

Straßenbauverwaltung: Freistaat Bayern; Staatliches Bauamt Passau Straße / Abschnitt / Station: B 533_170_1,196 bis B 533_200_0,715
(AS Hengersberg) A3 – Auerbach – B 533 (Schönberg) Ortsumgehung Auerbach Bau-km 0+000 – Bau-km 1+400
PROJIS-Nr.: B 533_G010_BY_T01_BY

FESTSTELLUNGSENTWURF

Unterlagen zum Tunnelbauvorhaben

Textteil und Pläne

aufgestellt: Staatliches Bauamt Passau  Wufka Ltd. Baudirektor Passau, den 30.10.2019	Festgestellt gem. § 17 FStG durch Beschluss vom <u>08. 12. 2022</u> Nr. <u>32-4354-21-611/BS22</u> Regierung von Niederbayern Landshut. <u>8. 12. 2022</u>
	gez. Kiermaier Regierungsdirektor

Straßenbauverwaltung:	Freistaat Bayern, Staatliches Bauamt Passau
Straßenklasse und Nr.:	Bundesstraße 533
Streckenbezeichnung:	B 533, Ortsumgehung Auerbach
Baumaßnahme/Bauwerk:	BW, Tunnel Auerbach
Str.-km:	Bau km 0+932 bis km 0+562

Träger der Baumaßnahme:	Bundesrepublik Deutschland
-------------------------	----------------------------

Planfeststellung

- ERLÄUTERUNGSBERICHT
ZUM
TUNNELBAUVORHABEN –

Unterlage 16.1/1



müller + hereth
Ingenieurbüro für Tunnel- und Felsbau GmbH

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines.....	5
1.1.	Notwendigkeit und Verkehrsbedeutung der Maßnahme.....	5
1.2.	Planungsgrundlagen.....	5
1.2.1.	Unterlagen.....	5
1.2.2.	Vorschriften und Normen.....	5
1.3.	Variantenuntersuchung.....	7
1.4.	Lage im Straßennetz.....	7
1.5.	Trassierung.....	7
1.5.1.	Entwurfskriterien.....	7
1.5.2.	Trassierungselemente.....	8
1.5.3.	Zwangspunkte.....	9
1.6.	Bauwerksgestaltung und Bauweise.....	9
1.6.1.	Tunnelabschnitte.....	9
1.6.2.	Konstruktion.....	10
1.6.3.	Tunnelquerschnitt.....	11
1.6.4.	Portalgestaltung.....	12
1.6.5.	Betriebsgebäude.....	12
2.	Geologische und felsmechanische Verhältnisse.....	12
3.	Tunnelbauwerk.....	15
3.1.	Konstruktion.....	15
3.2.	Bauverfahren.....	17
3.2.1.	Auffahrkonzept.....	17
3.2.2.	Ausbruch.....	17
3.2.3.	Sicherung.....	17
3.2.4.	Geotechnisches Messprogramm.....	18
3.2.5.	Bauliche Beweissicherung.....	18
3.2.6.	Erschütterungsmessungen/ Lärmmessung.....	19
3.2.7.	Tunnelportale.....	19
3.3.	Abdichtung.....	20
3.3.1.	Allgemeines.....	20
3.3.2.	Abdichtungssystem.....	20
3.3.3.	Einbau und Kontrolle der Dichtungsbahnen.....	21
3.4.	Fugenausbildung.....	21
3.5.	Fahrbahnaufbau und Bankette.....	21
3.5.1.	Fahrbahn.....	21
3.5.2.	Bankette.....	22
3.6.	Rückhaltebecken für Schadflüssigkeiten.....	22

4.	Entwässerung	23
4.1.	Allgemeines	23
4.2.	Fahrbahntwässerung	23
4.3.	Bauwerksentwässerung und Bergwasserdrainage.....	23
4.3.1.	Allgemeines	23
4.3.2.	Drainierung des bergmännischen Tunnelabschnittes	24
4.3.3.	Versinterungsneigung der Bergwasserdrainagen.....	24
4.3.4.	Entwässerung im Voreinschnittsbereich.....	25
5.	Absturzsicherungen, Anprallschutzeinrichtungen.....	25
6.	Betriebstechnische Ausstattung	25
6.1.	Grundlagen	25
6.2.	Lüftung.....	25
6.2.1.	Notgehwege.....	25
6.2.2.	Pannenbucht.....	25
6.2.3.	Haltebuchten.....	26
6.2.4.	Notrufeinrichtungen.....	26
6.2.5.	Löscheinrichtungen	26
6.2.5.1.	<i>Handfeuerlöscher.....</i>	<i>26</i>
6.2.5.2.	<i>Löschwasserversorgung</i>	<i>26</i>
6.2.6.	Fluchtwege	26
6.3.	Betriebsräume.....	26
7.	Herstellung, Bauzeit.....	27
7.1.	Bauablauf.....	27
7.2.	Bauzeiten.....	27
7.3.	Baustelleneinrichtung.....	27
7.4.	Ausbruchmassen	27
7.4.1.	Tunnelausbruchmassen.....	28
7.4.2.	Anfallende Gesamtmenge.....	28
7.4.3.	Verwendungsmöglichkeiten des Aushub- und Ausbruchmaterials:.....	29
7.5.	Beweissicherung.....	29
8.	Kosten.....	29
9.	Baurechtsverfahren	30

Verzeichnis der Tabellen im Text

<i>Tabelle 1</i>	Trassierungselemente im Lageplan.....	8
<i>Tabelle 2</i>	Trassierungselemente im Höhenplan	9

1. Allgemeines

1.1. Notwendigkeit und Verkehrsbedeutung der Maßnahme

Die B 533 verbindet die A3 mit der B 85 und der B 12 und wird auch als nördlicher Autobahnzubringer bezeichnet. Sie beginnt bei der Anschlussstelle Hengersberg und verläuft in nordöstlicher Richtung nach Schönberg und Grafenau. Sie endet an der B 12 bei Freyung. Die B12 führt über Philippsreut zum Grenzübergang nach Tschechien.

Die Verlegung der B 533 bei Auerbach ist der Lückenschluss des Autobahnzubringers zwischen der bestehenden B85 bei Zehrerzmühle und der A3 bei Hengersberg.

Sie beginnt am Ausbauende bei Oberauerbach der im Jahr 2012 hergestellten Ortsumfahrung Hengersberg und endet ca. 1,2 km vor Mapferding. Nach Fertigstellung der Verlegung bei Auerbach sind alle Ortschaften an der B 533 einschließlich Auerbach vom Durchgangsverkehr entlastet, was eine erhebliche Sicherheit für den innerörtlichen Fußgängerverkehr, insbesondere für die Kinder bedeutet.

Mit dem Tunnel im Zuge der Verlegung bei Auerbach wird der Höhenrücken südlich von Auerbach unterquert.

Die vorliegende Planfeststellung umfasst den Tunnel Auerbach von Bau-km 0+562 bis km 0+932.

1.2. Planungsgrundlagen

1.2.1. Unterlagen

- [1] Planunterlagen, Längsschnitt und Schnitte Tunnel, Staatliches Bauamt Passau (2012)
- [2] Erkundungsunterlagen, Erkundungskampagne (1987), Staatliches Bauamt Passau
- [3] Erkundungsunterlagen, Erkundungskampagne (2012), Staatliches Bauamt Passau
- [4] Unterlagen über Projektentwicklung, Staatliches Bauamt Passau

1.2.2. Vorschriften und Normen

- [5] RABT Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Ausgabe 2016
- [6] RPS Richtlinie für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Ausgabe 2009

- [7] Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz
Richtlinie 2004/54/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates
29. April 2004

- [8] ZTV-ING – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten
Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S 1056
Stand 12-2013

- [9] TL/TP-ING– Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten
Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S 1058
Stand 04-2010

- [10] RAB-ING – Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksentwürfen für Ingenieurbauten
Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S 1054
Stand 04-2016

- [11] RIZ-ING – Richtzeichnungen für Ingenieurbauten
Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S 1053
Stand 12-2008

- [12] RI-BWD-TU – Richtlinien für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln
Bundesanstalt für Straßenwesen, Abteilung für Brücken- und Ingenieurbau
Dezember 2007

- [13] ARS 6/2000 – Straßenquerschnitte in Tunneln
Verkehrsblatt-Dokument Nr. S 1050
Februar 2000

- [14] RStO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen,
Ausgabe 2012 (RStO 12)

- [15] DIN 18312 – Untertagebauarbeiten
Ausgabe September 2016

- [16] Heft B 69 – Berücksichtigung der Belange behinderter Personen bei Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln

bast – Bundesanstalt für Straßenwesen
Stand 09-2009

1.3. Variantenuntersuchung

Im Jahr 1987 wurden bereits 5 Bohrungen im Bereich des geplanten Tunnel durchgeführt, und die Ergebnisse vom Büro Obermeier in einer Tunneluntersuchung ausgearbeitet.

Im Jahr 2012 wurden nun weitere 9 Kernbohrungen, unter anderem auch zur Erkundung zweier Trassenvarianten im geplanten Tunnelbereich, durchgeführt. Mit dieser Bohrkampagne wurde untersucht, ob eine Trassenführung tiefer im Hang bessere geologische Bedingungen für den Tunnelvortrieb ergibt. Die Ergebnisse der Bohrungen zeigen klar auf, dass diese besseren Bedingungen weiter bergwärts nicht vorgefunden wurden. Die genaue Auswertung ist im geologischen Gutachten zum Tunnelvorentwurf enthalten, und die Variantenproblematik genauestens untersucht. Daher orientiert sich die Wahl der Trasse im Tunnelbereich ausschließlich an technischen und örtlichen Zwangspunkten.

Im Zuge der Bearbeitung des Vorentwurfes wurde daher eine Trasse gewählt, die eine möglichst kurze Tunnelstrecke enthält. Zudem wurde die Tunnelstrecke verkehrstechnisch derart trassiert, dass ein direkter Durchblick durch den Tunnel nicht mehr möglich ist. Außerdem wurde die Trasse etwas weiter als die nördliche Variante von der Bebauung der Ortschaft Auerbach abgerückt, um die Beeinflussung des Bestandes zu minimieren.

Ferner wurde der der Wahl der Tunneltrasse und des Tunnelvortriebs darauf geachtet, dass die Grund- und Schichtwasserverhältnisse möglichst unbeeinflusst bleiben.

1.4. Lage im Straßennetz

Der Tunnel Auerbach liegt südlich von Auerbach und nördlich der Ortschaft Engolling. Der Tunnel weist eine kontinuierliche Steigung vom West bis zum Ostportal von 2,3 % auf.

Lage des Tunnels: Bau-km 0+562,000 bis Bau-km 0+932,000

Länge des Tunnels: 370 m

1.5. Trassierung

1.5.1. Entwurfskriterien

Für den gesamten Streckenabschnitt wurde eine Entwurfsgeschwindigkeit von $V_e = 80$ km/h zugrunde gelegt. Im Bereich des Tunnels Auerbach wird eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 80 km/h erforderlich.

Für den Tunnel Auerbach wird der Regelquerschnitt RQ 11 t gemäß RABT 2016 zugrunde gelegt.

1.5.2. Trassierungselemente

Im Grundriss liegt der Tunnel von Bau-km 0+562 bis 0+817,433 in einer Geraden, von Bau-km 0+817,433 bis 0+910,456 in einer Klothoide $A = 200$ m und geht dort in einen Radius mit $R = 430$ m über und endet am Ostportal bei km 0+932.

Die Querneigung beträgt am Westportal in der Geraden 2,5 %. Im Bereich des Übergangsbogens geht die Querneigung von 2,5 % auf 6,2 % Querneigung über.

Die Trassierungselemente in der Lage sind in steigender Kilometrierung in Tabelle 1 zusammengefasst (vgl. auch Unterlage / Blatt Nr.: 16.1/3).

Bau-km	Trassierungselement	Länge	Punkt
0+562,000	Gerade	255,433 m	Westportal
0+817,433			
0+910,456	Klothoide $A = 200$	93,023 m	
0+932,000	Radius $R = 430$	21,544 m	Ostportal

Tabelle 1 Trassierungselemente im Lageplan

Etwa 90 m vor dem Westportal liegt bei km 0+502,286 ein Tangentenschnittpunkt der Gradienten. Westlich des Tangentenschnittpunktes fällt die Gradienten mit 1,2 % Längsneigung, östlich davon steigt der Tunnel mit einer Längsneigung von 2,3 %.

Die Trassierungselemente der Höhe sind in steigender Kilometrierung in Tabelle 2 zusammengefasst (vgl. auch Unterlage 10.2.2 Blatt 2).

Bau-km	Höhe	Neigung	Halbmesser	Stichmaß	Punkt
		1,2 %			
0+502,286	328,920		35.000,00	0,529 m	Tangentenpunkt
0+562,000	330,546				Westportal
		2,3 %			
0+932,000	338,804				Ostportal

Tabelle 2 Trassierungselemente im Höhenplan

1.5.3. Zwangspunkte

Die generelle Lage der Trasse ist durch die angestrebte Ortsumgehung von Auerbach vorgegeben. Des Weiteren sind folgende örtliche Zwangspunkte gegeben:

- die Ortslagen von Auerbach, Rothmühle, Kaltenbrunn und Schleifmühle
- die Hengersberger Ohe mit ihrem ausgedehnten Überschwemmungsbereich
- der bewaldete Höhenrücken südlich von Auerbach
- der Auenbereich des Mapferdinger Baches bei Kaltenbrunn
- der Übergang der Ortsumgehung von Auerbach in den bestandsorientiert geplanten Ausbau der B 533 bei Kaltenbrunn
- die schwierigen topografischen Verhältnisse im schluchtartigen Mapferdinger Bachtal
- die Anbindung der GVS bei der Schleifmühle (Zufahrt zum Thiele Granit Steinbruch)

Die genaue Lage der Tunnelröhre ist durch die Streckenplanung begründet.

Es wurde versucht den Höhenrücken möglichst in Falllinie der Flanken zu durchhörtern. Aufgrund der örtlichen Zwangspunkte verläuft der Voreinschnitt des Ostportals schleifend. Die Portallagen wurden unter Berücksichtigung der vorhandenen geologischen Verhältnisse so festgelegt, dass einerseits eine ausreichende Überlagerung für den Tunnelanschlag vorhanden ist und andererseits die Größe der Voreinschnitte auf ein ökologisch und wirtschaftlich vertretbares Maß begrenzt wurde. Die Überlagerung nimmt von den Portalen in Richtung Tunnelmitte zu und erreicht eine Höhe von maximal 25 m über Tunnelfirste.

1.6. Bauwerksgestaltung und Bauweise

1.6.1. Tunnelabschnitte

Der Tunnel Auerbach hat eine Gesamtlänge von 370 m und die Tunnelportale liegen bei km 0+562 und km 0+932. (siehe Unterlage 16.1/2)

Der Tunnel gliedert sich in folgende Hauptabschnitte in aufsteigender Kilometrierung:

Voreinschnitt West	ca. km 0+550,00 bis km 0+575,07
Rückhaltebecken	ca. km 0+550,00
Portal West	km 0+562,00 – 0+572,00
Tunnelanschlag West	ca. km 0+572,00

bergmännische Bauweise Haupttunnel	ca. km 0+572,00 - 0+919,09 L=347,09 m
Portal Ost	ca. km 0+922,00 bis km 0+932,00
Betriebsgebäude	ca. km 0+951,00 bis km 0+966,00
Voreinschnitt Ost	ca. km 0+919,09 bis km 0+975,00

1.6.2. Konstruktion

Die Konstruktionselemente der bergmännisch aufgefahrenen Tunnelstrecke sind:

- Außenschale aus bewehrtem Spritzbeton, nach Erfordernis Anker, Tunnelbögen, Spieße. Der Ausbruch erfolgt so, dass die spätere Innenschale, ob bewehrt oder unbewehrt, mit 40 cm Stärke ausgeführt werden kann
- Innenschale aus Ortbeton, im Tunneleingangsbereich aus statischen Gründen bewehrt (ca. 30 m im Westen und 40 m im Osten) und im Zentralbereich des Tunnels unbewehrt
- Abdichtungssystem zwischen Außenschale und Innenschale gegen nicht drückendes Wasser (Regenschirmabdichtung)
- Sohlausbildung:
 - in den Tunneleingangsbereichen und Portalen: mit Sohlgewölbe
 - im Zentralbereich des Tunnels: vorwiegend mit offener Sohle außer:
 - in stark verwitterten und gestörten Gesteinsabschnitten: Bodenaustausch mit Beton

Die genaue Festlegung ist bei den vorhandenen geologischen Verhältnissen nicht möglich und wird im Zuge des Tunnelausbruchs festgelegt.

- Regelblocklänge: 10 m

Auf Grund der prognostizierten, relativ geringen Wasserzutritte wird der Tunnel mit einem Abdichtungssystem nach dem Prinzip der „Regenschirmabdichtung“ vor Bergwasserzutritten geschützt. Dabei wird das Tunnelgewölbe durch ein Abdichtungssystem, bestehend aus einem bergseitig angeordneten Schutz- und Drainagevlies und einer Kunststoffdichtungsbahn, ummantelt.

Die beidseitig im Ulmenbereich angeordneten Drainagen entspannen das Bergwasser, so dass sich kein Wasserdruck, der belastend auf die Tunnelinnenschale wirkt, aufbauen kann. Der Bergwasserspiegel liegt entlang des gesamten bergmännischen Tunnels oberhalb des Tunnelbauwerkes und wird durch die Baumaßnahme im Trassenbereich auf Tunnelniveau abgesenkt.

Aus der Grundwasserabsenkung ergeben sich keine Setzungen, da es sich um einen Kluftwasserleiter des Festgesteins handelt. In Kluftwasserleitern baut sich kein

Porenwasserdruck, wie im Lockergestein, auf. Daher kann es, bei diesen geringen Grundwasserspiegelabsenkungen von wenigen Metern nicht zu Setzungen kommen. Eine Beeinträchtigung der oberirdischen Bebauung, beidseits der Tunneltrasse, infolge der Grundwasserabsenkung ist nicht zu erwarten.

1.6.3. Tunnelquerschnitt

Der Tunnelquerschnitt wird für zwei Fahrstreifen (RQ 11 t) ausgelegt. Die lichte Weite zwischen den Bordsteinaufkantungen beträgt 7,50 m.

Der Tunnelquerschnitt wird durch folgende Randbedingungen festgelegt:

- a) das erforderliche Lichtraumprofil,
- b) geologische Verhältnisse,
- c) die erforderlichen Betriebseinrichtungen.

zu a)

Der erforderliche Lichtraumquerschnitt ergibt sich entsprechend der RABT 2016 Bild 6 aus dem gewählten Querschnittstyp.

Der Querschnitt setzt sich im Bereich des zweispurigen Tunnels wie folgt zusammen:

2 x 3,50 m (Fahrstreifen) =	7,00 m
2 x 0,25 m (Sicherheitsstreifen) =	0,50 m
<u>2 x 1,00 m (Notgehwege) =</u>	<u>2,00 m</u>
Gesamtbreite	9,50 m

Die Höhe des Lichtraumes beträgt 4,50 m über der Fahrbahn. Oberhalb des Lichtraumes werden 20 cm von festen Einbauten freigehalten. Die Anordnung von Schildern und Piktogrammen erfolgt in den dafür vorgesehenen Räumen des Lichtraumprofils oberhalb der Notgehwege.

zu b)

Unter Berücksichtigung der o.g. Erfordernisse und der geotechnischen Eigenschaften des Gebirges wurde ein statisch günstiger Gewölbequerschnitt mit einem Korbbogen entwickelt, der die vorgegebenen Zwangspunkte aus Lichtraum und Einbauten eng umschreibt und konstant bleibt.

zu c)

Da der Tunnel eine Länge von $L < 400$ m aufweist, ist gemäß RABT 2016, Kap.7.3.3.3 (Tabelle 7) keine Zwangsbelüftung erforderlich, da eine Beeinflussung mittels Ventilatoren aufgrund der

Ausbreitungsgeschwindigkeit bei kurzen Tunnel keinen Sinn macht. Damit sind Ventilatoren für die Tunnellüftung nicht zu berücksichtigen. Schilder und Piktogramme werden in den dafür vorgesehenen Räumen oberhalb der Notgehwege angeordnet.

Im Füllbeton unterhalb der Notgehwege befinden sich auf beiden Tunnelseiten acht Leerrohre $\varnothing = 110$ mm für die Verlegung von Kabeln. Zum Einziehen der Kabel werden ca. alle 70 m Kabelziehschächte vorgesehen. Die Leitungen für Straßenentwässerung liegen unter der Fahrbahn.

1.6.4. Portalgestaltung

Vor dem Portal West wird auf beiden Seiten jeweils eine Haltebucht mit einer Länge von ca. 10 m und einer Breite von ca. 3,5 m angeordnet. Vor dem Portal Ost wird nur eine Haltebucht vor dem Betriebsgebäude, Fahrtrichtung Schönberg gebaut.

Die Voreinschnittsböschungen im Westportal werden mit einer Neigung von 1:1 ausgeführt. Im Ostportal kann die Endzustandsböschung bis zum Bermenweg in einer Neigung von 1:1 ausgeführt werden. Oberhalb des Bermenweges ist wegen des Eingriffes in den Waldbestand die Endzustandsböschung auch übersteil in einer Neigung von 1:1 herzustellen. Bei einer Böschungsneigung von 1:1 kann der Portalblock noch vor der Blockfuge eingeschüttet werden. Dadurch endet die Abdichtung noch im überschütteten Bereich.

1.6.5. Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude ist am Ostportal bei Bau km 0+960 (in Ausfahrtrichtung) situiert. Das Betriebsgebäude (ca. 15 x 12 m) wird als Stahlbetonbauwerk ausgeführt. Die genaue Festlegung der Abmessungen erfolgt im Zuge der späteren Entwurfsplanung.

2. Ingenieurgeologische und hydrogeologische Verhältnisse

Das Kristallingebirge im Bereich Auerbach stellt einen Teil der Böhmisches Masse dar. Die katazonal metamorphen Gesteine des Südlichen Bayerischen Waldes werden zusammen mit den darin eingedrungenen Graniten der Einheit des Moldanubikums zugerechnet.

Die Hauptmasse der im Projektgebiet auftretenden Gneise wird als Perlgneis bezeichnet. Es handelt sich um dunkel graue bis schwarzgraue Biotit-Gneise, die unterschiedliche Anteile von Leukosom (helle granitische Mobilisate) enthalten. Die Leukosomschlieren und Leukosomlagen sind parallel zur Schieferung ausgebildet und betonen den metamorphen Lagenbau der Perlgneise. Die Schieferung streicht im Projektgebiet wie in der weiteren Umgebung herzynisch (NW-SO) mit mittelsteilem bis steilem Einfallen nach NO.

In die Perlgneise sind hell- bis mittelgraue fein- bis mittelkörnige Ganggranite eingedrungen. Die Ganggranite zeigen zumeist keine Spuren tektonischer Beanspruchung. Die Gänge streichen meist mehr oder minder senkrecht zur Schieferung. Die Granitgänge sind unregelmäßig über das gesamte Projektgebiet verteilt, wobei eine Häufung in Anzahl und Mächtigkeit im Westen der Trasse gegeben ist.

Zudem sind helle feinkörnige Aplitgänge und sehr häufig auch reine Quarzgänge ausgebildet. Sehr selten finden sich riesenkörnige pegmatitische Schlieren im Kontakt zwischen Granit und Perlgneis.

Spuren einer hydrothermalen Überprägung sind in Form einer schwachen Chloritisierung der Biotite und in Form von Pyrit-Kristallen über das gesamte Projektgebiet verteilt zu finden.

Im Bereich der Bohrungen 8 und 9 sind die Gneise schwach graphit-haltig.

Ausgehend von der Geländeoberfläche ist das Gebirge verwittert. Die vollständige Verwitterung der Gneise und Granite endet mit der Ausbildung von sandig-tonigem Grus (GU bis TL). Dieser Grus ist jedenfalls in einer bis zu 10 m mächtigen Verwitterungsschwarte, die mehr oder minder parallel zur Geländeoberfläche verläuft, ausgebildet. Entlang von Klüften und vor allem entlang von Störungen ist die Verwitterung jedoch auch bis in Tiefen unterhalb des Sohlniveaus des Tunnels vorgedrungen. Daher werden auch im Tunnel Zonen aus Lockergestein aufzufahren sein. Die tiefreichende Verwitterung ist durch die Bohrungen der Erkundungskampagne 2012 nachgewiesen.

Die frischen bis angewitterten Gneise haben einaxiale Zylinderdruckfestigkeiten senkrecht zur Schieferung von 75-100 MPa.

Die frischen bis angewitterten Granite haben einaxiale Zylinderdruckfestigkeiten von etwa 85-120 MPa.

Mit zunehmenden Verwitterungsgrad des Gesteins verringert sich dessen Druckfestigkeit. Infolge der ausgeprägten Wechselhaftigkeit im Verwitterungsgrad des Gebirges ist mit einer entsprechenden Wechselhaftigkeit der Gesteinsfestigkeiten zu rechnen.

Infolge des hohen Zerlegungsgrades des Gebirges und in Folge der Auflockerung des Gebirges durch die Verwitterung wird dem Gebirge vor allem nachbrüchiges Gebirgsverhalten und streckenweise auch gebräches bis stark nachbrüchiges Gebirgsverhalten zugeordnet.

Anzeichen auf tiefreichende Hangbewegungen / Rutschungen gibt es keine. Es ist jedoch offenbar, dass die Lockergesteinsschwarte bereichsweise und nur nahe der Geländeoberfläche in Hanglagen langsam und oberflächennah (<0,5 m Tiefe) kriecht).

Nach DIN 4149:2005-04, Bauten in deutschen Erdbebengebieten, ist das Baufeld keiner Erdbebenzone zugeordnet. Maßnahmen bezüglich der Erdbebensicherheit des Bauwerks sind daher nicht erforderlich.

Aktueller oder historischer Bergbau ist aus dem Trassenbereich nicht bekannt. Über künstliche Hohlräume liegen ebenfalls keine Erkenntnisse vor.

Grundsätzlich ist im Projektgebiet zwischen zwei Grundwasserkörpern zu unterscheiden.

Der obere Grundwasserkörper befindet sich in der heterogenen Lockergesteinsüberdeckung, die aus Hanglehm, Hangschutt und Verwitterungsbildungen besteht.

Der untere Grundwasserkörper befindet sich im geklüfteten Festgestein. Dieser untere Grundwasserkörper wird über die angetroffenen Grundwasserspiegel in den Bohrungen abgebildet und wird vom Vortrieb beeinflusst werden.

Die Grundwasserstände liegen bei allen Bohrungen bzw. Messpunkten zwischen 7 m und 14 m u. GOK, wobei der Gradient etwa der Geländeoberfläche folgt.

Gemäß DIN 4030-1 ist das Wasser als schwach betonangreifend zu beschreiben. Die Möglichkeit der Versinterung der Tunnel drainagen ist generell gegeben, da das saure und schwach mineralisierte Bergwasser Stoffe aus der Spritzbetonschale zu lösen vermag, die wiederum zu Versinterungen führen können.

Im Zuge der Erkundungskampagnen wurden keine Feldversuche zur Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit des Gebirges durchgeführt. Aus den Bohrkernen ist jedoch ersichtlich, dass einige Klüfte offen sind. Infolge des hohen Zerlegungsgrades des Gebirges und in Folge der Auflockerung des Gebirges durch die Verwitterung ist das Gebirge mehr oder minder stark wasserleitend und daher auch auf Tunnelniveau wasserführend. Dem Gebirge wird eine Durchlässigkeit von schätzungsweise $5 \cdot 10^{-7}$ m/s zugeordnet. Daher können auf 50 m Vortriebsstrecke anfänglich etwa 0,1-0,5 l/s Wasserandrang erwartet werden.

Entlang von Störungzonen kann die Durchlässigkeit höher sein und wird mit schätzungsweise $5 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt. Daher können in Störungzonen anfänglich etwa 1,0-4,5 l/s auf 50 m Vortriebsstrecke erwartet werden.

Die Schüttung wird innerhalb von wenigen Wochen auf etwa 0,5-1,5 l/s permanenten Zufluss für den gesamten Tunnel zurückgehen.

Die umliegenden Quellen werden zum Teil durch den Vortrieb und das Bestandsbauwerk beeinflusst werden.

Die Quelfassung (Flur Nr. 19/6 ca. Bau-km 0+790), die nördlich des geplanten Tunnels liegt, kann durch den Vortrieb und das Bestandsbauwerk dauerhaft beeinflusst werden, wenn sie nicht alleine aus der Lockergesteinsschwarte (Hangschutt, Verwitterungsdecke), sondern auch aus dem geklüfteten Festgestein gespeist wird. Die Quelle dient nicht der Trinkwasserversorgung.

Die drei Quellen, die sich etwa 0,35 km südöstlich des Ostportales im ehemaligen Wasserschutzgebiet südlich von Kaltenbrunn befinden, liegen auf 383 m NHN bis 396 m NHN. Sie dienen der Brauchwasserversorgung der umliegenden Ortschaften. Das ehemalige Wasserschutzgebiet liegt auf Höhen zwischen 370 m NHN und 399 m NHN. Das obertägige

Einzugsgebiet der drei Quellen liegt südlich der Quellen. Eine Beeinflussung dieser Quellen durch den Vortrieb des Tunnels bzw. durch das Bestandsbauwerk ist äußerst unwahrscheinlich aber nicht gänzlich auszuschließen.

Die drei Quelfassungen in der Talflur der Hengersberger Ohe und des Mapferdinger Baches (Dorfbrunnen auf Fl.Nr. 26/10, Pfarrhausbrunnen auf Fl.Nr. 27, Brunnen auf Fl.Nr. 24) werden keinesfalls von einer Bergwasserspiegelabsekkung durch die Baumaßnahme beeinflusst werden.

Die auf dem Grundstück Fl.Nr. 19/6 befindliche stillgelegte Wasserreserve wird von der Bergwasserspiegelabsenkung durch die Baumaßnahme beeinflusst werden.

Da der Grundwasserspiegel des Festgesteinsaquifers (Grundwasserleiter im Festgestein) in den Bohrungen mehrere Meter unter GOK angetroffen wurde (7-14 m unter GOK), kann davon ausgegangen werden, dass das Grundwasser im Festgestein nicht für das Pflanzenwachstum verfügbar ist. Durch den Bau des Tunnels wird dieser Grundwasserspiegel beeinflusst werden.

Alleine das Grundwasser, das in der 2,5-10 m mächtigen Lockergesteinsüberdeckung (Hanglehm, Hangschutt und Verwitterungsbildungen) vorhanden ist und das vor allem durch den Niederschlag gespeist wird, steht für das Pflanzenwachstum zur Verfügung. Dieser Grundwasserkörper wird vom Bau des Tunnels nicht beeinflusst werden.

Jedenfalls ist eine hydrologische Bestandsaufnahme der Quellen und der Fließgewässer vor Baubeginn durchzuführen (Messung der Abflussmengen und der Quellschüttungen mindestens 2 Jahre und hier über einen gesamten Jahreszyklus, sowie regelmäßige Messung der Parameter pH-Wert, Temperatur und elektrische Leitfähigkeit). Die hydrologische Beweissicherung der Oberflächengewässer und des Grundwasserspiegels über die vorhandenen Grundwassermessstellen ist bis Baubeginn durchzuführen, um Grundlagendaten zu schaffen. Gegebenenfalls müssen zusätzliche Grundwassermessstellen im Projektgebiet erstellt werden. Mit Baubeginn sollte die hydrologische Beweissicherung fortgeführt werden und um die Dokumentation der Wasserzutritte im Tunnel während des Baues und geraume Zeit nach Fertigstellung des Bauwerkes ergänzt werden.

3. Tunnelbauwerk

3.1. Konstruktion

Regelquerschnitt, Länge des Tunnels, geologische und hydrogeologische Gebirgsverhältnisse führten dazu, den Tunnel als zweischalige Konstruktion zu konzipieren.

Zur Aufnahme möglicher Gebirgskräfte und als Rücklage des Abdichtungssystems erhält der Tunnel eine gewölbartige Ortbetoninnenschale. Die Dicke der Innenschale ist wie folgt vorgesehen:

Geschlossene Bauweise	(km 0+572 bis km 0+922)	
Tunneleingangsbereiche	(ca. 40 m)	d = 40 cm, bewehrt
zentraler Tunnelabschnitt		d = 40 cm, unbewehrt oder bewehrt
Portalblöcke		d = 40 cm, bewehrt

Der Tunnel wird, mit Ausnahme der Tunneleingangsstrecken auf ganzer Länge mit offener Sohle (Bankette) ausgeführt. Die Portalblöcke, jeweils nur ein Tunnelblock, sowohl im Westen, als auch im Osten, erhalten ein Sohlgewölbe aus Stahlbeton.

Für die Tunnelinnenschale im zentralen Tunnelbereich ist aus statischen Gründen keine Bewehrung erforderlich. Da die Innenschale keine Abdichtungsfunktion übernehmen muss, ist auch aus diesem Grunde keine Bewehrung erforderlich. Sollten unerwartet dennoch statisch relevante Störungssysteme aufgeföhren werden, können die betroffenen Tunnelblöcke bewehrt werden. Die Tunneleingangsbereiche (je ca. 40 m) werden aus statischen Gründen wegen der dort vorauszusetzenden Hangauflockerung bewehrt.

3.2. Bauverfahren

3.2.1. Auffahrkonzept

Aus bauleistungsrechtlichen Gründen (Baustellenerschließung und Baustelleneinrichtung, Minimierung der Wasserhaltungskosten) und aus Lärmschutzgründen ist vorgesehen, den Tunnel steigend von Westen nach Osten aufzufahren. Im Bereich des Westportals besteht die nächste Bebauung aus einem Mischgebiet der Gemeinde Auerbach, welches im Norden der Tunnelbaumaßnahme liegt. Eine weitere Bebauung ist das Gewerbegebiet „am Lehmhügel“ in Oberauerbach, welches sich ca. 1 km im Westen der Baumaßnahme befindet. Bei einem Vortrieb von West nach Ost, hat das Westportal eine Trichterwirkung des Lärms, so dass der Lärm in Richtung Westen wirkt.

Der Tunnel liegt mit Ausnahme des portalnahen Bereiches unterhalb des Bergwasserspiegels. Da der Tunnel steigend aufzufahren werden soll, kann das anfallende Wasser im Gefälle über die Bauwerksdrainage abfließen.

Die Ausbruchmassen werden über die Brücke über die Hengersberger Ohe zu einer Zwischendeponie im Bereich der Baustelleneinrichtung transportiert. Von dort wird das Material einer sinnvollen Wiederverwendung als Erdbaustoff in den späteren Straßendämmen zugeführt.

Zur Herstellung der Hinterfüllung des westlichen Widerlagerbereiches von BW 01 und zur Herstellung der notwendigen Anrampung der Baustraße zwischen Bau-km 0+300 und 0+400 werden Aushubmassen aus dem östlichen Einschnittsbereich von Bau-km 0+940 bis Bau-km 0+990 (einbaufähiges Material) bei Kaltenbrunn entnommen.

3.2.2. Ausbruch

Die Gebirgslösung erfolgt im Sprengverfahren. Im Eingangsbereich auf den ersten 40 m kann ein Lösen mittels Bagger oder Meißel möglich sein.

3.2.3. Sicherung

Auf der Grundlage des vorgesehenen Ausbruchsverfahrens wurde in Anlehnung an die DIN 18312 - Untertagearbeiten - für Ausbruch und Sicherung des Querschnittes ein projektbezogenes Klassifizierungsschema für die bergmännische Bauweise entwickelt, bei dem die Arbeiten für Ausbruch und Sicherung jeweils in einer Klasse zusammengefasst sind. Es werden drei Vortriebsklassen 5A, 6A und 7A für das Auffahren beider Regelquerschnitte vorgesehen.

Die Festlegung der tatsächlich einzubauenden Stützmittel erfolgt unter Berücksichtigung der örtlichen geologischen Verhältnisse, der Gebirgsverformungen, der Wasserzutritte und weiterer betriebsbedingter Faktoren in der Ausbaufestlegung vor Ort.

Für die temporäre Sicherung bis zum Einbau der Innenschale sind folgende Elemente vorgesehen und in der Planung festgeschrieben:

Spritzbeton mit Dicken von 20 cm bis 25 cm,

ein- und zweilagige Bewehrung der Spritzbetonschale mit Betonstahlmatten (Q188A)

Ausbaubögen 3-Gurt-Gitterträger 95/20/30,

Selbstbohrspieße mit 4,0 m bis 6,0 m Länge als vorseilende Sicherung

Ankerung mittels vermörtelter Felsanker (SN-Anker) und im Eingangsbereich evtl. Selbstbohranker (SB-Anker) mit einer Länge von 4 m bis 6 m

Die Angriffstiefen betragen im Felsbereich maximal 2,00 m bei VKL 5A. Bei schwierigen Gebirgsverhältnissen kann eine Reduzierung der Angriffstiefen bis 0,80 m notwendig werden. Der Einbauzeitpunkt der einzelnen Elemente richtet sich nach der erforderlichen Ausbruchsklasse.

3.2.4. Geotechnisches Messprogramm

Ein geotechnisches Messprogramm untertage und übertage hat mit begleitenden Messungen die Richtigkeit der gewählten Ausbruchsklassen zu bestätigen und Hinweise für eine eventuell erforderliche Anpassung der Rechenansätze der statischen Berechnungen zu geben. Der Abstand der Messungen ist von den gemessenen Deformationen abhängig (große Deformation - kleiner Messabstand) und wird jeweils bis zum vollständigen Abklingen von Verformungen fortgeführt.

Die vorliegenden geologischen Verhältnisse lassen für weite Bereiche geringe Verformungen und deren rasches Abklingen erwarten. Für Zonen stärkerer Verwitterung sind lang anhaltende Setzungen im cm-Bereich nicht auszuschließen. Zur Beurteilung der Setzungen an der Geländeoberfläche im Bereich des Tunnelanschlags und -Tunneldurchschlags sowie im Bereich von Gebäuden, Objekten, Straßen und öffentliche Wege, welche von dem Tunnelbauwerk unterfahren werden, werden systematisch obertägige Messungen, während des Vortriebes durchgeführt.

3.2.5. Bauliche Beweissicherung

Im Zuge der Bauausführung wird durch den AG eine bauliche Beweissicherung durchgeführt. Durch das Beweissicherungsverfahren wird der Zustand von Bauwerken und Gebäuden, die im Einflussbereich der Baumaßnahme liegen, festgehalten. Die Ergebnisse des Beweissicherungsverfahrens können beim Auftraggeber eingesehen werden. Es wird für alle im Einflussbereich der Baumaßnahme eine Beweissicherung durchgeführt.

Der Zustand der zu beweissichernden Gebäude und Anlagen wird zu folgenden Zeitpunkten festgestellt:

- Vor Beginn der Bauausführung
- In verschiedenen Abständen während der Bauausführung
- Nach Abschluss der Bauausführung

3.2.6. Erschütterungsmessungen/ Lärmmessung

Bei Annäherung der Vortriebs- und Sprengarbeiten an immissionskritische Bereiche und Gebäude werden Schall- und Erschütterungsmessungen durchgeführt.

Zur Überwachung und zur Durchführung von Kontrollmessungen wird ein vereidigter und unabhängiger Sprengsachverständiger beauftragt.

Es werden an exponierten Stellen zur Feststellung der Immissionen Erschütterungsmessungen und Messungen des sekundären Luftschallpegels durchgeführt. Die Messungen dienen der Kontrolle der Einhaltung der Grenzwerte.

Im Zusammenwirken von Sachverständigen und Auftraggeber werden bei Nichteinhaltung der Immissionsgrenzwerte für Erschütterung Maßnahmen wie z. B. eine Variation der Sprengparameter, Teilflächenausbrüche etc. angeordnet.

Zur Sicherstellung, dass die geltenden Grenzwerte auch während der Nachtstunden eingehalten werden, können bei Bedarf auch bei Nacht Schallmessungen durchgeführt werden. Zu diesem Zweck werden geeichte Schallpegelmesser aufgestellt und betrieben. Diese Messungen werden bei Bedarf auch auf Wunsch von Anrainern bei ihren Objekten durchgeführt.

Bei Nichteinhaltung der Immissionsgrenzwerte für Lärm werden entsprechende Maßnahmen wie z. B. Nachtsprengverbote, Einhausungen, temporäre Lärmschutzwände, lärmarme Lüfter und Baufahrzeuge, eine Änderung des Bauablaufes und dgl. angeordnet.

Grundsätzlich ist aus Lärmschutzgründen ein Tunnelvortrieb von West nach Ost vorgesehen. Der „Schalltrichter“ aus der Baustelle (Sprengungen, Verkehr, etc.) ist vorwiegend Richtung Westen ausgerichtet. In diesem Bereich befindet sich in unmittelbarer Nähe keine Wohnbebauung. Die Wohnbebauung im Bereich des östlichen Tunnelportals wird deshalb durch Baulärm, Staubemissionen und Baustellenverkehr geringstmöglich belastet.

3.2.7. Tunnelportale

Beide Tunnelportale liegen wahrscheinlich im Bereich starker bis vollständiger Verwitterung, im Lockergesteinsbereich bzw. im Übergang zum Felshorizont. Das Ostportal schneidend den Hang schleifend an. Aus ökologischen Gründen, werden die Voreinschnitte möglichst klein

ausgeführt, um die erforderlichen Rodungsmaßnahmen gering zu halten. Aufgrund der relativ kleinen Voreinschnitte ergibt sich für beide Portale eine Überlagerung zwischen 3,0 m und 3,40 m, und ist damit sehr gering. Die Portalbauwerke werden in offener Bauweise mit einem Sohlgewölbe errichtet. Auf beiden Portalseiten wird nur ein Portalblock mit einer Länge von 10 m hergestellt.

3.3. Abdichtung

3.3.1. Allgemeines

Der Tunnel Auerbach liegt über weite Bereiche unterhalb des Bergwasserspiegels. Da aus statischen Gründen kein Sohlschluss notwendig und der prognostizierte Wasserandrang sehr gering ist, wurde für den Tunnel Auerbach das System der Regenschirmabdichtung als wirtschaftlichste Variante gewählt.

Der in Karbonatgesteinen vergleichsweise hohe Erhaltungsaufwand für Drainagespülungen muss bei den hier vorherrschenden Gneisen der böhmischen Masse in Verbindung mit der hier anzuwendenden modernen Spritzbetontechnologie nicht erwartet werden.

3.3.2. Abdichtungssystem

Die Regenschirmabdichtung sieht eine Abdichtung des Gewölbes, bestehend aus folgenden Komponenten vor (ZTV-ING Teil 5):

- Abdichtungsträger (Spritzbeton 0/8 mm) Dicke min. 4 cm
- Schutzunterlage $\geq 900\text{g/m}^2$
- Kunststoffdichtungsbahn mit mind. 2 mm Stärke
- Außenliegendes Blockfugenband zur Abschottung der Dichtungsschicht (um Leckagen eingrenzen zu können)

Im Ulmenbereich werden beidseitig Drainagen, D= 200 mm zur Reinigung und Entspannung des Bergwassers vorgesehen. Im Abstand von ca. 70 m werden Nischen zur Reinigung der Drainagen angeordnet.

Um einen möglichen Wasserzutritt aus der Sohle ausschließen zu können, wird im Bereich der Tunnelsohle eine Sohl drainage angeordnet. In Bereichen mit Sohl gewölbe wird die Sohl drainage als Vollrohr durchgeführt. Es wird im Sohl tiefsten eine umgekehrte Halbschale eingebaut, um mögliche geringe Wasserzutritte zum Portal hin abzuleiten. Ab dem Portal werden die Wässer zu einem Absetzbecken und weiter in ein Regenrückhaltebecken unterhalb

des Brückenwiderlagers geleitet. Von dem Regenrückhaltebecken können die gereinigten Wässer dann in die Hengersberger Ohe geleitet werden.

3.3.3. Einbau und Kontrolle der Dichtungsbahnen

Zur Gewährleistung, dass die Abdichtung während des Betoniervorgangs nicht beschädigt wird, ist die letzte Lage des Spritzbetons (Abdichtungsträger) hinsichtlich Körnung und Ebenheit auf die gewählten Kunststoffdichtungsbahnen abzustimmen (Rundkorn, Körnung 0/8). Zunächst werden vollflächig eine Lage aus Vlies (Mindestgewicht 900 g/m²) und darauf die Kunststoffdichtungsbahnen (min. 2 mm dick) mit Signalschicht befestigt.

Die Materialien erfüllen die Anforderungen der DIN 18195.

Zur Prüfung der Dichtigkeit des Abdichtungssystems erfolgt eine Druckluftprüfung der Schweißnahtstellen und eine optische Kontrolle unmittelbar vor dem Einfahren des Schalwagens.

3.4. Fugenausbildung

Die umlaufenden Blockfugen können im bergmännischen Bereich als Pressfugen ohne zusätzliche Maßnahmen ausgebildet werden, da die Innenschale keine Dichtungsfunktionen erfüllen muss. Die Fuge zwischen Portalblock und bergmännischer Bauweise wird als Raumfuge ausgebildet, damit geringe Bewegungen der Tunnelröhre schadlos aufgenommen werden können.

3.5. Fahrbahnaufbau und Bankette

3.5.1. Fahrbahn

Die Fahrbahn auf der freien Strecke erhält nach RStO 12 eine Asphaltdecke nach Belastungsklasse BK10 mit einer Dicke des frostsicheren Oberbaus von 85 cm.

Die Fahrbahn im Tunnel wird aufgrund folgender günstiger Eigenschaften als Betonfahrbahn ausgebildet:

- Helligkeit der Oberfläche
- Nicht brennbar (gem. RABT 2016 Baustoffklasse A nach DIN 4102)
- Lange Lebensdauer
- Griffigkeit
- Dauerhaftigkeit

Der Aufbau erfolgt analog zur Asphaltdecke nach Belastungsklasse mit einer Dicke des frostsicheren Oberbaues von 75 cm. Die Betondecke ist in zweilagiger Bauweise mit einer „Waschbetonoberfläche“ nach dem Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Fahrbahndecken aus Beton herzustellen.

Es ergibt sich folgender Aufbau:

- 24 cm Betondecke (2-lagig)
- 10 cm Asphalttragschicht
- 41 cm Frostschuttschicht

3.5.2. Bankette

Auf den seitlichen Banketten liegen die Notgehwege mit einer Breite von 1,00 m. In beiden Banketten werden Leerrohre (PE-HD DN 110) für die betriebstechnische Ausstattung eingelegt und mit Füllbeton C16/20 ummantelt. Der Kappenbeton C30/37 hat eine Dicke von $d = 17$ cm. Im Abstand von max. 70 m sind Ziehschächte für die Verlegung der Kabel vorgesehen. Die Schrammbordhöhe beträgt 3,0 cm.

3.6. Rückhaltebecken für Schadflüssigkeiten

Das Schadstoffbecken wird im Bereich der Haltebucht in genügendem Abstand zum Westportal errichtet. Das Rückhaltevolumen beträgt ca. 110 m³. Das Becken wird als überschüttetes Betonbauwerk mit einer Wandstärke von 40 cm hergestellt.

Die gesamte Fahrbahntwässerung des Tunnels erfolgt Richtung Westen.

Das Schadstoffbecken wird als sogenanntes Durchlaufbecken mit Leichtflüssigkeits-abscheider ausgebildet. Das vorgereinigte Fahrbahnwasser aus dem Becken mündet in das Absetzbecken und anschließend in das Regenrückhaltebecken unterhalb des Brückenwiderlagers. Das Regenrückhaltebecken entwässert in die Hengersberger Ohe.

Im Schadstoffbecken werden Verunreinigungen oder Schadflüssigkeiten die z. Bsp. aus einem Unfall oder bei der Tunnelwäsche entstehen automatisch detektiert (PH-Wert, Leitfähigkeit etc.) Im Fall einer Grenzwertüberschreitung wird der Ausfluss aus dem Becken mittels Motorschieber automatisch verschlossen. Die rückgehaltenen Flüssigkeiten werden mittels Tankfahrzeug entsorgt.

4. Entwässerung

4.1. Allgemeines

Die Entwässerung des Tunnels Auerbachs sieht ein Trennsystem vor. Verunreinigte Wässer aus dem Fahrraum werden getrennt von den nicht verunreinigten Bergwässern aus den Drainagen abgeleitet.

4.2. Fahrbahntwässerung

Im Fahrbahntwässerungssystem werden die folgenden Flüssigkeiten abgeleitet:

- Löschwasser,
- Reinigungswasser,
- Schadflüssigkeiten, die bei Unfällen austreten.

Alle Flüssigkeiten werden zunächst in der am tieferliegenden Fahrbahnrand angeordneten Hohlbordrinne gefasst. Im Abstand von ca. 50 m werden die Hohlbordrinnen abgeschottet. Hier gibt es Ableitungen zu den Kontrollschächten. Die Schächte liegen neben der Schlitzrinne in der Mitte des kurveninneren Fahrstreifens. Um die Ausbreitung möglicher Brände über das Leitungssystem zu verhindern, erhält die Schlitzrinne vor der Quereinleitung in die Sammelleitung einen Tauchwandschacht. Die gesamte Fahrbahntwässerung im Tunnel wird über die Sammelleitung in das Rückhaltebecken für Schadstoffflüssigkeiten eingeleitet.

Die Dimensionierung der Hohlbordrinne erfolgt für eine max. abzuführende Wassermenge von 100 l/s. (Profil 1, Abflussquerschnitt = 514 cm²). Die Querleitung vom Tauchwandschacht zum Kontrollschacht der Hauptentwässerung wird mit einem Nenndurchmesser von 200 mm ausgeführt (RIZ-ING, T Was 10).

4.3. Bauwerksentwässerung und Bergwasserdrainage

4.3.1. Allgemeines

Durch die Errichtung des Tunnels Auerbach werden die Bergwasserverhältnisse beeinflusst. Es wird sich ein auf Tunnelniveau liegender, niedrigerer neuer Bergwasserspiegel einstellen.

Aufgrund der mittleren Durchlässigkeit der Störungszonen in den Gneisen im Bereich des Tunnelniveaus kann davon ausgegangen werden, dass die versickernden Niederschlagswässer bereichsweise durch das Tunnelbauwerk drainiert werden. Eine Beeinflussung der Quellen und Brunnen durch das Tunnelbauwerk ist wahrscheinlich (siehe Punkt 2 *Ingenieurgeologische und hydrogeologische Verhältnisse*).

4.3.2. Drainierung des bergmännischen Tunnelabschnittes

Der Tunnel Auerbach wird als drainierte Tunnel ausgebildet. Sowohl im Bauzustand als auch im Endzustand fallen aus dem Tunnel Drainagewässer an.

Durch den Tunnelvortrieb wird der Bergwasserspiegel lokal abgesenkt. Das Wasser wird dem Tunnel entlang von Klüften, Auflockerungszonen und Störungszonen zuströmen. Während des Vortriebes werden die diskreten Wasserzutritte erosionsstabil verfiltert gefasst und in einer temporären Baudrainage abgeleitet. Dadurch besteht keine Gefahr der Unterspülung der Spritzbetonschale.

Der längerfristig prognostizierte Wasserandrang beträgt aufgrund des Einzugsgebietes und der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge bzw. der Grundwasserneubildungsrate maximal 1,5 l/s.

Die zutretenden Bergwässer werden im Betriebszustand über die beidseitig angeordneten Ulmendrainagen und über die Sohl drainage gefasst und entsprechend dem Tunnellängsgefälle Richtung Westen abgeleitet.

Die anfallenden Bergwässer werden im Westen über das Absetzbecken und das Rückhaltebecken, welche unterhalb des Brückenwiderlagers platziert sind, in die Hengersberger Ohe eingeleitet.

Durch die Tunnelbaumaßnahme wird überwiegend das Kluftsystem des Gebirges entwässert. Pflanzen decken Ihren Wasserbedarf aus der Verwitterungsschicht und aus dem Oberboden. Der Kluftwasserspiegel ist auf Grund des großen natürlichen Schwankungsbereiches durch Pflanzen nicht nutzbar. Aus vergleichbaren Tunnelprojekten ist bekannt, dass es keine messbaren Auswirkungen auf die Vegetation oberhalb des Tunnels geben wird.

4.3.3. Versinterungsneigung der Bergwasserdrainagen

Das Bergwasser ist aufgrund der vorherrschenden Gneisen sehr weich und besitzt einen geringen Karbonatgehalt. Die Versinterungsgefahr der Drainagen aufgrund des reinen Bergwassers ist daher als gering einzuschätzen.

Gemäß DIN 4030-1 ist das Wasser als schwach betonangreifend zu beschreiben.

Die Möglichkeit der Versinterung der Tunneldrainagen ist generell gegeben, da das saure und schwach mineralisierte Bergwasser Stoffe aus der Spritzbetonschale zu lösen vermag, die wiederum zu Versinterungen der Drainagen bei Abkühlung oder Entgasung des Wassers führen können.

4.3.4. Entwässerung im Voreinschnittsbereich

Die anfallenden Oberflächenwässer der Fahrbahn und Böschungflächen im Bereich des Voreinschnittes Ost werden über eine Rasenmulde und Einlaufschächte gefasst und über die Fahrbahntwässerung durch den Tunnel dem Schadstoffbecken im Voreinschnitt West zugeführt. Im Voreinschnitt West werden die anfallenden Oberflächenwässer der Fahrbahn und Böschungflächen über eine Rasenmulde und Einlaufschächte gefasst und in Rückhaltebecken, welche im Bereich der Brückenwiderlager installiert sind, eingeleitet.

5. Absturzsicherungen, Anprallschutzeinrichtungen

Zur Sicherung des Verkehrsraumes werden beide Portalbereiche inklusive Betriebsgebäude mit ca. 1,5 m hohen Zäunen (Maschendrahtzäune) umschlossen, dass eine bergseitige Betretung des Portalbauwerkes nicht möglich ist. Weitere Absturzsicherungen sind nicht notwendig.

6. Betriebstechnische Ausstattung

6.1. Grundlagen

Grundlage der Bemessung der betriebstechnischen Ausstattung ist die RABT 2016.

6.2. Lüftung

Es ist keine Zwangsbelüftung erforderlich, da der Tunnel eine Länge $L = 370 \text{ m} < 400 \text{ m}$ aufweist! Dies wurde auch in einer lüftungstechnischen, gutachterlichen Stellungnahme überprüft und bestätigt.

6.2.1. Notgehwege

Beiderseits der Fahrbahn werden mind. 1,00 m breite Notgehwege angeordnet. Diese werden von der Fahrbahn durch Hochborde mit einer Höhe von 3 cm begrenzt.

6.2.2. Pannenbucht

Die Anordnung einer Pannenbucht im Tunnel ist nicht notwendig (RABT 2016, Ziff. 5.1.1).

6.2.3. Haltebuchten

Im Bereich vor dem Westportal sind zwei – und vor dem Ostportal ist eine Haltebucht vorgesehen.

6.2.4. Notrufeinrichtungen

Der Tunnel Auerbach weist eine Länge von 370 m auf (= < 400 m), damit ist die Herstellung von Notrufstationen im Tunnel nicht erforderlich!

Unabhängig von der Länge des Tunnels ist im Bereich des West- und Ostportals jeweils eine Notrufsäule im Bereich der Halteplätze anzuordnen.

6.2.5. Löscheinrichtungen

6.2.5.1. Handfeuerlöscher

Handfeuerlöscher mit einem Füllgewicht von je 6 kg werden in den Betriebsräumen und auch an besonderen Stellen angeordnet.

6.2.5.2. Löschwasserversorgung

In beiden Vorportalbereichen sind Löschwasserentnahmestellen mittels Überflurhydranten angeordnet. Für die Hydranten ist eine Durchflussmenge von 1.200 l/min, gemäß RABT, gefordert.

6.2.6. Fluchtwege

Aufgrund der Tunnellänge von 370 m ist die Anordnung von zusätzlichen Fluchtwegen über Querschläge in zusätzliche Rettungsstollen nicht erforderlich.

6.3. Betriebsräume

Das Betriebsgebäude ist vor dem Ostportal platziert.

7. Herstellung, Bauzeit

7.1. Bauablauf

Die gesamte Tunnelbaumaßnahme gliedert sich im Wesentlichen in die Hauptabschnitte:

Baustelleneinrichtung, Baustellenerschließung	2 Monate
Voreinschnitte West-und Ostportalportal (offene Bauweise)	3 Monate
bergmännischer Tunnelvortrieb 2-streifiger Tunnel l = 370,00 m	4 Monate
Herstellen der Innenschale	3 Monate
Herstellen der Portale	3 Monate
Innenausbau	3 Monate
Betriebstechnik	<u>6 Monate</u>
Gesamte Bauzeit	24 Monate

7.2. Bauzeiten

Die geschätzte Bauzeit beträgt 24 Monate (ca. 2 Jahre). Für den Tunnelvortrieb ist ein Durchlaufbetrieb vorgesehen (30 Arbeitstage/Monat). Für die Betonarbeiten ist Wochenbetrieb vorgesehen.

7.3. Baustelleneinrichtung

Für die Durchführung eines steigenden Vortriebs wäre die Herstellung der Baustelleneinrichtung im Trassenbereich vor dem Westportal erforderlich. Da dieser Bereich im Überschwemmungsgebiet der Hengersberger Ohe sich befindet und die Brücke über die Ohe direkt an den Voreinschnitt anschließt, wird folgendes Vorgehen empfohlen.

Errichtung der Brücke über die Hengersberger Ohe, anschließend Herstellung der Hochwasserschutzmaßnahmen. Herstellung der Fläche der Baustelleneinrichtung im Bereich des westseitigen Brückenwiderlagers. Die Zufahrt zur Tunnelbaustelle kann damit über die Brücke der Hengersberger Ohe zum Voreinschnitt West erfolgen.

7.4. Ausbruchmassen

Das Ausbruchmaterial aus dem Tunnelvortrieb ist anhand des hohen Glimmeranteils als Betonzuschlagstoff nicht geeignet.

Das Ausbruchmaterial eignet sich nur als Erdbaustoff zur Bauwerkshinterfüllung und als Dammschüttmaterial. Des Weiteren kann es zur Wiederverfüllung der Portalbereiche verwendet werden.

7.4.1. Tunnelausbruchmassen

Unter Berücksichtigung der theoretischen Querschnittsflächen ergeben sich ca. folgende max. Ausbruchmassen:

Ausbruch Rettungsstollen:

Querschnittsfläche:	82,09 m ³
Mittlere Vortriebsleistung:	3,5 m / Tag
Maximale Vortriebsleistung:	8,0 m / Tag
Max. Tagesanfall:	ca. 650 m ³ fest

Tagesanfall mit Überprofil (ca. 10 %) und 650+10% = 715 m³

Auflockerungsfaktor (AF = 1,3): 929,5 m³ / Tag, locker

Da die Ausbruchmassen beim Vortrieb nicht kontinuierlich, sondern periodisch anfallen und dann aber möglichst schnell von der Ortsbrust entfernt werden müssen, ist im Bereich der Baustelleneinrichtung eine Zwischendeponie erforderlich.

Von dieser Zwischendeponie kann dann unabhängig von den Ausbruchsarbeiten die weitere Aufbereitung des Materials bzw. der Abtransport erfolgen.

7.4.2. Anfallende Gesamtmenge

Lockermaterial:

Voraushub Bereich Westportal	ca. 1.350 m ³
Voraushub Bereich Ostportal	ca. 3.600 m ³
Tunnelausbruch	<u>ca. 4.550 m³</u>
theoretischer Ausbruch	ca. 9.500m ³
Mehrausbruch ca. 2%	ca. 190 m ³
Auflockerungsfaktor 1,05	<u>ca. 485 m³</u>
Lockermaterial	ca. 10.175 m ³

Felsausbruch:

Voraushub Bereich Westportal	ca. 3.150 m ³
Voraushub Bereich Ostportal	ca. 8.400 m ³
Tunnelausbruch gesamt	<u>ca. 25.781 m³</u>
theoretischer Ausbruch	ca. 37.331 m ³
Mehrausbruch ca. 7%	ca. 2.613 m ³
Auflockerungsfaktor 1,28	<u>ca. 11.184m³</u>
Ausbruchsmaterial unverdichtet	ca. 51.128 m ³

7.4.3. Verwendungsmöglichkeiten des Aushub- und Ausbruchmaterials:

Lockermaterial aus den Voreinschnittsbereichen:

Bedingt unter Verwendung von bindemittelstabilisierenden Maßnahmen zum Aufbau von Straßendämmen geeignet.

Festgesteinausbruch:

Der Festgesteinausbruch kann überwiegend als Unterbau für Straßendämme oder für Erdbauwerke verwendet werden.

7.5. Beweissicherung

Der gesamte Einflussbereich des Tunnelvortriebes liegt unter unbebauten bzw. rein landwirtschaftlich genutzten Flächen. Auf eine Beweissicherung kann aber nicht verzichtet werden.

Im Abstand von 150 m zur Tunnelachse soll an den Wohn- und Wirtschaftsgebäuden eine Beweissicherung durchgeführt werden. Während des Sprengvortriebes sind an geeigneten Stellen im Bereich der näheren Wohn- und Wirtschaftsgebäude Erschütterungsmessungen durchzuführen.

8. Kosten

Die Gesamtrohbaukosten für die Rohbauarbeiten wurden brutto zu ca. 13,916 Mio. € gesamt errechnet. Die Kosten für die betriebstechnische Ausstattung werden mit 20% der Rohbaukosten abgeschätzt und betragen überschlägig ca. 2,8 Mio. € brutto.

9. Baurechtsverfahren

Zur Erlangung des Baurechts ist die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens vorgesehen.