

Arbeitsgemeinschaft Tunnel unter der medianischen Bucht
Udruženje željezničkih društava Severanije
27701 Vinaši, Severanija

BT-2026-MED-SIG

Vodenhain, 20. Feber 2026

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei unterbreiten die Vereinigten Signalwerke Vodenhain (im Folgenden kurz „VSV“ genannt) Ihnen ihre Offerte auf die Ausschreibung mit der Kennnummer „BT-2026-MED-SIG“ bezüglich der „Signal- und Leittechnik für den Eisenbahntunnel Bukošnican-Mediana“.

Die VSV treten in diesem Sinne als Generalunternehmerin auf, die, wo nicht anders benannt, die Leistungen in Eigenregie erbringt. Etwaige bereits vorgesehene oder noch zu bestimmende Partner oder Subkontrakteure werden an den entsprechenden Stellen genannt.

Die VSV verfügen über mehr als einhundert Jahre Erfahrung in der Planung und Realisierung komplexer Stellwerks- und Signalanlagen. Seit den mechanischen Stellwerken der Art M haben die VSV stets die Betriebsstabilität und Bedienökonomie in den Vordergrund ihrer Entwicklungen gestellt. Die derzeit vertriebenen Bauarten Art D3 „Minerva“ und Art E „Talos“ sind in diesem Geiste entwickelte, hochverfügbare und mehrfach redundante Anlagen, um einen zuverlässigen, vor allem aber sicheren Zugbetrieb gewährleisten zu können. Einige Referenzen haben wir den Unterlagen beigelegt.

Für Rückfragen, technischer wie fiskalischer Art oder weiterführende Gespräche stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Wir danken Ihnen für die Möglichkeit zur Abgabe einer Offerte und verbleiben mit vorzüglicher Hochachtung,



Conz Hauberger, Eisenbahningenieur (Bau)
Leiter Projektstudie

Verzeichnis

1.1	Betriebliche Aufgabenstellung.....	3
1.2	Logistische und terminliche Aufgabenstellung	4
2	Betriebliche Lösungsvarianten.....	5
2.1	Zugsicherungssystem.....	5
2.1.1	Variante A – Talos ZS.....	5
2.1.2	Variante B – Talos ZS K.....	6
2.1.3	Kostenschätzung.....	7
2.2	Bahnfunknetz	8
2.2.1	Variante A – unabhängiger Bahnfunk (UBF).....	8
2.2.2	Variante B – integrierter Bahnfunk (IBF)	8
2.2.3	Kostenschätzung.....	9
2.3	Zentralstellwerk	10
2.3.1	Zusatzoption A – integriertes Sicherheitssystem mit automatisiertem Interventionskonzept.....	10
2.3.2	Zusatzoption B – Stellwerksanpassungen auf beiden Seiten des Tunnels.....	11
2.3.3	Kostenschätzung.....	12
3	Logistische Lösungsvarianten.....	13
3.1	Installationskonzept.....	13
3.2	Baulegistikkonzept	13
4	Referenzen.....	14
4.1	Zugsicherungssysteme.....	14
4.2	Bahnfunknetz	14
4.3	Zentralstellwerk	14

1.1 Betriebliche Aufgabenstellung

Das vorliegende Projekt „Eisenbahntunnel Bukošnican–Mediana“ hat zum Ziel, die bisherige, zeitaufwendige Umfahrung des „Medianski Zaliv“ durch eine Schnellfahrstrecke im Tunnel zu vermeiden. Hierzu ist ein 49 km langer, dreiröhriger Tunnel vorgesehen, von dem zwei Röhren mit je einem Gleis für den Schienenverkehr vorgesehen sind. Bauwerkstechnisch ist dieser, nach Abzug von Sicherheitstoleranzen, auf tatsächliche Geschwindigkeiten von bis zu 200 km/h ausgelegt¹.

Der geforderte Leistungsumfang im Bereich der durch die Ausschreibende so benannten „Signal- und Leittechnik“ umfasst:

- Planung, Herstellung und Installation eines digitalen Zugsicherungssystems, unter Verzicht auf ortsfeste Signale;
- Planung, Herstellung und Installation eines Bahnfunknetzes;
- Planung, Errichtung, Herstellung und Installation eines Zentralstellwerks für den Verkehr im Tunnel.²

Die Ausschreibende macht keine Angaben zu folgenden Spezifikationen, ihre Umsetzung ist daher in den Kostenschätzungen jeweils nur als Minimalvariante berücksichtigt:

- Betriebskonzept; insbesondere Einspurbetrieb im Gegensatz zum Wechselbetrieb;
- Interventionskonzept; insbesondere Einbezug der Zugsicherung in automatische Evakuierungsfahrten sowie des Stellwerks(-personals) in Tunnelrettungsmaßnahmen;
- Anbindung der Neubaustrecke an das Bestandsnetz; insbesondere sicherungstechnische Spezifikationen zu den Bestandsanlagen.

Grundsätzlich gilt, dass wo unzureichende Informationen über die tatsächlichen Gegebenheiten vorliegen, verschiedene Varianten offeriert werden, die die wahrscheinlichsten Fälle umfassen. Eine Kostenaussage kann daher auch nur für die hier offerierten Leistungen abgegeben werden; etwaige andere Tatsachen, die diese Offerte noch nicht berücksichtigen konnte, liegen ausdrücklich außerhalb ihres Umfangs und sind unter Umständen gesondert abzurechnen.

¹ gem. bisheriger Planung (https://wiki.severanija.net/Tunel_ispod_Medianskog_zaljeva)

² gem. Ausschreibung „BT-2026-MED-SIG“ (<https://forum.severanija.net/thread/2897-udru%C5%BEenje-%C5%BEeljezni%C4%8Dkih-dru%C5%A1tava-severanije/?postID=35246#post35246>)

1.2 Logistische und terminliche Aufgabenstellung

Die Ausschreibende stellt folgende Anforderungen an die Logistik der Signal- und Leittechnik während der Bauphasen:

- Installation der Anlagen sukzessive und parallel zum Tunnelvortrieb;
- Sicherstellung der Anlagelieferung in die Tunnelröhren noch während des Tunnelvortriebs mittels eines Baulogistikkonzeptes.

Weiterhin stellt sie folgende, terminliche Anforderungen:

- Vollständige Installation bis zum geplanten Durchschlag im Frühjahr 2032.³

³ gem. Ausschreibung „BT-2026-MED-SIG“ (<https://forum.severanija.net/thread/2897-udru%C5%BEenje-%C5%BEeljezni%C4%8Dkih-dru%C5%A1tava-severanije/?postID=35246#post35246>)

2 Betriebliche Lösungsvarianten

2.1 Zugsicherungssystem

Gefordert ist ein digitales Zugsicherungssystem ohne ortsfeste Signale. Die VSV wird jedoch in jedem Fall dazu raten, als Rückfallebene zumindest ortsfeste Halttafeln zu installieren, um auch im Falle des vollständigen Ausfalls des Zugsicherungssystems noch einen Betrieb ermöglichen zu können. Die angenommene Anzahl von einer Halttafel je Streckenkilometer ist dabei eine Maximalausführung und kann je nach Auftrag auch deutlich reduziert werden (mit entsprechenden Kapazitätsimplikationen im Störfall).

Allen durch uns offerierten Systemen ist gemein, dass die Züge selbsttätig in der Lage sein müssen, sicher ihre Vollständigkeit dauerhaft zu überwachen.

2.1.1 Variante A – Talos ZS

In der Variante A offerieren wir folgende Komponenten unseres Systems „Talos ZS“:

- 98 Halttafeln im Abstand von je einem Kilometer mit jeweils einem Gleismagneten als punktförmiger Datenübertragung;
- 4 Halttafeln an den Tunnelzufahrten aus allen Richtungen mit jeweils einem Gleismagneten als punktförmiger Datenübertragung;
- 147 weitere Gleismagnete im Abstand von je 200 m als punktförmige Datenübertragung;
- ca. 250 km Datenkabel.

Das System „Talos ZS“ ermöglicht die punktförmige Datenübertragung und -auslese an den und aus dem Zug, in regelmäßigen, im Grunde beliebigen Abständen (die gewählten 200 m sind also abhängig von der gewünschten Kapazität anpassbar). Jeder Gleismagnet stellt dabei eine Art „virtuelles Blocksinal“ dar.

Die vom *Stellwerk* zum *Zug* übertragenen Datenpakete enthalten folgende Informationen:

- Fahrt- oder Haltbegriff am Übertragungspunkt;
- Entfernung bis zur nächsten Geschwindigkeitsänderung oder bis zum nächsten Haltbegriff in Metern;
- sichere Bremskurve bis zur nächsten Geschwindigkeitsänderung oder bis zum nächsten Haltbegriff;
- zulässige Höchstgeschwindigkeit ab der nächsten Geschwindigkeitsänderung;
- Entfernung bis zur nächsten erwarteten Datenübertragung.

Anhand der erhaltenen Daten überwacht der Zug sodann das weitere Fahrverhalten und löst bei Unterbremsung der sicheren Bremskurve automatische Zusatzbremsungen oder beim Unterschreiten des nötigen Bremsweges auf einen Haltbegriff zu eine Schnellbremsung aus.

Die vom *Zug* zum *Stellwerk* übertragenen Datenpakete enthalten folgende Informationen:

- Zugnummer, Zuggattung und Besonderheiten an der Ladung;
- Position der Zugspitze und des Zugschlusses;

- Vollständigkeitsmeldung des Zuges;
- Rückmeldung, ob erwartete Datenübertragung tatsächlich stattfand.

Anhand der vom Zug erhaltenen Daten ermittelt das Stellwerk automatisch aufgrund von Zuglänge und Bremskurve des nachfolgenden Zuges, bis zu welchem Gleismagneten diesem ein Fahrtbegriff signalisiert werden darf und sendet entsprechende Datenpakete aus. Dabei wird grundsätzlich ein zusätzlicher Sicherheitsabstand von 200 m einberechnet, sodass der Haltbegriff immer um einen Gleismagneten nach hinten verlegt wird.

Erhält das Stellwerk die Rückmeldung, dass eine erwartete Datenübertragung an einem Gleismagneten ausblieb, so gibt es dem Stellwerksbediener eine entsprechende Fehlermeldung aus und berücksichtigt diesen Gleismagneten für die Zugfolgeregulierung nicht mehr. Der entsprechende Abschnitt zwischen zwei Gleismagneten erhöht sich dann von 200 m auf 400 m. Die Rückmeldung wird dennoch von jedem Zug weiterhin eingeholt, um eine dauerhafte Zustandsüberwachung auch des defekten Magneten zu gewährleisten. Die Wiedereinschaltung des Gleismagneten kann nur durch technisches Personal nach einer Überprüfung vor Ort erfolgen, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Grundsätzlich können die Datenpakete um weitere Inhalte, wie etwa Geschwindigkeitsempfehlungen zum Vermeiden von Auflaufen oder besondere Fahraufträge, wie etwa in Störungssituationen, erweitert werden.

Stellt der Talos-Stellwerksrechner einen kritischen Fehler (siehe dazu Abschnitt 2.3 Zentralstellwerk, Drei-Rechner-Logik) fest, so setzt er an jenen Gleismagneten, die mit einer Halttafel ausgestattet sind, einen Haltbegriff und löst bei allen Zügen im Stellbereich mittels des nächsten Datenpakets eine Schnellbremsung aus. Dem Stellwerksbediener ist es nun möglich, manuell über die Bedienoberfläche (und gegebenenfalls unter Beachtung entsprechender Ersatzmaßnahmen) Fahrtbegriffe an den Halttafeln auszusenden bzw. die dortigen Gleismagneten abzuschalten. Die genaue Ausgestaltung hängt hier von den gewählten Betriebsvorschriften ab. Technisch wäre somit noch ein Betrieb im klassischen Zugfolgeabstand von einem Kilometer möglich, allerdings nur im Einspurbetrieb. Für Wechselspurbetrieb wäre die doppelte Anzahl an Halttafeln nötig.

2.1.2 Variante B – Talos ZS K

In der Variante B offerieren wir folgende Komponenten unseres Systems „Talos ZS K“:

- 98 Halttafeln im Abstand von je einem Kilometer mit jeweils einem Gleismagneten als punktförmiger Datenübertragung;
- 4 Halttafeln an den Tunnelzufahrten aus allen Richtungen mit jeweils einem Gleismagneten als punktförmiger Datenübertragung;
- ca. 120 km Antennenkabel (Funkfrequenz im Bereich 40 GHz);
- ca. 120 km Datenkabel.

Das System „Talos ZS K“ ist das kontinuierliche Pendant zu „Talos ZS“. Statt Gleismagneten werden hier in Gleisnähe Antennenkabel verlegt, die in permanentem Datenaustausch mit dem Zug stehen und dieselben Datenpakete wie bei „Talos ZS“ austauschen. Einzig die Überwachung der Entfernung bis zur nächsten Datenübertragung wird durch eine Zeitüberwachung bis zur nächsten Datenübertragung ersetzt. Erhält ein Zug keine Informationen mehr vom Stellwerk, löst das System eine Schnellbremsung aus. Das Stellwerk

wiederum nimmt den letzten bekannten Standort des Zuges an, wodurch der Zug aus Gründen der Betriebssicherheit signaltechnisch mehr Strecke besetzt, als er es tatsächlich tut.

Die Standortmeldung des Zuges basiert hierbei auf Berechnungen des Zugsrechners anhand von alle 50 m positionierten Antennenkreuzungen, die die Sendefrequenz umkehren.

Im Vergleich bietet „Talos ZS K“ durch die Möglichkeit eines wandernden Blockabstandes höhere Kapazität als „Talos ZS“.

Im Falle eines kritischen Fehlers verfährt das Stellwerk analog zum System „Talos ZS“, weswegen auch hier entsprechende Halttafeln vorgesehen sind. Erneut sind diese aber nur für Einspurbetrieb ausgelegt (siehe 2.1.1).

2.1.3 Kostenschätzung

Variante A (Talos ZS):

Anlage	Bedarf	Kosten / Stück	Kosten
Halttafel, rückstrahlend	102 Stück	156,00 Etl.	15 912,00 Etl.
Halterungen für Halttafeln	102 Stück	470,00 Etl.	47 940,00 Etl.
Gleismagnete, datenübertragungsfähig	249 Stück	7 775,00 Etl.	1 935 974,00 Etl.
Datenkabel	ca. 250 000 m	9,35 Etl.	2 337 500,00 Etl.
Aufhängung Datenkabel, ca. alle 5 m	50 000 Stück	62,25 Etl.	3 112 500,00 Etl.
Arbeitsstunden, Installation	ca. 91 075 h	124,50 Etl.	11 338 837,50 Etl.
Arbeitsstunden, Planung	ca. 371 h	186,65 Etl.	69 247,15 Etl.
		gesamt:	<u>18 857 911,65 Etl.</u>

Variante B (Talos ZS K):

Anlage	Bedarf	Kosten / Stück	Kosten
Halttafel, rückstrahlend	102 Stück	156,00 Etl.	15 912,00 Etl.
Halterungen für Halttafeln	102 Stück	470,00 Etl.	47 940,00 Etl.
Gleismagnete, datenübertragungsfähig	102 Stück	7 775,00 Etl.	793 050,00 Etl.
Antennenkabel	ca. 120 000 m	37,35 Etl.	4 482 000,00 Etl.
Aufhängung Antennenkabel, ca. alle 5 m	24 000 Stück	62,25 Etl.	1 494 000,00 Etl.
Datenkabel	ca. 120 000 m	9,35 Etl.	1 122 000,00 Etl.
Aufhängung Datenkabel, ca. alle 5 m	24 000 Stück	62,25 Etl.	1 494 000,00 Etl.
Arbeitsstunden, Installation	ca. 85 310 h	124,50 Etl.	10 621 095,00 Etl.
Arbeitsstunden, Planung	ca. 360 h	186,65 Etl.	67 194,00 Etl.
		gesamt:	<u>20 137 191,00 Etl.</u>

2.2 Bahnfunknetz

Gefordert ist ein hochverfügbares Bahnfunknetz. Um die Kommunikation nicht technisch von der Zugsicherung abhängig zu machen, empfehlen wir, hierfür ein gesondertes und unabhängiges System aufzubauen und nicht die Antennenkabel des „Talos ZS K“ mitzunutzen. Dennoch werden wir in der Kostenschätzung beide Varianten aufführen.

Für den konkreten Aufbau des Bahnfunknetzes werden wir auf eine Unterausschreibung zurückgreifen, um höchstmögliche Qualität sicherzustellen.

2.2.1 Variante A – unabhängiger Bahnfunk (UBF)

In der Variante A empfehlen wir ein unabhängiges Bahnfunksystem mit folgenden Spezifikationen:

- Anschluss an Zentralstellwerk und über dieses Anbindung an übriges Bahnfunknetz bzw. soweit praktikabel auf der anderen Tunnelseite Anbindung an das andere Bahnfunknetz (jeweils über Tunnelfunk-Kopfstationen);
- mindestens 49 Tunnelstationen zur abschnittsweisen Funkversorgung;
- je Tunnelröhre 49 km Strahlerkabel zur Aussendung der benötigten Funkfrequenz im Bereich 876 bis 925 MHz;
- mindestens einfach redundante Ausführung; Einwahlanbindung für Bahnfunkteilnehmer S (Zentralstellwerk), Z (Zug), M (mobiler Teilnehmer).

2.2.2 Variante B – integrierter Bahnfunk (IBF)

In der Variante B legen wir ein integriertes, von den Datenübertragungssystemen der Zugsicherung abhängiges, Bahnfunksystem mit folgenden Spezifikationen vor:

- Anschluss an Zentralstellwerk und über dieses Anbindung an übriges Bahnfunknetz bzw. soweit praktikabel auf der anderen Tunnelseite Anbindung an das andere Bahnfunknetz (jeweils über Tunnelfunk-Kopfstationen);
- Tunnelversorgung über Mitnutzung Antennenkabel der Zugsicherung „Talos ZS K“;
- Einwahlanbindung für Bahnfunkteilnehmer S (Zentralstellwerk), Z (Zug), M (mobiler Teilnehmer).

Diese Variante kann nur bei Auswahl der Variante B nach 2.1.2 eingesetzt werden, da sie auf deren Komponenten zurückgreift. Sie ist bisher nicht erprobt und ihre Umsetzung daher mit erheblicher Ungewissheit ob ihrer Funktionsfähigkeit verbunden!

Zu beachten ist außerdem, dass bei Ausfall der Zugsicherungssysteme oder des Zentralstellwerks auch jegliche Kommunikationsmöglichkeiten mit den im Tunnel befindlichen Zügen und Mitarbeitern ausfällt.

2.2.3 Kostenschätzung

Variante A (UBF):

Anlage	Bedarf	Kosten / Stück	Kosten
Anschluss Zentralstellwerk	2 Stück	1 555 200,00 Etl.	3 110 400,00 Etl.
Funk-Tunnelstationen	49 Stück	1 555 200,00 Etl.	76 204 800,00 Etl.
Strahlerkabel	100 000 m	37,35 Etl.	3 735 000,00 Etl.
Redundanz	1 Stück	41 525 000,00 Etl.	41 525 000,00 Etl.
		gesamt:	<u>124 575 200,00 Etl.</u>

Variante B (IBF):

Anlage	Bedarf	Kosten / Stück	Kosten
Anschluss Zentralstellwerk	2 Stück	1 555 200,00 Etl.	3 110 400,00 Etl.
Redundanz	1 Stück	780 000,00 Etl.	780 000,00 Etl.
		gesamt:	<u>3 890 400,00 Etl.</u>

**Es handelt sich um Grobschätzungen vorbehaltlich der Ausschreibungsergebnisse.
Insbesondere können Material- und Personalkosten variieren.**

2.3 Zentralstellwerk

Gefordert ist eine zentrale, digitale Leitstelle zur Steuerung und Überwachung des gesamten Zugverkehrs innerhalb des Tunnels, die wir als Zentralstellwerk ausgeführt offerieren.

Das Zentralstellwerk bieten wir in der Variante unseres Rechnerstellwerks der Art E „Talos“ an. Die Sicherungslogik wird dabei vollständig über eine dreifach redundante Rechnerstruktur abgedeckt, beruht im Grundprinzip aber auf den seit über hundert Jahren bei der Eisenbahn bekannten Sicherheitsregeln.

Die für ein Stellwerk recht unterkomplexe, vorliegende Aufgabenstellung mit lediglich Streckenabschnitten ohne Weichen, ermöglicht es, verschiedene Zusatzoptionen zu offerieren. Diese stellen wir nachfolgend dar.

Für den Hochbau des Zentralstellwerksgebäudes werden wir auf eine Unterausschreibung zurückgreifen.

2.3.1 Zusatzoption A – integriertes Sicherheitssystem mit automatisiertem Interventionskonzept

Die Zusatzoption A integriert die Tunnelsicherheitssysteme in die Stellwerkstechnik. Direkt in der Bedienoberfläche werden dem Bediener gefährlich vom Standard abweichende Werte, wie insbesondere eine vermutete Brandentwicklung oder ein Wassereinbruch, angezeigt. Zur genaueren Lageeinschätzung gelangt der Bediener mit nur wenigen Bedienhandlungen zu einem Live-Kamerabild des betroffenen Abschnitts.

In der Zwischenzeit unterbindet das Stellwerk das weitere Einfahren von Zügen in den Tunnel, sendet eine Text-Info darüber an die für den Tunnelzulauf zuständigen Disponenten und Fahrdienstleiter und gibt an die bereits eingefahrenen Züge, je nach erkannter Situation, folgende Fahraufträge und löst folgende Tunnelsysteme aus:

- bei Brandalarm: schnellstmögliche Tunnelräumung in regulärer Fahrtrichtung, Einschaltung Tunnel-Entlüftungsanlage und Tunnelbeleuchtung;
- bei Wassereinbruch: sofortige Reduzierung der zulässigen Geschwindigkeit im betroffenen Abschnitt auf 40 km/h, Warnung an den Lokführer und Einschaltung Tunnelbeleuchtung.

Parallel bietet das Stellwerk dem Bediener verschiedene Sofortmaßnahmen an, die durch diesen jeweils mit wenigen Bedienhandlungen ausgelöst werden können, nachdem er sich mittels der Live-Kamerabilder einen Überblick verschafft hat:

- Alarmierung der vorgehaltenen Tunnel-Rettungskräfte zum Vorfallsort;
- Nothalt aller Züge im Tunnel mit Evakuierungsauftrag in den Fluchttunnel (dabei Auslösung eventuell sinnvoller Durchsagen im Tunnel);
- Nothalt aller Züge im Tunnel ohne Evakuierungsauftrag;
- schnellstmögliche Tunnelräumung beliebiger Fahrtrichtung (hier entscheidet das Stellwerk anhand der Zugposition im Tunnel, welche Fahrtrichtung zur Tunnelräumung die kürzeste Räumzeit bedeutet und gibt entsprechende Fahrbefehle an die Züge aus; diese Option ist allerdings nur bei im Regelfall selbstfahrenden Zügen

sinnvoll, den u.U. ist ein Fahrtrichtungswechsel unmittelbar nach dem Stillstand erforderlich)

- schnellstmögliche Tunnelräumung in regulärer Fahrtrichtung;
- Auslösung der Tunnel-Selbstlösch- und Entlüftungsanlagen;
- Abschaltung der Oberleitung im gesamten Tunnel;
- Abschaltung der Oberleitung in der gesamten Tunnelröhre;
- Abschaltung der Oberleitung im betroffenen Abschnitt.

Um den Bediener nicht mit Optionen zu überfordern, grenzt das Stellwerk diese auf Grundlage der Messwerte sinnvoll ein.

Um die Einfahrt weiterer Züge in den Tunnel nach einem solchen Vorfall zu ermöglichen, bedarf es stets einer quittierpflichtigen Bedienhandlung durch den Bediener. Betriebliche Regelungen sollten hier eine entsprechende Nachweispflicht vorsehen, um fahrlässigem Quittieren vorzubeugen.

Es ist zu beachten, dass diese Optionen ganz entscheidend vom Umfang und der Messqualität der installierten Tunnelsicherheitssysteme abhängen. Eine Anpassung an die entsprechende Fremdtechnik kann daher in der Kostenschätzung nicht berücksichtigt werden.

2.3.2 Zusatzoption B – Stellwerksanpassungen auf beiden Seiten des Tunnels

Die Zusatzoption B umfasst die stellwerkstechnische Anpassung der Bestandsstellwerke auf beiden Seiten des Tunnels (sofern bereits vorhanden) an das neue Zentralstellwerk für den Tunnel selbst.

Da bisher keine Daten zu diesen Bestands-, oder etwaigen Neubauanlagen vorliegen, kann hierfür keine detaillierte Kostenschätzung abgegeben werden. Typischerweise bewegen sich stellwerkstechnische Anpassungen im Bereich von ca. 1 200 000,00 Etl. bis zu ca. 20 000 000,00 Etl., je nach anzupassender Stellwerksbauform.

2.3.3 Kostenschätzung

Zusatzoption A (integriertes Interventionssystem):

Anlage	Bedarf	Kosten / Stück	Kosten
Zentralstellwerk	1 Stück	125 000 000,00 Etl.	125 000 000,00 Etl.
Zusatzoption A (nur Stellwerkseinbindung)	1 Stück	10 000 000,00 Etl.	10 000 000,00 Etl.
Hochbau	1 Stück	16 000 000,00 Etl.	16 000 000,00 Etl.
		gesamt:	<u>151 000 000,00 Etl.</u>

Zusatzoption B (Stellwerksanpassungen):

Anlage	Bedarf	Kosten / Stück	Kosten
Zentralstellwerk	1 Stück	125 000 000,00 Etl.	125 000 000,00 Etl.
Zusatzoption B	1 Stück	20 000 000,00 Etl.	20 000 000,00 Etl.
Hochbau	1 Stück	16 000 000,00 Etl.	16 000 000,00 Etl.
		gesamt:	<u>161 000 000,00 Etl.</u>

Zusatzoption A + B (integriertes Interventionssystem + Stellwerksanpassungen):

Anlage	Bedarf	Kosten / Stück	Kosten
Zentralstellwerk	1 Stück	125 000 000,00 Etl.	125 000 000,00 Etl.
Zusatzoption A (nur Stellwerkseinbindung)	1 Stück	10 000 000,00 Etl.	10 000 000,00 Etl.
Zusatzoption B	1 Stück	20 000 000,00 Etl.	20 000 000,00 Etl.
Hochbau	1 Stück	16 000 000,00 Etl.	16 000 000,00 Etl.
		gesamt:	<u>171 000 000,00 Etl.</u>

3 Logistische Lösungsvarianten

Vorbemerkung: Diese Lösungsvarianten hängen erheblich von der gewählten Tunnelbaumethode ab. Aus diesem Grund müssen wir vorerst von einer Kostenschätzung absehen und können diese erst liefern, sobald alle notwendigen Details geklärt sind.

3.1 Installationskonzept

Gefordert ist ein Installationskonzept, dass eine fortlaufende Installation während des Tunnelvortriebs ermöglicht und einen Abschluss der Installation zum geplanten Durchschlag vorsieht.

Hierzu merken wir an, dass eine vollständige Installation bis zum Durchschlag schon aus rein physikalischen Gründen nicht umsetzbar ist. Erst nach dem Durchschlag ist der Tunnel vollständig, erst dann kann die Installation gleich welcher Systeme abgeschlossen werden. Für die Installation der Signaltechnik ist außerdem der vorige Abschluss der Gleisverlegung Voraussetzung.

Je nach ausgewählten Varianten unserer Offerte sind verschiedene Installationsverfahren vorzusehen. In jedem Fall haben diese gemeinsam, dass die Installation jeweils begonnen wird, sobald der entsprechende Tunnelabschnitt samt Gleis fertiggestellt wurde. Die Herstellung von Stellwerkshochbau und Innenanlagen kann bereits zu einem früheren Zeitpunkt erfolgen.

Der Anschluss des Stellwerks an die Streckentechnik sowie die Inbetriebnahmeprüfungen und Softwareanpassungen können erst nach Fertigstellung der Außenanlagen erfolgen.

Eine Betriebsbereitschaft der Anlagen nach vorliegender Offerte ist daher nicht vor einem Termin ca. vier Monate nach Durchschlag zu erwarten.

3.2 Baulogistikkonzept

Baulogistisch planen wir die sukzessive Nutzung bereits installierter Gleise, um mittels handschiebbarer Wagen und später mittels leichter Schienenbaufahrzeuge Material und Personal an die Arbeitsstellen zu verbringen.

Die Anlieferung des Materials aus unserem Werk in Vodenhain, Fst. Eulenthal, ist mittels aus unserem Gleisanschluss beginnenden Ganzzügen geplant. Vor Ort ist die Einrichtung temporärer Materialentlade- und lagerflächen vonnöten.

4 Referenzen

4.1 Zugsicherungssysteme

Talos ZS - Regelbetrieb im ECD-Netz im Bereich der Rechner-Stellwerke CBC-Fsz (seit 2011)⁴ und EFC-Fsz (seit 2017) als reines Zugsicherungssystem bei ortsfesten Signalen, ohne erhebliche Datenübertragung

Talos ZS K - Probebetrieb in Kooperation mit dem Institut für Eisenbahnsicherungstechnik und Verkehrssicherung⁵, Prof. Jodoin Paqge, FU Eulendorf

4.2 Bahnfunknetz

unabhängiger Bahnfunk und **integrierter Bahnfunk** – Neuerarbeitete Bahnfunkkonzepte in Zusammenarbeit mit Instituten der FU Eulendorf

4.3 Zentralstellwerk

Art E „Talos“ – Regelbetrieb im ECD-Netz als Bediensoftware der Rechner-Stellwerke CBC-Fsz (seit 2020)⁴ und EFC-Fsz (seit 2017)

⁴ <https://xn--frstentum-eulenthal-59b.de/forum/index.php?thread/71-stellwerk-cbc-fsz/>

⁵ <https://xn--frstentum-eulenthal-59b.de/index.php?article/18-institute-der-fu-eulendorf/#cd6f661a-fakult%C3%A4t-f%C3%BCr-verkehrswesen-fakult%C3%A4t-4>