtechnik					0,00
6.200.1.1035	St		0	0,00	0,00
Rettungstollen/Fluchttreppenhaus					0,00
6.200.1.1050	St		0	0,00	0,00
Demontagen					0,00
6.200.1.1063	Psch		0	0,00	0,00
6.200.1.2000 Abwasseranlage					0,00
Rückhaltebecken					0,00
6.200.1.2001	St		0	0,00	0,00
6.200.1.3000 Lufttechnische Anlage					0,00
Strahlventilatoren					0,00
6.200.1.3001	St	Angabe HBI	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.4000	Starkstromanlagen				1.614.400,00
		Mittelspannungsanlage			530.000,00
6.200.1.4001	St	MSP-Schaltanlage Ringkabel- + Übergabe-/ Messfeld	10	10.000,00	100.000,00
6.200.1.4002	St	MSP-Schaltanlage Trafoabgangsfeld	6	10.000,00	60.000,00
6.200.1.4004	St	Transformator bis 630 kVA verlustarm	6	35.000,00	210.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung BG Nord	1	60.000,00	60.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung BG + LZ Süd	1	100.000,00	100.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung Lüfterzentrale Mitte	0	50.000,00	0,00
		Niederspannungshauptverteil. für Tunnellüftung			632.000,00
6.200.1.4008	St	Einspeise-Schaltschrank NSHV Lüftung	6	15.000,00	90.000,00
6.200.1.4009	St	Abgangs-Schaltschrank Strahlventilator NSHV Lüftung	6	12.000,00	72.000,00
6.200.1.4009	St	Abgangs-Schaltschrank Axialventilator NSHV Lüftung	2	25.000,00	50.000,00
6.200.1.4011	St	BTA - Einbauten Lüfter-Nische je Strahlventilator	12	20.000,00	240.000,00
6.200.1.4012	St	BTA - Verkleidung/ Einbauten je Lüfter-Nische	6	30.000,00	180.000,00
		Blitz- und Überspannungsschutz			0,00
6.200.1.4023	Psch		0	0,00	0,00
		Unterverteiler Nischen			0,00
6.200.1.4025	St		0	0,00	0,00
		Außenverteiler			0,00
6.200.1.4030	St		0	0,00	0,00
		Ersatzstromversorgungs (USV)-Anlage			0,00
6.200.1.4035	St		0	0,00	0,00
		Kabeltragsysteme - Anteil Lüftungsanlagen			0,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung BG Nord	1	5.000,00	5.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung BG + LZ Süd	1	25.000,00	25.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung Lüfterzentrale Mitte	0	25.000,00	0,00
		Verkabelung Betriebsräume			0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €	
6.200.1.4047	m	Verkabelung Tunnel / Tunnelvorfeld f. Tunnellüft.	0	20,00	0,00	
6.200.1.4055	m		Mittelspannungskabel Tunnel	3500	90,00	315.000,00
6.200.1.4055	m		Energiekabel Strahlventilator	1800	60,00	108.000,00
6.200.1.4056	m		Energiekabel Axialventilator	300	70,00	21.000,00
6.200.1.4057	m		Steuerkabel/ LWL-Kabel	2100	4,00	8.400,00
			Demontagen			0,00
6.200.1.4088	Psch		0	0,00	0,00	
6.200.1.5000 Fernmelde- oder Informationstechnische Anlagen					58.000,00	
		Notrufkabinen			0,00	
6.200.1.5001	St	Notruf-Kabine (Außenbereich)	0	0,00	0,00	
		Telefonanlagen Betriebsräume			0,00	
6.200.1.5007	Psch		0	0,00	0,00	
		Tunnelfunkanlage, Verkehrsfunk, Radio			0,00	
6.200.1.5009	St		0	0,00	0,00	
		Richtfunksystem			0,00	
6.200.1.5023	St		0	0,00	0,00	
		Videoüberwachungsanlage			0,00	
6.200.1.5030	St		0	0,00	0,00	
		Lautsprecheranlage			0,00	
6.200.1.5044	Psch		0	0,00	0,00	
		Brandmeldeanlage - Anteil Lüftungsanlagen			33.000,00	
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterräume BG Nord	1	3.000,00	3.000,00	
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterräume BG + LZ Süd	1	30.000,00	30.000,00	
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterzentrale Mitte	0	50.000,00	0,00	

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.5057	Psch	Sonstige Fenmelde- und Info.- Anteil Lüftungsanl. Sonstige Fenmelde- und Info.-Anlagen Lüfterzent. Süd	1	25.000,00	25.000,00
6.200.1.6000 Automation von Ingenieurbauwerken					205.000,00
6.200.1.6001	Psch	Tunnelsteuerung und Zentrale Leittechnik - Lüft. Steuerungskomponenten Lüftung BG Nord	1	40.000,00	40.000,00
6.200.1.6001	Psch	Steuerungskomponenten Lüftung BG + LZ Süd	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.6001	Psch	Steuerungskomponenten Lüftung Lüfterzentrale Mitte	0	60.000,00	0,00
6.200.1.6004	Psch	Steuerungssoftware Lüftung	1	45.000,00	45.000,00
6.200.1.6005	Psch	Visualisierung ZLT Lüftung	1	20.000,00	20.000,00
6.200.1.6017	St	Touchpanel SPS-Ebene Abluftventilator	2	10.000,00	20.000,00
6.200.1.6018	Psch	Außenstelle	0	0,00	0,00
6.200.1.6021	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.7000 Nutzungsspezifische oder verfahrenstechnische Anlagen					0,00
6.200.1.7001	m	Markierungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7003	Psch	Mittelstreifenüberfahrten	0	0,00	0,00
6.200.1.7004	St	Passive Schutzeinrichtung	0	0,00	0,00
6.200.1.7011	St	Schrankenanlage	0	0,00	0,00
6.200.1.7015	St	Verkehrszeichen	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.7029	St	Verkehrszeichenbrücken, Auslegermasten, Masten	0	0,00	0,00
6.200.1.7040	St	Sonstige Bauarbeiten	0	0,00	0,00
6.200.1.7056	Psch	Verkehrssteuerung	0	0,00	0,00
6.200.1.7062	St	Höhenkontrolle	0	0,00	0,00
6.200.1.7068	St	Verkehrsdatenerfassung	0	0,00	0,00
6.200.1.7072	St	Brandschutzmaßnahmen im Tunnel	0	0,00	0,00
6.200.1.7076	Psch	Brandmeldeeinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7093	St	Löscheinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7110	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.8000 Beleuchtung von Tunneln					0,00
6.200.1.8001	St	Tunnelbeleuchtung	0	0,00	0,00
6.200.1.8008	St	Lichtregler- und Messsysteme	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.8013	St	Fluchtwegkennzeichnung/Orientierungsbel.	0	0,00	0,00
6.200.1.8018	St	Aktive Leiteinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.8025	St	Passive Leiteinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.8027	St	Vorfeldbeleuchtung	0	0,00	0,00
6.200.1.8029	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.9000 Baustelleneinrichtung					50.000,00
6.200.1.9001	Psch	Baustelleneinrichtung keine wesentlichen Auswirkungen	0	0,00	0,00
6.200.1.9006	Psch	Technische Bearbeitung - Anteil Lüftungsanlagen Montageplanung, Bauzeitenplan	1	50.000,00	50.000,00
6.200.1.9007	Psch	Verkehrssicherung	0	0,00	0,00
6.200.1.9008	Psch	Sicherheit und Gesundheitsschutz	0	0,00	0,00
6.200.1.9010	Psch	Sachverständigen-Abnahme Sachverständigen-Abnahme	0	0,00	0,00
6.200.1.9011	h	Einfahrbetrieb	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe			Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme	Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021		
Stationierung	B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):
Träger der Baumaßnahme:	Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils: Bezeichnung des Teils:	Variante 2 Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd - 13.04.2021
---	--

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.9012	Psch	Provisorien	0	0,00	0,00

Anlagennutzungsdauer 50 Jahre	562.400,00
Anlagennutzungsdauer 25 Jahre	1.262.000,00
Anlagennutzungsdauer 15 Jahre (im Mittel)	313.000,00

Einmalige Investitionskosten	2.137.400,00
------------------------------	--------------

Investitionskosten für eine Nutzungszeit von 20 Jahren	2.450.400,00
--	--------------

keine Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungsdauer 25 Jahre

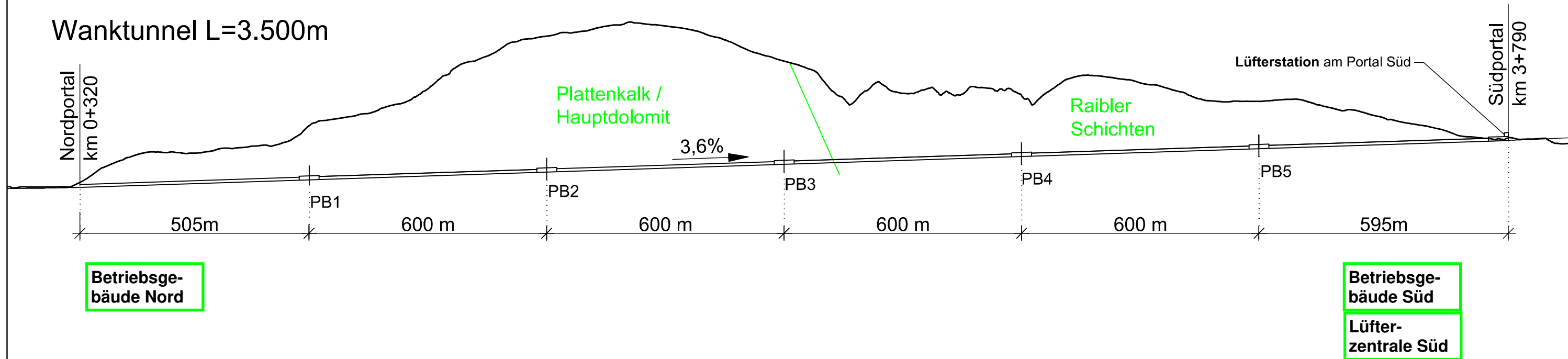
1-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungszeit von 15 Jahren

Investitionskosten für eine Nutzungszeit von 50 Jahren	4.338.400,00
--	--------------

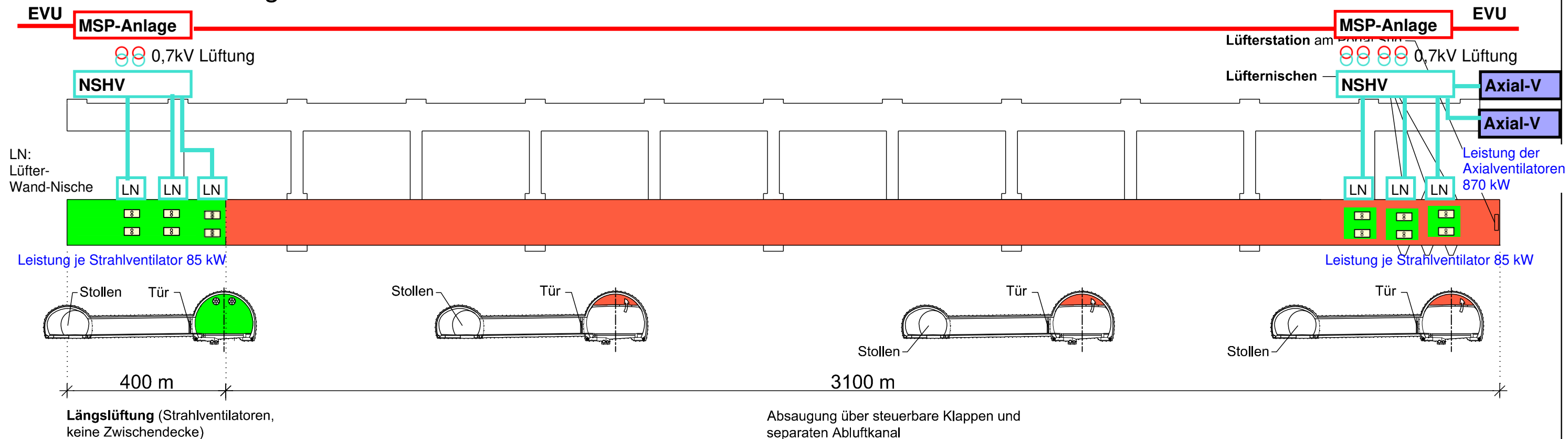
1-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungsdauer 25 Jahre

3-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungszeit von 15 Jahren

Wanktunnel L=3.500m



Variante 2: Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd



Ergänzung BTA Energieversorgung

Eintragung(en) erstellt am
12.04.2021

GBI
Gesellschaft
Beratende
Ingenieure mbH
Schwieberdinger Straße 56 · 70435 Stuttgart
+49 711 1367070 · stuttgart@gbi.eu

Projekt	11718 - Wanktunnel
Planinhalt	Lüftungsvariante 2
Plan Nr.	-

gezeichnet	M. Platzer	30.03.2021
geprüft	K. Matt	30.03.2021
freigegeben	K. Matt	30.03.2021



Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6. Konstruktiver Ingenieurbau					
6.000 Konstruktiver Ingenieurbau					
6.200 Tunnel					2.569.000,00
6.200.1 Tunnel					
6.200.1.1000 Betriebsgebäude					320.000,00
Betriebsräume - Anteil Lüftungsanlagen					160.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume BG + Lüfterzentrale Nord	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume BG + Lüfterzentrale Süd	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.1001	psch	BTA für MSP-, NSHV-Räume Lüfterzentrale Mitte	0	80.000,00	0,00
Raumluftechnik - Anteil Lüftungsanlagen					160.000,00
6.200.1.1021	Psch	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüftung BG+LZ Nord	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.1022	Psch	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüftung BG+LZ Süd	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.1023	St	Raumluftechnik für Betriebsräume Lüfterzent. Mitte	0	80.000,00	0,00
Sanitärtechnik					0,00
6.200.1.1035	St		0	0,00	0,00
Rettungstollen/Fluchttreppenhaus					0,00
6.200.1.1050	St		0	0,00	0,00
Demontagen					0,00
6.200.1.1063	Psch		0	0,00	0,00
6.200.1.2000 Abwasseranlage					0,00
Rückhaltebecken					0,00
6.200.1.2001	St		0	0,00	0,00
6.200.1.3000 Lufttechnische Anlage					0,00
Strahlventilatoren					0,00
6.200.1.3001	St	Angabe HBI	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.4000	Starkstromanlagen				1.789.000,00
		Mittelspannungsanlage			660.000,00
6.200.1.4001	St	MSP-Schaltanlage Ringkabel- + Übergabe-/ Messfeld	10	10.000,00	100.000,00
6.200.1.4002	St	MSP-Schaltanlage Trafoabgangsfeld	8	10.000,00	80.000,00
6.200.1.4004	St	Transformator bis 630 kVA verlustarm	8	35.000,00	280.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung BG + LZ Nord	1	100.000,00	100.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung BG + LZ Süd	1	100.000,00	100.000,00
6.200.1.4005	Psch	Sonstige BTA für Mittelspannung Lüfterzentrale Mitte	0	50.000,00	0,00
		Niederspannungshauptverteil. für Tunnellüftung			630.000,00
6.200.1.4008	St	Einspeise-Schaltschrank NSHV Lüftung	8	15.000,00	120.000,00
6.200.1.4009	St	Abgangs-Schaltschrank Strahlventilator NSHV Lüftung	5	12.000,00	60.000,00
6.200.1.4009	St	Abgangs-Schaltschrank Axialventilator NSHV Lüftung	4	25.000,00	100.000,00
6.200.1.4011	St	BTA - Einbauten Lüfter-Nische je Strahlventilator	10	20.000,00	200.000,00
6.200.1.4012	St	BTA - Verkleidung/ Einbauten je Lüfter-Nische	5	30.000,00	150.000,00
		Blitz- und Überspannungsschutz			0,00
6.200.1.4023	Psch		0	0,00	0,00
		Unterverteiler Nischen			0,00
6.200.1.4025	St		0	0,00	0,00
		Außenverteiler			0,00
6.200.1.4030	St		0	0,00	0,00
		Ersatzstromversorgungs (USV)-Anlage			0,00
6.200.1.4035	St		0	0,00	0,00
		Kabeltragsysteme - Anteil Lüftungsanlagen			50.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung BG + LZ Nord	1	25.000,00	25.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung BG + LZ Süd	1	25.000,00	25.000,00
6.200.1.4039	psch	Kabeltragsysteme Lüftung Lüfterzentrale Mitte	0	25.000,00	0,00
		Verkabelung Betriebsräume			0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.4047	m		0	20,00	0,00
		Verkabelung Tunnel / Tunnelvorfeld f. Tunnellüft.			449.000,00
6.200.1.4055	m	Mittelspannungskabel Tunnel	3500	90,00	315.000,00
6.200.1.4055	m	Energiekabel Strahlventilator	1400	60,00	84.000,00
6.200.1.4056	m	Energiekabel Axialventilator	600	70,00	42.000,00
6.200.1.4057	m	Steuerkabel/ LWL-Kabel	2000	4,00	8.000,00
		Demontagen			0,00
6.200.1.4088	Psch		0	0,00	0,00
6.200.1.5000 Fernmelde- oder Informationstechnische Anlagen					110.000,00
		Notrufrkabinen			0,00
6.200.1.5001	St	Notruf-Kabine (Außenbereich)	0	0,00	0,00
		Telefonanlagen Betriebsräume			0,00
6.200.1.5007	Psch		0	0,00	0,00
		Tunnelfunkanlage, Verkehrsfunk, Radio			0,00
6.200.1.5009	St		0	0,00	0,00
		Richtfunksystem			0,00
6.200.1.5023	St		0	0,00	0,00
		Videoüberwachungsanlage			0,00
6.200.1.5030	St		0	0,00	0,00
		Lautsprecheranlage			0,00
6.200.1.5044	Psch		0	0,00	0,00
		Brandmeldeanlage - Anteil Lüftungsanlagen			60.000,00
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterräume BG + LZ Nord	1	30.000,00	30.000,00
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterräume BG + LZ Süd	1	30.000,00	30.000,00
6.200.1.5057	Psch	Brandmeldeanlage Lüfterzentrale Mitte	0	50.000,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.5057	Psch	Sonstige Fenmelde- und Info.- Anteil Lüftungsanl. Sonstige Fenmelde- und Info.-Anlagen Lüfterzent. S + I	2	25.000,00	50.000,00
6.200.1.6000 Automation von Ingenieurbauwerken					280.000,00
6.200.1.6001	Psch	Tunnelsteuerung und Zentrale Leittechnik - Lüft. Steuerungskomponenten Lüftung BG + LZ Nord	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.6001	Psch	Steuerungskomponenten Lüftung BG + LZ Süd	1	80.000,00	80.000,00
6.200.1.6001	Psch	Steuerungskomponenten Lüftung Lüfterzentrale Mitte	0	60.000,00	0,00
6.200.1.6004	Psch	Steuerungssoftware Lüftung	1	55.000,00	55.000,00
6.200.1.6005	Psch	Visualisierung ZLT Lüftung	1	25.000,00	25.000,00
6.200.1.6017	St	Touchpanel SPS-Ebene Abluftventilator	4	10.000,00	40.000,00
6.200.1.6018	Psch	Außenstelle	0	0,00	0,00
6.200.1.6021	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.7000 Nutzungsspezifische oder verfahrenstechnische Anlagen					0,00
6.200.1.7001	m	Markierungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7003	Psch	Mittelstreifenüberfahrten	0	0,00	0,00
6.200.1.7004	St	Passive Schutzeinrichtung	0	0,00	0,00
6.200.1.7011	St	Schrankenanlage	0	0,00	0,00
6.200.1.7015	St	Verkehrszeichen	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.7029	St	Verkehrszeichenbrücken, Auslegermasten, Masten	0	0,00	0,00
6.200.1.7040	St	Sonstige Bauarbeiten	0	0,00	0,00
6.200.1.7056	Psch	Verkehrssteuerung	0	0,00	0,00
6.200.1.7062	St	Höhenkontrolle	0	0,00	0,00
6.200.1.7068	St	Verkehrsdatenerfassung	0	0,00	0,00
6.200.1.7072	St	Brandschutzmaßnahmen im Tunnel	0	0,00	0,00
6.200.1.7076	Psch	Brandmeldeeinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7093	St	Löscheinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.7110	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.8000 Beleuchtung von Tunneln					0,00
6.200.1.8001	St	Tunnelbeleuchtung	0	0,00	0,00
6.200.1.8008	St	Lichtregler- und Messsysteme	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe				Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme		Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung		Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021		
Stationierung		B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):	
Träger der Baumaßnahme:		Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils:	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021
Bezeichnung des Teils:	

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.8013	St	Fluchtwegkennzeichnung/Orientierungsbel.	0	0,00	0,00
6.200.1.8018	St	Aktive Leiteinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.8025	St	Passive Leiteinrichtungen	0	0,00	0,00
6.200.1.8027	St	Vorfeldbeleuchtung	0	0,00	0,00
6.200.1.8029	Psch	Demontagen	0	0,00	0,00
6.200.1.9000 Baustelleneinrichtung					70.000,00
6.200.1.9001	Psch	Baustelleneinrichtung keine wesentlichen Auswirkungen	0	0,00	0,00
6.200.1.9006	Psch	Technische Bearbeitung - Anteil Lüftungsanlagen Montageplanung, Bauzeitenplan	1	70.000,00	70.000,00
6.200.1.9007	Psch	Verkehrssicherung	0	0,00	0,00
6.200.1.9008	Psch	Sicherheit und Gesundheitsschutz	0	0,00	0,00
6.200.1.9010	Psch	Sachverständigen-Abnahme Sachverständigen-Abnahme	0	0,00	0,00
6.200.1.9011	h	Einfahrbetrieb	0	0,00	0,00

Zusammenstellung der Kosten für die Hauptgruppe			Blatt E
Bezeichnung des Projektes Bezeichnung des Teilprojektes Bezeichnung der Straßenbaumaßnahme	Wanktunnel - BTA - Variantenuntersuchung Tunnellüftung		
Bezeichnung des Bauwerks/ der Leistung	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021		
Stationierung	B2_OU GAP - Wanktunnel - Betriebstechnische Ausstattung		
Länge	Kostenberechnung Bauwerksentwurf	Projis-/Identnummer:	Bauwerksnr. (ASB):
Träger der Baumaßnahme:	Bundesrepublik Deutschland		

Bezeichnung des Hauptteils: Bezeichnung des Teils:	Variante 3 Lüftungszent. mit Abluftkamin Portal Nord+Süd - 13.04.2021
---	---

KBK-Nr.	Einheit	Beschreibung	Menge	Kosten je Einheit in €	Einzelkosten in €
6.200.1.9012	Psch	Provisorien	0	0,00	0,00 0,00

Anlagennutzungsdauer 50 Jahre	659.000,00
Anlagennutzungsdauer 25 Jahre	1.450.000,00
Anlagennutzungsdauer 15 Jahre (im Mittel)	460.000,00

Einmalige Investitionskosten	2.569.000,00
------------------------------	--------------

Investitionskosten für eine Nutzungszeit von 20 Jahren	3.029.000,00
keine Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungsdauer 25 Jahre	
1-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungszeit von 15 Jahren	

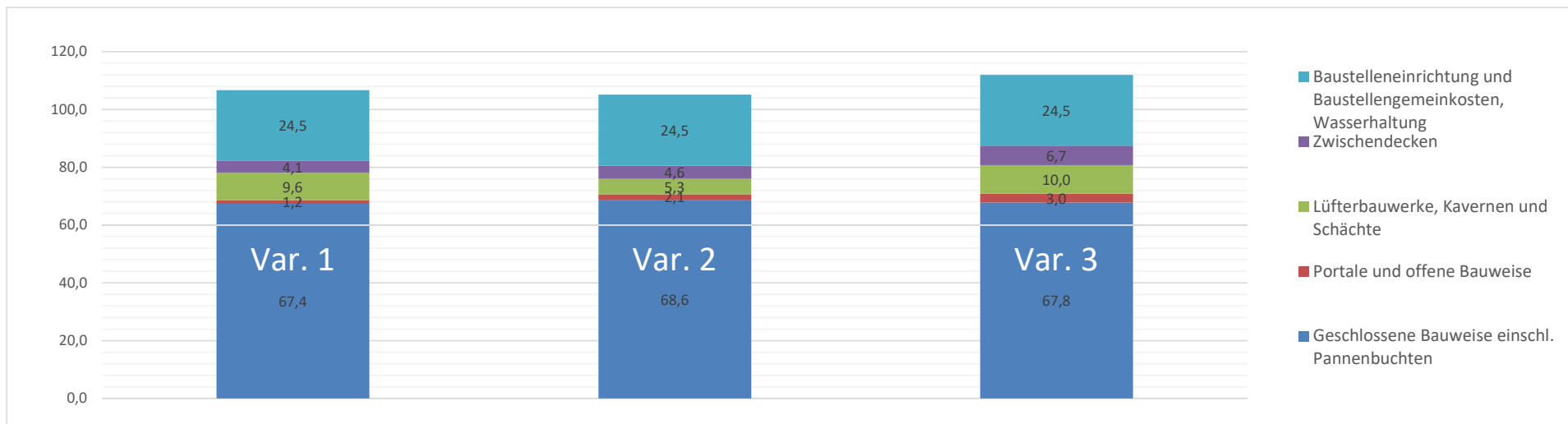
Investitionskosten für eine Nutzungszeit von 50 Jahren	5.399.000,00
1-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungsdauer 25 Jahre	
3-malige Erneuerung der Anlagenteile mit Nutzungszeit von 15 Jahren	

Anlage 6

Zusammenfassung Investitionskosten



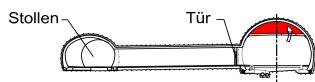
			Beschreibung										Investitionskosten Fahrröhre Bau (Netto)								
			Bauwerkslängen - Röhren						Längen Sonderbauwerke				Baukosten Fahrröhre		Baukosten Sonderbauwerk		Baustelleneinrichtung und Baustellengemeinkosten, Wasserhaltung	Summe			
Lüftungssystem		Abbildung	Gesamtlänge	Portale / Portalbauwerke	Geschlossene Bauweise	Beidseitige Pannenbuchten	Querschläge	Rettungsstollen	Lüfterbauwerke	Kaverne für Abluftschacht	Abluftschacht (Tiefe)	Zwischendecken	Portale und offene Bauwerke	Geschlossene Bauweise einschl. Pannenbuchten	Lüfterbauwerke, Kavernen und Schächte	Zwischendecken					
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[Stk]	[m]	[m]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]	[Mio €]			
			1	Lüftungsschacht in Tunnelmitte	1	3 470	20 / 20	3 430	5 x 55	11 x 30	3 500	-	1 x 55	1 x 260	2 670	1,2	67,4	9,6	4,1	24,5	106,8
			2	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd	2	3 500	50 / 20	3 430	5 x 55	11 x 30	3 500	1 x 50	-	-	3 100	2,1	68,6	5,3	4,6	24,5	105,1
3	Lüftungszentrale mit Abluftkamin an beiden Portalen (Nord und Süd)	3	3 530	50 / 50	3 430	5 x 55	11 x 30	3 500	2 x 50	-	-	3 530	3,0	67,8	10,0	6,7	24,5	112,0			



KOSTEN LÜFTUNGSANLAGEN

			LÜFTERSTATION						SUMME
Variante	LÜFTUNGS- SCHEMA	Auffangbecken Löschwasserbeh. Entwässerung	Untertage Anlagen		Schacht		Obertage Anlagen		
			Lüfterkaverne	Bauwerk		Bauwerk	Abluftbauwerk	Betriebsgeb. / Lüfterzentrale	
		[Mio. €]	[Mio. €]		[Mio. €]		[Mio. €]	[Mio. €]	
1	Lüftungsschacht in Tunnelmitte (Standort 2)	0,54	3,00	-	2,58	L=260m (Hauptdolomit)	0,93	2,50	9,55
2	Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd	0,54	-	-	-		0,15	4,63	5,32
3	Lüftungszentrale mit Abluftkamin an beiden Portalen Nord und Süd	0,54	-	-	-		0,15	9,27	9,95

VARIANTE 1: Lüftungsschacht in Tunnelmitte (Standort 2)
KOSTEN Geschlossenen Bauweise, Abluft 14 m³



Tunnelsystem: Fahröhre mit Rettungsstollen
Lüftung: Gesonderte Ermittlung (einschl. Zwischendecke)

L_{GES} = 3 430,0 m

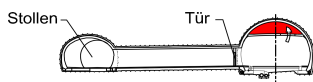
L_{Tunnel} = 3 145,0 m (ohne Pannenbucht)

L_{PB} = 285,0 m

Nr	Leistung	Tunnelröhre					beids. Pannenbucht					Teilpreis in €	Teilpreis in €
		Einheitspreis (€)	Mengen m/m²/m³/ Stk	Kosten in €/l/m	m	Teilpreis in €	Einheitspreis (€)	Mengen m/m²/m³/ Stk	Kosten in €/l/m	m	Teilpreis in €		
1	Ausbruch VKL 3.1 / 3,0m VKL 3.2 / 2,2m VKL 4.1 / 1,7m VKL 4.2 / 1,3m VKL 6.1 / 1,3m VKL 7 / 1,0m	22	99,7 m³	2 183	744,3	1 625 000	22	173,9 m³	3 808	68,4	260 000	1 886 000	
		24	99,7 m³	2 434	744,3	1 811 000	24	173,9 m³	4 245	68,4	290 000	2 102 000	
		28	99,7 m³	2 754	411,1	1 132 000	28	173,9 m³	4 803	17,1	82 000	1 214 000	
		30	111,7 m³	3 340	366,1	1 223 000	30	209,4 m³	6 260	17,1	107 000	1 330 000	
		34	111,7 m³	3 770	742,5	2 799 000	34	209,4 m³	7 066	57,0	403 000	3 202 000	
		51	111,7 m³	5 666	136,7	774 000	51	209,4 m³	10 620	57,0	605 000	1 380 000	
					3 145					285			
2	Ausbruch fördern und deponieren - fördern und deponieren - Analyse, Zwischendeponie, etc.		328 499 m³	35,0	0,5	5 749 000		54 210 m³	35,0	0,5	949 000	6 698 000	
3	Vorläufiger Ausbau VKL 3.1 / 3,0m VKL 3.2 / 2,2m VKL 4.1 / 1,7m VKL 4.2 / 1,3m VKL 6.1 / 1,3m VKL 7 / 1,0m	35	25,4 m²	902	744,3	671 000	40	31,14 m²	1 233	68,4	84 000	755 000	
		45	25,4 m²	1 135	744,3	845 000	50	31,14 m²	1 553	68,4	106 000	951 000	
		70	25,4 m²	1 782	411,1	733 000	80	31,14 m²	2 497	17,1	43 000	775 000	
		74	36,9 m²	2 725	366,1	997 000	85	47,48 m²	4 031	17,1	69 000	1 066 000	
		121	36,9 m²	4 473	742,5	3 321 000	150	47,48 m²	7 115	57,0	406 000	3 727 000	
		184	36,9 m²	6 802	136,7	929 000	270	47,48 m²	12 806	57,0	730 000	1 659 000	
					3 145					285			
4	Zuschlag für Ausbruch Nischen (2 % von Ausbruch und Sicherung)											400 000	
5	Zuschlag für Verzweigungsbereiche, Aufweitungen, etc.											220 000	
6	Geotechnische Messungen			160	3 145	503 000			160	285	46 000	549 000	
7	Bohrungen, Injektionen			400	3 145	1 258 000			400	285	114 000	1 372 000	
8	Wasserschwernisse			80	3 145	252 000			80	285	23 000	274 000	
	Zwischensumme Vortrieb	Tunnel		7 829	3 145	24 622 000	PB		15 147	285	4 317 000	29 560 000	
9	Sohlausbau - Unterbeton Widerlager - Widerlager bewehrt (120 kg/m³) - Sohlgewölbe, bewehrt (60 kg/m³) - Füllbeton Sohlgewölbe - Beton, unbewehrt, offene Sohle	150	0,5 m³	78	2 266	177 000	150	0,7 m³	105	171	18 000	195 000	
		320	1,5 m³	480	2 266	1 088 000	320	1,3 m³	403	171	69 000	1 157 000	
		190	7,1 m³	1 355	879	1 191 000	190	10,3 m³	1 957	114	223 000	1 414 000	
		100	6,0 m³	600	879	527 000	90	2,6 m³	234	114	27 000	554 000	
		150	1,7 m³	255	2 266	578 000	140	3,0 m³	420	171	72 000	650 000	
10	Entwässerung - Ulmentwässerungsleitungen - Tragschichtdrainage - Sammelleitung (Bergwasser) - Sammelleitung (Fahrbahn)	100	2,0 m	200	3 145	629 000	150	2,0 m	300	285	86 000	715 000	
		50	1,0 m	50	3 145	157 000	50	1,0 m	50	285	14 000	172 000	
		150	1,0 m	150	3 145	472 000	150	1,0 m	150	285	43 000	515 000	
		200	1,0 m	200	3 145	629 000	200	1,0 m	200	285	57 000	686 000	
				600									
11	Abdichtung, Fugenbänder - Abdichtungsträger - Vlies - Regenschirmabdichtung (KDB 2mm)	15	25,4 m²	381	3 145	1 198 000	15	23,8 m²	357	285	102 000	1 300 000	
		5	25,4 m²	127	3 145	399 000	5	23,8 m²	119	285	34 000	433 000	
		32	25,4 m²	813	3 145	2 556 000	32	23,8 m²	762	285	217 000	2 773 000	
12	Innenschale - Schalwagen, Betonnachbehandlung - Beton, un- /bewehrt (80 kg/m³) - Stirnwand, Beton, bewehrt (100 kg/m³) - Betongleitwand - Zulagen für Mehraufwendungen Anbindungsbereiche, Aussparungen, Verpressen					1 100 000					400 000	1 500 000	
		240	9,7 m³	2 328	3 145	7 322 000	250	12,84 m³	3 210	285	915 000	8 236 000	
							300	85,20 m³	25 560	20	511 000	511 000	
						650 000	165	12,0 m	1 980	20	40 000	40 000	
											150 000	800 000	
13	Zwischendecke/Trennwand Gesonderte Ermittlung												
14	Zuschlag für Nischen Notruf-/Hydrantennischen (begehrbar) Nischen Reinigungsschächte	5 500		44	3 145	242 000	5 500		6	285	32 000	274 000	
		2 500		99	3 145	247 000	2 500		11	285	29 000	276 000	
15	Löschwasserversorgung nicht berücksichtigt												
16	Fahrbahn - Frostschuttschicht ≥ 46cm - Untere bit. Tragschicht 10cm - Betondecke 24cm - Fugen, Anker, Dübel, etc.	35	4,5 m³	158	3 430	540 000	35	9,5 m³	333	285	95 000	635 000	
		22	7,3 m²	160	3 430	547 000	22	12,3 m²	271	285	77 000	624 000	
		50	7,3 m²	363	3 430	1 243 000	50	12,3 m²	615	285	175 000	1 419 000	
		20	1,0 m	20	3 430	69 000	20	12,0 m²	240	285	68 000	137 000	
17	Gehweg - Ortbeton mit KSR und Kabelziehschächten, Kappenbeton, Schlitzrinne, Randstein,	1 020	1,0 m	1 020	3 145	3 208 000	1 120	1,0 m	1 120	285	319 000	3 527 000	
18	Ausrüstung - Anstrich (4,5 m Fahrbahnhöhe) - Lärmschutzpaneele	15	9,0 m²	135	3 145	425 000	15	9,0 m²	135	285	38 000	463 000	
											120 000		
19	Kleinleistungen 15%					7 472 400					1 219 200	8 691 600	
	Zwischensumme Ausbau	Tunnel		10 387	3 145	32 666 400	PB		17 650	285	5 030 200	37 817 600	
	Summe Vortrieb + Ausbau	Tunnel		18 216	3 145	57 288 400	PB		32 797	285	9 347 200		
	Summe Tunnel	Tunnel + PB							19 644	3 430		67 377 600	

VARIANTE 2: Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd

KOSTEN Geschlossenen Bauweise, Abluft 16 m²



Tunnelsystem: Fahrröhre mit Rettungsstollen
Lüftung: Gesonderte Ermittlung (einschl. Zwischendecke)

LGES = 3 430,0 m

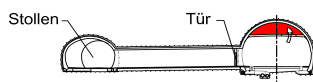
L_{Tunnel} = 3 055,0 m (ohne Pannenbucht)

L_{PB} = 375,0 m (mit 3 Lüfternischen à 30 m am Eingangsbereich)

		Tunnelföhre					beids. Pannenbucht				
Nr	Leistung	Einheitspreis (€)	Mengen m³/m²/m²/ Stk	Kosten in €/lfm	m	Teilpreis in €	Einheitspreis (€)	Mengen m³/m²/m²/ Stk	Kosten in €/lfm	m	Teilpreis in €
1	Ausbruch										
	VKL 3.1 / 3,0m	22	102,1 m³	2 236	744,3	1 664 000	22	177,9 m³	3 896	68,4	266 000
	VKL 3.2 / 2,2m	24	102,1 m³	2 492	744,3	1 855 000	24	177,9 m³	4 342	68,4	297 000
	VKL 4.1 / 1,7m	28	102,1 m³	2 820	411,1	1 159 000	28	177,9 m³	4 914	17,1	84 000
	VKL 4.2 / 1,3m	30	114,0 m³	3 409	366,1	1 248 000	30	213,7 m³	6 389	17,1	109 000
	VKL 6.1 / 1,3m	34	114,0 m³	3 848	742,5	2 857 000	34	213,7 m³	7 211	57,0	411 000
	VKL 7 / 1,0m	51	114,0 m³	5 783	136,7	790 000	51	213,7 m³	10 838	57,0	618 000
					3 145					285	
2	Ausbruch fördern und deponieren										
	- fördern und deponieren		335 923 m³	35,0	0,5	5 879 000		55 390 m³	35,0	0,5	969 000
	- wiederverwertbar										6 848 000,00
3	Vorläufiger Ausbau										
	VKL 3.1 / 3,0m	35	25,8 m²	916	744,3	682 000	40	31,63 m²	1 253	68,4	86 000
	VKL 3.2 / 2,2m	45	25,8 m²	1 153	744,3	858 000	50	31,63 m²	1 578	68,4	108 000
	VKL 4.1 / 1,7m	70	25,8 m²	1 810	411,1	744 000	80	31,63 m²	2 537	17,1	43 000
	VKL 4.2 / 1,3m	74	37,3 m²	2 754	366,1	1 008 000	85	47,99 m²	4 074	17,1	70 000
	VKL 6.1 / 1,3m	121	37,3 m²	4 521	742,5	3 357 000	150	47,99 m²	7 192	57,0	410 000
	VKL 7 / 1,0m	184	37,3 m²	6 875	136,7	940 000	270	47,99 m²	12 945	57,0	738 000
					3 145					285	
4	Zuschlag für Ausbruch Nischen	(2 % von Ausbruch und Sicherung)									410 000
5	Zuschlag für Verzweigungsbereiche, Aufweitungen, etc.										220 000
6	Geotechnische Messungen			160	3 055	489 000			160	375,0	60 000
7	Bohrungen, Injektionen			400	3 055	1 222 000			400	375	150 000
8	Wasserschwernisse			80	3 055	244 000			80	375	30 000
	Zwischensumme Vortrieb	Tunnel		8 182	3 055	24 996 000	PB		11 864	375	4 449 000
9	Sohlausbau										
	- Unterbeton Widerlager	150	0,5 m³	78	1 900	148 000	150	0,7 m³	105	154	16 000
	- Widerlager bewehrt (120 kg/m³)	320	1,5 m³	480	1 900	912 000	320	1,3 m³	403	154	62 000
	- Sohlgewölbe, bewehrt (60 kg/m³)	190	7,1 m³	1 355	1 245	1 687 000	190	10,3 m³	1 957	131	257 000
	- Füllbeton Sohlgewölbe	100	6,0 m³	600	1 245	747 000	90	2,6 m³	234	131	31 000
	- Beton, unbewehrt, offene Sohle	150	1,7 m³	255	1 900	484 000	140	3,0 m³	420	154	65 000
10	Entwässerung										
	- Ulmentwässerungsleitungen	100	2,0 m	200	3 055	611 000	150	2,0 m	300	375	113 000
	- Tragschichtdrainage	50	1,0 m	50	3 055	153 000	50	1,0 m	50	375	19 000
	- Sammelleitung (Bergwasser)	150	1,0 m	150	3 055	458 000	150	1,0 m	150	375	56 000
	- Sammelleitung (Fahrbahn)	200	1,0 m	200	3 055	611 000	200	1,0 m	200	375	75 000
11	Abdichtung, Fugenbänder										
	- Abdichtungsträger	15	25,8 m²	387	3 055	1 182 000	15	24,2 m²	363	375	136 000
	- Vlies	5	25,8 m²	129	3 055	394 000	5	24,2 m²	121	375	45 000
	- Regenschirmabdichtung (KDB 2mm)	32	25,8 m²	826	3 055	2 522 000	32	24,2 m²	774	375	290 000
12	Innenschale										
	- Schalwagen, Betonnachbehandlung					1 100 000					400 000
	- Beton, bewehrt (80 kg/m³)	240	9,8 m³	2 352	3 055	7 185 000	250	12,84 m³	3 210	375	1 204 000
	- Stirnwand, Beton, bewehrt (100 kg/m³)						300	85,20 m³	25 560	20	511 000
	- Betongleitwand						165	12,0 m	1 980	20	40 000
	- Zulagen für Mehraufwendungen Anbindungsbereiche, Aussparungen, Verpressen					650 000					150 000
13	Zwischendecke/Trennwand										
	Gesonderte Ermittlung										
14	Zuschlag für Nischen										
	Notruf-/Hydrantennischen (begehrbar)	5 500		43	3 055	235 000	5 500		7	375	39 000
	Nischen Reinigungsschächte	2 500		96	3 055	240 000	2 500		15	375	38 000
15	Löschwasserversorgung										
	nicht berücksichtigt										
16	Fahrbahn										
	- Frostschuttschicht ≥ 46cm	35	4,5 m³	158	3 055	481 000	35	9,5 m³	333	375	125 000
	- Untere bit. Tragschicht 10cm	22	7,3 m²	160	3 055	487 000	22	12,3 m²	271	375	101 000
	- Betondecke 24cm	50	7,3 m²	363	3 055	1 107 000	50	12,3 m²	615	375	231 000
	- Fugen, Anker, Dübel, etc.	20	1,0 m	20	3 055	61 000	20	12,0 m²	240	375	90 000
17	Gehweg										
	- Ort beton mit KSR und Kabelziehschächten, Kapfenbeton, Schlitzrinne, Randstein,	1 020	1,0 m	1 020	3 055	3 116 000	1 120	1,0 m	1 120	375	420 000
18	Ausrüstung										
	- Anstrich (4,5 m Fahrbahnhöhe)	15	9,0 m²	135	3 055	412 000	15	9,0 m²	135	375	51 000
	- Lärmschutzpaneele										463 000
											70 000
19	Kleinleistungen					7 496 850					1 352 100
	15%										8 848 950
	Zwischensumme Ausbau	Tunnel		10 632	3 055	32 479 850	PB		15 779	375	5 917 100
	Summe Vortrieb + Ausbau	Tunnel		18 814	3 055	57 475 850	PB		27 643	375	10 366 100
	Summe Tunnel	Tunnel + PB							19 983	3 430	68 542 950

VARIANTE 3: Lüftungszentrale mit Abluftkamin am Portal Süd und Nord

KOSTEN Geschlossenen Bauweise, Abluft 14 m²



Tunnelsystem: Fahrröhre mit Rettungsstollen
Lüftung: Gesonderte Ermittlung (einschl. Zwischendecke)

LGES = 3 430,0 m

L Tunnel = 2 995,0 m (ohne Pannenbucht)

L PB = 435,0 m (mit 2+3 Lüftermischen à 30 m am Eingangsbereich)

		Tunnelföhre					beids. Pannenbucht					
Nr	Leistung	Einheitspreis (€)	Mengen m/m²/m³/ Stk	Kosten in €/lfm	m	Teilpreis in €	Einheitspreis (€)	Mengen m/m²/m³/ Stk	Kosten in €/lfm	m	Teilpreis in €	Teilpreis in €
1	Ausbruch											
	VKL 3.1 / 3,0m	22	99,7 m³	2 183	744,3	1 625 000	22	173,9 m³	3 808	68,4	260 000	1 886 000
	VKL 3.2 / 2,2m	24	99,7 m³	2 434	744,3	1 811 000	24	173,9 m³	4 245	68,4	290 000	2 102 000
	VKL 4.1 / 1,7m	28	99,7 m³	2 754	411,1	1 132 000	28	173,9 m³	4 803	17,1	82 000	1 214 000
	VKL 4.2 / 1,3m	30	111,7 m³	3 340	366,1	1 223 000	30	209,4 m³	6 260	17,1	107 000	1 330 000
	VKL 6.1 / 1,3m	34	111,7 m³	3 770	742,5	2 799 000	34	209,4 m³	7 066	57,0	403 000	3 202 000
	VKL 7 / 1,0m	51	111,7 m³	5 666	136,7	774 000	51	209,4 m³	10 620	57,0	605 000	1 380 000
					3 145					285		
2	Ausbruch fördern und deponieren - fördern und deponieren - Analyse, Zwischendeponie, etc.		328 499 m³	35,0	0,5	5 749 000		54 210 m³	35,0	0,5	949 000	6 698 000
3	Vorläufiger Ausbau											
	VKL 3.1 / 3,0m	35	25,4 m²	902	744,3	671 000	40	31,14 m²	1 233	68,4	84 000	755 000
	VKL 3.2 / 2,2m	45	25,4 m²	1 135	744,3	845 000	50	31,14 m²	1 553	68,4	106 000	951 000
	VKL 4.1 / 1,7m	70	25,4 m²	1 782	411,1	733 000	80	31,14 m²	2 497	17,1	43 000	775 000
	VKL 4.2 / 1,3m	74	36,9 m²	2 725	366,1	997 000	85	47,48 m²	4 031	17,1	69 000	1 066 000
	VKL 6.1 / 1,3m	121	36,9 m²	4 473	742,5	3 321 000	150	47,48 m²	7 115	57,0	406 000	3 727 000
	VKL 7 / 1,0m	184	36,9 m²	6 802	136,7	929 000	270	47,48 m²	12 806	57,0	730 000	1 659 000
					3 145					285		
4	Zuschlag für Ausbruch Nischen (2 % von Ausbruch und Sicherung)											400 000
5	Zuschlag für Verzweigungsbereiche, Aufweitungen, etc.											220 000
6	Geotechnische Messungen			160	2 995	479 000			160	435	70 000	549 000
7	Bohrungen, Injektionen			400	2 995	1 198 000			400	435	174 000	1 372 000
8	Wasserserschwernisse			80	2 995	240 000			80	435	35 000	274 000
	Zwischensumme Vortrieb	Tunnel		8 189	2 995	24 526 000	PB		10 145	435	4 413 000	29 560 000
9	Sohlausbau											
	- Unterbeton Widerlager	150	0,5 m³	78	2 116	165 000	150	0,7 m³	105	321	34 000	199 000
	- Widerlager bewehrt (120 kg/m³)	320	1,5 m³	480	2 116	1 016 000	320	1,3 m³	403	321	129 000	1 145 000
	- Sohlgewölbe, bewehrt (60 kg/m³)	190	7,1 m³	1 355	879	1 191 000	190	10,3 m³	1 957	114	223 000	1 414 000
	- Füllbeton Sohlgewölbe	100	6,0 m³	600	879	527 000	90	2,6 m³	234	114	27 000	554 000
	- Beton, unbewehrt, offene Sohle	150	1,7 m³	255	2 116	540 000	140	3,0 m³	420	321	135 000	674 000
10	Entwässerung											
	- Ulmentwässerungsleitungen	100	2,0 m	200	2 995	599 000	150	2,0 m	300	435	131 000	730 000
	- Tragschichtdrainage	50	1,0 m	50	2 995	150 000	50	1,0 m	50	435	22 000	172 000
	- Sammelleitung (Bergwasser)	150	1,0 m	150	2 995	449 000	150	1,0 m	150	435	65 000	515 000
	- Sammelleitung (Fahrbahn)	200	1,0 m	200	2 995	599 000	200	1,0 m	200	435	87 000	686 000
				600								
11	Abdichtung, Fugenbänder											
	- Abdichtungsträger	15	25,4 m³	381	2 995	1 141 000	15	23,8 m²	357	435	155 000	1 296 000
	- Vlies	5	25,4 m³	127	2 995	380 000	5	23,8 m²	119	435	52 000	432 000
	- Regenschirmabdichtung (KDB 2mm)	32	25,4 m³	813	2 995	2 434 000	32	23,8 m²	762	435	331 000	2 766 000
12	Innenschale											
	- Schalwagen, Betonnachbehandlung					1 100 000					400 000	1 500 000
	- Beton, un- /bewehrt (80 kg/m³)	240	9,7 m³	2 328	2 995	6 972 000	250	12,84 m³	3 210	435	1 396 000	8 369 000
	- Stirnwand, Beton, bewehrt (100 kg/m³)						300	85,20 m³	25 560	20	511 000	511 000
	- Betongleitwand						165	12,0 m	1 980	20	40 000	40 000
	- Zulagen für Mehraufwendungen Anbindungsbereiche, Aussparungen, Verpressen					650 000					150 000	800 000
13	Zwischendecke/Trennwand Gesonderte Ermittlung											
14	Zuschlag für Nischen											
	Notruf-/Hydrantennischen (begehrbar)	5 500		42	2 995	231 000	5 500		8	435	43 000	274 000
	Nischen Reinigungsschächte	2 500		94	2 995	235 000	2 500		17	435	44 000	279 000
15	Löschwasserversorgung nicht berücksichtigt											
16	Fahrbahn											
	- Frostschuttschicht ≥ 46cm	35	4,5 m³	158	3 430	540 000	35	9,5 m³	333	435	145 000	685 000
	- Untere bit. Tragschicht 10cm	22	7,3 m²	160	3 430	547 000	22	12,3 m²	271	435	118 000	665 000
	- Betondecke 24cm	50	7,3 m²	363	3 430	1 243 000	50	12,3 m²	615	435	268 000	1 511 000
	- Fugen, Anker, Dübel, etc.	20	1,0 m	20	3 430	69 000	20	12,0 m²	240	435	104 000	173 000
17	Gehweg - Ort beton mit KSR und Kabelziehschächten, Kappenbeton, Schlitzrinne, Randstein,	1 020	1,0 m	1 020	2 995	3 055 000	1 120	1,0 m	1 120	435	487 000	3 542 000
18	Ausrüstung											
	- Anstrich (4,5 m Fahrbahnhöhe)	15	9,0 m²	135	2 995	404 000	15	9,0 m²	135	435	59 000	463 000
	- Lärmschutzpaneele										120 000	
19	Kleinleistungen 15%					7 314 450					1 435 350	8 749 800
	Zwischensumme Ausbau	Tunnel		10 535	2 995	31 551 450	PB		15 153	435	6 591 350	38 264 800
	Summe Vortrieb + Ausbau	Tunnel		18 724	2 995	56 077 450	PB		25 297	435	11 004 350	
	Summe Tunnel	Tunnel + PB							19 774	3 430		67 824 800