

FLUGHAFENTUNNEL B312**BAUBESCHREIBUNG BTA**

Ertüchtigung der betriebstechnischen Ausstattung



Flughafen Stuttgart GmbH

22.07.2026

0.1 | Revision 0

© 



REVISIONSVERZEICHNIS

3	30.07.2026	Anpassung neue Ausschreibung	M-G-, T.K.	T.K.	T.K.
2	23.04.2026	Anpassung Anbindung BBA	M.G., T.K	M.V.	M.V.
1	18.03.2026	Anpassungen (Lüftung, BMA, HKL, Automatisierung, allgemein)	M.G., T.K	M.V.	M.V.
0	16.02.2026	Veröffentlichung	M.G., T.K	M.V.	M.V.
REV	DATUM	AUSGABE, ART DER ÄNDERUNG	ERSTELLT	GEPRÜFT	FREIGEgeben



1	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER LEISTUNG.....	12
1.1	Objektbeschreibung	13
1.1.1	Tunnel	13
1.1.2	Entwässerung	15
1.1.3	Betriebsgebäude	16
1.1.4	Vorportalbereiche	16
2	LEISTUNGSBESCHREIBUNG LOS 1 ELEKTROTECHNIK	17
2.1	Beleuchtungsanlage.....	17
2.1.1	Allgemein	17
2.1.2	Adaptationsbeleuchtung.....	19
2.1.3	Durchfahrtsbeleuchtung	20
2.1.4	Leuchtenbefestigung	21
2.1.5	Beleuchtungssensorik	21
2.1.6	Beleuchtung des Gehwegs	23
2.1.7	Fluchtwegkennzeichnung.....	24
2.1.8	Aktive Leiteinrichtung (Leitbeleuchtung).....	24
2.1.9	Straßenbeleuchtung.....	25
2.1.10	Kabelweg Leuchten.....	25
2.1.11	Lichttechnische Berechnung	25
2.1.12	Lichttechnische Messung	27
2.1.13	Regelung der Tunnelbeleuchtungsanlage	29
2.2	Tunnellüftungsanlage	30
2.2.1	Allgemeine Anlagenbeschreibung	30
2.2.2	Aufstellungsplätze, Montagepunkte.....	32
2.2.3	Anlagenaufbau	33
2.2.4	Funktionsbeschreibung	38
2.2.5	Prüfungen und Tests	38
2.2.6	Überwachung der Luftverhältnisse	39
2.3	Verkehrstechnik	40
2.3.1	Allgemeine Anlagenbeschreibung	40
2.3.2	Bauliche Maßnahmen	40
2.3.3	Ansteuerung.....	42
2.3.4	Streckenstation	43
2.3.5	Schrankenanlage	49
2.3.6	Lichtzeichenanlage / Wechsellichtzeichen.....	50
2.3.7	Wechselzeichengeber	51
2.3.8	Verkehrsdatenerfassung	51

2.3.9	Statische Verkehrszeichen	52
2.3.10	Höhenkontrolle	52
2.3.11	Prüfungen und Tests	52
2.4	Notrufanlage	54
2.4.1	Allgemeine Anlagenbeschreibung	54
2.4.2	Notrufnischen Tunnel	54
2.4.3	Notrufsprechstellen im Vorportal	54
2.4.4	Technische Ausführung	55
2.5	Videoanlage	55
2.5.1	Allgemein	55
2.5.2	Videokameras	56
2.5.3	Verkabelung und Datenübertragung	56
2.5.4	Inbetriebnahme und Dokumentation	57
2.6	Tunnelfunkanlage	57
2.6.1	Allgemeines	57
2.6.2	Tunnelfunkanlage	57
2.6.3	TETRA Digitalfunk	58
2.6.4	Freifeldantennenanlage	58
2.6.5	Rund-/Verkehrsfunk	58
2.6.6	Kopfstation	58
2.6.7	Strahlerkabel	59
2.6.8	Prüfungen und Tests	59
2.7	Sprachalarmierungsanlage	66
2.7.1	Allgemeines	66
2.7.2	Ergebnisse der schalltechnischen Simulation	67
2.7.3	Zentraltechnik und Komponenten	67
2.7.4	Schnittstellen	68
2.7.5	Ansteuerung	68
2.7.6	Lautsprecheranlage	69
2.7.7	Sprechstellen	70
2.7.8	Verkabelung	70
2.7.9	Steuerung und Betrieb	71
2.7.10	Inbetriebnahme und Dokumentation	71
2.7.11	Prüfung und Tests	71
2.7.12	Parametrierungen	72
2.8	Brandmeldeanlage	73
2.8.1	Allgemeine Anlagenbeschreibung	73

2.8.2	Zentralentechnik.....	74
2.8.3	Linienbrandmeldeanlage im Tunnel.....	76
2.8.4	Melder im Tunnel	76
2.8.5	Brandmeldetechnik im Betriebsgebäude	77
2.8.6	Verkabelung	77
2.8.7	Inbetriebnahme und Dokumentation.....	78
2.9	Kabel und Leitungen	78
2.9.1	Allgemein	78
2.10	Betriebsgebäude	79
2.11	Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen	79
2.11.1	Allgemein	79
2.11.2	Regelwerke und Normen.....	80
2.11.3	Umgebungsbedingungen	81
2.11.4	Dokumentation und Nachweise.....	81
2.11.5	Klimatisierung / Kühlung.....	81
2.11.6	Schallanforderungen an HKL-Anlagen	82
2.11.7	Raumluftechnik	82
2.11.8	Heizung.....	84
2.11.9	Batterieraum	84
2.12	Elektroinstallationen Betriebsräume	84
2.12.1	Zentrale Sicherheitsbeleuchtung Betriebsgebäude	85
2.13	Zutrittskontrolle.....	86
2.14	Mittelspannungsanlage	86
2.14.1	Allgemeine Beschreibung der Leistung	86
2.14.2	Mittelspannungsschaltanlage	87
2.14.3	Transformatoren.....	89
2.14.4	Verkabelung.....	89
2.14.5	Ausführung und Montage	90
2.14.6	Provisorium Energieversorgung	91
2.14.7	Betrieb und Instandhaltung	91
2.15	Niederspannungsanlage	91
2.15.1	Allgemein	91
2.15.2	Netzsysteme	92
2.15.3	Schaltanlagen	92
2.15.4	Kompensations-Regelanlage	93
2.15.5	Messungen	93
2.15.6	Verdrahtung	94

2.15.7	Zubehör.....	94
2.15.8	Ausführung und Montage	94
2.15.9	Versorgung aus Feuerwache	95
2.15.10	Prüfungen und Tests Energieversorgungsanlagen.....	95
2.16	Unterbrechungsfreie Stromversorgung.....	96
2.16.1	USV-Anlage	96
2.16.2	Prüfungen und Tests Energieversorgungsanlagen.....	96
2.17	Blitzschutz, Erdung und Potentialausgleich	96
2.17.1	Allgemeine Beschreibung der Leistung	96
2.17.2	Erdung und Potentialausgleich.....	97
2.17.3	Blitzschutz.....	99
2.18	Automatisierungs- und Leittechnik.....	103
2.18.1	Allgemeine Anlagenbeschreibung	103
2.18.2	Tunnelsteuerung	103
2.18.2.1	F-SPS Lüftung.....	104
2.18.2.2	SPS Beleuchtung & Starkstrom.....	106
2.18.2.3	SPS Abwasser (Bestand).....	107
2.18.2.4	SPS Video.....	107
2.18.3	Feldebene	108
2.18.3.1	Gebäudeleittechnik (GLT)	109
2.18.4	Netzwerke	109
2.18.5	Übertragungssystem AKN.....	110
2.18.6	Handbedienebene.....	110
2.18.7	Zusammenwirken der Sicherheitsanlagen, Ereignis-Wirk-Matrix	110
2.18.8	Prüfungen und Tests	111
2.19	Sonstige Anlagen	112
2.19.1	Türen der Notrufrischen im Tunnel	112
2.19.2	Schächte und Leerrohre im Tunnel	112
2.19.3	Bohrungen und Durchbrüche	113
2.19.4	Bezeichnungsschilder	113
2.20	Leerrohranlagen, Verlegesysteme.....	114
2.20.1	Allgemein	114
2.20.2	Kabelrinnen.....	114
2.20.3	Brandschutzkanal.....	114
2.20.4	Bügelschellen.....	114
2.21	De- und Wiedermontage	114
2.21.1	Allgemeines	114

2.21.2	Grundsätze der Demontage	115
2.21.3	Entsorgung und Nachweise.....	116
2.21.4	Lagerung und Logistik	116
2.21.5	Demontage in Betriebsgebäude	116
2.21.6	Betriebliche Abstimmungen.....	117
2.21.7	Leistungsumfang – auszugsweise.....	117
2.22	Brandschutzmaßnahmen	118
3	LEISTUNGSBESCHREIBUNG LOS 2 BRANDBEKÄMPFUNGSANLAGE	120
3.1	Allgemeines	120
3.2	Systembeschreibung.....	120
3.2.1	Nenndruck.....	120
3.2.2	Pumpenstation und Wasserbecken	120
3.2.3	Rohrleitungen.....	120
3.3	Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.....	121
3.4	Energie- und Datenkabel.....	121
3.5	Kabelwege Pumpenraum	121
3.6	Installationen Pumpenraum.....	122
3.7	Pumpenraum und Löschwasserbecken.....	122
3.8	Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung und Leittechnik	122
4	ANGABEN ZUR BAUSTELLE	123
4.1	Lage der Baustelle	123
4.2	Vorhandene öffentliche Verkehrswege.....	123
4.2.1	Tunnel.....	123
4.2.2	Nordportal	124
4.2.3	Vorfeld Süd / Südportal / Betriebsgebäude/Elektronische	126
4.2.4	Betriebsgebäude Süd/West – Technikraum	128
4.3	Zugänge, Zufahrten.....	129
4.3.1	Nordwest-Pforte (Punkt 1).....	129
4.3.2	Personenkontrolle (Punkt 2).....	129
4.3.3	Materialanlieferung (Punkt 3)	129
4.3.4	Personen Zugang zum Flugfeld (Punkt 4)	129
4.4	Anschlussmöglichkeiten	129
4.4.1	Stromversorgung.....	129
4.4.2	Wasserversorgung/Abwasserentsorgung	130
4.5	Baustelleneinrichtungen	130
4.5.1	Grundkonzept	130
4.5.2	Lager- und Arbeitsplätze	130

4.5.3	Baustellenbeleuchtung	131
4.5.4	Baustellentelefon/ -Internet.....	132
4.6	Schutzmaßnahmen und Sicherheitskonzepte	132
4.6.1	Allgemeine Grundsätze	132
4.6.2	Arbeitsschutz	132
4.6.3	Gesundheitsschutz.....	132
4.6.4	Umwelt- und Gewässerschutz.....	133
4.6.5	Natur- und Tierschutz / Immissionsschutz	133
4.6.6	Sicherheits- und Notfallkonzepte	133
4.6.7	Verantwortlichkeiten und Koordinatoren	134
4.7	Baugrundverhältnisse.....	134
4.7.1	Bauwerksaufbau	134
4.7.2	Technische Ausstattung im Bestand	134
4.8	Öffentlicher Verkehr im Baubereich.....	135
5	BESONDERHEITEN BEI ARBEITEN IM SICHERHEITSBEREICH AM FLUGHAFEN	136
5.1	Zugangsberechtigung / Ausweise.....	136
5.1.1	Dauerausweis	136
5.1.2	Besucherausweise	138
5.2	Betreten / Befahren des nicht allgemein zugänglichen Bereichs / Sicherheitsbereich.....	139
5.2.1	Zutrittsberechtigungen / Schulungen	139
5.2.2	Pforten / Wartezeiten.....	141
5.2.3	Baustelle / Baustellentransporte.....	141
5.2.4	Verkehrsregeln.....	142
5.3	Weitere Besonderheiten bei Arbeiten am Flughafen und im Sicherheitsbereich	142
5.3.1	Treibstoffe	142
5.3.2	Rauchen und Alkohol	142
5.3.3	Gewitter über dem Platz.....	142
5.3.4	Heißarbeiten	142
5.3.5	Staub	143
5.3.6	Reinigen.....	143
6	ANGABEN ZUR AUSFÜHRUNG.....	144
6.1	Koordinierung.....	144
6.2	Termine / Meilensteine	150
6.2.1	Los 1 Elektrotechnik	151
6.2.2	Los 2 Brandbekämpfungsanlage.....	151

6.2.3	Reihenfolge und Abwicklung der Arbeiten	151
6.2.4	Zeitliche Beschränkungen	152
6.2.5	Prüfung der baulichen Voraussetzungen	152
6.3	Bauehelfe	153
6.3.1	Arbeits- und Schutzgerüste	153
6.3.2	Montage- und Befestigungen	153
6.4	Stoffe, Bauteile	154
6.4.1	Spezifikationen	154
6.4.2	Ausführung	155
6.4.3	Lieferung und Montage	155
6.4.4	Umweltschutz	157
6.4.5	Befestigungsstrukturen und -Mittel	157
6.4.6	Werkstoffe	159
6.4.7	Installationsmaterial	161
6.4.8	Zubehör	162
6.5	Abfallmanagement und Entsorgung	162
6.5.1	Grundsätzliche Anforderungen	162
6.6	Winterbau	163
6.7	Zustandsfeststellung	163
6.8	Sicherungsmaßnahmen	164
6.9	Aufmaßverfahren und Abrechnung	165
6.10	Prüfungen und Nachweise	165
6.10.1	Eignungs- und Erstüberwachungsprüfungen	165
6.10.2	Eigenüberwachungsprüfungen	167
6.10.3	Fremdüberwachung, Kontrollprüfungen	170
6.10.4	Abnahme	170
7	AUSFÜHRUNGSUNTERLAGEN	185
7.1	Vom AG zur Verfügung gestellte Ausführungsunterlagen	185
7.2	Vom AN zu erstellende bzw. zu beschaffende Ausführungsunterlagen	185
7.2.1	Bauzeitenplan	185
7.2.2	Baustelleneinrichtungsplan	186
7.2.3	Arbeitsanweisungen	186
7.2.4	Bautagesberichte	186
7.2.5	Ausführungsunterlagen	187
7.2.6	Bestandsunterlagen	211
8	ZUSÄTZLICHE TECHNISCHE VERTRAGSBEDINGUNGEN	217

8.1	Auflistung der anzuwendenden „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen“	217
8.1.1	Verkehrsführung und Verkehrssicherheit.....	217
8.1.2	Betriebstechnischen Ausstattung	220
8.1.3	Verkehrsbeeinflussung.....	220
8.1.4	Vermessung / Allgemein	220
8.1.5	Arbeitsstellensicherung	220
8.2	Sonstige anzuwendende Regelwerke des jeweiligen Bundeslandes	221
8.2.1	Energieeffizienz.....	221
8.3	Regelwerke Flughafen Stuttgart GmbH.....	221
9	ANLAGEN	223
10	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	227



Tabelle 1: Verkehrsdaten gemäß der quantitativen Risikoanalyse.....	13
Tabelle 2: Bauwerksdaten gemäß der quantitativen Risikoanalyse	14
Tabelle 3: Grundlagen Beleuchtung	19
Tabelle 4: Vorgabewerte Beleuchtung	19
Tabelle 5: Austeilung der Strahlventilatoren	33
Tabelle 6: Technische Daten der Strahlventilatoren	34
Tabelle 7: Wesentlich Motorkenndaten/ -merkmale	35
Tabelle 8: Schalldämpfer(-leistungsfähigkeit)	37
Tabelle 9: Saug- und Druckseitige Strahlablenker	37
Tabelle 10: Laufradaufbaudaten	37
Tabelle 12: Austeilung der Trübe- und Co-Messgeräte	39
Tabelle 13: Austeilung der Strömungsmessgeräte	40
Tabelle 14: Schnittstellen und Zuständigkeitsbereiche der beteiligten Baulose	150
Tabelle 15: Zuordnung von Bau- und Anlagenteilen zu Anforderungsklassen	159
Tabelle 16: Mindestanforderungen an nichtrostende Stähle	159

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Lage Flughafentunnel B312.....	13
Abbildung 2: Bestehende Kabelschutzrohanlage	15
Abbildung 3: Lüftungsschema	31
Abbildung 4: Einbausituation SV Tunnelabschnitt kleinerer Querschnitt	32
Abbildung 5: Einbausituation Tunnelabschnitt größerer Querschnitt.....	32
Abbildung 6 Schematische Darstellung Kabelweg Versorgungskanal SB138 - Tunnel.....	99
Abbildung 7: Lageplan (Quelle Geoportal Baden-Württemberg)	123
Abbildung 8: Lageplan Tunnel und Vorportale	124
Abbildung 9: Lageplan Nordportal Tunnel	124
Abbildung 10: SB 138 Eingang.....	125
Abbildung 11: Eingangsbereich und Treppe zum Versorgungskanal SB138	125
Abbildung 12: SB137 im Versorgungskanal.....	126
Abbildung 13:Land- Luftgrenze.....	126
Abbildung 14 :Lageplan Südvorportalbereich	127
Abbildung 15: Südportal	127
Abbildung 16: Trafobereich mit Standort des neuen Zugangs	128
Abbildung 17: Eingang Betriebsgebäude vom Trafobereich	128
Abbildung 18: Lageplan mit Zufahrten und Zugängen zum Flugplatz	129

Abbildung 19: Workflow der Werks- und Montageplanung	188
--	-----

ENTWURF



1 VORWORT

Die in dieser Baubeschreibung enthaltenen Angaben zu Los 1 Elektrotechnik und Los 3 Bautechnik dienen ausschließlich der Information und zur Darstellung der Schnittstellen sowie des Gesamtzusammenhangs. Sie begründen keine zusätzlichen Leistungs- oder Ausführungsverpflichtungen für das Los 2, sofern diese nicht ausdrücklich in den jeweiligen Vertragsunterlagen gefordert sind.

2 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER LEISTUNG

Die gegenständliche Baumaßnahme umfasst die Ertüchtigung und Modernisierung der betriebstechnischen Ausstattung des Flughafentunnels B312, des Betriebsgebäudes sowie der Tunnelvorfelder. Die Arbeiten erfolgen gemäß den aktuellen Vorgaben der RE-ING, den firmeninternen Richtlinien der Flughafen Stuttgart GmbH (FSG) und den einschlägigen Normen. 4 m

Die gesamte Maßnahme wird in mehreren Baulosen unterteilt. Diese sind nachfolgend aufgelistet und werden in Kapitel 7.1 näher beschrieben. Diese Baubeschreibung gilt gleichermaßen für die Lose 1 und 2, wobei Kapitel 3 ausschließlich Los 1 und Kapitel 0 ausschließlich Los 2 betrifft. Die Angaben zur Baustelle sind Kapitel 4 zu entnehmen.

Es handelt sich um folgende Lose:

- Los 1 Elektrotechnik: Betriebstechnische Ausstattung (BTA)
- Los 2 Brandbekämpfungsanlage (BBA)
- Los 3 Bauliche Maßnahmen: Bautechnik / Umbau Betriebsgebäude inkl. weiterer Maßnahmen in den Vorportalbereichen.
- Los 4 Brandschutzputz: Sanierung des Brandschutzputzes an der Tunneldecke im alten Tunnelteil
- Pumpenhaus: Neubau Pumpenraum und Löschwasservorratsbecken.
- Los 6: Fahrbahndeckenerneuerung und Sanierung Spritzschutzgeländer.



2.1 Objektbeschreibung

2.1.1 Tunnel



Abbildung 1: Lage Flughafenentunnel B312

Der Flughafenentunnel B312 befindet sich auf der Filderhöhe zwischen Filderstadt-Bernhausen im Süden und Stuttgart-Plieningen im Norden und verläuft unter den Flugbetriebsflächen des Flughafens Stuttgart (zwei Rollbahnen sowie die Start- und Landebahn). Der Tunnel ist Teil der Bundesstraße B 312 und wurde erstmals im Jahr 1961 (Tunnelabschnitt 1) in Betrieb genommen. Im Jahr 1992 erfolgte eine Verlängerung um 127 Meter (Tunnelabschnitt 2) auf insgesamt 509 Meter und eine erneute Inbetriebnahme.

Der Verkehr im Tunnel wird einspurig im Gegenverkehr geführt. Auf einem erhöhten seitlichen Weg ist Rad- und Fußgängerverkehr zugelassen.

Eingabeparameter Verkehr	Flughafentunnel
Prognosejahr	2036
DTV	17.900 Kfz/24h
MSV	1.790 Kfz/h (mit $k=0,1$)
LKW-Anteil	6,86 %
Bus-Anteil	0,14 %
Gefahrgutanteil	0 % (keine Gefahrguttransporte im Tunnel zugelassen)
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	50 km/h
Querschnittsform	Rechteckquerschnitt

Tabelle 1: Verkehrsdaten gemäß der quantitativen Risikoanalyse

Eingabeparameter Bauwerk	Flughafentunnel
Anzahl der Tunnelröhren	1
Tunnellänge	509 m
Anzahl Fahrstreifen pro Richtung	1 (gesamt 2)
Fahrstreifenbreite	Tunnelabschnitt 1: 3,00 m

	Tunnelabschnitt 2: 3,50 m
Breite Notgehweg – westlich	Tunnelabschnitt 1: 0,64 m Tunnelabschnitt 2: 1,50 m
Breite Notgehweg – östlich	Tunnelabschnitt 1: 0,52 m Tunnelabschnitt 2: 0,50 m
Breite Geh- und Radweg	Tunnelabschnitt 1: 1,20 m Tunnelabschnitt 2: 2,50 m
Querschnittsform	Rechteckquerschnitt
Gesamtbreite der Fahrbahn	Tunnelabschnitt 1: 8,40 m Tunnelabschnitt 2: 11,50 m
Höhe	Tunnelabschnitt 1: 4,56 m Tunnelabschnitt 2: 4,70 m
Längsneigung (FR Plieningen – ausgehend vom Südportal:)	+0,55 % auf rd. 442 m +2,42 % auf rd. 12 m +2,53 % auf rd. 12 m +2,99 % auf rd. 17 m +3,59 % auf rd. 26 m
Notausgänge	keine
Zu- und Abfahrten im Bereich des Tunnels	Kreuzung am Südportal: rd.170 m entfernt Kreuzung am Nordportal: rd. 30 m entfernt
Notrufstationen	4 Notrufsprechstellen
Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität: Zugänglichkeit von Notrufstationen und Benutzbarkeit von Fluchttüren	keine

Tabelle 2: Bauwerksdaten gemäß der quantitativen Risikoanalyse

2.1.1.1 Tunnelwände

Die Tunnelwände im älteren Tunnelabschnitt 1 (von Südportal bis Aufweitung) sind mit weißen Fliesen beschichtet. Diese bleiben erhalten und werden durch dritten gereinigt und ggf. instandgesetzt.

Die Tunnelwände im neueren Tunnelabschnitt 2 sind mit einer hellen Beschichtung bis ca. 2,5 m über Gehwegoberkante versehen, die ebenso bestehend bleibt.

2.1.1.2 Notrufrnischen

Die bestehenden, nicht begehbaren Notrufrnischen haben Abmessungen von ca. 1,40 m × 1,60 m × 0,45 m (H × B × T). Sie sind in der Tunnelostwand angeordnet und vom Geh- und Radweg aus zugänglich.

Von der Notrufrnische führt jeweils ein Wandschlitz mit 5 x PE70 Rohren zu einem Kabelschacht und damit zu den Kabelschutzrohrtrassen unter dem Notgehweg.

2.1.1.3 Kabelschutzrohre

Im Tunnel ist eine bestehende Kabelschutzrohranlage vorhanden. Diese besteht abschnittsweise aus 15 bis 21 Kabelschutzrohren DN 100, die unter dem Geh- und Radweg bzw. dem östlichen Straßenrand verlegt sind. Sie sind mit Zugschächten sowie Hochführungen (Wandschlitz) in den Wänden ausgestattet, die zu den Geräten und Einrichtungen führen. Die bestehenden Schachtdeckel werden bauseitig erneuert.

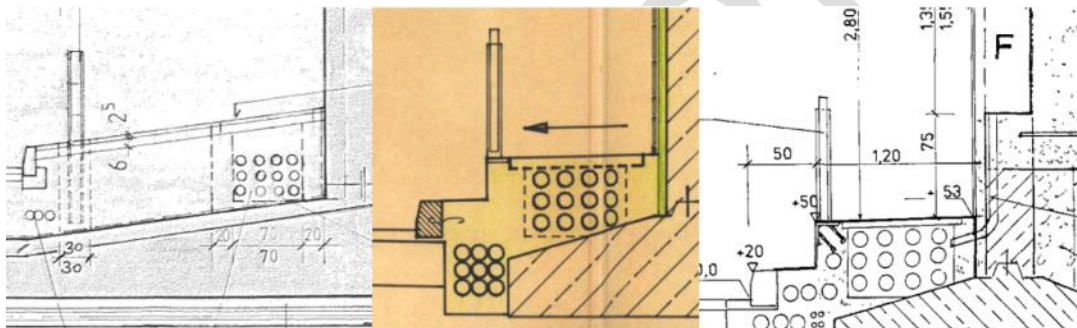


Abbildung 2: Bestehende Kabelschutzrohranlage

Neben den Kabeln der betriebstechnischen Tunnelausstattung befinden sich auch fremde Leitungen in der bestehenden Kabelschutzrohranlage. Diese dürfen nicht beschädigt werden. Jegliche Manipulation an fremden Leitungen erfordert die Zustimmung des Eigentümers. Sämtliche Erschwernisse im Zusammenhang mit diesen fremden Leitungen gelten als mit den Einheitspreisen abgegolten und werden nicht gesondert vergütet.

Im Bereich der bestehenden Kabelziehschächte sind stellenweise kabelhochführungen über Wandschlitz vorhanden. Diese sind für die Verkabelung der betriebstechnischen Ausstattung zu verwenden und mit neuen Abdeckungen zu versehen.

Die Schachtdeckel werden bauseitig im Zuge der Tunnelsperre erneuert.

2.1.1.4 Wasserentnahmestellen

An den Tunnelportalen befinden sich bestehende Wasserentnahmestellen (Hydranten). Eine Löschwasseranlage gem. RE-ING ist im Tunnel nicht vorhanden und wird nicht nachgerüstet.

2.1.2 Entwässerung

Das im Tunnel und in den Tunnelvorportalen anfallenden Oberflächenwasser wird über eine bestehende Hebeanlage im Bereich des Südvorportals in das vorhandene Regenrückhaltebecken des Flughafens gefördert. Die Hebeanlage, das Regenrückhaltebecken sowie die zugehörigen Steuerschränke bleiben unverändert bestehen. Die Stromversorgung dieser Anlagen ist während der gesamten Tunnelanierung dauerhaft sicherzustellen.

2.1.3 Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude des Flughafentunnels B312 befindet sich als unterirdisches Bauwerk auf der Ostseite des Südportals und ist auf zwei Ebenen angeordnet. Die untere Gebäudeebene (Ebene 1) liegt auf Fahrbahnniveau.

Der Gebäudevorplatz wird durch eine ca. 210 cm hohe Betonmauer von der Fahrbahn sowie vom Fußgänger- und Radweg getrennt. Der Zugang erfolgt derzeit ausschließlich über den Sicherheitsbereich. Im Zuge der Tunnelsanierung wird durch ein Drittunternehmen ein Zugang in der Betonmauer hergestellt, der während der Bauphase als Zugang zum Betriebsgebäude dient und künftig sowohl für Betriebszwecke als auch als Notausgang weiterverwendet wird.

Im Einzelnen ist die künftige Nutzung der vorhandenen Betriebsräume wie folgt vorgesehen:

- Ebene 1
 - » Drei Traforäume, jeweils vom Gebäudevorplatz aus zugänglich; einer davon ist Reserve und wird nicht belegt
 - » Haustechnik Abwasserhebeanlage
 - » Lagerraum (ehemaliger Dieseltank)
 - » Installationsschacht
 - » Flurbereich
- Ebene 2
 - » Flurbereich
 - » Fernmeldetechnik
 - » Niederspannungsraum
 - » Mittelspannungsraum
 - » Ehemaliger Raum des Notstromaggregats, der wie folgt durch ein Dritter aufgeteilt wird:
 - USV-Anlage mit USV-Hauptverteilung
 - Batterieraum
 - Niederspannungsraum – Neu
 - Funkraum

2.1.4 Vorportalbereiche

In den Vorportalbereichen sind bestehende Kabelschutzrohre (KSR) vorhanden, die für die Verkabelung der verkehrstechnischen Einrichtungen weiterverwendet werden. Für die neu zu errichtenden Sperranlagen und Freifeldschränke werden stellenweise neue KSR-Anlagen durch Dritte (Los 3) hergestellt.

3 LEISTUNGSBESCHREIBUNG LOS 1 ELEKTRO- TECHNIK

3.1 Beleuchtungsanlage

3.1.1 Allgemein

Die Auslegung der Tunnelbeleuchtungsanlage im Tunnel hat gemäß DIN 67 524-1 zu erfolgen. Die Tunnelbeleuchtung bestehend aus einer Adaptationsbeleuchtungsanlage je Tunnelportalm, einer Durchfahrtsbeleuchtungsanlage für die Tunnelinnenstrecke und der Rad- und Gehwegbeleuchtung.

Für die Beleuchtung des Tunnelbauwerkes sind zu berücksichtigen

- die RE-Ing
- die DIN 67 524-1 (Beleuchtung von Straßentunnel und Unterführungen), soweit die Aussagen der DIN nicht im Widerspruch zur EABT 80/100 stehen
- die DIN EN 60598-1 (Leuchten – Teil1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen)
- die DIN EN 60598-2-22 (Leuchten – Teil2-22: Besondere Anforderungen – Leuchten für Notbeleuchtung)
- die ZTV-Ing StrTun-BTA

Die Beleuchtung eines Straßentunnels ist ein wichtiger Bestandteil der sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Ausstattung. Sie muss sowohl die Sehaufgaben des Verkehrsteilnehmers, die in der DIN 67 524-1 beschrieben und durch die lichttechnischen Gütemerkmale definiert sind ermöglichen, als auch einen wirtschaftlichen Betrieb des Tunnelbauwerks gewährleisten.

In der Tunnelröhre sind beidseitig die Leuchten der Durchfahrts- und der Adaptationsbeleuchtung (inklusive Zubehör) so anzuordnen, dass eine Wartung unter Spursperrung unter Berücksichtigung der geltenden technischen Regeln für Arbeitsstätten möglich ist (Installation: An der Tunnelwand).

Die Energieversorgung und die Beleuchtungssteuerung / -regelung erfolgt von Beleuchtungsverteilerschränke. Die Verteilerschränke sind im Betriebsgebäude bzw. im Versorgungsstollen untergebracht. Die Versorgung der Leuchten ist in Abschnitte zu teilen. Die Beleuchtungssteuerung ist in die SPS zu integrieren. Separate Lichtrechner sind nicht zulässig.

Die Betriebsstunden und der Verbrauch der Adaptationsbeleuchtung und der Durchfahrtsbeleuchtung sind von der Leittechnik zu erfassen.

Im Bereich der Adaptationsbeleuchtung ist je Fahrtrichtung eine Analyse der Fahrbahnreflexion durchzuführen. Die Analyse kann mittels Vor-Ort-Messung oder mittels Bohrkern-Analyse durchgeführt werden. Bei der Analyse mittels Bohrkern, ist der Prüfling ist einer Glasperlenbestrahlung zur lichttechnischen Untersuchung zu unterziehen. Die durch die Kernbohrung entstandenen Löcher sind fachgerecht zu verschließen. Nach Abschluss der Sanierung wird die Fahrbahndecke erneuert und als Reflexionseigenschaften sind die Werte gemäß der Nachfolgenden Auflistung zu verwenden.

Die Reflexionseigenschaften der Wände sind mittels Messung zu erheben und der lichttechnischen Berechnung zugrunde zu legen.

Die Montage der Leuchten sowie die Einteilung der o.g. Strecken haben anhand der Beleuchtungsberechnung unter Berücksichtigung sämtlicher montierten Objekte (wie z.B. Strahlventilatoren etc.) vom AN zu erfolgen.

Befestigungen mit einem bestimmten Winkelmaß sind so auszuführen, dass keine Verwechslungen nach einer Demontage möglich sind.

Für die Tunnelleuchten sind im Rahmen der W+M-Planung folgende Leistungen auszuführen:

- Nachweise zum ESG-H Glas mit Rahmen
- Nachweise zur mechanischen Schutzart, es werden nur Nachweise eines externen Prüflabors anerkannt. Das Prüflabor ist durch den AG freizugeben. Berechnung der Beleuchtung
- Bemusterung der Leuchten
- geprüfte Statik für Befestigung

Nach der Fertigstellung der Beleuchtungsanlage ist eine lichttechnische Messung durchzuführen.

Zur Auslegung der Beleuchtungsanlage sind folgende Kenngrößen heranzuziehen:

- Begrenzung des Lichtes Raumes mit 4,50 m
- Höhe Tunneldecke: ca. 4,7 m
- Lichtpunkthöhe: ca. 4,0 m (an den Tunnelwänden)
- Neigung: Ist vom AN zu definieren
- Fahrstreifen und Notgehwegbreite siehe Regelquerschnitt
- Fahrbahnbelag Beton (Für die Angebotsphase $q_0=0,07 \text{ cd/m}^2\text{lx}$ (C2))
- Tunnelwand bis 3 m Höhe weiß beschichtet Reflexionswert gem. Messergebnissen (Für die Angebotsphase: $q_0=0,15 \text{ cd/m}^2\text{lx}$ --> ca. 47%)
- Ausstrahlwinkel von $< 68^\circ$
- Wandleuchtdichte bis 3 m über dem Notgehweg von 60 % der Fahrbahnleuchtdichte
- Planungs- / Wartungswert von 1,5 (gem. DIN)
- Blendungsbegrenzung bei einer Schwellenwerterhöhung von $TI \leq 15 \%$, gemäß EABT
- Ermittlung der L20-Leuchtdichten aus den Portalansichten für beide Einfahrtssportale
- Instandhaltungsfähigkeit unter Fahrstreifensperrung

	Fahrtrichtung Süden (Nordportal)	Fahrtrichtung Norden (Südportal)
Zul. Verkehrsgeschwindigkeit in der Innenstrecke (Bemessungsgeschwindigkeit Innenbeleuchtung)	50 km/h	
Zul. Verkehrsgeschwindigkeit vor den Tunnelportalen (Bemessungsgeschwindigkeit Adaptationsbeleuchtung)	50 km/h	50 km/h
Steigung (+) / Gefälle (-) in den Annäherungsstrecken	-3,5 %	+0,55 %

	Fahrtrichtung Süden (Nordportal)	Fahrtrichtung Nor- den (Südportal)
Ungünstigste Neigung der Innenstrecken	-3,5 %	+0,55 %
Haltesichtweite	49,56 m	46,52 m
Verkehrsart	Gegenverkehr	
Einfahrtsbeleuchtung	Gegenstrahlbeleuchtung	
Durchfahrtsbeleuchtung	Symmetrische Beleuchtung	
DTV-Wert gemäß Verkehrsprognose für 2032	17.900 Kfz / 24 h	
LKW-Anteil	~7 %	~7 %
Beleuchtung der Tunnelvorfelder im Ereignisfall	ja	ja
Tunnellänge	509 m	
Leuchtenanordnung	2-reihig, direkt an der Tunnelwand	

Tabelle 3: Grundlagen Beleuchtung

	Planwerte Leuchtdichte	Wartungswerte Leuchtdichte
Adaptationsbeleuchtung Fahrtrichtung Süden (Nordportal)	164 cd/m ²	109 cd/m ²
Adaptationsbeleuchtung Fahrtrichtung Norden (Südportal)	174 cd/m ²	116 cd/m ²
Durchfahrtsbeleuchtung Tag	3,12 cd/m ²	2,08 cd/m ²
Durchfahrtsbeleuchtung Nacht	1,125 cd/m ²	0,75 cd/m ²
Gehwegbeleuchtung	10 lx	-

Tabelle 4: Vorgabewerte Beleuchtung

3.1.2 Adaptationsbeleuchtung

Die Adaptationsbeleuchtung ist je Tunneleinfahrt aus zwei Leuchtenreihe mit asymmetrisch strahlenden LED-Leuchten unterschiedlicher Leuchtenleistung auszuführen. Ein wirksames Wärmemanagement ist nachzuweisen. Die Leuchte kann mit oder ohne separater Versorgungsbox (LED-Ansteuerelektronik) ausgeführt werden. Die Leuchtenreihe der Adaptationsbeleuchtung ist je Einfahrt in mehrere Stromkreise aufzuteilen. Die Adaptationsbeleuchtung ist mit einer kontinuierlichen Regelung (Dimmung) aufzubauen. Der Steuerbefehl zur Dimmung der Leuchten kommt von der SPS und ist via DPG an die Leuchte übertragen. Die Ansteuerung der LED-Leuchten hat mit einem analogen Signal (4-20 mA oder 1-10 V) mit Ruhestromprinzip (0 mA bzw. 0 V = EIN) zu erfolgen. Die Leuchten müssen zusätzlich zum Energiekabel mit einer eigenen Steuerleitung (ausgehend vom jeweiligen Beleuchtungsunterverteiler) angeschlossen werden. Je nach Schaltstufe sind die Leuchten im hinteren Abschnitt abzuschalten. Die Schaltstufen sind mit dem AG und der BÜ abzustimmen.

Werden Leuchten mit einer DALI-Ansteuerung angeboten, so sind die zusätzlichen Komponenten, die für die Ausführung DALI erforderlich sind, mit den Einheitspreisen der Leuchten abgegolten.

Bei der Länge der Leuchte ist darauf zu achten, dass es im Bereich der Durchfahrtsbeleuchtung zu keiner Überschneidung der Leuchtendisposition (Adaptationsbeleuchtung und Durchfahrtsbeleuchtung) kommt. Das Versetzen einzelner Leuchten außerhalb der vorgegebenen Längsachse ist nicht zulässig. Ausgenommen hiervon sind die Ventilatorstandorte. An diesen Stellen sind die Leuchten ggf. in Tunnellängsrichtung zu verschieben, um Schatten durch die Strahlventilatoren zu verhindern.

Die Lichtfarbe der Adaptationsleuchten ist an jene der Durchfahrtsleuchten anzupassen.

3.1.3 Durchfahrtsbeleuchtung

Um eine Ausleuchtung des gesamten Tunnelbereiches sicherzustellen, ist eine ständige Beleuchtung über die gesamte Durchfahrtstrecke geplant. Die Durchfahrtsbeleuchtung (DFB) besteht aus zwei Leuchtenreihen, die an den Tunnelwänden zu montieren sind. Es sind symmetrisch strahlende LED-Durchfahrtsleuchten einzusetzen. Ein wirksames Wärmemanagement ist nachzuweisen. Die Leuchte ist ohne separater Versorgungsbox (LED-Ansteuerelektronik) auszuführen.

Die Durchfahrtsbeleuchtung ist in der Tag- und der Nachtschaltung als Sicherheitsbeleuchtung zu betreiben. Hierfür ist jede zweite Leuchte aus dem USV-Netz zu versorgen.

Bei der Durchfahrtsbeleuchtung wird zwischen Tagbeleuchtung und Nachtbeleuchtung unterschieden. Die in der Nacht betriebene DFB fungiert gleichzeitig als Notbeleuchtung.

Die Regelung der Durchfahrtsbeleuchtung erfolgt durch Dimmung / Abschaltung der LED-Leuchten. Die Ansteuerung der LED-Leuchten hat mit einem analogen Signal (4-20 mA oder 1-10 V) mit Ruhestromprinzip (0 mA bzw. 0 V = EIN) zu erfolgen. Die Leuchten sind zusätzlich zum Energiekabel mit einer eigenen Steuerleitung anzuschließen. Der Steuerbefehl zur Dimmung der Leuchten kommt von der SPS und ist via DPG an die Leuchte zu übertragen.

Werden Leuchten mit einer DALI-Ansteuerung angeboten, so sind die zusätzlichen Komponenten, die für die Ausführung DALI erforderlich sind, mit den Einheitspreisen der Leuchten abgegolten.

Bei der Länge der Leuchte ist darauf zu achten, dass es im Bereich der Adaptationsbeleuchtung zu keiner Kollision der Leuchtendisposition (Adaptationsbeleuchtung und Durchfahrtsbeleuchtung) kommt. Das Versetzen einzelner Leuchten außerhalb der vorgegebenen Längsachse ist nicht zulässig. Ausgenommen hiervon sind die Ventilatorstandorte. An diesen Stellen sind die Leuchten ggf. tiefer abzuhängen, um Schatten durch die Strahlventilatoren zu verhindern.

Die Nachtbeleuchtung ist über die USV-Anlage zu versorgen und mit E90 Kabel zu verkabeln. Eine etwaige Muffung der E90-Kabel hat in den Kabelschächten zu erfolgen.

Am Tag und bei einem Alarmfall ist die Beleuchtung automatisch auf 100 % zu regeln.

3.1.4 Leuchtenbefestigung

Die Leuchtengehäuse sind mittels geeigneter Befestigungswinkel bzw. -bügel einzeln direkt an der Tunnelwand zu befestigen. Bei LED-Leuchten mit separaten LED-Treibern sind diese an die Tunneldecke in der Nähe der Leuchten zu montieren. Das zusätzliche Befestigungsmaterial bei Leuchten mit separaten LED-Treibern ist mit dem Einheitspreis der LED-Leuchten abgegolten.

Die mögliche lichttechnische Beeinflussung, verursacht durch Ausstattungsgegenstände, ist während der Ausführung zu berücksichtigen zu minimieren.

Die Leuchtengehäuse müssen mindestens der Anforderungsklasse I entsprechen. Sämtliche Verbindungselemente der Leuchte (z.B. Schnallen etc.) und Befestigungselemente (Lastabtragende Konstruktionen) müssen der Anforderungsklasse II entsprechen. Zusätzliche Anforderungen an die Verarbeitung und den Materialnachweis sind dem AG/BÜ vorzulegen.

Belastungszustände:

- Eigengewicht der Leuchten einschl. Befestigungskonstruktion. Die Leuchtenbefestigung ist so auszulegen, dass sie das Eigengewicht der Leuchte und montagebedingte Einwirkungen sicher trägt. Es ist die 5-fache Sicherheit gegen zulässige Spannungen zu berücksichtigen.
- Eigengewicht der Leuchten einschl. Befestigungskonstruktion und Brandeinwirkung: Sämtliche Bauteile der Leuchtenbefestigung sind nach DIN 4102-4 nachzuweisen.
- Eigengewicht der Leuchten einschl. Befestigungskonstruktion und Windbelastung. Die Leuchtenbefestigung ist gegen Druck und Sog von $0,8 \text{ kN/m}^2$ zu bemessen. Der dazugehörige Staudruck ist gemäß DIN EN 1991 anzusetzen.

Die drei vorher genannten Belastungszustände sind im Zuge der Werks- und Montageplanung als statische Berechnung einschließlich einer geprüften Statik ausführlich und prüfbar zu führen und vorzulegen.

3.1.5 Beleuchtungssensorik

Bei der Montage von Komponenten der Beleuchtungssensorik an Masten ist sicherzustellen, dass Schwingungen der Masten ausgeschlossen sind, um eine entsprechend sichere und gleichmäßige L20 Messung zu gewährleisten. Die maximal zulässige Schwingung ist mit dem Lieferanten der Beleuchtungssensorik abzustimmen, zu dokumentieren und deren Einhaltung durch eine statische Berechnung im Zuge der Werks- und Montageplanung nachzuweisen.

Die Leuchtdichtekameras liefern ein Signal an einen Eingang der Beleuchtungssteuerung (Datenerfassung gemäß Datenpunktliste). Diese Analogwerte sind mittels Obergrenze (entspricht 20 mA) und Untergrenze (entspricht 4 mA) in cd/m^2 zu normieren.

Weiter kann für jede Messung ein Anpassungsfaktor parametrisiert werden.

Bei Ausfall einer Umfeldleuchtdichtekamera (LDU) ist der Messwert der zweiten Umfeldleuchtdichtekamera (LDU) zu übernehmen.

Alle gemessenen Leuchtdichtewerte müssen im Prozessbild der Beleuchtung in der übergeordneten Leittechnik dargestellt werden. Die Messwerte und Meldungen müssen gespeichert werden und müssen über das „Trendwerkzeug“ der Leittechnik als Messkurve ausgelesen werden können.

Umfeldleuchtdichte L 20:

Der Sensor für die Umfeldleuchtdichte „L 20“ muss die Leuchtdichte des Tunnelumfeldes über einen Sehwinkel von 20° nach den Gesetzen der physiologischen Blendung messen und fungiert innerhalb des Regelkreises als Sollwertgeber. Die Tunnel-Einfahrt ist maskiert, andere Blendquellen können über eine Maskierung ebenfalls ausgeblendet werden.

Der Sensor „L 20“ muss in Entfernung der Haltesichtweite vom Tunnelportal in Blickrichtung des Kraftfahrers auf den Tunnel außerhalb des Lichtraum-Profiles, Höhe ca. 4,50 m, an der rechten Fahrbahnseite angeordnet werden. Das Sichtfenster des Sensors ist gegen Verschmutzung durch einen speziellen Blendenring - Stau-Effekt - weitgehend zu schützen. Ein EMV-Schutz sowohl auf Seite der Versorgungsspannung als auch auf Seite des Messsignals ist vorzusehen.

Einsichtsstreckenleuchtdichte:

Der Sensor für die Leuchtdichte in der Einsichtsstrecke erfasst das Messfeld über einen festen Gesichtsfeldwinkel von 20° und wird als Istwert-Sensor für das Erfassen der Fahrbahnleuchtdichte in der Einsichtsstrecke (Ist-Sollwert-Vergleich) eingesetzt.

Der Sensor ist in der Einsichtsstrecke des Tunnels zu montieren mit Blickrichtung in Fahrtrichtung. Das Gesichtsfeld ist auf die Fahrbahnmitte auszurichten. Um die Referenz-Leuchtdichte optimal erfassen zu können, muss der exakte Montageort des Sensors im Zuge der Werks- und Montageplanung auf der Baustelle festgelegt werden. Das Sichtfenster des Sensors ist gegen Verschmutzung durch einen speziellen Blendenring - Stau-Effekt - weitgehend zu schützen. Ein EMV-Schutz sowohl auf Seite der Versorgungsspannung als auch auf Seite des Messsignals ist vorzusehen.

Innenstreckenleuchtdichte:

Der Sensor für die Innenstreckenleuchtdichte wird als Istwert-Sensor für das Erfassen der Fahrbahnleuchtdichte in der Innenstrecke (Ist-Sollwert-Vergleich) eingesetzt. Das Gesichtsfeld des Sensors ist auf ein im Zuge der Werks- und Montageplanung festgelegtes Referenzfeld in der Fahrbahnmitte auszurichten. Es darf nicht durch dauernden Fremdlichteinfall beeinflusst werden.

Kurzzeitige Störungen durch den Fahrzeugverkehr müssen durch einen im Regelgerät entsprechend hinterlegten Regelalgorithmus herausgefiltert bzw. geglättet werden. Das Sichtfenster des Sensors ist gegen Verschmutzung durch einen speziellen Blendenring - Stau-Effekt - weitgehend zu schützen.

Ein EMV-Schutz sowohl auf Seite der Versorgungsspannung als auch auf Seite des Messsignals ist vorzusehen.

Beleuchtungsstärkemessgerät:

Zusätzlich zu den Sensoren für die Umfeldleuchtdichte „L 20“, sind an den gleichen Masten Beleuchtungsstärkemessgeräte zu installieren.

Diese messen die vertikale Beleuchtungsstärken, die der Intensität der Sonneneinstrahlung entspricht und übernehmen bei folgenden Situationen die Funktion des Sollwertgebers für die Steuerung der Einsichtsstreckenbeleuchtung.

Aufgrund tief stehender Sonnenstände besteht über lange Zeiträume innerhalb des jahreszeitlichen Verlaufs vormittags die Gefahr der Blendung oberhalb der Portale. Hinzu kommt, dass die auf das Portal gerichteten Sensoren für die Umfeldleuchtdichte „L 20“ die durch die direkte Sonneneinstrahlung verursachte Blendung aufgrund ihrer Position und Bauart nicht erfassen können. Um diese für den Verkehrsteilnehmer starke Blendung, bei gleichzeitigem „dunklen“ Tunneleinfahrtsbereich entgegen zu wirken, muss die Einsichtsstreckenbeleuchtung - unabhängig von der Umfeldleuchtdichte L 20 - auf das Maximum hochgefahren werden.

Hierdurch wird sichergestellt, dass bei starken durch ungünstigen Sonnenstand verursachten Blendungen des Verkehrsteilnehmers die maximale Einsichtsstreckenleuchtdichte des betreffenden Einfahrtsbereiches zugeschaltet ist.

Weitere Werte, wie z. B. der Sonnenstand, müssen rechnerisch im Lichtregelsystem ermittelt und in Schaltimpulse umgesetzt werden.

Ein EMV-Schutz sowohl auf Seite der Versorgungsspannung als auch auf Seite des Messsignals ist vorzusehen.

Inbetriebnahme:

Die Sensorwerte L20 und die sich ergebende L20 -Bildgeometrie, sowie die realen Sensorwerte und die Korrekturfaktoren zur Ermittlung der Fahrbahnleuchtdichte müssen vor Ort mittels eines bildauflösenden Leuchtdichtemessverfahrens nachgewiesen werden. Es ist ein Inbetriebnahmeprotokoll mit Nachweis von Ausrichtung und Parametrierung anzufertigen und zur Technischen Prüfung durch den AG vorzulegen. Das Protokoll wird Bestandteil der Bestandsdokumentation. Der AG behält sich vor bei dieser Inbetriebnahme anwesend zu sein. Der Termin ist daher frühzeitig mit dem AG abzustimmen, und der AG muss mit einem zeitlichen Vorlauf von mindestens 10 Werktagen vor Durchführung schriftlich hierzu eingeladen werden.

Kabelwege:

Die Versorgung der Beleuchtungssensorik innerhalb des Tunnels erfolgt über die unterhalb des Gehweg angeordneten Leerrohrtrasse sowie über in die Tunnelwände einbetonierte Leerrohrstichanbindungen bzw. über Kabeltrassen. Sämtliche, an die Tunnelwand befestigten Kabel, sind durch Rohre zu schützen.

Im Vorfeldbereich erfolgt die Kabelverlegung über die vorgesehenen Leerrohrtrassen. Die Verkabelung der Leuchtdichtekameras und Beleuchtungsstärkemessgeräte erfolgt von der nächstgelegenen Freifeldverteiler bzw. Freifeldverteiler.

3.1.6 Beleuchtung des Gehwegs

Der Geh- und Radweg ist mit einer separaten Beleuchtung auszustatten. Es sind LED - Feuchtraumleuchten vorzusehen. Jede zweite Leuchte ist an das USV-Netz anzuschließen. Die Beleuchtung muss eine Beleuchtungsstärke von mindestens 10 Lux gewährleisten können.

Die Beleuchtungen ist im Regelfall ausgeschaltet. Die Ausleuchtung des Gehweges erfolgt von der Durchfahrtsbeleuchtung des Tunnels. Im Bedarfsfall bzw. bei Tunnelwartungen o.Ä. ist die Beleuchtung des Gehweges zu aktivieren. Die Leuchten sind dimmbar (DALI) auszuführen. Für die Leuchten am USV-Netz bzw. Normalnetz ist je ein eigenes Broadcast-Signal vorzusehen.

3.1.7 Fluchtwegkennzeichnung

Fluchtweg- Orientierungsbeleuchtung:

Die bestehenden Leuchten der Fluchtwegkennzeichnung und Orientierungsbeleuchtung sind weiter zu verwenden. Diese sind zu reinigen, zu warten und über eine neue Verkabelung an die neuen Nischenverteilungen anzuschließen.

Notrufhinweisleuchte:

Zur Kennzeichnung der Notrufstationen sind innenbeleuchtete Notrufhinweisleuchten vorzusehen. Jene Notrufhinweisleuchten, die direkt über den Notrufräumen montiert werden, sind mit einer gelben Rundumleuchte zu versehen. Bei Öffnen der Notrufräumtür ist diese Rundumleuchte und die benachbarten Rundumleuchten zu aktivieren, um den nachfolgenden Verkehr zu warnen.

3.1.8 Aktive Leiteinrichtung (Leitbeleuchtung)

Im Tunnel ist die bestehende aktive Leiteinrichtung (ALE) zu erneuern. Die ALE ist eine Einrichtung des Straßenbauträgers, wodurch alle Bestandteile (Stromversorgung, Steuergeräte, ...) im Elektroraum am Südportal des Tunnels untergebracht werden. Dadurch ist gewährleistet, dass Personal des Straßenbauträgers uneingeschränkter Zugang zur Anlage hat.

Die Fahrbahnmarkierungen sind in LED-Technik (Leuchtmittelfarbe Weiß) mit **induktiver** Energieübertragung in einem Abstand von bis zu max. 25 m (jeweils mittig zwischen der kombinierten Fluchtwegkennzeichnungs- u. Orientierungsbeleuchtung) vorgesehen. Die Versorgung der aktiven Leiteinrichtung erfolgt aus dem USV-Netz. Um die Ersatzteilerhaltung zu vereinfachen sind möglichst einheitliche Produkte zu verwenden. Vom AN sind folgende vier Betriebsarten je Ansteuergerät über potentialfreie Kontakte zu schalten:

- Normalbetrieb Tag
- Normalbetrieb Nacht
- Brandfall
- Evakuierung

Im Normalbetrieb ist die ALE so zu schalten, dass sie beidseitig (linker und rechter Notgehweg) in beide Fahrtrichtung leuchtet (Tag: 25 – 100 %; Nacht: 25 – 50 %).

Im Brandfall muss die ALE beidseitig in beide Fahrtrichtungen (100%) leuchten.

Im Evakuierungsfall blinkt die Leiteinrichtung beidseitig in beide Fahrtrichtungen.

Eine unabhängige Ansteuerung der Vorder- und Rückseite der Leuchtelemente ist nicht erforderlich.

Umschaltung Nacht/Tag:

Die Umschaltung hat abhängig von der Außenhelligkeit (analog zur Durchfahrtsbeleuchtung) zu erfolgen. Nur bei Ausfall der Messung hat eine zeitgesteuerte Umschaltung zu erfolgen (ebenfalls mit den hinterlegten Schaltpunkten der Durchfahrtsbeleuchtung, z.B. 22:00/5:00 Uhr).

Die Auswahl der Betriebsarten erfolgt mit folgender Priorisierung:

- Handbetrieb von der Leitechnik
- Automatikbetrieb

Alle eingesetzten Materialien (z.B. Kleber, Vergussmasse, Leitungen, Befestigungen) und Geräte (z.B. LED-Leuchtelemente) müssen für den Einsatz in der aggressiven Umgebung eines Straßentunnels geeignet sein. Der Austausch einzelner Leuchtelemente muss ohne Stemm- u. Brecharbeiten möglich sein.

Für das Gesamtsystem ist eine BAST-Zulassung gefordert.

Bei der Inbetriebnahme sind alle Funktionen zu testen und zu dokumentieren. Zur Dokumentation gehört eine Ersatzteilliste mit gesonderter Kennzeichnung von möglichen Verschleißteilen.

Die Verkabelung der Leuchtelemente erfolgt über den Notgehweg. Unter dem Notgehweg ist ein Schlitz vorzusehen. Am Einbauort der Leuchtelemente sind lokale Aussparungen vorzusehen. Die Größe der Aussparungen sind je nach Produkttyp der Leiteinrichtung herzustellen. Die Aussparungen sind wasserdicht und dauerhaft zu verfüllen.

Um die Stolpergefahr für flüchtende Verkehrsteilnehmer zu minimieren, dürfen die Leuchtelemente lediglich eine maximale Höhe von 30 mm aufweisen.

Die Leuchtelemente sind mit einem 2-Komponenten Kleber am Notgehweg zu befestigen. Das Eindringen vom Wasser und sonstigen Flüssigkeiten muss verhindert werden.

Zur Vermeidung der Beeinflussung von anderen Betriebseinrichtungen (gilt besonders bei Parallelverlegung der Versorgungskabel mit anderen Kabeln auf Kabeltrasse o.ä.) ist das Zuleitungskabel mit Abschirmung auszuführen. Damit etwaige Einflüsse auf die Induktionsschleifen ausgeblendet werden können, ist auf die Reihenfolge der Inbetriebnahme zu achten. Zuerst sind die ALE in Betrieb zu nehmen.

Für etwaige Kondensatoren sind Aussparungen herzustellen. Die Lage der Kondensatoren ist mittels einer Betriebsmittelkennzeichnung an der Tunnelwand zu kennzeichnen.

3.1.9 Straßenbeleuchtung

Die im Vorportal angeordnete Straßenbeleuchtung bleibt bestand. Diese ist eine Fremdanlage und ist nicht Teil dieses Projekts.

3.1.10 Kabelweg Leuchten

Die Versorgung der Leuchten im Tunnel erfolgt über die unter dem Notgehweg angeordneten Leerrohrtrassen. Von den Leerrohrtrassen führen über die Tunnelwände einbetonierte Leerrohrstichanbindungen zu den Kabeltassen. Sämtliche an die Tunnelwand befestigte Kabel sind durch Panzerrohre zu schützen.

3.1.11 Lichttechnische Berechnung

Der AN muss im Rahmen der Werks- und Montageplanung eine lichttechnische Berechnung unter Berücksichtigung der Anforderungen dieser Leistungsbeschreibung, nach DIN 67 524 Teil 1 / Teil 2, EABT 80/100, CIE und in Teilen DIN EN 13201 Teil 2 mit den Daten seiner angebotenen Tunnelleuchte über alle Beleuchtungszonen (Einsichtstrecke, Übergangsstrecke, Innenstrecke) und die einzelnen Tunnelquerschnitte liefern. Auch für die angebotenen Leuchten der Gehwegbeleuchtung ist eine lichttechnische Berechnung zu liefern. Seiner Berechnung müssen die Angaben der technischen Vorbemerkungen, der Pläne, sowie die geomet-

rischen und lichttechnischen Eckdaten zugrunde liegen. Diese müssen in der Berechnung berücksichtigt und klar erkennbar dokumentiert sein. Die im LV ausgetragenen Messungen der Fahrbahnreflexion und der Wandreflexion, sowie der ermittelte L20-Wert ist Grundlage für die lichttechnische Berechnung. Die Auslegungswerte für die lichttechnische Berechnung sind vor der Durchführung mit dem AG abzustimmen.

Die Längsanordnung der Adaptations- und der Durchfahrtsleuchten darf vom Bieter in seiner lichttechnischen Berechnung frei gewählt werden. Die angegebene Lichtpunkthöhe und die Anordnung der Tunnelleuchten im Tunnelquerprofil sind nicht variabel und zwingend einzuhalten.

Allgemeiner Hinweis:

Die Leuchten der Adaptations- und der Durchfahrtsbeleuchtung werden auf einer Linie längs des Tunnels montiert. In der lichttechnischen Berechnung ist darzulegen, dass es zu keinen Überschneidungen zwischen Adaptations- und Durchfahrtsleuchten kommt. Überschneidungen werden nicht akzeptiert. Dabei sind die lichttechnischen Anforderungen und Gütemerkmale zwingend einzuhalten.

Die lichttechnische Berechnung muss Messraster nach DIN 67 524 Teil 2, CIE und in Teilen DIN EN 13201 Teil 2 für die jeweiligen Tunnelzonen und die einzelnen Tunnelquerschnitte ausweisen.

Sämtliche Messraster müssen exakte der Betriebskilometrierung des Tunnels sowie den jeweiligen Portalfüßen zugeordnet werden. Ferner muss in der Lichtberechnung mit angegeben werden, welche Leuchten - unter Angabe der Leuchten-Nr. - beidseitig an das Messfeld angrenzen bzw. innerhalb des Messfeldes angeordnet sind.

Die Messfelder der Beleuchtungsberechnung bilden die Grundlage für die spätere lichttechnische Abnahmemessung zur VOB-Abnahme.

In der Berechnung müssen ebenfalls die zugrundeliegenden Rahmenbedingungen dokumentiert, die Leuchtenkoordinaten und Angaben eventueller Leuchtendrehungen-, Neigungen oder Kippungen sowie folgende Berechnungsergebnisse ausgewiesen werden:

Einzelwerte der:

- Fahrbahnleuchtdichte
- Wandleuchtdichte
- Horizontale Beleuchtungsstärke
- Wandbeleuchtungsstärke

Ferner die Werte der:

- Mittleren Fahrbahnleuchtdichte
- Mittleren Wandleuchtdichte
- Mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke
- Mittleren Wandbeleuchtungsstärke
- Gesamtgleichmäßigkeit
- Längsgleichmäßigkeit
- Verhältnis der Wand zur Fahrbahnleuchtdichte

- TI – Wert
- Flimmerfrequenz

separat für jede Beleuchtungszone (Einsichtstrecke, Übergangsstrecke, Innenstrecke, in den beiden Fahrtrichtungen) und Schaltstufe (ADB: fiktive Schaltstufen 100 %, 75 %, 50 %, 25 %, 12,5 %; DFB: Durchfahrt Tag und Durchfahrt Nacht).

Bemusterung:

Sämtliche zu liefernde Beleuchtungsanlagenteile sind zu Bemustern. Wurde eine Komponente bereits vom AG bemustert und freigegeben, ist keine zweite Bemusterung durchzuführen.

3.1.12 Lichttechnische Messung

Nach mängelfreier Fertigstellung der Beleuchtungsanlage muss vor der VOB-Abnahme (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen) eine lichttechnische Abnahmemessung in Anwesenheit des AG durchgeführt werden. Die lichttechnische Abnahmemessung ist zwingend als statische Messung durchzuführen. Diese lichttechnische Abnahmemessung dient zum Nachweis der Einhaltung der gemäß Leistungsbeschreibung vorgegebenen und in der Lichtberechnung dokumentierten Werte.

Sämtliche Messungen dürfen nicht durch den Lieferanten der Beleuchtungsanlage durchgeführt werden.

Der AN muss dem AG mit Angebotserstellung einen herstellerunabhängigen Prüfsachverständigen zur Durchführung der lichttechnischen Abnahmemessung benennen. Der AG behält sich die Zustimmung vor.

Messdurchführung, Protokollierung, Auswertung und Bewertung der Daten

Zu der lichttechnischen Abnahmemessung sind Messprotokolle zu erstellen, die dem AG spätestens 12 Werktage vor Durchführung der Messung zur Genehmigung vorzulegen sind.

Unmittelbar im Anschluss an die Messwertaufnahme sind dem AG die in den freigegebenen Messprotokollen eingetragenen Messwerte als Rohwerte zu übergeben. Die Aus- und Bewertung der einzelnen Messwerte und -Ergebnisse erfolgt hiervon unabhängig innerhalb von 5 Werktagen nach Abschluss der Messung und hat wie nachfolgend beschrieben zu erfolgen.

Grundlage der lichttechnischen Abnahmemessung ist DIN 67 524 Teil 2, CIE und in Teilen DIN EN 13201 sowie die zur Ausführung freigegebene Beleuchtungsbeurteilung. Gemessen werden die einzelnen Beleuchtungszonen (Einsichtstrecke, Übergangsstrecke, Innenstrecken, in den beiden Fahrtrichtungen) in den Schaltstufen 100 %, 75 %, 50 %, 25 %, Durchfahrt Tag und Durchfahrt Nacht.

Eine Abnahmemessung ist auch für die Gehwegbeleuchtung durchzuführen.

Für die Abnahmemessung sind nur kalibrierte Messgeräte zugelassen, die in ihrer Genauigkeit DIN 67 524, Teil 2 entsprechen müssen.

Die Abnahmemessung ist nur bei trockener und sauberer Fahrbahn ohne negative Beeinflussung z.B. durch Nebel durchzuführen.

Protokollierung:

Messtechnisch zu ermitteln und in den Messprotokollen zu dokumentieren sind im Einzelnen:

- Fahrbahnleuchtdichte
- Wandleuchtdichte
- Horizontale Beleuchtungsstärke
- Wandbeleuchtungsstärke

als Einzelwerte in Analogie zu der zur Ausführung freigegebenen lichttechnischen Berechnung. Das Messraster der statischen Abnahmemessung muss mit dem der zur Ausführung freigegebenen lichttechnischen Berechnung übereinstimmen.

Ferner muss das Messprotokoll folgende Messgrößen enthalten:

- Leuchtenspannung
- Zustand der Leuchten
- Angabe der Durchfahrtsleuchten (z. B. Stromkreisbezeichnungen) zur exakten Messfeldkennzeichnung
- Umgebungstemperatur
- Klimatische Bedingungen
- Zustand der Fahrbahnoberfläche und der Wand

Die an die Messung anschließende Auswertung und Bewertung der Messergebnisse dient als Nachweis zur Erfüllung der Vorgabewerte und ist in schriftlicher Form darzustellen und abschließend dem AG zu übergeben.

Auswertung und Bewertung:

Die Auswertung muss neben den protokollierten Einzelwerten folgende berechnete Werte der einzelnen Beleuchtungszonen beinhalten

- Mittlere Fahrbahnleuchtdichte
- Mittlere Wandleuchtdichte
- Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke
- Mittlere Wandbeleuchtungsstärke
- Gesamtgleichmäßigkeit
- Längsgleichmäßigkeit
- Verhältnis der Wand zur Fahrbahnleuchtdichte

separat für jede Beleuchtungszone und Schaltstufe.

Abschließend müssen die geforderten, die berechneten und die messtechnisch ermittelten Wert in einem Soll / Ist – Vergleich gegenübergestellt und bewertet werden. Abweichungen von den berechneten Werten sind zu begründen.

Abweichungen die nicht vom AG akzeptiert werden, sind in enger Abstimmung mit dem AG kurzfristig vertragskonform zu korrigieren. Sämtliche hieraus resultierenden Kosten - einschließlich möglicherweise resultierenden Folgekosten – gehen zu Lasten des AN.

Die messtechnische Bestätigung der theoretisch errechneten Werte bildet eine der Voraussetzungen zur Durchführung der VOB-Abnahme.

Zeitlicher Vorlauf:

Der AN muss einen entsprechenden zeitlichen Vorlauf vor dem Termin der VOB-Abnahme berücksichtigen, um möglicherweise erforderliche Anpassungen an der

Beleuchtungsanlage - welche aus dem Ergebnis der lichttechnischen Abnahmemessung resultieren - bis zum Termin der VOB-Abnahme durchgeführt und abgeschlossen zu haben.

Die Art der Durchführung sowie der Termin ist mit dem AG frühzeitig abzustimmen und durchzusprechen.

Koordination:

Die gesamte Koordination obliegt allein dem AN.

3.1.13 Regelung der Tunnelbeleuchtungsanlage

Die Blendungen, die auf das Auge des Kraftfahrers bei Annäherung an das Tunnelportal einwirken, müssen möglichst genau in Abhängigkeit von den Jahres- und Tageszeiten sowie von der Witterung erfasst werden. Hierbei ist die physiologische Anpassung an das menschliche Gesichtsfeld bei der Erfassung der Umfeldhelligkeit durch Leuchtdichtesensoren im Tunnel zu gewährleisten. Die gesamte Tunnelbeleuchtung muss daher in Abhängigkeit von der Blendung bzw. von den Außenleuchtdichten kontinuierlich geregelt werden. Die Tunnelbeleuchtungsanlage besteht aus den Tunnelleuchten, der Beleuchtungsregelung innerhalb der SPS, den Abgangsschaltströmen und der Beleuchtungssensorik.

Als Eingangsgrößen dienen der Beleuchtungsregelung die aufgenommenen Werte der Beleuchtungssensorik, welche vor den Portalbereichen mit Ausrichtung auf das Tunnelportal, sowie in den Einsichtsstrecken bzw. in der Durchfahrtsstrecke des Tunnels installiert werden.

Regelung der Adaptationsbeleuchtung:

Über den k-Faktor werden die Leuchtdichten der Einsichts- und Übergangsstrecken den Umfeldleuchtdichten angepasst. Alterung, Verschmutzung der Leuchten, Lichtstromrückgang sowie Reflexion der Tunnelwände und der Fahrbahn werden durch die Regelung, soweit dieses möglich ist, kompensiert. Die über die Verkehrstechnik erfassten Verkehrsmengen sind zu berücksichtigen. Der k-Faktor muss in Schritten von 0,001 bis 0,999 über die Leittechnik in Schritten von 0,1 % einstellbar sein.

Durch den Soll / Ist-Vergleich zwischen den Fahrbahnleuchtdichten der Einsichtsstrecken (L_{th}) und den Leuchtdichten des Tunnelumfeldes (L_{20}), ist die Adaptationsbeleuchtung nach der Funktion

$$L_{th} = f(L_{20} \cdot k)$$

kontinuierlich zu regeln.

Für die Auslegung der Beleuchtungsanlagen wurden folgende k - Faktoren herangezogen.

- k - Faktor Nordportal 0,028
- k - Faktor Südportal 0,028

Die k-Faktoren sind vom Unternehmer zu überprüfen und ggf. zu korrigieren.

Regelung der Durchfahrtsbeleuchtung:

Die Durchfahrtsbeleuchtung der Tunnelinnenstrecke bei Tag ist durch eine 100 % - Schaltung der LED-Leuchten realisiert.

Um die Durchfahrtsleuchtdichte bei Nacht realisieren zu können, wird die LED-Leuchte gedimmt.

Der Übergang der LED-Leuchten erfolgt mittels Dimmung. Die Leuchten sind mittels Steuerleitung (4-20mA Signal) zu dimmen. Die DPGs von denen der Befehl der SPS übernommen wird, sind bevorzugt im Beleuchtungsunterverteiler, wie auch die Energie-Abgänge zu den Leuchten, unterzubringen.

Die Regelung der Durchfahrtsbeleuchtung erfolgt ebenfalls über die SPS.

Durch den Soll/Ist-Vergleich zwischen der Fahrbahnleuchtdichte der Innenstrecke (L_i) und den Leuchtdichten des Tunnelumfeldes (L_{20}), ist die Durchfahrtsbeleuchtung nach der Funktion $L_i=f(L_{20})$ geregelt.

3.2 Tunnellüftungsanlage

3.2.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

Diese Baubeschreibung legt die Mindestanforderungen für die Herstellung, Lieferung, Montage, Abnahme und Inbetriebnahme der Tunnel-Lüftungsanlage dar. Sämtliche Montagevorrichtungen und – Aufwendungen werden nicht gesondert vergütet und sind mit den Positionen gemäß dem Leistungsverzeichnis abgegolten.

Für die Ausführung gelten nachfolgende Dokumente:

- Leistungsverzeichnis Los 1 Elektrotechnik
- Ggsth. Baubeschreibung
- 2.0.2 Lastenheft Tunnellüftung
- 2.0.1 Berechnung Tunnellüftung

Bei Widerspruch ist die Reihenfolge, wie oben, anzusetzen.

RE-ING gilt, sofern in dieser Baubeschreibung oder den projektspezifischen Unterlagen keine abweichenden Festlegungen getroffen sind.

Ziel der Tunnellüftungsanlage ist die Sicherstellung zulässiger Luftqualitätsbedingungen im Normalbetrieb sowie die Unterstützung der Selbst- und Fremdrettung durch gezielte Rauch- und Wärmeabfuhr im Ereignis- und Brandfall.

3.2.1.1 Konzept Tunnellüftung

Der Flughafentunnel B312 Stuttgart wird mit einer Längslüftung ausgestattet. Im Fahrraum, über die Länge des Tunnels verteilt, werden Strahlventilatoren installiert. Zum Einsatz kommen reversible Strahlventilatoren (geeignet für Blasrichtungsumkehr - Die Strahlventilatoren müssen im Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb gleichwertige aerodynamische Eigenschaften aufweisen.). Die Ventilatoren werden unter Berücksichtigung des Lichtraumprofils in den Ecken des Reckeckprofils untergebracht. Das Konzept der sanierten Anlage kann nachstehender Abbildung entnommen werden.

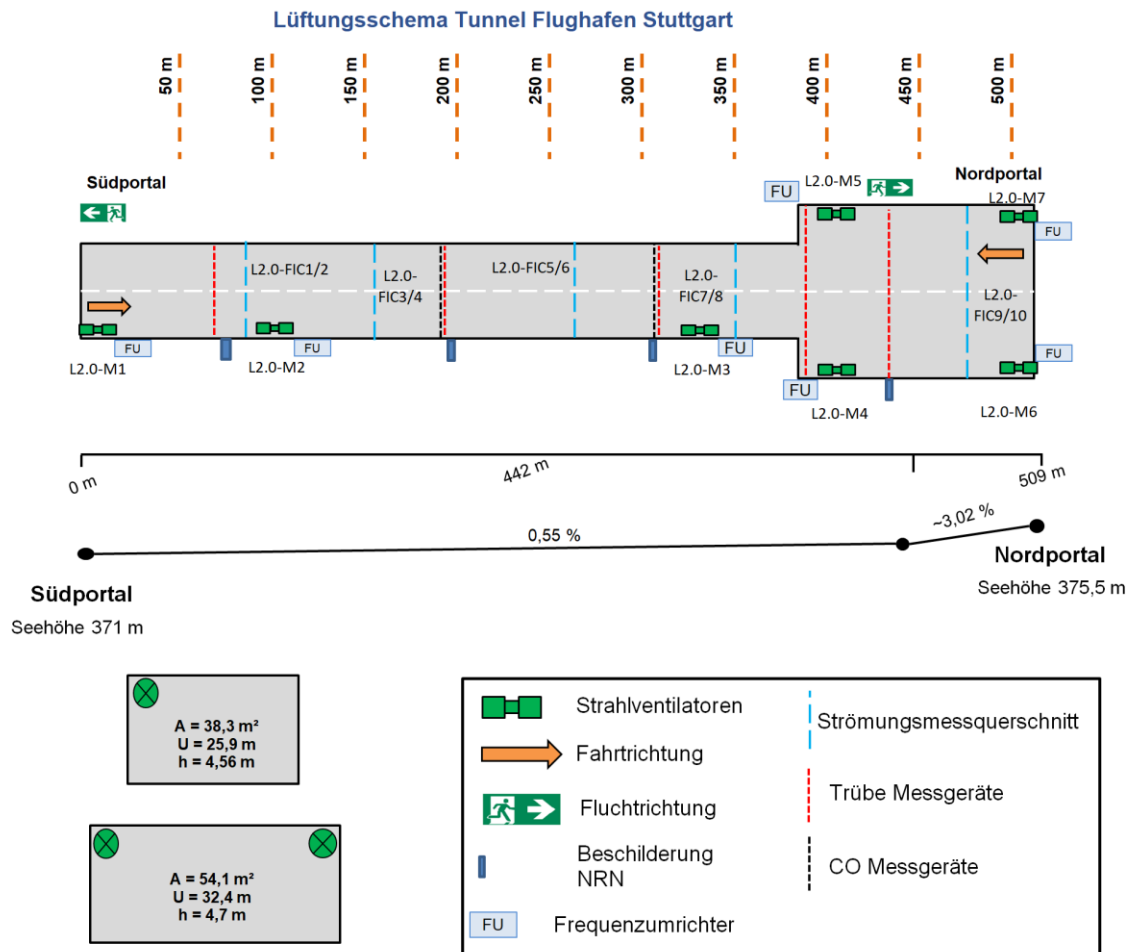


Abbildung 3: Lüftungsschema

3.2.1.2 Funktionsweise Tunnellüftung

3.2.1.2.1 Tunnellüftung im Normalbetrieb

Im Normalbetriebsfall hat die Tunnellüftungsanlage die Aufgabe sicherzustellen, dass die Tunnelbenutzer und das Betriebspersonal unter Berücksichtigung der notwendigen Aufenthaltsdauer in allen im Betrieb auftretenden Verkehrssituationen keinen Schaden erleiden. Dazu sind definierte Luftqualitätskriterien einzuhalten. Aus diesem Grund erfolgt ein Luftaustausch, welcher ausreichend Frischluft über ein Tunnelportal einbringt. Wenn der natürliche Luftaustausch nicht ausreicht, kann der Lüftungsvorgang mechanisch durch die Strahlventilatoren unterstützt werden.

3.2.1.2.2 Tunnellüftung im Ereignisbetrieb

Im Ereignisfall werden die freigesetzten Gase und Verbrennungsprodukte mit Hilfe der Strahlventilatoren über die Tunnelportale entlüftet. Die Strahlventilatoren können zum Einstellen der Zuströmgeschwindigkeit in Längsrichtung verwendet werden.. Abweichend von der RE-ING wird im Ereignisfall, unabhängig von der vorherrschenden Strömungsrichtung, eine Entlüftung in Richtung des nächstgelegenen Portals realisiert. Diese projektspezifische Steuerungsphilosophie ist verbindlich und maßgeblich.

3.2.1.2.3 Querschlagbelüftung

Entfällt, da kein Querschlag vorhanden ist.

3.2.2 Aufstellungsplätze, Montagepunkte

Gemäß Lüftungsauslegung sind 7 Strahlventilatoren vorgesehen. Die Einbausituation kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

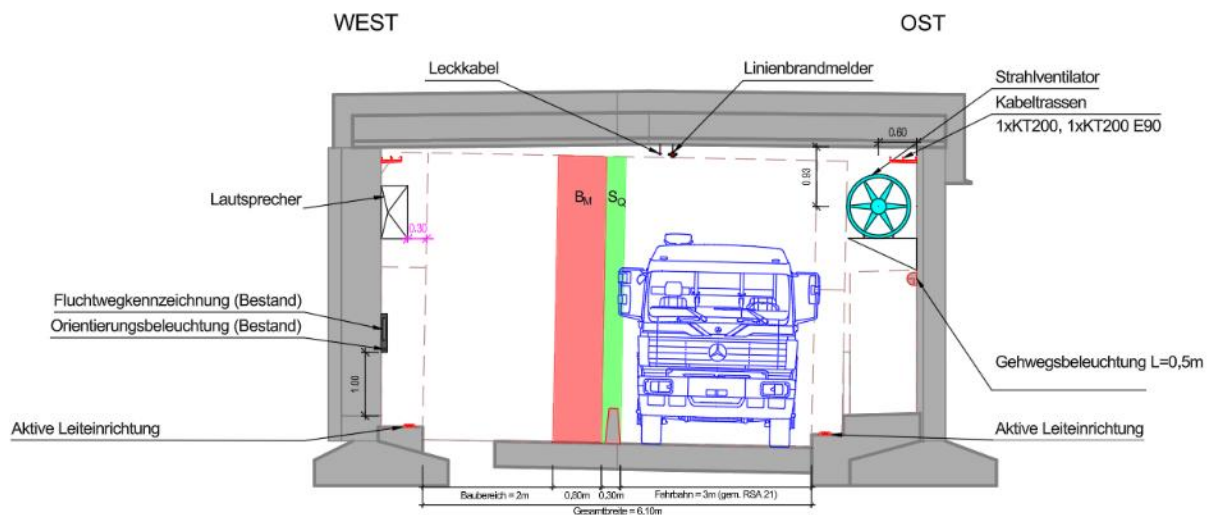


Abbildung 4: Einbausituation SV Tunnelabschnitt kleinerer Querschnitt

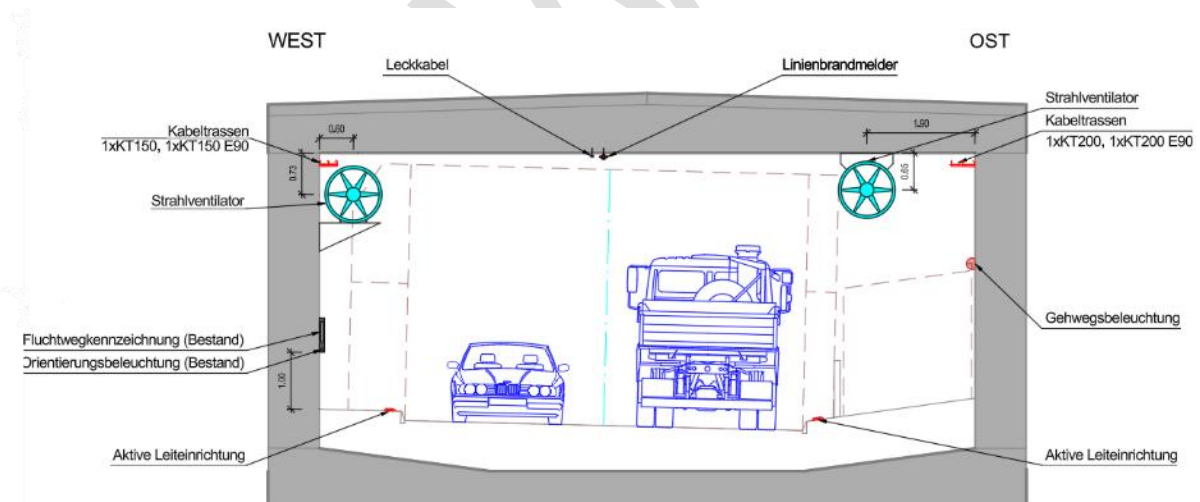


Abbildung 5: Einbausituation Tunnelabschnitt größerer Querschnitt

Eine genaue Austeilung der Strahlventilatoren entlang der Tunnellängsachse bei der Tunnelröhren den folgenden Tabellen entnommen werden.

STRAHLVENTILATORDATEN			
Strahlventilator	Distanz vom Süd-portal	Anzahl	Frequenzumrichter
L2.0-M1	5	1	Ja
L2.0-M2	105	1	Ja

L2.0-M3	335	1	Ja
L2.0-M4, L2.0-M5	405	2	Ja (Beide Strahl-ventilatoren)
L2.0-M6, L2.0-M7	505	2	Ja (Beide Strahl-ventilatoren)

Tabelle 5: Austeilung der Strahlventilatoren

Geringfügige lagebedingte Anpassungen der Einbaupositionen sind zulässig, sofern die Lüftungstechnische Funktion nicht beeinträchtigt wird und der Auftraggeber zustimmt.

3.2.3 Anlagenaufbau

3.2.3.1 Allgemeine Bestimmungen

3.2.3.1.1 Nominalschub

Der Nominalschub ist in Vorzugsrichtung bei der Werksabnahme bei Standardatmosphäre zu erreichen. In Reversierichtung ist bei der Werksabnahme ebenfalls bei Standardatmosphäre mindestens 90% des Nominalschubs zu erreichen.

Bei der Abnahmemessung ist auch eine Ansteuerung mit Frequenzumformer und die maximale Kabellänge im Projekt zu verwenden.

3.2.3.1.2 Schalleistungspegel

Der Schalleistungspegel ist ein logarithmischer Messwert, der die Leistung von Schall unabhängig von Umgebung oder vom Abstand zwischen Quelle und Empfänger misst.

Der maximale Schalleistungspegel von 106 dB(A) darf bei der Abnahme nicht überschritten werden. Die bei der Abnahmemessung zulässigen Toleranzen sind im angegebenen maximalen Schalleistungspegel bereits enthalten.

Für die schallschutztechnische Beurteilung der Strahlventilatoren gelten folgende Normen und Richtlinien:

- VDI-Richtlinie Nr. 2062 Blatt 1: Schwingungsisolierung - Begriffe und Methoden
- VDI-Richtlinie Nr. 2062 Blatt 2: Schwingungsisolierung – Schwingungsisolier-elemente
- DIN EN ISO 13350: Industrieventilatoren - Leistungsmessung von Strahlven-tilatoren

3.2.3.2 Stahlventilatoren

Die wesentlichen technischen Daten der gewählten Ventilatorbauform sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

STRAHLVENTILATORDATEN		
Werkstoff/Material	[-]	vollst. aus Edelstahl der Anforderungsklasse II (nach Kapitel 7.4.6.1) sskonstruktion (inkl. Stützträger Motor), die Ausführungsart muss eine

		profilgetreu Flanschzentrierung ermöglichen (Vermeidung von überflüssigen Trennflächen)
Voraussetzung für Anbauteile	[-]	Flansche, Aufnahme für Schalldämpfer
Max. Außendurchmesser	[mm]	1000
Drehzahl	[1/min]	1450-1490
Min. Standschub	[N]	990
Wellenleistung (Anhaltswert)	[kW]	37
Min. Ausblasgeschwindigkeit	[m/s]	40
Temperaturfestigkeit	[°C/min]	250/90 (gemäß der RE-ING)
Typ	[-]	vollständig reversibel
max. Schalleistungspegel	dB(A)	106
Frequenzumrichter	[-]	ja

Tabelle 6: Technische Daten der Strahlventilatoren

Alle Strahlventilatoren sind mit Frequenzumrichtern gemäß dem Steuerungskonzept auszustatten.

Das Typenschild je SV hat nachfolgende Angaben zu umfassen:

- Ventilator Kennzeichnung
- Standschub [N]
- Motornennleistung [kW]
- Drehzahl [1/min]
- Ausblasgeschwindigkeit [m³/s]
- Außendurchmesser [m]
- Luftdichte [kg/m³]
- Seriennummer
- Baujahr

Der Schwingungssensor ist direkt an der Stelle des Strahlventilators zu montieren, an der unzulässige Schwingungen auftreten oder erkannt werden können. Er ist so ständig den realen Bedingungen direkt am Objekt ausgesetzt. Die dabei aufgenommenen mechanischen Schwingungen werden vom Sensor erfasst und in ein entsprechendes elektrisches Signal umgeformt. Eventuelle Stöße vom Verkehrsraum oder beim Anfahren der Strahlventilatoren dürfen keinen Fehlalarm zur Folge haben. Im Brandfall werden die Signale in der Steuerung überbrückt.

Die nachfolgende Auswertungs elektronik filtert und bearbeitet das Messsignal so, dass ein Ausgangssignal entsteht, welches eine klare und aktuelle Beurteilung gerade in den kritischen Bereichen zulässt. Das Ausgangssignal wird mit einem einstellbaren Grenzwert verglichen. Wenn der Messwert den Grenzwert für eine definierte Zeit überschreitet, schaltet ein Alarmrelais, mit dem Warneinrichtungen oder Steuerfunktionen angesprochen werden können. Unterschreitet der Messwert den Grenzwert, so fällt das Relais nach Ablauf einer Abfallverzögerung in seine Ruhelage zurück. Es müssen zwei Schwellwerte auf einfache Art und Weise einstellbar sein. Sie werden bei der Inbetriebnahme der Strahlventilatoren im Tunnel definiert und protokolliert. Dabei muss die Möglichkeit gegeben sein, dass die Einstellungen

nachträglich nach den Erfahrungen unter fließendem Verkehr angepasst bzw. geändert werden können.

Es sind zwei Zwischenklemmkästen (Schutzart IP66) getrennt für Leistungsteil sowie Schwachstromteil vorzusehen (ein gemeinsamer, aber unterteilter Klemmkasten ist ebenfalls zulässig). Die Klemmkästen sind seitlich am Strahlventilatorgehäuse, an einer im Einbauzustand leicht zugänglichen Stelle, anzubringen.

Materialspezifikation für Klemmenkasten bei Strahlventilator: Edelstahl der Anforderungskategorie I (nach Kapitel 7.4.6.1)

Die Klemmkästen, das Anschlusskabel inkl. Kabelverschraubungen am Klemmkasten sind mit dem Einheitspreis des Strahlventilators abgegolten.

Der gemäß Maschinenrichtlinie erforderliche Revisionsschalter sind in den dafür vorgesehenen Nischen unterzubringen.

Doppelfunktionsmotor		
Max. Motorleistung	[kW]	37
Leistungszahl (n1):	[-]	$\cos \varphi \geq 0,90$ (50 Hz)
Leistungszahl (n2):	[-]	$\cos \varphi \geq 0,87$ (50 Hz)
Konstruktionsmerkmal:	[-]	Flanschmotor, Rezz muss vollständig im Profil – ohne weitere Trennflächen – aufliegend (profilbasierte Flanschzentrierung im SV)
Energieeffizienzklasse:	[-]	o. Spezif. $\rightarrow n1 = \eta \geq 89,5 \%$, $n2 = \eta \geq 88 \%$
Stromanschlusswert:	[V]	400-3-50 /420-3-50
Lager-(Lebensdauer L_{10h}):	[h]	Min. 20.000 Betriebsstunden, mit lebensdauerlangen Lagerschmierung, Lager isoliert
Nennstrom/Anlaufstrom:	[A]	$n2: 66,5 / \approx 6,8\text{-fach}$, $n1: 85,0 / \approx 6,2\text{-fach}$
Motorschutzart:	[-]	mindestens IP55
Äußerer Klemmkasten:	[-]	IP65
Isolationsklasse:	[-]	H
Temperaturklasse:	[-]	Ff250, gem./in Anlehnung an DIN EN 12101-3
Anlaufstrombegrenzung:	[-]	Frequenzumrichtung (FU)
Beschichtung:	[-]	C5, high, Beschichtungssystem und Sollsicht
Wellenende und Passfeder:	[-]	korrosionsbeständiger rostfreier Edelstahl
Kondensatablauflöcher:	[-]	ja, wenn erforderlich, auf Einbaulage achten!
Motoranschlusskabel:	[-]	GLISI HG LISI min. 4 X 16 mm ² (Funktionserhalt 120 min.) o. glw.

Tabelle 7: Wesentlich Motorkenndaten/ -merkmale

Die Motoren sind für Dauerbetrieb (nach DIN EN 60034-1) auszulegen. Ein sicherer Anlauf muss auch bei einer durch den Anlaufstrom verursachten maximalen Unterspannung von 15% gegeben sein. Die Kabelführung in den Motor muss über Schlauchverschraubungen aus Polyamid oder Verschraubungen aus Edelstahl der Anforderungskategorie I (nach Kapitel 7.4.6.1) erfolgen.

Es ist eine Stillstandheizung vorzusehen.

Lager- und Wicklungstemperaturüberwachung ist je SV vorzusehen und in das Prozessleitsystem einzubinden. Alle Temperaturfühler sind in einem gemeinsamen Klemmkasten auszuführen. Die Temperaturfühler sind durch Überspannungsableiter zu schützen. Die Auswertegeräte für die Temperaturfühler müssen Kontakte für Warnung und Schaltung besitzen. Diese müssen als potentialfreie Kontakte bereitgestellt werden.

Pro Lager ist ein eingeschraubter Temperaturfühler (PT 100) vorzusehen. Die Temperaturfühler müssen einfach austauschbar sein. Die Ständerwicklungen sind für jede Phase mit 2 Temperaturfühler (PT 100) auszurüsten (für Betrieb und Reserve). Der Temperaturfühler ist so in die Wicklung einzubetten, dass die mittlere Temperatur des jeweiligen Wicklungsstrangs erfasst wird.

Der Schwingungssensor ist direkt an der Stelle des Strahlventilators zu montieren, an der unzulässige Schwingungen auftreten oder erkannt werden können. Eventuelle Stöße vom Verkehrsraum oder beim Anfahren von Strahlventilatoren dürfen keinen Fehlalarm auslösen. Im Brandfall werden die Signale in die Steuerung übertragen. Die nachfolgende Auswertungs elektronik filtert und bearbeitet das Messsignal so, dass ein Ausgangssignal entsteht, welches eine klare und aktuelle Beurteilung gerade in den kritischen Bereichen zulässt. Das Ausgangssignal wird mit einem einstellbaren Grenzwert verglichen. Wenn der Messwert den Grenzwert für eine definierte Zeit überschreitet, schaltet ein Alarmrelais, mit dem Warneinrichtungen oder Steuerfunktionen angesprochen werden können. Unterschreitet der Messwert den Grenzwert, so fällt das Relais nach Ablauf einer Abfallverzögerung in seine Ruhelage zurück. Es müssen zwei Schwellwerte auf einfache Art und Weise einstellbar sein. Sie werden bei der Inbetriebnahme der Strahlventilatoren im Tunnel definiert und protokolliert. Dabei muss die Möglichkeit gegeben sein, dass die Einstellungen nachträglich nach den Erfahrungen unter fließendem Verkehr angepasst bzw. geändert werden können.

Die Auswerteeinheit verfügt über nachstehend angeführte Funktionalität:

- Überwachung von Schwinggeschwindigkeit
- Relaisausgang mit einstellbarer Ansprechschwelle und einstellbarer Verzögerungszeit zur Vermeidung von Fehlalarmen
- Eigenüberwachung für Versorgungsspannung und Sensor (Versorgungsspannung 24 V)
 - » Eingänge: 1
 - » Ausgänge: 1
- 1 x digital (frei parametrierbare Grenzwertüberschreitung)
- 1 x analog 4...20 mA
- 1x analog AC zum Anschluss von Analysatoren

Schalldämpfer		
Werkstoff/Material:	[-]	vollst. aus Edelstahl der Anforderungsklasse I (nach Kapitel 7.4.6.1)
Konstruktionsmerkmal:	[-]	Schweißkonstruktion (ausnahmslos), Außenmantel vollständig aus einem

		Blech gefertigt; keine Stückelung/Aneinanderreihung von Blechen zulässig
Max: Außendurchmesser	[mm]	1000
Blechstärke Außen- und Innenmantel:	[-]	gem. den statisch-konstruktiven Erfordernissen,
Schalldämpferauskleidung:	[-]	Mineralwolle, nicht entflammbar nach DIN 4102, zzgl. wasserabweisenden Glasfließ
Voraussetzung für Anbauteile:	[-]	Flansch (Verschraubung mit Narbentopf/ Motorschacht)
Schallleistung	[dB(A)]	106

Tabelle 8: Schalldämpfer(-leistungsfähigkeit)

Saug- und Druckseitige Strahlableiter		
Werkstoff/Material:	[-]	vollst. aus Edelstahl der Anforderungsklasse II (nach Kapitel 7.4.6.1)
Konstruktionsmerkmal:	[-]	Schweißkonstruktion (vollständig), über den vollen Ausblasquerschnitt wirksam!
Abstrahlwinkel am STV:	[-]	$\alpha = 19^\circ$, $\beta = 60^\circ$ (gemäß 2.0.1)
Montageart:	[-]	direkt am Schalldämpfer, o. autark (inkl. aller Befestigungsmaterialien!)

Tabelle 9: Saug- und Druckseitige Strahlableiter

Lauftrahlaufbau		
Werkstoff/Material:	[-]	aerodynamische Schaufelprofile aus hochwertigem Leichtmetallguss (Al-SiMg Legierung)
Auswuchtgüte:	[-]	vor dem Einbau nach ISO 14694 statisch dynamisch zu wuchten

Tabelle 10: Lauftrahlaufbaudaten

Falls die Befestigungskonsole versagen sollte, muss der Ventilator durch eine Fangvorrichtung vor dem Herabfallen auf die Fahrbahn gesichert werden. Am Strahlventilator müssen daher Sicherungsvorrichtungen aus Edelstahl 1.4529, unabhängig von der Befestigungskonsole an der Tunneldecke/Tunnelwand (mittels Ringmutter oder Ringschraube) befestigt werden. Es ist darauf zu achten, dass diese im normalen Betriebsfall unbelastet sind. Es ist sicherzustellen, dass bei Bruch der Befestigungskonsole die Fangvorrichtung ein Abstürzen des Ventilators um mehr als 15 cm verhindert. Die Fangeinrichtung muss leicht gespannt sein, um ein Aufschwingen zu verhindern.

Der Transport der SV hat mittels geeignetem Transportmittel zu erfolgen, welches für den allgemeinen Verkehr zugelassen ist, sowie für die vorherrschenden Platzverhältnisse, Wenderadien und zu transportierenden Massen geeignet ist. Zufahrtsmöglichkeiten zur Röhre müssen berücksichtigt werden.

Auf Bauwerksfrequenzen ist zu achten. Hierzu sind vom AN die Fundamentbelastungspläne mit nachfolgendem Umfang zu übergeben:

- Statische/Dynamische Belastung des Fundaments an den Auflagerpunkten
- Belastung des Fundaments beim Bruch einer Laufradschaufel
- Horizontalkräfte durch den Betrieb des SV

3.2.4 Funktionsbeschreibung

Die Funktionsbeschreibung ist dem technischen Bericht Tunnellüftung (Plannummer 2.0.1) zu entnehmen.

Die Tunnellüftungsanlage wird im Normalbetrieb bedarfsabhängig zur Einhaltung der zulässigen Luftqualitätskriterien (CO- und Sichttrübungsgrenzwerte) betrieben.

Im Ereignis- und Brandfall erfolgt eine gezielte Längsentlüftung des Tunnels ausschließlich in Richtung des jeweils nächstgelegenen Tunnelportals, unabhängig von der natürlichen Strömungsrichtung.

Die Strahlventilatoren werden hierzu entsprechend der definierten Steuerungslogik automatisch angesteuert, um eine ausreichende Längsströmung sicherzustellen.

Die Auswertung der Strömungs-, CO- und Sichttrübungsmessungen erfolgt zur Unterstützung und Überwachung der Lüftungssteuerung gemäß dem projektspezifischen Steuerungskonzept.

3.2.5 Prüfungen und Tests

Für die Vertragserfüllung gelten ausschließlich die gemessenen Werte einer befugten Prüfanstalt.

Für die Prüfungen und Tests ist die Anwesenheit des gegenständlichen Auftragnehmers zu mehreren Terminen erforderlich. Nach der Installation und dem Anschließen erfolgt ein Funktionstest.

Der Auftragnehmer stellt alle für die Abnahme erforderlichen Einbauten und Geräte sowie Energie und die zur Bedienung notwendigen Personen. Die mit den Versuchen beauftragten Personen müssen eine entsprechende Sachkenntnis und Übung aufweisen. Sämtliche eingesetzten Messgeräte sind von einer unabhängigen, akkreditierten Prüfanstalt kalibrieren zu lassen, die entsprechenden Protokolle sind vor Versuchsdurchführung vorzulegen. Im Zuge der Messungen, bzw. spätestens nach Abschluss derselben, sind vom Auftragnehmer ausführliche Protokolle anzufertigen, in denen sämtliche Messergebnisse, die Messmethode und die Angabe des jeweiligen Messortes genau zusammengestellt sind. Zum Vergleich sind neben den gemessenen Ist-Daten jeweils auch die geforderten Soll-Daten, die zulässigen Toleranzen sowie die gemessenen prozentuellen Abweichungen einzutragen. Diese Protokolle sind dem AG vorzulegen sowie den Dokumentationsunterlagen beizugeben.

Die Messungen erfolgen unter Beiziehung eines vom AG zu bestimmenden unabhängigen Sachverständigen. Die Terminkoordination für die Messungen erfolgt durch den Auftragnehmer, die anfallenden Kosten für den Sachverständigen werden vom AG getragen.

Für die Ausführung der Lüftungstechnischen Anlagen ist eine Reihe von Tests, Abnahmeversuchen u.ä. durchzuführen. Zur besseren Übersicht sind diese Abnahmen hier noch einmal zusammengestellt:

- Überprüfung am Montageort
- Durchführen der Strömungsversuche
- Durchführen der Brandversuche

Die Prüfungen sind vor der Gesamteinbetriebnahme der Tunnelanlage durchzuführen.

3.2.6 Überwachung der Luftverhältnisse

3.2.6.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

Zur Überwachung der Luftverhältnisse sind die Messung der Luftqualität (CO und Sichttrübung), die die Messung der Strömungsgeschwindigkeit und die Messung der Temperatur erforderlich.

3.2.6.2 Aufstellungsplätze, Montagepunkte

3.2.6.2.1 CO und Sichttrübung

Die Sichttrübung ist an mehreren Stellen entlang des Tunnels in Abständen von höchstens 300 m zu messen. Für die Branddetektion ist zusätzlich zu den Sichttrübungsmessgeräten ein Linienbrandmelder über die gesamte Tunnellänge zu installieren. Die CO-Messung dient nur zu Überwachung der Tunnelluftqualität während des Regelbetriebs und erfolgt mindestens einmal je Lüftungsabschnitt.

In der Tunnelröhre sind zwei CO- und fünf Sichttrübungsmessstellen einzubauen. Die genaue Lage der Messstellen kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 11: Austeilung der Trübe- und Co-Messgeräte

TRÜBE UND CO-MESSGERÄTE		
Trübe und CO-Messgeräte	Distanz vom Südportal	Anzahl
L2.0-LIC1	70 m	1
L2.0-QIC1	195 m	1
L2.0-LIC2	195 m	1
L2.0-QIC2	310 m	1
L2.0-LIC3	310 m	1
L2.0-LIC4	390 m	1
L2.0-LIC5	430 m	1

3.2.6.2.2 Strömungsmessung

Die Verteilung erfolgt unter Berücksichtigung des Abstands zu Strahlventilatoren und anderen Elementen im Tunnel, die den Luftstrom stören könnten. Aufgrund der geringen Länge des Tunnels können die Sensoren nicht mit dem empfohlenen Abstand zu den Strahlventilatoren platziert werden, so dass eine alternative Strategie für die Lüftungssteuerung verwendet wird, die im Lüftungstechnischen Bericht beschrieben wird.

Zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit im Tunnel sind Punktmessgeräte basierend auf dem Ultraschallmessprinzip vorgesehen.

In der Tunnelröhre sind fünf Strömungsmessquerschnitte einzubauen. Pro Messquerschnitt sind zwei Punktmessgeräte (eines auf jeder Seite) vorzusehen. Die genaue Lage der Messstellen kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 12: Austeilung der Strömungsmessgeräte

STRÖMUNGSMESSGERÄTE		
Strömungsmessgeräte	Distanz vom Südportal	Anzahl
L2.0-FIC1/2	85 m	2
L2.0-FIC3/4	155 m	2
L2.0-FIC5/6	265 m	2
L2.0-FIC7/8	350 m	2
L2.0-FIC9/10	475 m	2

3.2.6.3 Funktionsbeschreibung

Die Funktionsbeschreibung ist dem technischen Bericht Tunnellüftung zu entnehmen.

3.3 Verkehrstechnik

3.3.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

Die Verkehrstechnik des Flughafentunnel Stuttgart wird erneuert und auf die aktuellen Vorgaben der RE-ING angepasst. Der Dimensionierung der technischen Ausstattung wird eine Geschwindigkeit von 50 km/h zugrunde gelegt. Die geplante Verkehrstechnik beinhaltet folgende Gewerke für den Flughafentunnel B312:

- Wechsellichtzeichen
- Streckenstation
- Schrankenanlagen
- Höhenkontrolle
- Hinweiszeichen
- Doppelzählerschleifen
- Wechselzeichengeber an bzw. vor den Kreuzungen

Die gesamte verkehrstechnische Anlage ist so auszuführen, dass diese in das zentrale System des Flughafens eingebunden werden kann. Die Anlage muss vollständig System-, Funktions- und Schnittstellenkompatibel zur FSG sein.

Sämtliche Geräte sind prinzipiell für Überspannungskategorie 3 zu liefern bzw. mit geeigneten Blitzstrom- bzw. Überspannungsschutzmaßnahmen vorzusehen. Sämtliche dafür notwendigen Komponenten, Materialien sowie der notwendige Arbeitsaufwand ist mit den Einheitspreisen abgegolten.

Im Rahmen der Werkstatt- und Montageplanung sind an allen Standorten (Schranken, WZG, SST, usw.) die Begebenheiten vor Ort aufzunehmen.

3.3.2 Bauliche Maßnahmen

Für die Aufstellung und Befestigung der einzelnen Anlagen der Verkehrstechnik sind statische Berechnungen von bestehenden Masten, aber auch die Auslegung neuer Masten und Fundamente notwendig. Dabei kommt eine Schnittstelle zum Los 3 Bauliche Maßnahmen zustande. Die Abgrenzung der Leistungen der beiden Lose, sowie die Aufgaben des AN Los 1 werden im Folgenden näher beschrieben. Grundsätzlich erfolgt die Auslegung, Beschaffung und Errichtung der Anlagenteile und Fundamente durch den AN Los 1. Sind jedoch Grabarbeiten notwendig, erfolgt

die Errichtung der Konstruktionen inkl. Erdarbeiten und Anschluss an die Leerrohranlage durch den AN Los 3. Für die ordnungsgemäße Errichtung der Fundamente und Konstruktionen hat der AN Los 1 eine Anleitung zu erstellen.

Es ist der Koordinationsaufwand zwischen den Losen, sowie weiteren dritten einzukalkulieren.

3.3.2.1 Bestehende Masten

Die WZG in den Vorportalsbereichen werden teilweise auf bestehende Masten montiert. Es sind dabei die Masten und ihre Fundamente auf ihre strukturelle Integrität zu prüfen und die Stabilität mit der neuen Einrichtung durch eine statische Berechnung zu bestätigen.

3.3.2.2 Mast

Auslegen und Beschaffung der benötigten Masten inkl. Fundament. Durchführen eine statische Berechnung für jeden Standort inkl. entsprechender Ausstattung. Masten mit interner Kabelführung und Kabelauslässen an den geeigneten Stellen zum Anschluss der technischen Ausstattung. Fundament mit Leerrohr DN110 mit Auslass mittig im Mast und auf Seite des Fundaments.

Standorte:

- Lichtsignalanlage vor Schrankenanlage Süd (mit Ausleger)
- Höhenkontrolle vor Schrankenanlage Nord (mit Ausleger)
- LSA & WZG - Mast Vorportalsbereich Nord (mit Ausleger)
- WZG-Mast Vorportalsbereich Nord (ohne Ausleger)

Der LSA-Mast im Vorportalsbereich Nord wird durch einen neuen Mast mit Ausleger ersetzt, zur Aufnahme eines zusätzlichen WZG. Zu diesem Zweck werden die bestehenden Lichtsignalanlagen demontiert und zwischengelagert. Das Fundament wird nach Erfordernis entsprechende der gestiegenen Anforderungen angepasst oder erneuert. Die Bestands-LSA sind nach Errichtung des neuen Masts wieder anzubringen und anzuschließen. Notwendige Abstimmungen und Koordination mit dem AN Los 3 und dem Anlagenbesitzer (Stadt Stuttgart) sind durchzuführen.

3.3.2.2.1 Streckenstation

Für die Schränke der Streckenstationen aus Aluminium ist ein Fertigteilsockel als Eingrabsockel aus Aluminium einzubauen. Der Sockelrahmen ist auf eine Sauberkeitsschicht aufzusetzen und mit Beton C12/15 gegen Verschieben zu sichern. Der Alu-Sockelrahmen ist mit dem Streckenstationsschrank mittels Verschraubung zu verbinden. Die Verbindung ist als Sollbruchstelle auszuführen. Die vordere Sockelplatte ist als Revisionsklappe abnehmbar auszuführen. Nach Einführung aller Rohre bzw. Kabel ist der Sockelraum bis 10 cm unterhalb der Unterkante der Revisionsklappe mit Blähton zu verfüllen. Alle im Sockel eingeführten Kabelschutzrohre (belegte und/oder unbelegte) sind fachgerecht abzudichten. Sämtliche anzuschließenden Kabel sind mittels Hammerfußschellen inkl. Gegenwanne für den entsprechenden Kabelquerschnitt auf der C-Schiene im Sockel zu befestigen.

Die Beschaffung des Sockels liegt im Aufgabenbereichs des AN Los 1, die Errichtung erfolgt vom AN Los 3. Die Herstellung von Wartungsflächen sind im Aufgabenbereich des AN Los 3 zugeordnet.

3.3.2.2.2 Schrankenanlage

Die Fundamente für die Schrankenanlage sind nach den Vorgaben der ZTV-ING zu dimensionieren und erstellen. Im Sichtbereich sind die Kanten zu brechen. Die erforderliche statische Berechnung sowie die Übergabe der Berechnung an den AG ist mit in die Leistungen zur Lieferung der Schrankenanlagen einzukalkulieren.

Für die Zuführung von Strom- und Datenkabeln sind durch den AN in die Fundamente 2 flexible Kunststoffleerrohre DN 110 einzubauen. Beim Einbau ist auf eine gebogene Leerrohrführung zu achten (Es dürfen keine Knicke entstehen).

Durch den AN Los 1 ist die Auslegen und Beschaffung der benötigten Fundamente zur Aufstellung der Schrankenanlage inkl. Einlaufpfosten zu erfolgen. Sowie die Bestätigen der Stabilität durch eine statische Berechnung für jeden Standort inkl. entsprechender Ausstattung zu erstellen. Der Einbau und Anschluss an das Leerrohrsystem erfolgt vom AN Bauliche Maßnahmen Los 3.

3.3.2.3 Bauseitige Leistungen Los 3 (Bautechnik)

Folgende baulichen Leistungen sind in Ausschreibungslos 3 Bauliche Maßnahmen zugeordnet:

- Herstellung neue Leerrohrtrasse im Vorportalsbereich Süd zwischen Sperrschranke und SST Süd
- Herstellen Betonfläche für Aufstellung SST, Aufstellung SST und Herstellen der Wartungsfläche
- Herstellung Leerrohrtrasse im Vorportal Nord für die Anbindung der SST Nord
- Errichtung und Einbau inkl. der Anbindung an die Leerrohrtrasse und der damit verbundenen Erdbauarbeiten der Folgenden Anlagenteile:
 - » Fundamente für die Sperranlagen und Aufliegepfosten
 - » Mast mit Ausleger inkl. Fundament für die Lichtsignalanlage vor der Sperrschranke Süd
 - » Mast mit Ausleger inkl. Fundament für die Höhenkontrolle im Vorportal Nord
 - » Mast mit Ausleger inkl. Fundament für die Lichtsignalanlage und WZG vor an der Kreuzung im Vorportalsbereich Nord
 - » Mast inkl. Fundament für den WZG im westen des Vorportalsbereich Nord

Die Fundamente und Masten werden vom AN Los 1 ausgelegt und beschafft. Der AN Los 1 hat den AN Bauliche Maßnahmen Los 3 zu unterstützen und benötigte Abstimmungen einzukalkulieren.

3.3.3 Ansteuerung

Die Verkehrstechnik wird gemäß RE-ING nach den Vorgaben der Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen 2012 umgesetzt. Die Kommunikation erfolgt dabei über TLS 1993/2002/2012. Im Feld 38 Verkehrstechnik werden die

EAKs für die Verkehrstechnik im Tunnel und dem Südportal untergebracht. Außerdem wird hier auch ein Switch vorgesehen, an dem die Daten der Streckenstationen in den Vorportalsbereichen zusammenlaufen. Von dort wird die Verkehrstechnik über das AKN an den bestehenden Verkehrsrechner der FSG im Rechenzentrum P4 angebunden. Die Kommunikation zum Verkehrsrechner erfolgt dabei über ein OCIT-Gateway und die OCIT-Schnittstelle am Verkehrsrechner. Das benötigte OCIT-Gateway wird ebenso im Feld 38 untergebracht.

Der Koordinationsaufwand mit dritten zur Einbindung in den bestehenden Verkehrsrechner ist zu berücksichtigen.

3.3.4 Streckenstation

3.3.4.1 Allgemeines

Die Standorte der Schaltschränke für die Streckenstationen, sowie die notwendigen Verbindungen für Datenübertragung und Energieversorgung sind aus den beigelegten Plänen ersichtlich.

Alle elektronischen Baugruppen sind als 19" Standard-Baugruppen zu liefern und betriebsfähig in die Streckenstation zu montieren. Um eine einfache Wartung zu gewährleisten, sind die Streckenstationen modular aufzubauen und die Module in einem Schwenkrahmen zu installieren.

Der Aufbau der Streckenstation hat der TLS 2012 zu entsprechen. Die Streckenstation ist für den Betrieb im Temperaturbereich von -25 °C bis +85 °C auszuführen.

3.3.4.2 Hardware der Streckenstation

3.3.4.2.1 Streckenstationen in den Vorportalen

Zum Anschluss der Verkehrstechnik in den Vorportalsbereichen sind Streckenstationsschränke vorzusehen. Die Gehäuse sind aus selbsttragendem, robustem, verwindungsfreiem, schlagfestem und seewasserbeständigem Kunststoff in doppelwandiger Bauweise mit witterungs- und UV-beständiger Oberfläche in der Farbe RAL 7035 auszuführen. Eine Querbelüftung ohne aktive Lüfter ist vorzusehen.

Die Schränke der Streckenstationen sind zweitürig auszuführen. Dabei ist von der Türseite aus gesehen rechts der Energieteil und links der Daten- und Verkehrsteil unterzubringen. Die Außenmaße der Streckenstation betragen mindestens HxBxT: 1200x1500x600, diese Maße können je nach den Erfordernissen des AN-TA nach oben abweichen. Auf der Innenseite der Rückwand sind drei Montagegeschienen, zur Befestigung von Montageplatten und Einbauten, vertikal anzuordnen. Sämtliche Metallteile sind korrosionsbeständig auszuführen. Die Schutzart des geschlossenen Schrankes hat mindestens IP 54 zu entsprechen.

Für jede Tür ist ein eigener Türkontaktschalter vorzusehen. Dabei ist für die Schranktür des Daten- und Verkehrsteils der Türkontaktschalter oben rechts und der für den Energieteil oben links anzubringen.

Für die Beleuchtung des Schrankes ist je Schrankteil ein LED-Leuchtmittel, der Schutzklasse II zur Ausleuchtung jedes Schrankteiles oben zu montieren. Die Leuchte wird über den jeweils zugehörigen Türkontaktschalter geschaltet. An der Leuchte selbst ist zusätzlich ein Wippschalter vorzusehen, mit dem die Leuchte -

z.B. bei länger andauernden Tätigkeit bei Tageslichtdauerhaft abgeschaltet werden kann. Die jeweils zueinander gehörigen Türkontaktschalter und Wippschalter sind in Reihe zu schalten. Ergänzend sind die Türkontakte als FG6 Meldung umzusetzen, dabei muss die Auswertung der beiden Türschalter „oder“-verknüpft erfolgen.

Der Daten- und Verkehrsteil des Schrankes ist mit einer Schrankheizung mit Vorort regelbarem Thermostat auszustatten und mit jeweils einer FG6-Meldung zu versehen. Bei solarer Energieversorgung entfällt die Heizung.

Alle Kabel- und Leitungsführungen bzw. Verdrahtungen erfolgen bis zu den Anschlussklemmen durchgehend in Verdrahtungskabelkanälen innerhalb der Schränke. Es sind nur fest eingebaute Anschlussmittel (Klemmen) zur Montage auf Hutschienen zu verwenden.

Die Kabeleinführung für die Schleifenableitungs-, Daten-, und Energiekabel erfolgt von unten durch den Sockel. Die Kabel sind unter Verwendung von metrischen Verschraubungen mit Gegenmutter und Polychloropren (Neoprene) als Dichtmittel einzuführen und abzudichten. Für Einzeldrähte sind runde Kabeldurchführungsplatten zu verwenden. Der Einsatz von Behelfsmitteln, wie z.B. Montageschäumen oder Silikon zur Abdichtung, ist untersagt. Die vorstehend genannten Kabel sind auf C-Profilschienen mit Hammerfuß-Bügelschellen inkl. Gegenwanne im Sockel aufzulegen und zu fixieren.

Stellenweise sind auch asphaltierte Flächen auszuschneiden und abzubrechen. Grabung und Sicherung der Grube für den Sockel. Nach der Montage der Sockel der SST-Schränke sind die Wartungsflächen angepasst an den Schränken wieder herzustellen.

Es ist ein einheitlicher Schranktyp für die Streckenstationen zu verwenden. Jede Schranktür ist für die separate Schließung mit einem Profil-Halb-Zylinder und einem Systemschlüssel auszustatten.

Generell sind alle Apparate, Sicherungen und Kabel zu beschriften. Das Kennzeichnungssystem ist im Zuge der Werkstatt und Montageplanung mit dem Flughafen abzustimmen.

Alle Sicherungen sind mit Überwachungsmeldekontakten auszurüsten, die der Streckenstation als Meldung zur Verfügung zu stellen sind.

3.3.4.2.2 Schrankeinbauten

Für die Aufnahme der Switches, Steuermodule und E/A-Kanäle gemäß TLS 2012 ist ein 19"-Schwenkrahmen, mindestens 12 HE (ca. 53 cm), mit entsprechendem Baugruppenträger vorzusehen. In diesen Schwenkrahmen ist auch das Netzgerät einzubauen.

Jede Streckenstation muss folgende Einrichtungen aufweisen:

- 19" Baugruppenträger in Schwenkrahmen
- Ausstattung mit getrenntem Fernmelde- und Energieteil zur Aufnahme der Komponenten der Energieversorgung, Fernmelde- und Verkehrstechnik. Der Fernmeldeteil ist links und der Energieteil rechts anzuordnen.

- Elektronische Baugruppen für die Schalt- und Rückmeldeeinrichtungen der Wechselverkehrszeichengeräte (sofern nicht im WZG-Gehäuse untergebracht)
- Auswerte Baugruppen für die Verkehrsdatenerfassung
- Mikroprozessorgerät zur Datenaufbereitung (einschließlich E/A-Konzentrator)
- Steuermodul zur Funktionsüberwachung der DE- und DA-Module sowie zur Regelung des Datenaustauschs mit dem Verkehrsrechner gemäß den Anforderungen der aktuellen TLS einschließlich Synchronisationsmöglichkeit für die Echtzeituhr
- LWL-TCP/IP-Switches zur redundanten Datenübertragung zwischen SST und BG
- Netzgeräte / Transformatoren für die Stromversorgung der Baugruppen
- Standardschnittstellen zum Anschluss eines externen Speichermediums (TCP/IP/USB / RS232 / RS485 etc.)
- Sicherungen und LSA-Plus-Leisten passend zu den o. g. Einbauten
- LWL-Spleißbox
- Platzreserven für die Montage DPG-Komponenten der Automatisierungstechnik.

Die Streckenstationen werden sowohl in die Verkehrstechnik (Anbindung an den Verkehrsrechner), als auch in die Automatisierungstechnik eingebunden (DPG im SST-Schrank). Zur Sperrung der Tunnelzufahrt ist die Lichtsignalanlage an den Kreuzungen zur Zufahrt des Tunnels (im Norden und Süden) entsprechend zu schalten. Die Schaltung wird mithilfe eines potentialfreien Kontakts an den Steuerungskasten der LSA angebunden. Notwendige Abstimmungen und Koordination mit dem AG und den Anlagenverantwortlichen (Stadt Stuttgart und Stadt Filferstadt) sind zu berücksichtigen.

Die Schaltschränke für die Streckenstationen sind im Werk mit allem Zubehör auszurüsten, zu verdrahten, anzuliefern und zu montieren.

Alle Energie- und Datenkabel der Außenanlage sowie der Potentialausgleich und die Erdung sind in der Streckenstation anzuschließen.

3.3.4.2.3 Steuermodul

Die zu liefernden Steuermodule (SM) sind nach den Anforderungen der TLS 2012 in vollem Funktionsumfang zu erstellen und müssen den Datenfluss zwischen den Streckenstationen und dem Verkehrsrechner über ein geeignetes OCIT-Gateway ermöglichen.

Der Betriebszustand sowie der Datendialog ist durch LED-Anzeigen anzuzeigen. Die LED-Anzeigen müssen durch einen separaten Aktivierungsschalter betriebsbereit geschaltet werden können. Bei Spannungsabfall müssen die Betriebsparameter in einem nicht flüchtigen Speicher erhalten bleiben. Die Baugruppe muss weiterhin eine Uhr beinhalten, die über entsprechende TLS-Telegramme zu synchronisieren ist.

Die gesamte Adressierungsbreite sowie alle Funktionsgruppen in der TLS 2012 müssen durch das Steuermodul in vollem Umfang unterstützt werden. Die Konfiguration der Anlagenkomponenten aller in den SST zu projektierenden Funktionsgruppen und Daten-Endgeräte-Kanäle (DE) müssen durch den AN-TA erfolgen.

3.3.4.2.4 Vor-Ort-Bedienung

Für die Bedienung und Überwachung, aber auch zu Test- und Wartungszwecken ist in jeder Streckenstation die Installation einer seriellen Verbindung (RS232) zu einem geeigneten Laptop-PC (Notebook) vorzusehen sowie eine Handbedienung auf einem Touch-Screen-Display zu realisieren.

Der Zugriff durch Unbefugte muss durch einen Passwortschutz verhindert werden.

3.3.4.3 Software der Streckenstation

3.3.4.3.1 Grundlagen

Die Streckenstationen müssen Messsignale, Betriebs- und Störmeldungen zum Verkehrsrechner übertragen und haben die empfangenen Stellbefehle für die WZG auszuführen. Die genauen Anforderungen an die Streckenstationen sind in den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS 2012) enthalten.

Die Streckenstationen haben folgende Aufgaben zu übernehmen:

- Bereitstellung der Daten (DE-Typ) für den Verkehrsrechner
- Entgegennahme von Schaltbefehlen aus dem Verkehrsrechner, Rückmeldekontrollen sowie Meldung über den Vollzug von Umschaltungen an den Verkehrsrechner.
- Steuerung der Übertragungsprozedur für den Datenaustausch zwischen Steuermodul und Datenerfassungseinrichtungen.
- Weitergabe von Parametern an die E/A Konzentratoren
- Ermöglichung manueller Eingriffe (z.B. durch Vor-Ort-Schaltung von definierten Grundschalbildern bei Ausfall des Verkehrsrechner oder der Datenübertragung zwischen dem Verkehrsrechner und der Streckenstation) für Funktionstests und in Notfällen sowie Anzeige der Datenerfassung (Rohdaten)
- Stützung der Zeitsteuerung zur Systemsynchronisation

Die eigentliche Datenübernahme an den Verkehrsrechner erfolgt schlussendlich über das OCIT-Gateway.

3.3.4.3.2 Verkehrsdatenerfassung (FG 1)

Durch die Verkehrsdatenerfassung soll ein zur Steuerung ausreichendes Abbild des Verkehrsablaufs in den Zentralen erreicht werden. Im Tunnel und direkt an den Portalen werden Doppelinduktionsschleifen eingesetzt.

Zur Erfassung des Verkehrszustandes werden lokale Verkehrsdaten herangezogen. Für jede Messstelle sind im Messintervall von $t = 15$ Sekunden fahrstreifengetrennt folgende Verkehrskenngrößen zu ermitteln (sog. Kurzzeitdaten):

- Belegungszeiten der einzelnen Fahrstreifen (b)
- mittlere Netto-Zeitlücke zwischen den Fahrzeugen (t)

- geglättete mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit (v_{Kfz})

3.3.4.3.3 Steuerung Schranken, Wechselzeichengeber und Wechsellichtzeichen (FG4)

Die Aufgaben und Funktionen der FG 4 zur Ansteuerung der Schranken, Wechselzeichengeber (WZG) und Wechsellichtzeichen sind gemäß TLS 2012 umzusetzen. Für die Tunnelsperrung ist eine Ansteuerung der Verkehrstechnik durch die SPS der Betriebstechnik (F-SPS Lüftung) zu ermöglichen. Dies erfolgt als sogenannter „Doppel-EAK“, um auch den doppelten Zugriff mit dem Verkehrsrechner zu ermöglichen. Hierbei ist jedoch sicher zu stellen, dass bei einer Schaltung durch die Betriebstechnik (F-SPS Lüftung) kein Zugriff mehr auf die Signalgeber von der Verkehrstechnik möglich ist.

Hierbei ist jedoch sicher zu stellen, dass bei einer Schaltung durch die Betriebstechnik (F-SPS Lüftung) kein Zugriff mehr auf die Signalgeber von der Verkehrstechnik möglich ist. Für die Wechselzeichengeber sind EAKs mit Anzeigeprinzip „b“ zu verwenden. Die gerätespezifischen Besonderheiten von einzelnen Anzeigegeräten z.B. hinsichtlich Zeicheninhalte etc. sind zu unterstützen. Weitere Informationen sind aus dem Kapitel 3.3.7 zu entnehmen.

3.3.4.3.4 Betriebsmeldungen und -steuerungen (FG 6)

Die Funktionsgruppe der Betriebsmeldungen und -steuerungen hat der Überwachung und Steuerung der Komponenten und Geräte der Verkehrsbeeinflussungsanlage zu dienen. Durch den AN sind folgende Funktionalitäten (Telegrammtypen nach TLS 2012) in den Streckenstationen zu erfassen und für die Übermittlung an den Verkehrsrechner bereitzustellen:

- DE, Fehlermeldung
- negative Quittung
- Kanalsteuerung
- Zeitstempel
- Betriebsparameter
- Geographische Kenndaten
- Türkontakt
- Temperaturüberwachung
- Stromversorgung
- Überwachung der Schaltungen
- Abwicklung der Datenkommunikation

3.3.4.3.5 Systemsteuerung (FG 254):

Die FG 254 enthält die Zusatzinformationen und Meldungen des Steuermoduls gemäß TLS. Es sind die erforderlichen Typen von DE-Daten vollständig zu implementieren.

3.3.4.4 Kommunikation mit dem Verkehrsrechner

Alle in die Verkehrstechnik einzubindenden Streckenstationen sind über TLS-Inselbusse mit dem Verkehrsrechner zu verbinden.

Für die Längsverkabelung kommen Lichtwellenleiterkabel (LWL) zum Einsatz. Der Aufbau kann aus Planunterlage „3.4.1 Verkehrstechnik Datenübertragung“ entnommen werden.

Die Kommunikation zwischen Streckenstation und OCIT-Gateway hat mit Datentelegrammen gemäß TLS über ein TCP-IP-Netzwerk zu erfolgen. Die weitere Anbindung zum Verkehrsrechner erfolgt dann mittels OCPI über das AKN.

Die gesamte Verkehrstechnik wird anschließend in den Parkleitsystemserver des Flughafens eingebunden. Wodurch eine Einheitliche Steuerung mit der weiteren Verkehrstechnik am Flughafengelände ermöglicht wird. Alle dazu notwendigen Leistungen sind dabei gemäß LV-Beschreibung zu erfüllen.

3.3.4.5 Servicesoftware für die SST

Für die SST ist eine Servicesoftware inkl. unbeschränkter Lizenz zu liefern. Die Software ist auf einem Servicelaptop betriebsfertig zu installieren. Die zugehörigen Installationsmedien und Handbücher sind dem AG zu übergeben.

Die Servicesoftware muss vor Ort die Parametrierung und Konfiguration der SST im vollen Umfang unterstützen. Weiterhin muss ein Mitschnitt des gesamten Datenverkehrs auf Lokal- und Inselbus auf OSI 2-, 3- und 7-Ebene möglich sein. Die Ausgabe muss in Hex-Code und im Klartext-Format (interpretierter Hex-Code mit Erläuterung der Datenbedeutung) möglich sein.

Darüber hinaus muss die Software die Anzeige von Verkehrsdaten sowie Anzeigehalte der angeschlossenen DE ermöglichen. Gleichzeitig muss die Schaltung von Anzeigehalten an den WZG zu Testzwecken unterstützt werden.

Jegliche Kabel- und Adapter, die zum Anschluss des Servicelaptops (ausgestattet mit Ethernet- und USB-Schnittstelle) an die SST benötigt werden sind durch den AN-TA mitzuliefern und in die Position zur Lieferung der Servicesoftware einzukalkulieren.

3.3.4.6 Energieversorgung der Streckenstation

3.3.4.6.1 Energieversorgung der SST im Tunnel:

Die Energieversorgung der Streckenstationen erfolgt aus der USV-Unterverteilung im Betriebsgebäude.

Die Verdrahtung ist komplett auf Anschlussklemmen der SST aufzuführen und zu kennzeichnen. Einzelne Stromkreisgruppen sind zusammenzufassen. Steuerungsspannungen sind prinzipiell auf mehrere Sicherungen mit abgeschlossenen Funktionsbereichen aufzuteilen. Auf den Montageschienen und Reihenklemmen ist jeweils eine Platzreserve von ca. 30 % vorzusehen. Der Energieteil ist mit Komponenten für die Montage auf Hutschiene, DIN EN 60715, zu bestücken. Geräte, die nicht zur Montage auf Hutschiene geeignet sind und fliegende Verbindungen sind nicht zugelassen. Der Energieversorgungsteil der SST-Schränke ist durchgängig 3-phasig auszuführen. Sämtliche Kabelschirme bzw. externe Schirme aus Kupfergeflecht der kommenden und gehenden Kabel sind an die Potentialausgleichsschiene der Streckenstation anzuschließen.

Alle elektronischen Baugruppen (19“-Systeme) der Streckenstation sind in den Baugruppenträger des 19“-Schwenkrahmens einzubauen. Hierzu gehören insbe-

sondere Steuermodul, Ein- und Ausgabekonzentratoren (EAK) aller Funktionsgruppen (FG), weitere Elektronikbaugruppen zur Erfassung oder Ausgabe von Signalen wie z.B. getrennt vom EAK realisierte Detektoren. Weitere Baugruppen wie z.B. Netzteil für die diversen Baugruppen sind auf einer Montageplatte unterzubringen und dort an horizontal anzuordnenden Hutschienen zu befestigen. Freie Steckplätze in den Baugruppenträgern bzw. im 19“-Schwenkrahmen sind mit material- und oberflächengleichen Abdeckungen wie bei den verwendeten Baugruppen zu versehen.

3.3.4.6.2 Datenübertragung

Für die Datenübertragung zwischen den SST und BG ist durch den AN ein TCP-IP-Netzwerk mit einer Bandbreite von 100 Mbit einzurichten.

Für die Einrichtung des Netzwerks sind durch den AN LWL-Kabel gemäß den Anlagen (Faserlisten und Datenübertragungspläne der Verkehrstechnik und Automatisierungstechnik) sowie der Kabelliste zu verlegen.

Alle in Bezug auf die Anbindung an den Verkehrsrechner bzw. der Abstimmung der Konfigurationsliste auftretenden Fragen sind durch den AN im Rahmen der Herstellung der Werkstatt- und Montageplanung eigenverantwortlich mit dem Anlagenverantwortlichen der FSG bzw. weiteren Vertragspartnern zu klären. Hierbei ist davon auszugehen, dass die Abstimmung in mehreren Zyklen erfolgt. Die Koordination obliegt dem AN.

3.3.5 Schrankenanlage

Die Sperrschranken zur Sperrung des Tunnels sind als horizontale Halbschranken auszuführen. Die Ausführung ist in Planunterlage „3.0.1 Verkehrstechnische Ausstattung - Schemaplan“ dargestellt. Die im LV angegebenen Schrankenbaumlängen sind lediglich für die Kalkulation gültig. Die genaue Länge der Schrankenbäume ist nach Auftragsvergabe durch den AN messtechnisch genau zu ermitteln. Auf dem Schrankengehäuse ist eine Rundumleuchte oder Blinker zur Kenntlichmachung, dass die Schranke sich bewegt zu montieren.

Es sind Schranken mit einem Antriebssystem zu liefern, welches die Schranken in der Endlage verriegelt und ungewollte Bewegungen verhindert, sowie alle sicherheitsrelevanten Vorgaben erfüllt. Die Antriebe müssen so ausgelegt sein, dass ein 15-maliges, direkt aufeinander folgendes Öffnen und Schließen der Schranke bei allen Umgebungsbedingungen möglich ist. Bei Stromausfall muss die Schranke mit geringem Kraftaufwand von Hand bewegt werden können.

Alle Komponenten im Schrankgehäuse müssen durch die Wartungstür bzw. die abnehmbare Haube im Schrankgehäuse einfach zugänglich installiert werden. Die Verkleidungsbleche müssen allseitig abnehmbar sein. Die Schranken müssen komplett auf Ausfälle und Defekte (insbesondere Energieversorgung, Motorschutz, Schrankensteuerung, Belegscheifendetektor, Dauerbelegung der Belegscheife) überwacht werden.

3.3.5.1 Schrankensteuerung

Für jeden Schrankenstandort sind Schlüsselschalter (freischaltend, rastend) für die Feuerwehr, die Polizei und den Betriebsdienst zu liefern. Als Schließung ist ein Feuerwehldreikant und ein Profilzylinder vorzusehen. Die weitere Bedienung muss dann mittels einer mit Handschuhen bedienbaren Schutzastatur (mind. IP

65) erfolgen. Die Betätigung erfolgt mittels Tasten mit den Funktionen „Schließen“, „Öffnen“ und „Stopp“. Das Stecken bzw. Ziehen des „Schlüssels“ muss sowohl bei vollständig geöffneter als auch geschlossener Schranke möglich sein.

Die Ansteuerung erfolgt über FG 4 EAKs (siehe Kapitel 3.3.4.3.3). An den Standorten der Schrankenanlagen in den Tunnelvorfeldern sind für die Verkehrstechnik modifizierte Steuermodule vorzusehen, welche die Rückmeldungen der Funktionsgruppen 4, 6, 7 und 254 der Komponenten der Sperrschranke und der Wechsellichtzeichen an den Verkehrsrechner übermittelt. In diesem Zusammenhang ist auch eine Betätigung der Schlüsselschalter an den Verkehrsrechner zu melden.

Durch die Leittechnik muss ein Rücksetzen der Induktionsschleifen, des Motorschutzes und somit eine Freigabe zu Schließen der Schranke möglich sein.

3.3.5.2 Belegungsüberwachung Schrankenschwenkbereich

Im Schwenkbereich der Schranken sind Induktionsschleifen zur Belegungsüberwachung anzuordnen. Bei Belegungsdetektion im Schwenkbereich ist die Schrankenfahrt sofort automatisch zu stoppen. Hierzu ist eine entsprechende Auswerteeinheit für die Induktionsschleifen zu liefern. Diese muss die Schließung der Schranke bei Belegung zuverlässig verhindern. Die Auswerteeinheit muss eine Kalibrierung der Empfindlichkeit in mindestens 8 Stufen ermöglichen. Im Zuge der Belegungsdetektion müssen auch Motorräder zuverlässig erkannt werden. Bei einer Detektion einer Dauerbelegung (Belegung von mehr als 5 Minuten) ist durch die Auswerteeinheit eine Störungsmeldung zu generieren und an den Verkehrsrechner zu übertragen.

Die Erstellung der Induktionsschleifen muss das Schneiden und Vergießen der Induktionsschleifen sowie die Erstellung der Verbindung bis zur Schrankensteuerung umfassen. Die Schleifendrähte müssen innerhalb der für die Ableitung zu erstellenden Leerrohre mechanisch geschützt werden.

3.3.6 Lichtzeichenanlage / Wechsellichtzeichen

Für die Lichtzeichenanlage sind als Wechsellichtzeichen 1- oder 2-feldrige Signalgeber in LED-Technik zu liefern. Es sind Wechsellichtzeichen für folgende Standorte vorzusehen:

- Nord- und Südportal als 2-feldriger Signalgeber auf Seite der einfahrenden Fahrbahn
- Nord- und Südportal als 1-feldriger Signalgeber auf Seite des Rad und Gehwegs
- Nord- und Südportal als Innenbeleuchtetes Zeichen „Tunnel gesperrt“ auf Seite des Rad und Gehwegs
- Schranke Süd als 2-feldriger Signalgeber auf einem Mast mit Ausleger, rechts neben der Fahrbahn und mittig über der Fahrbahn (ca. 4,70 m) in einem Abstand von 5 m vor der Schrankenanlage Süd

Bei der Schrankenanlage Nord wird aufgrund der Nähe zur Ampelanlage der Kreuzung auf eine zusätzliche Lichtsignalanlage verzichtet.

Die Lichtzeichenanlage muss eine Echtzeitüberprüfung auf ausgefallene LED, auch im ausgeschalteten Zustand, besitzen. Die zugehörigen Störungsmeldungen sind über einen potenzialfreien Kontakt zu realisieren.

Die vorgesehene Ansteuerung sowie die Lampenüberwachung sind im Rahmen der Montage- und Werkstattplanung durch den AN darzustellen und mit dem AG abzustimmen. Die Erdung des Masten der Lichtsignalanlage erfolgt über die Erdungsanlage der Schranken.

3.3.7 Wechselzeichengeber

Es werden Wechselzeichengeber in frei programmierbarer LED-Anzeigetechnik geplant. Diese besitzen eine Rechteckige Form im Hochformat mit den Abmessungen 1,20x1,75 m (BxH). Im Vorportal Süd werden die bestehenden Wechselzeichengeber erneuert und an den gleichen Stellen wieder montiert. Im Vorportal Nord werden zwei neue Standorte erstellt. Alle Standorte sind der Planunterlage 3.0.1 Verkehrstechnische Ausstattung dargestellt. Die Ansichten und einzelnen Standorte können den beigelegten Planunterlagen entnommen werden.

Dem AG sind im Rahmen der Werkstatt- und Montageplanung maßstäbliche, vollständig vermasste Zeichnungen (M 1:20) aller WZG vorzulegen.

Die Anzeigevorrichtungen dürfen nicht von unterschiedlichen Herstellern, sondern müssen ausschließlich von einem Hersteller geliefert werden. Durch Nichteinhaltung dieser Vorgabe und den daraus ggf. resultierenden Austausch der WZG gehen entstehende Behinderungen und Mehrkosten zu Lasten des AN.

Die Verkehrsrechtliche Anordnung ist durch den AN rechtzeitig bei der Verkehrsbehörde zu stellen.

3.3.8 Verkehrsdatenerfassung

Zur Verkehrsüberwachung im Tunnel werden mehrere Messquerschnitte vorgesehen. Im Bereich der Tunnelportale werden Messquerschnitte angeordnet. Die Induktionsschleifen (Klassifizierung 8+1 gemäß TLS) sind als Doppelschleifen auszuführen und die Anordnung der Messquerschnitte ist dem Plan „3.0.1 Verkehrstechnische Ausstattung Übersichtsschema“ zu entnehmen. Pro Messquerschnitt werden 2 Doppelschleifen vorgesehen. Die Anbindung erfolgt gemäß TLS direkt mittels Schleifendraht bei einer Ableitungslänge von bis zu 50 m. Größere Ableitungslängen werden mittels Fernmeldekabel realisiert.

Für die Herstellung der Induktionsschleifen gelten die Anforderungen und Vorgaben der TLS. Es sind Doppelinduktionsschleifen des Typ 2 nach TLS herzustellen. Der Fugenschnitt und die Ausführung der Schrägbohrung erfolgt in Asphaltfahrbahnplatte. Die dafür notwendigen Fugenarbeiten (Fugenschnitt mit Tiefe laut Verlegerichtlinie des Herstellers, Verguss) sind mit zu berücksichtigen.

Beim Verlegen des Schleifendrahtes ist besonders darauf zu achten, dass die Isolierung des Drahtes beim Einbau nicht beschädigt wird. Die Ecken des Fugenschnittes sind aufzubohren oder mit einem Meißel abzuschragen.

Über das Verlegen und die Prüfung der Schleifen ist ein Protokoll und ein Aufmaß aufzustellen, welches dem AG nach Abschluss der Arbeiten zu übergeben ist.

An den Einbauorten sind fahrstreifenweise die Fugenschnitte und Schleifenfelder zu erstellen. Alle Induktionsschleifen sind im Trockenschnittverfahren mit entsprechender Absaugvorrichtung zu erstellen. Die eingesetzten Schneidmaschinen müssen darüber hinaus folgende Anforderungen erfüllen:

- Automatischer Vorschub

- Automatisches Absaugen während des Schneidens
- Ausführung einer Schnitttiefe von bis zu 110 mm / Schnittbreite von bis zu 20 mm in einem Arbeitsgang
- Ausreichende Geräuschisolierung, vollständige Schnitttrandabdeckung

Vom Ende des Fugenschnitts ist die Führung des Schleifendrahtes mittels Schrägbohrung in den Fahrbahnrand vorzusehen. Die Schleifendrähte sind zu beschriften und mit Adernhülsen zu versehen.

3.3.9 Statische Verkehrszeichen

Die zu liefernden Verkehrszeichen (VZ) müssen die Vorgaben der DIN EN 12899-1 erfüllen. Als Nachweis für die Erfüllung aller geforderten Eigenschaften müssen die VZ über das CE-Zeichen sowie das RAL-Gütezeichen verfügen.

Die Abmessungen der Verkehrszeichen betragen mindestens 50x80 cm. Die zu verwendenden Zeichengrößen müssen den Vorgaben der VwV-StVO entsprechen. Es muss vorab eine maßstabsgetreue Ansicht der Schilder beim AG eingereicht und genehmigt werden.

Bohrungen und Lochungen auch zum Zwecke der Anbringung von Befestigungsmitteln sind nicht zulässig. Die Rückseite der Bildträger ist nach DIN 6171 mit Farbton RAL 7043 (Grau B) zu lackieren. Das erforderliche Befestigungsmaterial ist gemäß IVZ-Norm auszuführen.

3.3.10 Höhenkontrolle

Aufgrund der niedrigen lichten Höhe des Tunnels von 4,50 m und der knapp darüber verlaufenden Verrohrung der Brandbekämpfungsanlage wird eine mechanische Höhenkontrolle vor der Einfahrt in den Tunnel vorgesehen. Die Höhenkontrolle besteht aus einem Rot-Weiß gestreiften Balken in einer Höhe von 4,50 m über der Fahrbahn.

Im Süden wird die Höhenkontrolle an der Unterführung zwischen Schrankenanlage Süd und Tunnelportal angebracht.

Im Norden wird im Bereich der Streckenstation Nord ein neuer Mast mit Ausleger errichtet an welchem die Höhenkontrolle angebracht wird.

3.3.11 Prüfungen und Tests

Im Rahmen der Inbetriebnahme der Verkehrstechnik sind umfassende Prüfungen erforderlich, um die Funktionalität, Sicherheit und Interoperabilität aller Systeme sicherzustellen.

3.3.11.1 Netzwerk Prüfung

Der Datenpunkttest dient der Überprüfung der vollständigen und fehlerfreien Kommunikation zwischen den Feldgeräten, den Streckenstationen und den übergeordneten Systemen.

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Korrekte Datenanbindung: Alle Meldungen und Ansteuerungen müssen von den Feldgeräten zuverlässig an die Streckenstationen übertragen werden. Hierbei ist auf die Einhaltung der TLS Telegrammstrukturen und Protokolle zu achten.

- Übergabe an das OCIT-Gateway: Die Streckenstationen müssen sämtliche relevanten Daten vollständig an das OCIT-Gateway weitergeben.
- Mapping und Umwandlung der Befehle: Die Befehle sind gemäß den Spezifikationen korrekt von TLS auf OCIT zu konvertieren. Dies umfasst die Prüfung der Mapping-Tabellen und die Validierung der Steuerbefehle.
- Weitergabe an den Verkehrsrechner: Alle Daten und Befehle müssen in Echtzeit und ohne Datenverlust an den Verkehrsrechner übermittelt werden. Hierbei ist die Synchronität zwischen den Systemen sicherzustellen.

3.3.11.2 Schnittstellentest

Der Schnittstellentest stellt die korrekte Integration der Verkehrstechnik mit den angrenzenden Systemen sicher.

Zu prüfen sind:

- Anbindung zur Tunnelsteuerung: Die Schnittstelle muss vollständig implementiert und konfiguriert sein.
- Anbindung an externe Lichtsignalanlagen (LSA): Die Kommunikation mit den LSA an den Tunnelzufahrten muss fehlerfrei erfolgen. Dies beinhaltet die Prüfung der Signalprogramme, Priorisierung von Verkehrsströmen und die Synchronisation mit den Tunnelprogrammen.

3.3.11.3 Ereignistest

Der Ereignistest dient der Validierung automatisierter Abläufe und sicherheitsrelevanter Funktionen gemäß der Ereigniswirkmatrix.

Folgende Punkte sind zu berücksichtigen:

- Automatische Verkehrsprogramme: Alle vorgesehenen Programme müssen unter realistischen Szenarien getestet werden (z. B. Normalbetrieb, Stau, Sperrung, Notfall).
- Schrankenanlage: Die Schrankenanlage ist auf sämtliche Ansteuerungsarten zu prüfen – vom Verkehrsrechner, über die Tunnelsteuerung bis hin zur Vorort-Bedienung. Zusätzlich sind Sicherheitsfunktionen wie Rückmeldung der Schrankenstellung und Notentriegelung zu validieren.

3.3.11.4 Datenerfassung

Die Datenerfassung ist entscheidend für die Verkehrssteuerung und Auswertung. Es gelten folgende Anforderungen:

- Verkehrsdatenerfassung: Die Doppelzählschleifen müssen die Verkehrsdaten gemäß Baubeschreibung korrekt erfassen und an die Auswertesysteme weiterleiten.
- Datenintegrität: Die erfassten Daten müssen plausibel und konsistent sein. Hierbei sind Vergleichsmessungen und Plausibilitätsprüfungen durchzuführen.

3.3.11.5 Dokumentation

Alle Prüfungen sind in einem detaillierten Prüfprotokoll festzuhalten. Das Protokoll muss folgende Inhalte enthalten:

- Beschreibung der durchgeführten Tests und deren Ergebnisse
- Soll-/Ist-Vergleich der geprüften Funktionen
- Auflistung festgestellter Abweichungen und deren Behebung
- Unterschriften der verantwortlichen Prüfer sowie Datum der Durchführung

Die Dokumentation dient als Nachweis für die ordnungsgemäße Ausführung der Tests und ist Grundlage für die Abnahme der Verkehrstechnik.

3.4 Notrufanlage

3.4.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

Im Zuge der Erneuerung der betriebstechnischen Ausstattung des Flughafentunnels B312 wird eine moderne Notrufanlage gemäß den Anforderungen der RE-ING installiert. Ziel ist die sichere Notfallkommunikation sowie die Integration in die Flughafenleitstelle (FLS) des Flughafens Stuttgart.

3.4.2 Notrufnischen Tunnel

Die Notrufnischen sind bauseits in die Tunnelostwand integriert und vom Geh- und Radweg aus erreichbar. Sie weisen die Maße ca. 1,40 m x 1,60 m x 0,45 m (HxBxT) auf. Die Nischen sind nicht begehbar und sind direkt mit den Kabelschutzrohrtrassen unterhalb des Gehwegs verbunden.

Jede Notrufnische ist in zwei separate Fächer unterteilt, von denen jedes über eine eigene Tür verfügt.

- Linkes Fach: Hier befindet sich der Nischenunterverteiler, der die Stromversorgung und Datenanbindung der Notrufeinrichtung sowie weiterer sicherheitsrelevanten Komponenten beinhaltet. Die Tür ist rauch- und staubdicht ausgeführt und entspricht der Klasse EI₂90-C.
- Rechtes Fach: Dieses enthält die Notrufeinrichtung sowie zwei Feuerlöscher. Es ist dauerhaft beleuchtet und mit einer Tür mit Sicherheitsglas versehen, sodass die Notrufeinrichtung und die Feuerlöscher von der Straße aus gut sichtbar sind.

3.4.3 Notrufsprechstellen im Vorportal

Die Notrufsprechstellen im Vorportal werden jeweils in einem witterungsbeständigen Notrufschränk in Orange (RAL 2009) untergebracht. Dieser wird mit einer Tür aus Sicherheitsglas und einem Türkontakt versehen. Der Notrufschränk wird im Verbund mit Notbedientableau und Feuerwehrlinieninformationszentrum (FIZ) errichtet. Die Anlagen befinden sich in eigenen Schränken, werden jedoch nebeneinander platziert. Die Montage erfolgt als Wandhängung, die Kabeleinführung erfolgt von unten über aufputzmontierte Edelstahlpanzerrohre. Um eine einheitliche Form des Verbunds zu gewährleisten, wird die Höhe der Schränke auf 1100 mm und die Tiefe auf 400 mm festgelegt.

Aufstellungsort des Notrufschranks:

- Vorportal Süd: Wandmontage in der Ausbuchtung auf der östlichen Straßenseite.
- Vorportal Nord: An der westlichen Wand neben dem Portal in der Nähe der Schrankenanlage.

Die genauen Aufstellungsorte werden vor Ort mit dem Auftraggeber abgestimmt.

3.4.4 Technische Ausführung

Es sind insgesamt 6 Notrufeinrichtungen vorgesehen: 2 Stück an den Tunnelportalen und 4 Stück in den bestehenden Notrufrnischen im Tunnelbereich. Die Notrufeinrichtungen im Tunnel sind mit Notruf-Hinweisleuchten mit Rundumleuchten auszustatten. Beim Öffnen der Tür einer Notrufrnische werden sowohl die Rundumleuchte dieser Nische als auch die der benachbarten Nischen aktiviert.

Die Notrufeinrichtungen werden als digitale Sprechstellen ausgeführt und sternförmig an den Rangierverteiler im Betriebsgebäude verbunden. Die Verkabelung erfolgt mittels 2-Draht-Technik (Kabeltyp: 4x2x0,8 in Leerrohr). Die Energieversorgung erfolgt über das 24 V-USV-Netz der jeweiligen Notrufrnische. Am Südportal erfolgt die Energieversorgung über das 24 V USV-Netz aus dem Betriebsgebäude. Dabei erfolgt die Stromversorgung über den Rangierverteiler auf 2 freie Adern der Datenverkabelung. Am Nordportal erfolgt die Energieversorgung aus dem 24 V USV-Netz der Streckenstation Nord. Die für die Anbindung der Notruffsprechstellen notwendige Verkabelung (siehe Kabelliste) ist in der Leistungsgruppe „Kabel und Leitungen“ zu kalkulieren.

Vom Rangierverteiler bis zur Notrufzentrale des Flughafens werden die bestehende Verkabelung verwendet. Im Vergleich zum Bestand wird die neue Notrufanlage um 2 Sprechstellen an den Portalen erweitert. Die bestehende Verkabelung vom Rangierverteiler zur Notrufzentrale stellt dafür noch genug Reserven bereit. Die Notrufzentrale selbst besteht aus einem Schneider Intercom GE 800 Server. Die bestehenden analogen Notruffsprechstellen des Tunnels sind zurzeit auf 2 verschiedenen analogen Teilnehmerkarten vom Typ Schneider Intercom G8-GET aufgeteilt. Neben den 4 Sprechstellen des Tunnels sind 4 Sprechstellen des Flughafens auf den beiden Karten angebunden. Es wird eine Teilnehmerkarte fachmännisch demontiert und die Sprechstellen des Flughafens werden auf der zweiten Teilnehmerkarte zusammengefasst und bei Bedarf neu konfiguriert. Anschließend wird die demontierte Karte dem AG übergeben und 2 neue digitale Teilnehmerkarten vom Typ Schneider Intercom G8-GED installiert und die neue digitale Sprechstellen des Flughafentunnels angeschlossen. Die neuen digitalen Teilnehmer sind ebenfalls zu parametrisieren und in das bestehende System des Flughafens zu integrieren.

3.5 Videoanlage

3.5.1 Allgemein

Der AN hat im Rahmen der Ertüchtigung des Flughafentunnels B312 die vollständige Erneuerung und Erweiterung der Videoüberwachungsanlage durchzuführen. Sämtliche Arbeiten sind in enger Abstimmung mit den Anlagenverantwortlichen des Flughafens Stuttgart (FSG) sowie dem Beauftragten für die Unterhaltung des zentralen Videosystems durchzuführen. Ziel ist es, eine ereignisorientierte und programmgesteuerte Videoanlage zur Überwachung des Tunnelverkehrsraums, Notgehwege, Notrufstellen und Vorportalbereiche mittels IP-Kameras zu realisieren, die vollumfänglich in das bestehende System des Flughafens integriert wird.

Die Werks- und Montageplanung, die Ausführung und die Erstellung der Bestands- und der Revisionsunterlagen der Videoanlage hat unter Einhaltung der 24 Ausführungsrichtlinie Videotechnik der FSG zu erfolgen.

3.5.2 Videokameras

Die bestehenden 3 Kameras samt Anschlusskästen im Tunnel sind fachgerecht zu demontieren und ordnungsgemäß an den Auftraggeber zu übergeben.

Abweichen zu den Vorgaben der RE-ING hat der AN für den Flughafen Stuttgart zugelassene schwenkbare Domkameras mit Zoomfunktion auszuführen und entsprechend den Vorgaben der FSG zu konfigurieren. Um eine vollständige Integrität in die bestehende zentrale Videotechnik des Flughafens sicherzustellen, wird für die aktuelle Ausführung das Fabrikat AXIS Q6075-E PTZ Network Camera vorgegeben.

Die geplanten Standorte der Kameras sind aus den beigelegten Lageplänen ersichtlich. Die Installation hat über dem Rad- und Gehweg in einer Höhe von etwa 4 Metern über der Fahrbahn an der Tunnelwand zu erfolgen. Jede Kamera erhält vordefinierte Stellungen, die ereignisorientiert automatisch angesteuert werden. Durch die Auswahl und Anordnung der Kameras ist eine lückenlose Überwachung aller relevanten Bereiche – einschließlich Tunnelfahrraum, Fußgänger- und Radwege, Notrufstationen, Vorportale und Schrankenbereiche – sicherzustellen.

Eine Videodetektion ist nicht vorgesehen.

3.5.3 Verkabelung und Datenübertragung

Die Videobilder werden an die integrierte Leitstelle Sicherheit und Technik der FSG aufgeschaltet. Die Daten der Kameras werden in dem Betriebsgebäude gesammelt und über das AKN weitergeleitet.

Die Signalübertragung der Kamera erfolgt über ein PoE-Kabel zum jeweiligen Kameraanschlusskästen, in dem die Komponenten der Stromversorgung und Datenübertragung eingebaut werden. Die Übertragung der Video- und Steuersignale zwischen den Anschlusskästen und den AKN-Switch im Betriebsgebäude erfolgt über ein eigenes LWL-Kabel je Kamera.

Die Energieversorgung der Anschlusskästen hat aus der USV-Verteilung der nächstgelegenen Notrufnische zu erfolgen.

Für die Ansteuerung der verschiedenen Kameraausrichtungen, sowie der automatischen Kameraaufschaltung sind die notwendigen Steuerbefehle aus der Tunnelautomatisierung und der BMA über das AKN an das Videosystem der FSG weiterzuleiten (gem. Planunterlage 5.0.2. Steuerungsmatrix Video). Als Schnittstelle zwischen der Tunnelautomatisierung bzw. BMA und der zentralen Videotechnik des Flughafens ist eine zusätzliche SPS gemäß den Vorgaben im Leistungsverzeichnis im Betriebsgebäude zu installieren. Die zusätzliche SPS samt Peripherien ist im Verteiler Video einzubauen und an das AKN anzuschließen.

Die Anbindung der Signale in die Videozentrale einschließlich Konfiguration wird von FSG intern an Dritte vergeben. Die Inbetriebnahme hat durch den AN und den dritten FSG-Vertragspartner zu erfolgen. Der AN hat die Koordination und Begleitung der dritten FSG-Vertragspartner bei der Anbindung an das übergeordnete Videosystem und bei der Inbetriebnahme der Videoanlage zu leisten.

3.5.4 Inbetriebnahme und Dokumentation

Vor der Inbetriebnahme sind alle Schnittstellen zu prüfen und die vollständige Funktion der Videoanlage nachzuweisen. Die Dokumentation ist gemäß den Vorgaben der FSG (24 Ausführungsrichtlinie Videotechnik) zu erstellen und dem AG zu übergeben. Darüber hinaus hat der AN eine Schulung des Bedienpersonals einzuplanen, in der Aufbau, Bedienung und grundlegende Störungsbeseitigung der Anlage behandelt werden. Die Termine, Inhalte und Teilnehmer der Schulung sind mit dem AG rechtzeitig abzustimmen. Dabei ist ein Mindestvorlauf von 15 Arbeitstage einzuhalten.

Die Inbetriebnahme, die Prüfung und die Schulung sind zu protokollieren und der Anlagendokumentation beizulegen.

3.6 Tunnelfunkanlage

3.6.1 Allgemeines

Der Tunnel ist mit einer digitalen Objekttunnelfunkanlage für die Funkversorgung auszustatten, damit eine Funkverbindungen innerhalb der Tunnelröhre, dem Betriebsgebäude und den Tunnelvorportale möglich wird. Grundsätzlich sind die RE-ING, die Ausführungsrichtlinie Bündelfunkanlage des Flughafens (in der aktuellen Fassung), sowie die zugehörigen Funkpläne (6.0.1 Tunnelfunkanlage - Übersichtsschema, 6.1.1 Tunnelfunkzentrale - Schrankansicht) zu berücksichtigen.

Die Tunnelfunkanlage besteht aus zwei redundante Kopfstationen (Remote Units im Betriebsgebäude und im Bereich SB138 des Versorgungskanals) zur Funkversorgung des Tunnels und des Betriebsgebäudes über Strahlerkabel. Es ist TMO umzusetzen. Zudem sind zwei UKW-Rundfunksender mit Verkehrskennung, DAB+ und Einsprechmöglichkeit vorzusehen. Die Einsprache über UKW-Radio und SAA hat im Brandfall alternierend zu erfolgen, um eine verbesserte Verständlichkeit zu erzielen.

Es sind die Schnittstellen zu folgenden Anlagen zu berücksichtigen:

- Sprachalamierungsanlage (SAA)
- Automatisierungstechnik
- Einbindung in das System des Flughafens

Dabei sind die Anforderungen der Ereignis-Wirkmatrix zu berücksichtigen.

Tunnelfunkanlage für folgende BOS-Einsatzkräfte:

- Polizei
- Feuerwehr
- Rettungsdienst

3.6.2 Tunnelfunkanlage

Die Tunnelfunkanlage besteht im Wesentlichen aus folgenden Anlagenteilen:

- TETRA-Digitalfunk
- UKW-Funk, DAB+-Funk
- Freifeld-Antennenanlage an der BG-Außenwand

- Remote Units mit Koppelfeld und Verstärkern
- Strahlerkabel im Tunnel und Betriebsgebäude
- Ableitkabel (HF Verbindungskabel)

Bei der Ausführung ist die Ausführungsrichtlinie Bündelfunkanlage des Flughafens zu berücksichtigen.

3.6.3 TETRA Digitalfunk

Für die digitale BOS-Tunnelfunkanlage werden zwei Kanäle (1 TMO im BG, 1 TMO im Tunnel) für Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst vorgesehen. Für den Verkehrsfunk werden 2 UKW-Kanäle bzw. 1 DAB-Kanal vorgesehen.

Gem. FSG wird kein autarkes Funksystem (DMO/TMOa) als Rückfallebene gefordert.

Die TETRA Digitalfunksignale werden über das zentrale digitale Verteilsystem von der Basisstationen im SAO Gebäude und der Feuerwehrrache empfangen bzw. gesendet.

3.6.4 Freifeldantennenanlage

Für die Anbindung des Verkehrsfunks ist eine Freifeldantennenanlage erforderlich. Dazu ist eine UKW und eine DAB+ Antenne an der Außenwand des Betriebsgebäudes zu montieren. Bestehende Kabelwege sind möglichst weiterzuverwenden und so kurz wie möglich zu halten.

Durch die Wahl des Antennenstandortes muss sichergestellt werden, dass keine unerwünschten Abstrahlungen aus dem Tunnelbereich heraus zurück an die Kopfstationsantennen gelangen. Dies gilt auch in Gegenrichtung. Dementsprechend ist eine hinreichend hohe Entkopplung zu gewährleisten.

3.6.5 Rund-/Verkehrsfunk

Für den Verkehrsfunk werden in der Tunnelfunkanlage UKW-Kanäle bzw. DAB-Kanäle vorgesehen, es werden bis zu 2 UKW-Kanäle eingespeist. Die von der Außenantenne empfangenen Verkehrsfunksignale werden in der Kopfstation im Betriebsgebäude aufbereitet und über das Koppelfeld in die Strahlerkabel eingespeist. Es besteht die Möglichkeit im Ereignisfall mit einem synthetisch erzeugten Verkehrsfunksignal von der Sprechstelle der Sprachalarmierungsanlage eine Einsprache in die Radios der Verkehrsteilnehmer vorzunehmen. Es können vorgefertigte Textansagen eingespielt und Kurzmitteilungen in den Radiodisplays angezeigt werden. Dabei werden Textkonserven und Sprachsignale per NF-Signal von der Sprachalarmierungszentrale (SAZ) zur Verfügung gestellt.

3.6.6 Kopfstation

Es werden zwei redundante Kopfstationen der Funkanlage im Betriebsgebäude und im Versorgungskanal untergebracht. Die Signale des digitalen BOS-Funk und des digitalen Betriebsfunks werden per LWL aus der Basisstation im SAO Gebäude bzw. der Feuerwache bereitgestellt. Dabei erfolgt die Versorgung im Normalbetrieb durch das SAO Gebäude und im Störfall aus der Feuerwache. Das Patchfeld im Betriebsgebäude bzw. im Versorgungskanal stellt die Schnittstelle zur Anbindung an die OMUs zur Feuerwache und des SAO Gebäudes dar. Sollte eine Erweiterung der OMUs nötig sein und damit zusätzliches Material erforderlich sein,

so wird dies über das Projekt beschafft. Die entsprechenden Komponenten werden eingeplant und im Leistungsverzeichnis aufgeführt. Die Anbindung dieser Komponenten erfolgt seitens des vom FSG beauftragten OMU Dienstleister.

Die Kopfstationen bestehen im Wesentlichen aus den Verstärkereinheiten, dem HF-Koppelfeld sowie den bereits erwähnten Schnittstellen zu den anderen Anlagen. Im BG ist zusätzlich ein Koppelfeld für die Freifeldantennenanlage vorhanden.

Die zentrale Steuerung der Tunnelfunkanlage ist im Funkraum vom Betriebsgebäude sowie im Versorgungskanal anzuordnen. Dazu sind 19“-Schränke mit Schwenkrahmen einzusetzen.

Die Kopfstationen sind jeweils mit einer integrierten USV-Versorgung auszustatten, die eine Überbrückungszeit von 12 Stunden gewährleistet. Die Dimensionierung der USV erfolgt anhand der im Schrank versorgten Komponenten und ist im Zuge der Werks- und Montageplanung nachzuweisen.

Die Einsprache erfolgt über die Einsprechstellen der SAA. Weitere Informationen können aus der Baubeschreibung der SAA entnommen werden.

Die gesamte Anlage verfügt über eine permanente Funktionsüberwachung. Störmeldungen sind im Betriebsgebäude und im Versorgungskanal über potentialfreie Kontakte der Automatisierungstechnik und die GLT des Flughafens gemäß den firmeninternen Standards zur Verfügung zu stellen.

3.6.7 Strahlerkabel

Die Einspeisung in die Leckkabel (Strahlerkabel) in den Tunnel erfolgt über HF-Verbindungen beidseitig (vom BG und vom Versorgungskanal), so dass bei einer einfachen Beschädigung die Funktionsfähigkeit der Anlage sichergestellt ist. Das Strahlerkabel im Tunnel (1 1/4“) ist halogenfrei auszuführen und mit geeigneten Fangschellen gegen Herabfallen („Reißverschluss effekt“) im Brandfall zu sichern.

Das Betriebsgebäude wird ebenfalls mit Leckkabel (7/8“) ausgestattet, so dass im Ereignisfall auch hier eine ausreichende Funkabdeckung zur Verfügung steht. Die Anbindung erfolgt beidseitig von der Kopfstation im BG und im Versorgungskanal.

3.6.8 Prüfungen und Tests

Tunnelfunkanlagen sind sicherheitsrelevante Teile, daher sind Werks- und Montageplanung, ordnungsgemäße Ausführung der Planungen und fertiggestellte Tunnelfunkanlagen vom AN durch einen Sachverständigen im Einvernehmen mit dem AG überprüfen zu lassen.

3.6.8.1 Sichtprüfung

Antennen

Überprüfen der Montage und der mechanischen Ausführung des Strahlerkabels und der Funkantennen (UKW und DAB+) inkl. Halterungen, Befestigungsmaterialien und Einbindung in die Erdungsnetze.

Funkschränke

Überprüfen der Montage und des Aufbaues der Funkschränke

- Einbau und Zusammenschaltung der einzelnen Komponenten
- Beschriftung der Komponenten

- Ausführung und Zugänglichkeit von Messpunkten
- Vorhandensein von Schaltplänen und Schrankdokumentationen

3.6.8.2 Prüfungen und Inbetriebnahme

Eine Auflistung der verwendeten Messgeräte mit Angabe des letzten Kalibrierdatums ist anzuführen. Ein Übersichtsplan, aus dem der Aufbau der Gesamtanlage ersichtlich ist, mit eingezeichneten Messpunkten und Angabe der Entkopplungswerte ist vorzulegen. Eingefügte Grafiken von Messergebnissen sind zu beschriften, mit Hinweis, welche Parameter und wo gemessen wurde.

Es sind alle in der Anlage vorhandenen Funkdienste zu vermessen. Im Zuge der Inbetriebnahme und des Probetriebs müssen mindesten die in den folgenden Unterkapiteln angegebenen Prüfungen nachweislich durchgeführt und geprüft werden.

Kalibriernachweise

Messgeräte haben eine Genauigkeit aufzuweisen. Die empfohlene Aufwärmzeit für Messgeräte nach Angabe des Herstellers ist einzuhalten. Die Pegelgenauigkeit muss auch bei den Grenzwerten eingehalten werden.

Pegelmessungen

Messungen der HF Sende- und Empfangspegel nach den Antennen sowie am Messpunkt zum Abgang des Strahlerkabels.

UKW Signalqualität

Messung der Qualität je UKW Hörfunk Frequenz am Eingang und Ausgang der Kopfstelle in Form von Reflexionsverhalten.

Einsprache auf UKW

Kontrolle des Einsprechens auf UKW Frequenzen. Unter Sprachverständlichkeit im Falle des Einsprechens ist das einwandfreie Verstehen von gesprochenen Texten zu verstehen.

Temperaturmessung

Messung der Temperatur im oberen Bereich der Schränke bei geschlossenen Schranktüren. Es dürfen die vom Hersteller des Gerätes angeführten max. Umgebungstemperaturen nicht überschritten werden.

Störmeldungen

Prüfung und Dokumentation der Störmeldungsübergabe.

Tabellarische Auflistung der Störmeldungen.

Spannungsversorgung

Messung der Versorgungsspannungen von Netzteilen.

Tabellarische Auflistung der gemessenen Spannungen.

3.6.8.3 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme ist durch spezielles Fachpersonal und in enger Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen des AG sowie seinen externen Dienstleistern, der

Polizei, Flughafenfeuerwehr und Rettungsdienst (je nach Erfordernis) durchzuführen und schriftlich anhand von Protokollen zu dokumentieren. Für die Inbetriebnahme ist ein gemeinsamer Termin mit dem Dienstleister OMU (beauftragt von FSG) abzustimmen, um die Aufschaltung auf den Bestand ordnungsgemäß zu realisieren.

3.6.8.4 Funkversorgungsmessung

Nachdem die Tunnelfunkanlage in Betrieb genommen und alle Funkdienste eingepegelt wurden, ist eine Funkfeldmessung zur Überprüfung der Funkversorgungsqualität der einzelnen Funkdienste durchzuführen.

Hierzu sind für die einzelnen Funkdienste Versorgungsmessungen durchzuführen und entsprechend zu dokumentieren. Bei der Versorgungsmessung soll möglichst gleichmäßig in einem Raster von etwa 25 m vermessen werden. Ergänzend sind die Messungen in allen weiteren Versorgungsbereichen und dem Betriebsgebäude vorzunehmen.

Ergänzend zur Funkversorgungsmessung sind die Überlappungszonen an den Tunnelportalen zu prüfen. Das Tunnelfunksystem ist so einzupegeln, dass die Überlappungszonen möglichst gering sind und eine unterbrechungsfreie Kommunikation auch in den Überlappungszonen gewährleistet ist.

Weiterhin sind die Sprach- und Datenübertragung sowie alle weiteren Funktionen der Tunnelfunkanlage im Beisein von Vertretern der beteiligten Organisationen zu überprüfen und entsprechend zu dokumentieren.

3.6.8.5 Abnahmemessungen der Funkdienste

Zum Nachweis, dass durch die installierte Anlage die geforderten Versorgungsgrade erreicht werden, müssen nach der Installation der Systeme Abnahmemessungen durchgeführt, die Ergebnisse dokumentiert und zur Abnahme vorgelegt werden. Während der Durchführung der Messungen ist ein Vertreter vor Ort, der sich von der ordnungsgemäßen Durchführung der Messungen überzeugt.

Zur Bewertung der Funkversorgung werden Messungen des Empfangspegels im Downlink durchgeführt und mit einem Grenzwert verglichen. Der Grenzwert berücksichtigt dabei Systemunterschiede zwischen Uplink und Downlink, so dass bei Erreichen oder Überschreiten des Grenzwertes eine Versorgung sowohl im Uplink als auch im Downlink sichergestellt ist. Der Zeitpunkt und Zeitraum der Messungen ist abzustimmen.

Eine Abnahme des installierten Tunnelfunksystems durch die BOS Teilnehmer (Polizei und Feuerwehr) erfolgt durch die Bewertung des messtechnischen Nachweises, dass die geforderten Versorgungsgrade durch das installierte System erreicht werden. Hierzu müssen die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Messungen durchgeführt, protokolliert und dokumentiert werden.

3.6.8.6 Versorgungsgrad

Durch das aufgebaute System sollen die in unten angeführter Tabelle angegebenen Versorgungsgrade erreicht werden. Zur Prüfung des Versorgungsgrades sind durch die Messungen die in der Tabelle genannten Mindestempfangspegel im Downlink nachzuweisen:

Einsatzfall	Versorgungsgrad	Mindestempfangspegel
-------------	-----------------	----------------------

	Ortswahrscheinlichkeit	
Handfunkgeräte in den Tunnelröhren	96%	-88 dBm
Handfunkgeräte in den Fluchtwegen / Notausgängen	96%	-88 dBm
Handfunkgeräte in Betriebsräumen	96%	-88 dBm
Einsatztaktische Bereiche in Gebäudenähe	96%	Gemäß GAN Vorgabe Freifeld

3.6.8.7 Anforderungen an Abnahmemessungen

Messungen des Versorgungsgrades

Zum Nachweis der Redundanzfunktion werden Messungen sowohl bei Einkopplung eines Testsignals an einer der Kopfstationen als auch bei Einkopplung eines Testsignals an die zweite Kopfstation durchgeführt. Die Messungen werden im Normal- sowie im Redundanzbetrieb für alle versorgten Bereichen durchgeführt und dokumentiert.

Da in den zu vermessenden Bereichen (Tunnel, Betriebsräume und Fluchtwege) kein Positionssignal (GPS) zur Verfügung steht, werden die Messungen mit einem portablen Messsystem durchgeführt, das die automatische Messermittlung über eine Zeitsteuerung erlaubt. Während der Messungen in Betriebsräumen und Fluchtwegen kommt eine Antenne zum Einsatz, die auf 1,5 m Höhe positioniert ist und ein omnidirektionales horizontales Antennendiagramm aufweist. Die zu messenden Bereiche werden in Schrittgeschwindigkeit mit gleichmäßiger Geschwindigkeit auf einer vorgegebenen Strecke abgesprochen, während das Messsystem mindestens alle 80 cm den aktuellen Messwert aufzeichnet. Für die Messungen im Tunnel kann ein Fahrzeug eingesetzt werden, in dem das Messsystem temporär installiert wird. Die Montage der Antenne erfolgt hierbei auf dem Fahrzeugdach. Die zu messende Tunnelröhre wird mit gleichmäßiger Geschwindigkeit abgefahren, während das Messsystem mindestens alle 80 cm einen Messwert aufzeichnet. Für die Auswertung der Messungen werden die Messwerte anhand der Parameter des Messsystems (Antennengewinn, Kabelverluste etc.) so korrigiert, dass die zur Auswertung verwendeten Messwerte dem isotropen Empfangspegel entsprechen. Weiterhin erfolgt eine gleitende Mittelung über die jeweils letzten 40 Wellenlängen zurückliegenden Messpositionen. Der gemittelte Wert wird dann als Messergebnis der letzten in der Mittelung enthaltenen Messposition betrachtet.

Eine Zuordnung von Messergebnissen zu Positionen erfolgt unter Annahme einer homogenen Geschwindigkeit durch gleichmäßige Aufteilung der gemittelten Messwerte auf die abgesprochene bzw. abgefahrte Strecke. Während dem Abschreiten der Gesamtstrecke werden anhand von Markierungen und Kennzeichen im Tunnel eindeutig identifizierbare Teilstrecken gebildet und vermessen, so dass eine verbesserte Positionierungsgenauigkeit erreicht wird. Sofern der aus dem Messergebnis abgeleitete, auf eine isotrope Antenne bezogene Empfangspegel den definierten Grenzwert von -88 dBm erreicht oder überschreitet gilt die zugeordnete Position als versorgt.

Für die Versorgungsmessungen im Tunnel und den dazugehörigen Betriebsräumen gelten weiterhin die folgenden Anforderungen:

- Messungen im Tunnel
 - » Der Tunnel wird über die gesamte Länge abgefahren bzw. abgesprochen und im Downlink vermessen.
 - » Sofern der aus dem Messergebnis abgeleitete, auf eine isotrope Antenne bezogene Empfangspegel einen Grenzwert von -88 dBm erreicht oder überschreitet, gilt die zugeordnete Messposition als versorgt.
 - » Der Tunnel gilt als versorgt, wenn mindestens 96 % aller Messpositionen als versorgt klassifiziert wurden und es keinen zusammenhängenden Streckenabschnitt mit einer Länge von mehr als 2 m gibt, in dem nur unversorgte Messpositionen liegen.
- Messungen in Betriebsräumen und Notausgänge / Fluchtwege
 - » Betriebsräume, Notausgänge und Fluchtwege werden im Downlink vermessen.
 - » Sofern der aus dem Messergebnis abgeleitete, auf eine isotrope Antenne bezogene Empfangspegel einen Grenzwert von -88 dBm erreicht oder überschreitet gilt die zugeordnete Messposition als versorgt.
 - Ein Bereich gilt als versorgt, wenn mindestens 96 % aller Messpositionen als versorgt klassifiziert wurden. Überschreiten die Abmessungen des Betriebsraums 2 m x 2 m, so darf es keinen zusammenhängenden Bereich mit einer Größe von mehr als 2 m x 2 m geben, in dem nur als unversorgt klassifizierte Messpositionen liegen.

Eine Tunnelanlage gilt dann als versorgt, wenn alle einzeln vermessenen Teilbereiche (Tunnelröhre, Fluchtwege, Notausgänge und Betriebsräume) als versorgt eingestuft wurden. Die TMO Versorgungsmessung erfolgt im Netzbetrieb, wenn die Anlage in Betrieb ist.

Nachweis von Handoverbereichen

Um zwischen der Objektversorgungsanlage und dem Freifeld ein Handover zu gewährleisten, muss es an Übergangsstellen zwischen dem Objekt und dem Freifeld, wie z.B. an Tunnelportalen, Notausstiegen oder Fluchtwegen einen Bereich geben, in dem der geforderte Mindestpegel im Downlink sowohl von der Objektversorgungsanlage als auch vom Freifeldnetz erreicht wird.

Einerseits muss der Überlappungsbereich dabei groß genug sein, um einen erfolgreichen Handover zu gewährleisten, andererseits soll der Versorgungsbereich der Objektversorgungsanlage außerhalb des Objekts den notwendigen Überlappungsbereich für einen erfolgreichen Handover jedoch nicht wesentlich überschreiten.

Der minimal notwendige Überlappungsbereich ergibt sich dabei aus der möglichen Wegstrecke, die der Teilnehmer innerhalb von 5 s mit der maximal erlaubten Geschwindigkeit zurücklegen kann (z.B. im Bereich der Tunnelportale mit einer zugelassenen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h). Der Handoverbereich ist von beiden Richtungen aus zu vermessen. Der Überlappungsbereich ist für alle relevanten Übergangsstellen (Tunnelportale, Notausstiege und Fluchtwege) zu dokumentieren. Hierzu ist messtechnisch nachzuweisen, dass der geforderte Mindestpegel von -88 dBm in den minimal notwendigen Überlappungsbereichen sowohl durch die Objektversorgung als auch durch das Freifeldnetz erreicht werden. Bei TMO

sollten die Zellwechsel erfasst und dokumentiert werden. Es sind dieselben Messverfahren wie im vorherigen Abschnitt beschrieben anzuwenden.

UKW

Die Funkversorgungsmessung im UKW Bereich ist wie in den vorherigen Abschnitten beschrieben durchzuführen und zu dokumentieren. Weiterhin muss die Ansprechfunktionalität überprüft und dokumentiert werden. Bei der Überprüfung muss die Reichweite des ausgestrahlten UKW Signals aus der Objektversorgungsanlage in den Portalbereichen bestimmt und dokumentiert werden.

3.6.8.8 Gesamtabnahme

Wurde der Probetrieb erfolgreich abgeschlossen und die Tunnelfunkanlage befindet sich im Wirkbetrieb, erfolgt die Abnahme des Gesamtsystems anhand eines Protokolls, welches vom AN und AG unterzeichnet wird. Die Abnahme erfolgt anhand der geforderten Leistungsmerkmale, Messprotokolle und Leistungsbeschreibung bzw. Pflichtenheft. Eventuelle Mängel werden zur Nachbesserung dokumentiert. Alle Unterlagen über Installation, Inbetriebnahme sowie Systemdokumentationen sind zwei Wochen vor dem Abnahmetermin zur Prüfung beim Auftraggeber einzureichen.

3.6.8.9 Beschriftung

Alle Komponenten, NF- und HF-Kabel, Anschlussbuchsen, Klemmleisten etc. müssen deutlich sichtbar, dauerhaft, unverwechselbar und in deutscher Sprache beschriftet sein. Die Beschriftung aller Geräte, Klemmen, Messpunkte und dergleichen muss mit den Bezeichnungen in allen Unterlagen (Systemdokumentation, Kabelpläne etc.) identisch und vollständig sein. Alle koaxialen Kabelverbindungen sind einheitlich beidseitig an allen Steckverbindungen zu beschriften. Anhand der Kabelbeschriftung und zugehörigen Kabelplänen müssen alle Kabelverläufe unmissverständlich nachvollziehbar sein. Anschluss- und Übergabepunkte an Funk-schränken müssen eindeutig anhand der Bezeichnung den jeweiligen Funkschränken zugeordnet werden können.

3.6.8.10 Dokumentation

Für die Tunnelfunkanlage ist eine Systemdokumentation zu erstellen, die aus Technischer Dokumentation und Betriebsdokumentation besteht.

Technische Dokumentation

Die technische Dokumentation muss Aufbau und Funktion der Gesamtanlage und der Komponenten detailliert beschreiben. Anhand Systemübersichten und Blockschaltbildern muss der Gesamtaufbau der Tunnelfunkanlage dargestellt werden. In der Systembeschreibung sind die einzelnen Komponenten der Anlage aufzuführen und deren Funktion zu beschreiben. In den Blockschaltbildern sind Speisepunkte, Medienübergänge, Leitungstypen (bspw. Strahlerkabel, Koaxialkabel) sowie Schnittstellen zu Fremdsystemen darzustellen. Für alle Stationen der Tunnelfunkanlage müssen Installationspläne, Kabelpläne sowie Schrankaufbaupläne in der technischen Dokumentation enthalten sein. Weiterhin ist das Antennenverteilungssystem der Tunnelfunkanlage detailliert darzustellen. Ergänzend zur Gesamtübersicht sind Verdrahtungspläne der einzelnen Funkschränke zu erstellen, die den Aufbau der Koppelfelder der einzelnen Funkstationen beschreibt. Mit Hilfe der technischen Dokumentation müssen Signalwege eindeutig nachvollziehbar sein.

Messpunkte zur Überprüfung von Betriebsgrößen sind eindeutig zu kennzeichnen und entsprechend zu bezeichnen. Der Umfang der technischen Dokumentation muss mindestens enthalten:

- Systemdokumentation zu allen Komponenten
- Betriebshandbücher
- Wartungshinweise
- Montagepläne
- Klemmenpläne
- Verdrahtungsschemata
- Stromlaufpläne
- Ausführungspläne
- Genehmigungsunterlagen
- Prüfzeugnisse
- Pflege- und Wartungsanleitungen

Prüfprotokolle und Prüfmitteldokumentation

Inbetriebnahme- / Prüfprotokolle

Alle im Rahmen der Errichtung der Tunnelfunkanlage erstellten Inbetriebnahme- und Prüfprotokolle sind der technischen Dokumentation beizulegen. Jedes Protokoll muss mindestens enthalten:

- Datum
- Name des Prüfers, weitere Teilnehmer
- Kurzbeschreibung der Prüfung und zugehörige Messwerte
- Beschreibung des Prüfaufbaus
- Eingesetzte Prüfmittel

In den Protokollen sind die Einspeisepegel und Feldstärkewerte der einzelnen Funkdienste an den jeweiligen Speisepunkten zu dokumentieren. Die jeweiligen Messwerte dienen als Referenz für spätere Wartungen und Inspektionen der Tunnelfunkanlage.

Prüfmitteldokumentation

Alle Prüfmittel, Messgeräte und Spezialwerkzeuge, die Inbetriebnahme, Wartung oder Inspektion der Tunnelfunkanlage erforderlich sind, müssen vom AN im Rahmen der technischen Dokumentation aufgeführt werden. Alle Spezialwerkzeuge oder –messgeräte, die zur Inbetriebnahme, Wartung und Inspektion erforderlich und nicht frei erhältlich sind bzw. gezielt für die Tunnelfunkanlage angefertigt wurden, müssen dem AG vom AN im Rahmen des Auftrages überlassen und am Anlagenstandort aufbewahrt werden.

Im Inbetriebnahme-, Wartungs- oder Inspektionsprotokoll ist für das eingesetzte Messequipment festzuhalten:

- Hersteller, Modellnummer

- Datum der letzten Kalibrierung

Betriebsdokumentation

Die Betriebsdokumentation (Betriebshandbuch) dient der Sicherstellung des reibungslosen Betriebs der Tunnelfunkanlage. Sie beschreibt alle Funktionen, Bedienelemente und Anzeigeeinheiten, die für den täglichen Betrieb und zur Lokalisierung von Störmeldungen erforderlich sind. Anhand der Betriebsdokumentation müssen die Nutzer in der Lage sein, alle wesentlichen Funktionen der Tunnelfunkanlage, wie An-/Abschaltung einzelner Funkdienste, Kanalumschaltung etc. bedienen zu können. Weiterhin muss die Betriebsdokumentation Informationen enthalten, um Störmeldungen am Funksystem lokalisieren zu können.

3.7 Sprachalarmierungsanlage

3.7.1 Allgemeines

Die Sanierung des Flughafentunnel Stuttgart umfasst die vollständige Erneuerung der Betriebstechnischen Ausstattung. Ein zentraler Bestandteil ist die Installation einer neuen Sprachalarmierungsanlage (SAA) gemäß DIN VDE 0833-4 in der Fassung vom 2024-06. Findet im weiteren Verlauf die DIN VDE 0833-4 Erwähnung, ist jeweils die Fassung von 2024-06 gemeint. Die Planung und Ausführung erfolgen unter Berücksichtigung der spezifischen Vorgaben des Flughafens Stuttgart (23 Ausführungsrichtlinie Lautsprechanlage).

Für die Planung wurde eine schalltechnische Simulation des Tunnels durchgeführt, um die Anzahl, Position und Ausrichtung der Lautsprecher zu ermitteln. Ebenso wird die Einhaltung des Sprachverständlichkeits-Indizes von $STI > 0,45$ gemäß RE-ING und STI Mittelwert $>0,50$ bzw. Minimalwert $>0,45$, gemäß DIN VDE 0833-4, bestätigt.

Die Sprachalarmierungsanlage wird in das bestehende System vom Flughafen integriert und von der ständig besetzten Flughafenleitstelle (FLS) überwacht. Die Einsprache kann wahlweise frei oder durch vorkonfigurierte Sprachkonserven vom Nordportal, BG oder der Leitstelle aus durchgeführt werden. Eine Überlagerung von freier Einsprache und dem Abspiel von den Sprachkonserven ist nicht zulässig. Für die Einsprachen sind folgende Sprachkonserven Bereitzustellen:

- Text 1:** Schalten Sie Ihr Radio ein
- Text 2:** Bewahren Sie Ruhe – Hilfe ist unterwegs
- Text 3:** Aufgrund eines Unfalls ist eine Weiterfahrt nicht möglich
- Text 4:** Aufgrund von Gegenständen auf der Fahrbahn ist eine Weiterfahrt nicht möglich.
- Text 5:** Bleiben Sie im Fahrzeug
- Text 6:** Brand im Tunnel. Verlassen Sie das Fahrzeug und den Tunnel
- Text 7:** Verlassen Sie den Tunnel
- Text 8:** Die Unfallstelle ist geräumt, fahren Sie vorsichtig weiter
- Text 9:** Wir wünschen eine gute Fahrt

3.7.2 Ergebnisse der schalltechnischen Simulation

Die Simulation der Sprachalarmierungsanlage (SAA) für den Tunnel B312 unter dem Flughafen Stuttgart bestätigt, dass das geplante Beschallungskonzept die normativen Anforderungen gemäß DIN VDE 0833-4 vollumfänglich erfüllt. Die akustische Auslegung basiert auf detaillierten 3D-Modellen und berücksichtigt sowohl die unterschiedlichen baulichen Abschnitte (Altbau/Neubau) als auch die maßgeblichen Störschallquellen wie Verkehrslärm und Strahlventilatoren. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass in allen relevanten Tunnelbereichen die geforderten Werte für die Sprachverständlichkeit ($STI \geq 0,50$, Minimalwert $\geq 0,45$) sicher erreicht werden. Der Havariefall wurde mit max. 1 Lautsprecher pro Alarmierungsbereich (ADA) simuliert. Auch hier sind die Ergebnisse auskömmlich. Die Lautsprecherpositionierung und -parametrierung wurden so optimiert, dass eine gleichmäßige Schallverteilung und eine hohe Verständlichkeit im gesamten Tunnel gewährleistet sind. Die Ergebnisse belegen, dass die Anlage auch unter konservativen Annahmen ausreichend Reserve („Headroom“) bietet, um auf erhöhte Störpegel reagieren zu können. Für die Inbetriebnahme wird eine Einmessung und Feinabstimmung durch qualifiziertes Fachpersonal empfohlen, um die in der Simulation prognostizierten Werte auch im Realbetrieb sicherzustellen. Weitere Informationen können dem beigefügtem Simulationsbericht entnommen werden.

3.7.3 Zentraltechnik und Komponenten

Die SAA wird in die übergeordnete Administrationsebene des ELA-Managementsystems des Flughafens eingebunden. Zur Sicherstellung der Kompatibilität zum ELA-Managementsystems ist zwingend das System vom Typ BOSCH Praesensa zu verwenden. Die zentrale Technik der SAA befindet ist dabei im Betriebsgebäude zu errichten und besteht aus einem 19"-Schrank im Funkraum (Raum 17d). Dies stellt eine Abweichung zur DIN VDE 0833-4 dar, da die SAZ nicht mit anderen Anlagen aufgestellt werden darf. Als Kompensation für diese Abweichung wird angeführt, dass die Sprachalarmierungsanlage und die Funkanlage ähnliche Aufgaben erfüllen. Beide Anlagen dienen zur Alarmierung der Personen im Tunnel, akustisch oder über das Radio. Zusätzlich sind der Tunnel und das Betriebsgebäude getrennte Gebäude und bei einem Brand im Betriebsgebäude wird der Tunnel sofort gesperrt, wodurch keine Alarmierung mehr notwendig wird. Aus diesen Gründen wird das Schutzziel durch die Aufstellung nicht beeinflusst. Die Abweichung wird auch vom Brandschutzkonzept, sowie von der zuständigen Fachabteilung des Flughafen Stuttgart unterstützt.

Für die Integration in das übergeordnete ELA-Managementsystem des Flughafens ist ein zusätzlicher Steuerrechner notwendig. Sofern der Steuerrechner nicht mit den Komponenten der restlichen Sprachalarmierungsanlage gemäß EN54 homologiert ist, darf dieser nicht mit anderen Anlagen der Sprachalarmierungsanlage im selben Schrank platziert werden. Aus diesen Gründen wird für den Steuerrechner ein weiterer 19" Schrank angrenzend zur SAZ im selben Raum vorgesehen. Die Stromversorgung für den Steuerrechner hat durch eine eigene EN45-Zertifizierte Anlage zu erfolgen. Bevorzugt ist die dasselbe Modell der Stromversorgung von der SAZ zu verwenden.

Die Benennung der Zentralen ist mit der Fachabteilung der FSG abzustimmen.

Die Stromversorgung erfolgt über das USV-Netz des Tunnels mit einer Überbrückungszeit von 30 min. Im Falle eines Netzausfalls wird der Tunnel gesperrt und

leergefahren (geräumt) wodurch gemäß DIN VDE 0833-4 Abschnitt 7.3.2 eine Überbrückungszeit von 30 min gefordert wird.

Die Sprachalarmierungszentrale (SAZ) ist als EN-54 Zertifizierte Einheit zu erstellen. Um die Zertifizierung der Gesamtanlage aufrecht zu erhalten müssen folgende Komponenten mit der Bosch Praesensa gemeinsam zertifiziert sein:

- Systemcontroller (Leitprodukt: PRA-SCL System-Controller)
- Leistungsverstärker (Leitprodukt: PRA-AD604 Verstärker, 600 W, 4-Kanal)
- Stromversorgung (Leitprodukt: PRA-MPS3 Multifunktionale Stromversorgung)
- I/O-Einheit (Leitprodukt: PRA-IM16C8 Steuerungs-Interfacemodul, 16x8)
- IP/Audio-Konverter (Leitprodukt: PRA-IM2A2 Audio-Schnittstellenmodul)
- End-of-Line Modul (Leitprodukt: PRA-EOL Linienendeinheit)

3.7.4 Schnittstellen

Die SAA wird in die übergeordnete Administrationsebene des ELA-Managementsystems des Flughafens eingebunden. Die Kompatibilität zum System der Flughafen Stuttgart GmbH (BOSCH Praesensa) ist vollumfänglich sicherzustellen. Das vorhandene ELA-Managementsystem ist ein proprietäres System der Firma Sittig und ist deshalb auch durch diese in das System einzubinden. Die Leistung der Firma Sittig umfasst dabei die Beschaffung und Installation des Steuerrechners mitsamt aller notwendigen Software und Lizenzen, sowie die Parametrisierung und Integration der SAA in das übergeordnete ELA-Managementsystem des Flughafens.

Weitere Schnittstellen sind:

- **Schnittstelle zur Brandmeldeanlage (BMA):** Umsetzung gemäß DIN VDE 0833-4 Abschnitt 7.1.7.
- **Schnittstelle zur Funkanlage:** Bereitstellen eines potential freien Kontakts zur Signalisierung einer aktiven Einsprache, sowie einer analogen Sprachausgabe.
- **Schnittstelle zur Leittechnik:** Realisierung über Hardwarekontakte und Anbindung an die dezentrale Peripherie der F-SPS Lüftung. Anzubindende Meldungen sind Sammelstörung (Öffner) und Netzausfallmeldung (Öffner).

3.7.5 Ansteuerung

Die Ansteuerung muss die jeweils zugehörige Signalaufbereitung und Laufzeitverzögerung berücksichtigen. Die Einpegelung hat derart zu erfolgen, dass in jeder Teilfläche eines Alarmierungsbereichs (ADA) eine auskömmliche Sprachverständlichkeit erreicht wird. Dafür ist eine separate Entzerrung, Frequenzgangfilterung und Signallimitierung pro Bereich durchzuführen. Darüber hinaus ist es zwingend erforderlich, dass eine passendes Delay für jeden Abschnitt messtechnisch ermittelt und eingestellt wird.

Die betriebliche Steuerung erfolgt von dem Sprechstellenplatz in der Flughafenleitstelle FLS. Eine Live-Einsprachen, sowie auch vorgefertigte Ansagetexte müssen über die Feuerwehrsprechstellen am Nordportal oder beim BG abgesetzt wer-

den können und im Regelfall als Sammelruf in den definierten Beschallungsabschnitten wiedergegeben werden. Die gleichzeitige Einsprache in Verkehrsfunkanlage ist zu ermöglichen (in unterschiedliche Tunnelbereiche).

Eingehende Fehlermeldungen der Sprachalarmierungsanlage sind an die übergeordnete Administrationsebene anzubinden. Hierzu sind die ein- und ausgehenden Signale sowie alle Störmeldungen an das ELA-Managementsystems des Flughafens anzubinden.

Das System muss:

- sehr hohe Betriebssicherheit gewährleisten und Redundanzen ermöglichen.
- alle erforderlichen Signalverarbeitungs-Funktionen (Equalizer, Delays, Limiter) und Überwachungsfunktionen (u.a. Linienüberwachung) beinhalten.
- alle zur Beschallung gehörigen Steuersignale im Protokoll mitverwalten können.
- Für jeden Grenzflächenlautsprecher und alle weiteren Lautsprecher einen separaten Ausgangskanal inklusive aller in der Position beschriebenen Signalprozessingkapazitäten zur Verfügung stellen.

Das Audiosystem ist als eine zentrale Einheit gemäß EN 54-16 zu installieren. Systemeinheiten sind durch überwachte Leitungen zu vernetzen. Der Ausfall einzelner Einheiten darf nicht die Funktion der anderen Einheiten beeinflussen. Sowohl die gleichzeitige als auch die getrennte Einsprache über Tunnellautsprecher und Rundfunk ist vorzusehen. Das System muss eine automatische Verwaltung von Ansagetexten (min. 16 Textkonserven) und Live-Einsprachen ermöglichen.

Die schematischen Anordnungen der einzelnen Komponenten, sowie die Positionierung aller Lautsprecher sind der beigelegten Planunterlage 7.0.1 zu entnehmen. Die genaue Anordnung und auch Winkelausrichtung der Lautsprecher sind dem Simulationsbericht und dem dazugehörigen 3D-Modell zu entnehmen.

Jede Textansage ist durch ein akustisches Signal anzukündigen. Weitere Anforderungen:

- VoIP-Schnittstelle zur Einsprache über das Netzwerk ELA2-VPN STR
- geringer Standby-Leistungsbedarf und Umschaltung in Schlummermodus mit Rückschaltung innerhalb von < 200 ms

Beim Öffnen der Türe einer Notrufrische sowie bei automatischen oder manuellen Brandalarm im Tunnel ist der entsprechende Beschallungsabschnitt zu aktivieren. Die Notruftüren werden durch die F-SPS Lüftung überwacht und über einen potentialfreien Kontakt an die SAZ angebunden.

3.7.6 Lautsprecheranlage

Im Tunnel werden 12 Grenzhornlautsprecher vorgesehen. Diese werden durch 2 Druckkammerlautsprecher zur Abdeckung von Unterversorgten Bereichen am Südportal und im Tunnel an der Grenze zwischen Alt- und Neubau verwendet. Zusätzlich diene jeweils 2 weitere Druckkammerlautsprecher zur Beschallung der beiden Vorportale. Die zu verwendenden Leistungsabgriffe der Lautsprecher sind dem Simulationsbericht zu entnehmen und vor Ort durch Einmessungen nochmal zu verifizieren. Die verwendeten Lautsprecher müssen nach EN 45-24 zertifiziert

sein. Im Altbau des Tunnels werden die Lautsprecher aufgrund der engen Platzsituation an der östlichen Tunnelwand situiert. Im Neubaubereich wird der Tunnel breiter, so dass hier die gewählten Lautsprecher an der Decke platziert werden können, ohne den lichten Raum zu verletzen. Die schalltechnische Simulation zeigt, dass für eine optimale Beschallung die Lautsprecher auf die zu beschallenden Flächen genau ausgerichtet werden müssen. Für weitere Informationen siehe Simulationsergebnisse der Schalltechnischen Untersuchung.

Die genaue Lage der Lautsprecher im Tunnel und je Querschnitt wird unter Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten im Rahmen der Werks- und Montageplanung angepasst und mit dem AG abgestimmt. Sollten sich zwischen der durchgeführten Simulation bauliche oder andere gravierende Änderungen ergeben haben, so sind diese Messtechnisch zu ermitteln und eine erneute Simulation durchzuführen. Die neuen Ergebnisse sind mit dem AG abzustimmen und in die Werks- und Montageplanung zu überführen.

Der Treiber muss in einem Gehäuse hinten am Schallkörper sitzen. Das Gehäuse ist strahlwassergeschützt, in der Schutzklasse IP65, auszuführen. Das Eindringen von Fremdkörpern und Wasser in den Treiber über den Schallkörper ist mit geeigneten technischen Maßnahmen zu verhindern. Für die Anbindung sind direkt am Lautsprecher geeignete 4-polige Klemmen zum Anbinden der Lautsprecherverkabelung mit Aderverdopplung (4-fach) mit der Schutzklasse IP65 vorzusehen.

3.7.7 Sprechstellen

An den Feuerwehreinformationszentralen (FIZs) am Nordportal und beim BG wird je eine Einsprache in die SAA vorgesehen. Bei den Sprechstellen sind zusätzlich Eingabemöglichkeiten zur Auswahl des Beschallungsbereichs sowie dem Starten der vorgefertigten Sprachkonserven (siehe Kapitel 3.7.1) zu verwenden. Die Sprechstellen werden im Gehäuse der FIZs eingebaut.

3.7.8 Verkabelung

Die Verkabelung erfolgt gemäß DIN VDE 0833-4 und „Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie“ (MLAR) des Deutschen Institut für Bautechnik. Dabei sind alle aktiven Schaltleitungen gem. DIN VDE 0833-4 zu überwachen und alle Leitungen der SAZ werden direkt in die SAZ eingeführt.

Die Lautsprecherverkabelung erfolgt sternförmig in 100 V-Technik über die Kabeltasche im Tunnel mit einem Kabel des Typs (N)HXCH E30. Der Querschnitt ist entfernungsabhängig vom AN zu ermitteln. Die Anbindung der Lautsprecher erfolgt über einen brandbeständigen Anschlusskasten in Ausführung E30. Dieser wird in unmittelbarer Nähe zum Lautsprecher an der Tunnelwand oder der Tunneldecke installiert. Dort wird von der Lautsprecherverkabelung mit entfernungsabhängigen Querschnitt auf ein Brandmeldekabel des Typs JE-H(St)H E30 4x2x0,8 umgklemmt. Dabei dienen jedoch nur 2 Adernpaare zur Versorgung des Lautsprechers (Aderverdopplung), die anderen beiden Adernpaare dienen als Rückleitung vom Lautsprecher in den Anschlusskasten zur Anbindung der End-of-Line Module (EOL). Die EOL-Module dienen zur Überwachung der Lautsprecherlinien.

Bei dem Anschluss der Lautsprecher ist darauf zu achten, dass ausreichend Anschlussmöglichkeiten für die Aderverdopplung (4-fach) vorhanden sind. Der Leistungsverlust von max. 1 dB von SAZ zum einzelnen Lautsprecher darf dabei nicht

überschritten werden. Die Schirmung der geplanten Kabeltypen schützt vor Störungen durch elektrische Felder im Tunnelfahrraum.

Die Verkabelung der der Feuerwehrsprechstellen des Typs PRA-FMP-DE wird redundant über ein CAT 8 Verkabelung mit PoE angebunden. Die Feuerwehrsprechstellen beim BG wird dabei durch die integrierten PoE Ports der SAZ angebunden. Für die Anbindung der Sprechstelle am Nordportal wird in der SST Nord ein PoE-Switch vorgesehen. Die Verbindung zwischen SAZ und SST Nord erfolgt durch eine LWL-Verbindung (2 Fasern).

3.7.9 Steuerung und Betrieb

Die Steuerung der SAA erfolgt über Sprechstellen beim BG oder am Nordportal und über das übergeordnete ELA-System des Flughafens. Live-Einsprachen und vorgefertigte Ansagetexte können als Sammelruf in definierten Beschallungsabschnitten wiedergegeben werden. Alle Systemkomponenten und Lautsprecherlinien werden kontinuierlich überwacht. Fehler werden an die Zentrale gemeldet und protokolliert.

3.7.10 Inbetriebnahme und Dokumentation

Vor Inbetriebnahme sind akustische Messungen durchzuführen, um Pegel, Frequenzgänge und Signalverzögerungen präzise einzustellen. Die Sprachverständlichkeit ($STI > 0,50$) und die Alarmierungspegel sollen nachgewiesen und dokumentiert werden.

3.7.11 Prüfung und Tests

3.7.11.1 Sichtprüfung

Besichtigung und Kontrolle der Lautsprechermontage (Höhe und Verletzung des Lichtraumprofils). Es ist messtechnisch und nachweislich zu überprüfen, ob die Lautsprecherstandorte das Lichtraumprofil verletzen.

3.7.11.2 Prüfungen zur Inbetriebnahme und im Probetrieb

Im Zuge der Inbetriebnahme und des Probetriebes ohne Verkehr muss die gesamten Funktion der Beschallungsanlage nachgewiesen werden.

Die Überprüfung der Funktion der Beschallungsanlage muss mindestens folgende Punkte beinhalten:

- Gesprächsdurchsage auf allen definierten Lautsprechergruppen
- Anwahl der vorgesehenen Beschallungsgruppen mit Gruppendurchsagen
- Abruf von Textkonserven
- Kontrolle der Parametriermöglichkeiten der Lautsprecheranlage
- Überprüfung der Vorgaben aus der RE-ING 3-3
- Prüfen der Sprachqualität (STI) der Lautsprecheranlage

3.7.11.3 Prüfumfang bzw. nähere Erläuterung

Die Überprüfung der Sprachqualität soll beinhalten:

- Messung bzw. Ermittlung der Sprachverständlichkeit: Für die Überprüfung der Sprachverständlichkeit ist ein STI-Wert von mindestens 0,50 zu erreichen.

- Subjektive Beurteilung der Sprachverständlichkeit durch einen Sachverständigen und dem AG
- Es ist ein Störschall durch den Verkehr, sowie durch die Strahlventilatoren zu berücksichtigen.

3.7.12 Parametrierungen

Die Beschallungsanlage benötigt eine Parametrierung in der Inbetriebnahmephase, in der durch genaue akustische Messungen im Tunnel Pegel, Frequenzgänge und Signalverzögerungen präzise geregelt und reproduzierbar dokumentiert werden müssen. Vorab-Parametrierungen auf Basis von berechneten Delayzeiten, Pegeln und als typisch angenommenen Frequenzgangsentzerrungen mit rein elektrischen Messungen in den Zentralen sind als Grundeinstellung zu verstehen. Sie sind vor Ort zu verifizieren und ggf. anzupassen. Somit hat der AN im Bauzeitenplan rechtzeitig ausreichende Zeiträume einzurichten, in denen im Tunnel die für akustische Messungen notwendige vollständige Ruhe hergestellt werden kann. Die Parametrierungen sind durch nachgewiesenen qualifizierte Messtechniker mit Erfahrung mit Sprachbeschallungen, akustischen Messsystemen und Tunnelbeschallungsanlagen durchzuführen. Bei der Lautsprecherentzerrung speziell für diese Tunnelanlage ist darauf zu achten, mindestens eine geeignete Hochpassfilterung im Rahmen der Anlagentechnik vorzunehmen, um den Raum nicht unnötig anzuregen.

Darüber hinaus ist eine angepasste Filterung auf das Störschallspektrum anzuwenden. Ein Signal/Noise-Abstand von ca. 8-9 dB breitbandig ab 400 Hz - 8 kHz ist dabei anzustreben.

3.7.12.1 Elektroakustische Parametrierungsarbeiten Sprechstellen und Ansagetexte

Folgende Arbeiten sind zur Sicherstellung der einwandfreien Funktion der Mikrofonsprechstellen, der Textspeichersysteme, des Gongs und zur eingangsseitigen Optimierung der in die SAZ übertragenen Audiosignale durchzuführen.

1. Sprechstellen in der Leitwarte, im BG und am Nordportal auf einwandfreie und identische Funktion prüfen.
2. Übertragungsweg von Sprechstellen in den Schaltanlagenraum an Vorverstärker auf Störgeräusche, Pegeldämpfungen, Übertragungsfrequenzgänge, Übersprechdämpfung, nichtlineare Verzerrungen prüfen.
3. Messsignal mit Sprechersimulator in Messmikrofon einspeisen, Vorverstärker pegeln.
4. Eingänge DSP-System pegeln.
5. Mikrofonsignal in Eingangssektionen des DSP-Systems geeignet und identisch entzerren (lineare Übertragung, ggf. universelle Vorentzerrung zur Sprachverständlichkeitsoptimierung).
6. Kompressoren für alle Mikrofonwege sorgfältig für konstanten Sprachpegel bei noch hinreichender Sprachsignaldynamik identisch parametrieren.
7. Schritte 1, 2, 4, 5 sinngemäß für die Signalwege der Ansagetexte und die Gongsignale wiederholen. Für vergleichbare spektrale Zusammensetzung und Pegelung eingespielter Ansagetexte und der Mikrofonansagen ist Sorge

zu tragen, um eine gleichartige Basis für Tunneleinspielungen sicher zu stellen.

8. Alle Ergebnisse subjektiv an Monitorlautsprecher und Kopfhörer überprüfen.
9. Hergestellte Einstellungen abspeichern und dokumentieren. Sicherheitskopie der Einstellungen unmittelbar an die entsprechende Fachabteilung der FSG übergeben.

3.7.12.2 Elektroakustische Parametrierungsarbeiten Lautsprecheranlage

Folgende Arbeiten dienen der Sicherstellung der einwandfreien Funktion der Lautsprechersysteme, des Abgleichs des akustischen Pegel im Tunnel, und der Einstellung optimaler Übertragungsfrequenzgänge zur Maximierung der Verständlichkeit.

1. Einzelprüfung aller Lautsprecher auf Funktion, einheitlichen Frequenzgang und Pegel.
2. Delay-Parametrierung für alle Lautsprecher durch Impulsantwortmessung.
3. Vergleichende Überprüfung des Übertragungsfrequenzgangs und des Pegels in mindestens 3 Tunnelabschnitten, Entscheidungsfindung über Pegelstruktur und Durchsageentzerrungen.
4. Parametrierung eines geeigneten Übertragungsfrequenzgangs.
5. Pegelmessung und -angleichung.
6. Überprüfung der Gesamtschallfrequenzgänge und Korrektur des Frequenzgangs / der Frequenzgangentzerrungen, Vergleich der Ergebnisse gem. DIN VDE 0833-4 an mindestens 80 Punkten verteilt über den Tunnel und den Vorportalsbereichen (Fläche von ca. 4800 m²).
7. Messung der Sprachverständlichkeiten und subjektive Überprüfung der Sprachverständlichkeiten mit gespeichertem Original-Ansagetext und Mikrofoneinsprache.
8. Feinkorrekturen der Übertragungsfrequenzgänge.
9. ggf. Korrekturen und Wiederholung der Überprüfungen.
10. Speicherung aller Anlagen-Einstellungen, Übergabe einer Sicherungskopie an den AG.

Dokumentationsmessung der akustischen Parameter Raumimpulsantwort, Pegel, Frequenz Gang, Sprachverständlichkeit an mind. 80 verteilten Messpunkten im Tunnel. Weiterhin exemplarische Tonaufnahme einer Alarmierungsdurchsage an mindestens 6 Messpunkten Übergabe der Ergebnisse als Teil der gesamten Dokumentationsunterlagen.

3.8 Brandmeldeanlage

3.8.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

Im Tunnel und dem Betriebsgebäude besteht bereits eine Brandmeldeanlage. Im Zuge der Erneuerung der betriebstechnischen Ausstattung des Flughafentunnels B312 wird diese gemäß den Vorgaben der RE-ING 3-3 sowie dem Brandschutzkonzept erweitert und teilweise erneuert.

Alle Brandmeldeeinrichtungen müssen den gültigen DIN VDE Vorschriften entsprechen, insbesondere die:

- DIN EN 54
- DIN 14675
- DIN VDE 0833

Die Brandmeldezentrale wurde bereits im Jahr 2025 erneuert und bleibt erhalten. Folgenden Anlagenteile der Brandmeldeanlage sind zu erneuern bzw. zu erweitern:

- Automatische Rauchmelder und Handmelder im Betriebsgebäude und im Tunnel
- Linienbrandmeldezentrale redundant aufgebaut im BG
- Linienbrandmelder zur Tunnelüberwachung
- Rauchansaugsystemen in den Traforäumen
- Schnittstelle zur Automatisierungs- und Sicherheitstechnik des Tunnels
- Verkabelung der Brandmelder und der restlichen Anlagekomponenten
- Feuerwehrinformationszentralen (FIZ) mit eingebauten Feuerwehr-Anzeigetableau (FAT), Feuerwehrbedienfeld (FBF), Feuerwehr-Gebädefunkbedienfeld und Feuerwehrlaufkarten

Es ist eine Anlage in Ring-Bus-Technik auszuführen. Jeder Melder ist mit einer entsprechenden Plakette (Melder-Gruppe/Melder-Nummer) zu kennzeichnen. Jede Meldelinie ist mit Einzelüberwachung und Einzelerkennung vorzusehen.

3.8.2 Zentralentechnik

Die Brandmeldezentrale (BMZ) ist im Treppenhaus (Raum 12) im Betriebsgebäude in einem Brandbeständigen Verteiler E30 untergebracht. Die BMZ ist ein Modell des Typs Siemens Sinesto FC2060-AA.

Die Peripheriegeräte werden jedoch gesamtheitlich erneuert und durch weitere Anlagen ergänzt. Bestehende Koppler der neuen BMZ werden aufgrund fehlender Gewährleistung nicht mehr verwendet und nur als Reserve oder Ersatzteile vorgesehen. Dazu gehören:

- 1x Linienkarte, Typ FCL-2001 (Reserve)
- 6x I/O-Einheit, Typ FDCIO-222 (1x Reserve, 5x Ersatzteil)
- 2x I/O-Einheit, Typ FDCIO-223 (nicht mehr notwendig)

3.8.2.1 Anbindungen

Die Anbindung an den internen Zentralenring der FSG, sowie die Anbindung an die Flughafenleitstelle (FLS) und Einsatzleitsystem der Flughafenfeuerwehr (ELR) ist bereits umgesetzt. Die BMZ wird dabei vom Flughafeninternen System verwaltet und überwacht.

Die BMA wird über potentialfreie Kontakte an die Steuerungsperipherien der Tunnelautomatisierung angebunden. Zusätzlich werden die Anzeige-LEDs der Notbedienfelder direkt von der BMA angesteuert.

Für die Alarmweiterleitung an die Videozentrale wird die BMA über potentialfreie Kontakte an die lokale Steuerungsperipherie der Videoanlage angebunden.

Die Anbindung der Brandbekämpfungsanlage erfolgt über potentialfreie Kontakte nach der Standardschnittstelle Löschen gemäß DIN VDE 0833-2 Anhang D. Dafür werden I/O-Module in Ringbus-Technik an den Brandmeldeloop des Pumpenhau- ses angebunden. Weitere Informationen können dem Abschnitt 4.8 entnommen werden.

Alle elektronischen Feststellanlagen der Türen im Betriebsgebäude werden ge- mäß den Vorgaben des Flughafens (29 Ausführungsrichtlinie Brandmeldeanlage) an die Türoffenhaltung über einen potentialfreien Kontakt an die BMA angebon- den.

Die Brandschutzklappen im Betriebsgebäude werden über die Tunnelautomatisie- rung (F-SPS Lüftung) angesteuert und überwacht.

3.8.2.2 Erweiterungen/Module

Insgesamt werden 7 Loops, 2 RS485 Schnittstellen, sowie weitere I/O-Module be- nötigt. Die BMZ besitzt bereits 4 integrierte Loop-Schnittstellen. Aus diesen Grün- den wird eine Loop-Erweiterungskarte (Typ: FCL2001 oder vergleichbar) benötigt. Zusätzlich wird die zurzeit verwendete Loop-Erweiterungskarte als Reserve vor- gesehen. Die Anbindung der Feuerwehrinformationszentralen (FIZ) erfolgt redun- dant über RS485, wodurch 2 RS485 Erweiterungsmodule (Typ: FCA2002-A1 oder vergleichbar) notwendig sind. Die Ansteuerung der Brandschutzklappen erfolgt über die F-SPS Lüftung. Zur Anbindung der Linienbrandmeldezentrale, Tunnelau- tomatisierung und weiterer Sicherheitstechnik (SAA, BBA, etc.) werden über- wachte potentialfreie kontakte verwendet. Die I/O-Karten werden über einen Loop an die BMZ angebunden.

Zusammenfassung Erweiterungen inkl. Leitprodukt:

- 1x Linienkarte (Typ: FCL2001 oder vergleichbar)
- 2x I/O-Karte (Typ: FCI2008-A1 oder vergleichbar)
- 2x RS485 Erweiterungsmodule (Typ: FCA2002-A1 oder vergleichbar)
- 20x I/O-Modul in Looptechnik (Typ: FDCIO0222 oder vergleichbar)
- 1x LED-Ansteuerung für Notbedientableau (Typ: FT2001-A1 oder vergleich- bar)

3.8.2.3 Feuerwehrinformationszentralen (FIZ)

Es werden 2 Feuerwehrinformationszentralen (FIZ) vorgesehen. Einmal am Nord- portal und einmal im Betriebsgebäude. Die Anbindung erfolgt redundant über eine sternförmige RS485 Verbindung. Dazu werden 2 RS485-Erweiterungsmodule für die BMZ benötigt, wodurch eine Ausfallsicherheit sichergestellt wird.

Die FIZs bestehen aus einem doppelflügeligen Stehschrank mit Trennsteg und ei- gener Schließanlage je Tür. Auf der linken Seite sind folgende Feuerwehrspezifi- schen Anzeigen und Bedienfelder vorgesehen:

- Feuerwehranzeigetableau (FAT)
- Feuerwehrbedienfeld (FBF)

- Feuerwehrlaufkarten
- Einsprache in die Sprachalarmierungsanlage (weitere Informationen siehe Baubeschreibung zur „Sprachalarmierungsanlage“)
- Anzeigefeld BOS-Inhouse Versorgung

Der rechte Teil der FIZs beinhaltet Notbedienfelder inkl. aller notwendigen Komponenten zur Ansteuerung der Beleuchtung, Lüftung und Brandbekämpfungsanlage. Das Notbedienfeld beim BG wird zusätzlich detaillierter ausgeführt, um auch als Handbedienfeld für Wartungen zu dienen. Die Ansichten der Notbedienfelder sind den Planunterlagen 13.1.1 und 13.1.3 zu entnehmen.

3.8.3 Linienbrandmeldeanlage im Tunnel

Im Tunnel ist ein Linienbrandmeldekabel (Glasfasertechnik) mittig an der Decke zu installieren. Das Linienbrandmeldekabel muss sowohl auf einen Temperaturanstieg in Abhängigkeit von der Zeit, als auch auf einen absoluten Temperaturanstieg reagieren.

Es muss eine Branddetektion innerhalb einer Minute nach Brandausbruch bei einer Brandleistung von 5 MW und einer Luftströmung von 4 m/s möglich sein. Für die Brandbekämpfungsanlage ist aufgrund der Sektionslänge eine Lokalisierung des Brandes auf 5 m vorzusehen (3 Messpunkte pro Brandmeldeabschnitt, siehe Plan 8.0.1). Ein Nachweis dieser Eigenschaften ist im Zuge der Werkstatt- und Montageplanung einzureichen.

Das Linienbrandmeldekabel muss über eigene, unabhängige Auswerteeinheiten verfügen. Das Sensorkabel wird beidseitig von separaten Linienbrandmeldezentralen im Betriebsgebäude gespeist. Bei Störung/ Durchtrennung des Linienbrandmeldekabels im Tunnel muss weiterhin ohne Unterbrechung eine Überwachung des kompletten Tunnels möglich sein, d. h. bei Zerstörung eines Abschnittes müssen die übrigen funktionsfähig bleiben. Die Auswerteeinheiten sind an die Brandmeldezentrale im Betriebsgebäude anzubinden. Die redundanten Auswerteeinheiten des Linienbrandmeldesystems haben die Informationen an die Brandmeldezentrale über potentialfreie Kontakte zu übergeben. Die Brandmeldezentrale wiederum hat die Brandalarme, Störungen und Informationen an die Tunnelautomatisierung, die Flughafenleitstelle (FLS) und Feuerwehrleitstelle (FwLts). Alle Rückstellungen sind potentialfrei über die Brandmeldezentrale zu ermöglichen, ohne in die Auswerteeinheiten/Zentrale des Linienbrandmelders eingreifen zu müssen.

Die Spezifikationen der Komponenten der Linienbrandmeldeanlage sind aus der Leistungspositionen im Leistungsverzeichnis zu entnehmen.

Die Aufteilung der Brandmeldeabschnitte im Tunnel ist dem Plan 8.0.1 BMA-Übersichtsschema zu entnehmen.

3.8.4 Melder im Tunnel

In den Notrufrischen sind neben der Notrufsprechstelle Handmelder in Ring-Bus-Technik vorzusehen. Die Handmelder im Tunnel müssen in Schutzklasse IP65

ausgeführt werden. Grundsätzlich werden alle Melder in Loop-Technik angebunden. Die Melder des Tunnels werden an die Brandmeldezentrale im Betriebsgebäude angebunden.

Brandabschnitte sind einheitlich nach dem Standard des Flughafens zu bezeichnen und auszuführen. Die Meldegruppen werden von der FSG erstellt und zur Verfügung gestellt.

3.8.5 Brandmeldetechnik im Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude ist flächendeckend (Vollschutz) mittels automatischer Multi-sensor-Melder in Ring-Bus-Technologie zu überwachen, welche auf Temperatur und Rauch ansprechen. Es sind alle Räume, inklusive der Doppelböden in die Überwachung einzubeziehen. Melder im Doppelboden sind mit einem roten Punkt auf der Doppelbodenplatte zu markieren.

Für die Überwachung der Zuluftkanäle der Raumbelüftung ist ein Luftkanalrauchmelder einzusetzen. Der dient zur Detektion von an- und abgesaugtem Rauch über die Raumbelüftungsanlage.

An den Fluchtwegen sind Handfeuermelder anzuordnen, welche eine manuelle Brandalarmierung vor Ort ermöglichen.

Das Betriebsgebäude ist mit akustischen und optischen Signalgebern auszurüsten, welche bei einem Brand im Gebäude eine normgerechte Alarmierung der anwesenden Personen ermöglichen.

Alle Transformatorräume sind mittels Rauchansaugmelder zu überwachen. Die Auswerteeinheiten der Ansaugmelder sind gut zugänglich, im benachbarten Installationsschacht anzuordnen, damit Wartungs-, Reinigungs- und Reparaturarbeiten unkompliziert, ohne Abschaltung des jeweiligen Transformators erfolgen können. Das Ansaugen der Luft aus der Transformatorraumkammer hat über ein geeignetes Rohrsystem zu erfolgen. Die Ansaugstelle ist so zu wählen, dass eine schnelle Branderkennung möglich ist. Das Ansaugrohr ist in den benachbarten Raum zurück-zuführen und mit einer lösbaren Verschlusskappe zu verschließen. Für die Stromversorgung ist ein geeignetes Netzgerät gemäß EN 54-4 und VdS vorzusehen und an den Brandmeldering anzubinden.

Das Betriebsgebäude ist in 13 Brandabschnitte unterteilt, welche der Planunterlage 8.1.1 BMA Betriebsgebäude Lageplan zu entnehmen sind.

Sämtliche Brandmeldeeinrichtungen im Betriebsgebäude sind in Ringbustechnik auszuführen. Alle Alarmgeber in den Betriebsräumen werden über ein externes Netzgerät versorgt und angesteuert.

3.8.6 Verkabelung

Bei der Verkabelung sind generell die gültigen Normen sowie die Muster-Leitungsanlage Richtlinie (MLAR) einzuhalten. Die Kabel sowie das Verlegesystem der Brandmeldeanlage müssen den Funktionserhalt E30 erfüllen. Es sind halogenfreie Kabel (Brandmeldekabel) gemäß VDE 0815 mit rotem Außenmantel und dem Aufdruck „Brandmeldekabel“ zu verwenden.

Es ist zu beachten, dass die Brandmeldezentrale in einem Brandgeschützten E30 Schrank installiert ist. Aus diesem Grund muss die Anbindung an die BMZ mit Funktionserhalt E30 erfolgen. Bei Ringanbindungen ist es ausreichend, wenn nur eine der 2 Loopanbindungen bis zum ersten Teilnehmer, welcher in einem

anderen Brandabschnitt als die BMZ situiert ist mit Funktionserhalt E30 ausgeführt ist. Dadurch kann auf dem restlichen Ring der Funktionserhalt entfallen, sofern eine getrennte Verlegung sichergestellt ist.

3.8.7 Inbetriebnahme und Dokumentation

Die Brandfallsteuermatrix wird von Seiten FSG erstellt. Der AN hat dabei unterstützend mitzuwirken und alle benötigten Unterlagen bereitzustellen. Die BMA ist gemäß der Brandfallsteuermatrix umzusetzen.

Die komplette Anlage muss fachgerecht in Betrieb und gemäß DIN 14675 durch einen unabhängigen Sachverständigen abgenommen werden.

Hierzu gehört eine technische Vorabnahme und Inbetriebnahme der mängelfreien Gesamtanlage mit Feuerwehr, Auftraggeber und Bauüberwachung. Außerdem ist im Rahmen der Inbetriebsetzung ein Meldeprüfprotokoll mit Seriennummern zu erstellen.

Der Abnahme der Brandmeldeanlage muss eine mängelfreie Inbetriebnahme, dokumentiert in einem Inbetriebnahmeprotokoll, und die Vorlage der kompletten Revisionsunterlagen vorangegangen sein.

Im Rahmen der Fertigstellung sind alle für den Betrieb notwendigen Unterlagen, z.B. das Wartungsbuch, anzulegen und dem Auftraggeber zu übergeben.

3.9 Kabel und Leitungen

3.9.1 Allgemein

Für alle Hauptleitungen und Steuerleitungen, die in den brandgeschützten Bereichen im Tunnel bzw. im Betriebsgebäude verlegt werden, sollen Kabel der Type NYY, NYCY, NYCWY sowie A-2YF(L)2Y, verwendet werden. Alle Kabel innerhalb des Verkehrsraumes Tunnel sind halogenfrei (Type N2XH bzw. N2XCH) und für die Sicherheitsanlagen zusätzlich noch mit Funktionserhalt E90 vorzusehen. Die halogenfreien Brandschutzkabel E90/E30 sind gemäß den Verlegeanleitungen des Herstellers zu verlegen, inkl. der zugelassenen Befestigungsmaterialien.

Die Verlegung der Kabel und Leitungen erfolgt in den folgenden Bereichen:

- Kabeltrasse Betriebsgebäude
- Leerrohranlage
- Hochführungen Tunnel
- Kabeltrasse Tunnel
- Querungen im Tunnel
- Aufputz

Die Verlegung der Kabel und Leitungen ist in den Einheitspreisen miteinzukalkulieren. Die Verlegung in Betriebsgebäude wird mit Kabeltrassen im Doppelboden ausgeführt. Dabei sind ebenfalls sämtliche Aufwendungen und Kabelbefestigungen in die Positionen einzurechnen. Die Leitungen werden in die bauseitigen Leerrohre im Tunnel und Vorportalsbereichen eingezogen, sämtliche Aufwendungen für diese Verlegeart sind in die entsprechenden Positionen einzukalkulieren. Bei den Verlegearten Kabeltrasse Tunnel sowie Hochführungen sind entsprechende Steigvorrichtungen miteinzukalkulieren. Bei Aufputz Verlegung müssen sämtliche

Schellen, Bohrungen und Dübel in den Preis einkalkuliert werden. Hier sind die Werkstoffvorgaben der Leistungsbeschreibung zu beachten.

Vor Bestellung der Kabel sind die genauen Längen am Bau festzustellen. Die Kabel sind ungeschnitten bis zu den Zielpunkten zu verlegen.

Alle Patchkabel sind nach einem festgelegtem Farbsystem zu verwenden. Dieses Farbsystem ist im Vorfeld mit dem AG abzustimmen und durch diesen freizugeben. Alle Patchkabel und Verbindungskabel sind am Stecker mit Zielangaben dauerhaft lesbar mit einer Beschriftungsschild zu beschriften. In die jeweiligen Positionen ist das betriebsfertige Montieren und das Einführen in die Schaltschränke einzukalkulieren.

Alle Datenkabel sind entsprechend den Vorgaben der Ausführungsrichtlinie Passive IuK Infrastruktur des Flughafens an den entsprechenden Orten zu beschriften und kennzeichnen.

Zusätzlich zu den Vorgaben der Baubeschreibung und dem Leistungsverzeichnis sind die Vorgaben des Flughafens, in speziellen die Ausführungsrichtlinie 19 Stromversorgungsanlagen.

Die Dimensionierung der Kabel und der maximale Spannungsabfall ist dem Dokument 12.0.4 Netzberechnung – Bericht zu entnehmen. Weitere Informationen zu den vorgesehenen Kabel und Leitungen sind im Dokument 15.1 Kabelliste enthalten.

3.10 Betriebsgebäude

Sämtliche im Betriebsgebäude verwendeten Möbel müssen eine ergonomische Gestaltung aufweisen. Folgende Ausstattung ist vorgesehen:

- Arbeitstisch mit kratzfester Oberfläche und abgerundeten Kanten
- Bürodrehstühle
- Ordnerschrank verschließbar

3.11 Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen

3.11.1 Allgemein

Diese Baubeschreibung legt die Mindestanforderungen für die Auslegung, Herstellung, Lieferung, Abnahme und Inbetriebnahme der Heizung-Lüftung-Klimainstallationen des Betriebsgebäudes Flughafentunnel Stuttgart dar. Dabei wird nur die Ebene 2 ausgestattet. Sämtliche Montagevorrichtungen und Aufwendungen (wie z.B. Gerüste etc.) werden nicht gesondert vergütet und sind mit den Positionen im Leistungsverzeichnis abgegolten.

Eine allgemeine Beschreibung des Lüftungs- und Klimatisierungssystems ist im Dokument „11.4.2_Berechnungen-Heizung-Lüftung-Klima“ dargestellt. In dem beigelegten HKLS-Schema des Betriebsgebäudes sind die spezifischen Angaben und Aufstellungsorte der Heizkörper, Lüftungs- und Kälteanlage definiert.

Bestehende HKL-Systeme im Bestand müssen demontiert und entsorgt werden.

Energieeffizienz:

Die HKL-Komponenten müssen - soweit nicht besser genannt - mindestens den Vorgaben der

- "Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren"
- "Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 der Kommission vom 7. Juli 2014 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen"
- "Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten"
- "Verordnung (EG) Nr. 640/2009 der Kommission vom 22. Juli 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren"

entsprechen.

Die Ansteuerung der Heizung-Lüftung-Klimainstallationen erfolgt über die F-SPS. Zusätzlich zu den Spezifikationen im Leistungsverzeichnis gelten die nachgeführten Bestimmungen.

3.11.2 Regelwerke und Normen

Für die Durchführung, Prüfung und Überwachung sämtlicher Arbeiten sowie für die Lieferung der Materialien durch den Auftragnehmer sind die Anforderungen in den nachfolgend genannten Grundlagen zu erfüllen:

- Alle in Deutschland geltenden Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Erlässe und Richtlinien, die mit den auszuführenden Arbeiten in Zusammenhang stehen.
- Sämtliche Bescheide der Behörden, die für den Bau des Betriebsgebäudes erlassen werden.
- Sämtliche einschlägige technischen EN-, DIN-Normen.

Es gelten die einschlägigen Normen und Richtlinien für die betreffenden Bereiche als Mindestanforderungen.

Alle Normen und Vorschriften sind jeweils in der letztgültigen Ausgabe anzuwenden.

Bei Widersprüchen der einzelnen Normen gilt die jeweils höhere Anforderung bzw. ist rechtzeitig eine Klärung beim Auftraggeber herbeizuführen.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Bedingungen gelten für die gesamte Anlagentechnik der HKLS.

3.11.3 Umgebungsbedingungen

Die Planung der HKL-Anlagen erfolgt unter Berücksichtigung der im Dokument „11.4.2_Berechnungen-Heizung-Lüftung-Klima“ beschriebenen Bedingungen.

3.11.4 Dokumentation und Nachweise

Der Auftragnehmer ist verpflichtet, sämtliche für die Abnahme und den Betrieb erforderlichen Unterlagen vollständig und fristgerecht zu erstellen und dem Auftraggeber zu übergeben. Dazu gehören insbesondere:

- Prüfprotokolle (z. B. Dichtheitsprüfung, Funktionsprüfung, Schallmessungen)
- Materialnachweise und Zertifikate
- Bedienungs- und Wartungsanleitungen
- Schalt- und Revisionspläne
- Abnahmeprotokolle
- Nachweise über die Einhaltung aller relevanten Normen und Vorschriften
Die Dokumentation ist in digitaler und – falls gefordert – in gedruckter Form zu übergeben.

Vor Inbetriebnahme sind alle Anlagen einer umfassenden Funktions- und Sicherheitsprüfung zu unterziehen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und dem Auftraggeber vorzulegen. Die Abnahme erfolgt gemeinsam mit dem Auftraggeber. Festgestellte Mängel sind unverzüglich zu beheben und nachzuweisen.

3.11.5 Klimatisierung / Kühlung

Zur Abführung von elektrischer Verlustleistung (abzuführende Wärme) sowie konstante Regulierung des Batterieraums ist eine Kälteanlage vorzusehen. Die Kälteanlage ist so auszulegen, dass sie die im Dokument „11.4.2_Berechnungen-Heizung-Lüftung-Klima“ festgelegten Kühllasten zuverlässig abführt und die geforderten Temperaturbereiche, insbesondere im Batterieraum, konstant einhält. Die Auslegung und Dimensionierung der Kälteanlage erfolgt auf Basis der im Leistungsverzeichnis und den zugehörigen Plänen dargestellten Anforderungen. Weiterhin gilt:

- Alle Komponenten müssen den aktuellen technischen Normen (EN, DIN) und den einschlägigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.
- Die Kältemaschine ist mit einem zum Gerät passenden, umweltfreundlichen Kältemittel gemäß F-Gase-Verordnung auszuführen.
- Die Aufstellung der Kältemaschine erfolgt gemäß den Vorgaben der Pläne, wobei auf ausreichende Zugänglichkeit für Wartung und Betrieb zu achten ist.
- Die Kälteverteilung erfolgt über ein geschlossenes Rohrleitungssystem aus korrosionsbeständigem Material, das fachgerecht wärmegeklämt ist, um Energieverluste und Kondensatbildung zu vermeiden.
- Alle Rohrleitungen sind ordnungsgemäß, symmetrisch und in paralleler Anordnung zur Gebäudestruktur anzubringen. Durch den Einbau von Armaturen

und Flanschen muss eine einfache Demontage bzw. ein problemloser Austausch einzelner Anlagenteile, ohne Rückbau ganzer Systemabschnitte möglich sein.

- Alle Kälteverbraucher (z. B. Umluftkühlgeräte, Klimaschränke) sind mit geeigneten Regelventilen zur individuellen Temperaturregelung auszustatten.
- Die gesamte Kälteanlage ist in die zentrale Gebäudeleittechnik (F-SPS) einzubinden. Alle relevanten Betriebs- und Störmeldungen sind zu erfassen und an die Leitstelle weiterzuleiten.
- Die Regelung der Kälteanlage erfolgt bedarfsgerecht in Abhängigkeit von Raumtemperatur und Lastanforderung. Für den Batterieraum ist eine kontinuierliche Temperaturüberwachung mit automatischer Nachregelung vorzusehen.
- Bei Durchdringung von Brandabschnitten sind die Rohrleitungen mit zugelassenen und beschriebenen Brandschutzmaßnahmen (z. B. Brandschutzmanschetten) auszuführen.
- Alle sicherheitsrelevanten Einrichtungen (z. B. Druckwächter, Sicherheitsventile) sind gemäß den technischen Regeln zu installieren und regelmäßig zu prüfen.
- Vor Inbetriebnahme ist die gesamte Kälteanlage einer Dichtheitsprüfung und Funktionskontrolle zu unterziehen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.
- Eine vollständige Anlagendokumentation inkl. Wartungsanleitung, Schaltplänen und Prüfprotokollen ist dem Auftraggeber zu übergeben.

Die genaue Ausführung und Dimensionierung der Kälteanlage richtet sich nach den Vorgaben im Leistungsverzeichnis, den Plänen und den Berechnungen im Dokument „11.4.2_Berechnungen-Heizung-Lüftung-Klima“.

3.11.6 Schallanforderungen an HKL-Anlagen

Alle HKL-Anlagen und Bauteile müssen derart geplant und ausgewählt sein, dass die Schallanforderungen innerhalb der Räume, gemäß den Normen gewährleistet sind.

Alle Komponenten müssen den gültigen schalltechnischen Regelwerken gerecht werden.

3.11.7 Raumlüftungstechnik

Die Raumlüftungsanlagen sorgen dafür, dass der hygienische Luftwechsel in jedem Raum der Ebene 2 sichergestellt ist. Revisionsdeckel sind mit Schraubverschlüssen und Handrad oder Klapphebelverschlüssen zu versehen und Revisionsdeckel sind mit eingefalzten Gummidichtungen auszustatten.

Zur Vermeidung von Schwitzwasserbildung, Wärmeverlusten, Korrosionen, Geräuschen und Dehnungsschäden an Luftleitungen und Bauteilen der Außen- und Fortluftleitungen ist eine entsprechende Isolation sorgfältig und fachgemäß zu erstellen. Die Isolierung ist aus mindestens schwer brennbarem Material herzustellen. Gleiches gilt für sämtliche Einbauteile.

Anschlussdurchführungen von Messgeräten und sonstigem sind gummigelagert und dicht verschließbar auszuführen. Während der Bauzeit bis zur ordnungsgemäßen Übergabe sind die Einbauteile außenseitig durch geeignete Maßnahmen gegen Beschädigungen zu schützen.

Die Dimensionierung der Lüftungsanlagen und der Aufbau der Anlagen sind aus den Plänen bzw. dem Leistungsverzeichnis ersichtlich.

Die Lüftungsanlagen sind dabei so zu dimensionieren, dass eine entsprechend vorgegebene Luftwechselrate in jedem Raum bzw. mindestens die erforderliche hygienische Luftwechselrate sichergestellt wird. Das Kondenswasser ist über eine entsprechende Rohrleitung in die Entwässerungsleitung im Außenbereich abzuleiten.

Bei Durchdringung von Brandabschnitten müssen mechanisch und elektrisch auslösende Brandschutzklappen in den Luftleitungen eingebaut werden. Decken und Wanddurchbrüche sind entsprechend dem Stand der Technik zu isolieren und abzuschotten. Die Endlageposition der Brandschutzklappen ist über einen Meldekontakt an die F-SPS zu signalisieren. Über die F-SPS muss entsprechend dem Dokument „11.4.2_Berechnungen-Heizung-Lüftung-Klima“ ein Probelauf ausgelöst werden können.

Lüftungsleitungen sowie deren Verkleidungen und Dämmstoffe müssen aus nicht brennbaren Baustoffen (DIN 4102-A), Rohre und Formstücke aus Wickelfalzrohr mit handelsüblichen Formstücken in strömungsgünstiger Ausführung bzw. Flexrohre aus 2-lagigem Aluminium bestehen. Der Einsatz von flexiblen Lüftungsrohren ist auf ein Minimum zu reduzieren. Luftkanäle und Formstücke müssen aus feuerverzinktem Stahlblech bzw. Edelstahl der Anforderungsklasse I (nach Kapitel 7.4.6.1), Blechdicke gem. gültigen Normen bestehen.

Sämtliche Verzweigungen, Umlenkungen, Querschnittsänderungen usw. der Luftleitungen sind unter hydraulischen Gesichtspunkten strömungsgünstig auszuführen. Die Lagerungen sind so auszuführen, dass mechanische Schwingungen, die durch den Betrieb der Anlage entstehen, ohne Schaden aufgenommen werden können bzw. sind die Lagerungen so auszuführen und anzuordnen, dass es zu keinen unzulässigen Schwingungen kommt.

Die einzelnen Formstücke, Brandschutz, Regulier- und Absperrklappen sind vor dem Zusammenbau zu reinigen. Bei unterschiedlichen Werkstoffen ist Kontaktkorrosion durch galvanische Auftrennung zu vermeiden. Luftleitungen sind gemäß den einschlägigen Bestimmungen der Elektrotechnik in den Potentialausgleich mit einzubeziehen.

Sämtliches Befestigungsmaterial wie Konsolen, Unterstützungen, Schrauben, Muttern, Beilagscheiben usw. ist grundsätzlich aus Edelstahl der Anforderungsklasse 2 (nach Kapitel 7.4.6.1) auszuführen.

Bei der Werks- und Montageplanung und dem Aufbau der Lüftungsanlage ist die Anordnung sämtlicher Komponente der anderen Gebäudeanlagen zu berücksichtigen.

Die auskragenden Konsolen sind so auszuführen, dass spätere Ausbau- bzw. Umbauarbeiten jederzeit leicht möglich sind. Sollten für Luftleitungen zusätzlich Befestigungsmaterial benötigt werden, welche nicht gesondert im LV angeführt sind, sind diese in die LV-Position einzurechnen.

Volumenstromregler sind aus feuerverzinktem Stahlblech gefertigt und manuell einregulierbar auszuführen.

3.11.8 Heizung

Die Wärmeerzeugung im Betriebsgebäude hat ausschließlich mit elektrischen Wandkonvektoren zu erfolgen. Bei der Auslegung der Wärmeerzeugung sind die beigelegten Dokumente zu beachten, welche die Heizleistungen und Anbindungsorte der Heizkörper vorgeben. Die Messsignale sind über analoge Eingänge an die F-SPS anzubinden. Die Wandkonvektoren sind mit einer bedarfsgerechten Leistungsabstufung und einer Frostschutzstellung auszuführen. Die Freigabe und Regelung der elektrischen Heizkörper ist nach aktuellen Temperaturwerten durch die F-SPS zu regeln.

3.11.9 Batterieraum

Wie in der technischen Beschreibung erläutert ist, gelten für den Batterieraum besonders hohe Anforderungen. Der Batterieraum wird einzeln mechanisch be- und entlüftet. Im Batterieraum kommen verschlossene Batterien zum Einsatz, deren Nebenprodukte isoliert über die Lüftung abzutransportieren sind. Die Be- und Entlüftung des Batterieraumes dient dazu, dass die Wasserstoffkonzentration unter dem Wert der unteren Explosionsgrenze (UEG) für Wasserstoff von 4 % Volumenanteil eingehalten wird. In diesem Fall gilt der Batterieraum als nicht explosionsgefährdet, wodurch die Einbauteile der Lüftungsanlage nicht ex-geschützt ausgeführt werden müssen.

Für den Batterieraum wird die Frischluft in Raum 20 angesaugt und mittels Wickelfalzrohr, welches gegen Tauwasserbildung diffusionsdicht isoliert wird, in den Raum transportiert. Auf der Abluftseite des Batterieraums ist ein Abluftventilator und eine Luftklappe mit Stellantrieb in der Luftleitung vorzusehen. Die Luftführung im Batterieraum ist so zu gestalten, sodass die Zuluft in Bodennähe eintritt und möglichst hoch auf der gegenüberliegenden Seite, nach Möglichkeit über den Batteriezellen, durch den Abluftventilator angesaugt und ins Freie geblasen wird. Die Zuluft- und Abluftöffnungen werden im Batterieraum diagonal auf der gegenüberliegenden Seite angeordnet, damit ein Durchströmen des Raumes optimal erfolgen kann. Sowohl Abluft- als auch Zuluftkanal sind zur Vermeidung von Raucheinzug gemäß Kundenwunsch mit Kanalar Rauchmeldern und einem Ventilator auszustatten. Der Zu- und Ablüfter sind dabei auf die USV-Anlage aufzuschalten.

Die Temperierung des Batterieraumes wird in durch das Klimagerät bzw. Heizkörper realisiert, und dient der Langlebigkeit der Batterien. Im Batterieraum wird ein Temperaturfühler mit integrierter Feuchtigkeitsmessung installiert. Die Raumtemperaturen werden durchgehend erfasst; je nach Situation werden die Geräte aktiviert bzw. deaktiviert. Eine Raumtemperatur von 20°C ist dabei stets beizubehalten.

3.12 Elektroinstallationen Betriebsräume

Die Elektroinstallationen sind den beigelegten Installationsplänen zu entnehmen. Die Installation hat grundsätzlich auf Putz zu erfolgen. Es sind Schalter, Taster und Steckdosen desselben Fabrikats und Typs einzusetzen. Im Betriebsgebäude und im Pumpenhaus der BBA sind Brüstungs- und Installationskanäle aus Kunststoff zu verwenden.

Alle Komponenten der Anlagen in den technischen Räumen sind aufeinander abzustimmen. Eine übersichtliche, ordnungsgemäße und kollisionsfreie Montage sowie Installation der Komponenten ist sicherzustellen. Kabelwege sind so zu planen, dass spätere Wartungsarbeiten problemlos möglich sind.

Sämtliche Geräte sind für die Überspannungskategorie 3 auszulegen oder mit geeigneten Blitzstrom- und Überspannungsschutzmaßnahmen zu versehen. Alle hierfür erforderlichen Komponenten, Materialien sowie der notwendige Arbeitsaufwand sind im Einheitspreis der jeweiligen Position einzukalkulieren.

Die Netzteile bzw. Netzgeräte müssen – sofern nicht höhere Anforderungen genannt sind – mindestens den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 278/2009 der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Öko-design-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb entsprechen.

Zusätzlich ist sicherzustellen:

- Alle Leitungen sind gemäß den geltenden Normen (z. B. DIN VDE 0100) zu verlegen.
- Die Kennzeichnung der Stromkreise und Sicherungen muss eindeutig und dauerhaft erfolgen.
- Die Installation ist so auszuführen, dass eine spätere Erweiterung oder Anpassung der Anlage möglich bleibt.
- Vor Inbetriebnahme sind alle vorgeschriebenen Prüfungen und Messungen durchzuführen und zu dokumentieren.

3.12.1 Zentrale Sicherheitsbeleuchtung Betriebsgebäude

Die Sicherheitsbeleuchtungsanlage stellt die Flucht- und Rettungswege sowie die Kennzeichnung der Rettungszeichen im Betriebsgebäude des Tunnels sicher. Die Ausführung erfolgt gemäß DIN EN 1838:2025-03 und allen einschlägigen Vorschriften.

Die Anlage besteht aus einer zentralen Sicherheitsbeleuchtungszentrale vom Typ CLS FUSION POWER 24AH IP54 der Firma Innotec. Sie arbeitet mit einer Betriebsspannung von 24 V DC, verfügt über eine Kapazität von 24 Ah und erfüllt die Schutzart IP54. Die Betriebsdauer beträgt mindestens eine Stunde. Es sind vier Stromkreise im Mischbetrieb vorgesehen, die sowohl Dauerschaltung als auch Bereitschaftsschaltung ermöglichen. Die Rettungszeichenleuchten entsprechen den Normen DIN 5035 Teil 5, DIN 4844 Teil 1–3 sowie den Vorgaben der BGV. Bei Ausfall des AV-Netzes erfolgt die Stromversorgung über die Zentralbatterieanlage.

Die Prüfungen erfolgen nach DIN VDE 0108 sowie DIN VDE 0100 Teil 560/718. Es sind vollständige Prüfprotokolle und Messberichte zu erstellen. Die Dokumentation umfasst alle Schaltpläne, Wartungsanleitungen und sonstige relevante Unterlagen.

Die Anlage schaltet bei Ausfall des AV-Netzes automatisch auf die Ersatzstromversorgung um. Sie arbeitet im Mischbetrieb, sodass Dauerschaltung und Bereit-

schaftsschaltung innerhalb desselben Stromkreises möglich sind. Die Zentrale verfügt über eine Selbsttestfunktion gemäß Norm und überwacht alle Stromkreise sowie die angeschlossenen Leuchten.

Die Anbindung der Sicherheitsbeleuchtungszentrale an das zentrale Überwachungssystem INOVIEW Software hat über das AKN-Netzwerk zu erfolgen. Der AN hat die Sicherheitsbeleuchtungszentrale bis zum AKN-Switch im Betriebsgebäude betriebsbereit zu verkabeln und anzuschließen. Die Konfiguration und Parametrisierung im übergeordneten Überwachungssystem erfolgt durch die Fachabteilung der FSG, der AN hat dabei die erforderliche Koordination und Informationsaustausch zu leisten.

Die Übertragung von Stör- und Betriebsmeldungen an die Gebäudeleittechnik (GLT) erfolgt über potentialfreie Kontakte und der SPS Beleuchtung & Starkstrom. Die notwendigen Meldungen und Befehle sind in Abstimmung mit der Fachabteilung der FSG zu klären.

3.13 Zutrittskontrolle

Im Betriebsgebäude wird ein Zutrittssystem vorgesehen die Anlage wird dabei im Verteilerfeld 32 im Betriebsgebäude untergebracht. Die Komponenten des Zutrittskontrollsystems (ZKS) werden vom Flughafen beschafft, installiert und in Betrieb gesetzt.

Der Leistungsumfang des AN Los 1 umfasst dabei folgende Teile:

- Besorgung und Errichtung des Verteilers im BG
- Verkabelung von den Türverteilern bis zum Verteiler ZKS über ein Datenkabel 10x2x0,8
- Bereitstellen der USV-Energieversorgung bis zum Verteiler
- Bereitstellen der Netzwerkanbindung an das AKN (Feld 52)
- Anbindung von Betriebsmeldung, Störmeldung und Sammelstörmeldung über die SPS Beleuchtung und Starkstrom an die GLT
- Bereitstellen der BMA-Koppler im Verteiler ZKS

3.14 Mittelspannungsanlage

3.14.1 Allgemeine Beschreibung der Leistung

Die Mittelspannungsanlage dient der sicheren, zuverlässigen und normgerechten Versorgung aller betriebstechnischen Anlagen des Flughafentunnels Stuttgart. Sie ist Teil der Energiezentrale im Betriebsgebäude am Südportal und wird als störlichtbogenfeste 12 kV-Schaltanlage mit zwei Gießharztransformatoren (je 800 kVA) ausgeführt. Der Grundriss der Mittelspannungsanlagen ist in der Planunterlage 12.1.2 ersichtlich und der Schematische Aufbau kann der Planunterlage 12.1.1 entnommen werden. Die Versorgung des Tunnels erfolgt im Normalfall durch einen Transformator. Ein Wechsel auf den zweiten Transformator geschieht im Fehlerfall, bei Wartungsarbeiten oder in regelmäßigen Intervallen, zur gleichmäßigen Nutzung beider Transformatoren.

Die Planung und Ausführung erfolgen gemäß:

- RE-ING, Teil 3 (2023)

- EABT-80/100 (2019)
- DIN/VDE, VDEW, VdS, VDI, VdS-Richtlinien
- FSG-Firmenstandard „Ausführungsrichtlinie Stromversorgungsanlagen“ (2021)

3.14.2 Mittelspannungsschaltanlage

Die bestehende Mittelspannungsanlage ist zu erneuern und durch typgeprüfte, fabrikfertige und metallgekapselte Schaltanlagen gemäß DIN VDE 0670 Teil 6 zu ersetzen. Die Anlagen sind luftisoliert für eine Spannungsebene von 12 kV auszuführen. Zusätzlich ist eine automatische Störlichtbogenerkennung und -löschung, durch Erdung der Sammelschiene zu realisieren.

3.14.2.1 Anlagenaufbau und Feldausstattung

Die Schaltanlagen erhalten eine Lackierung in RAL 2004 mit leichter Struktur und bestehen aus insgesamt sieben Feldern. Die Ausstattung der Felder ist in der Planunterlage 12.1.1 dargestellt und wird im folgenden nochmals zusammengefasst:

- **Feld I & VI – Hochführungsfelder**
 - » Erdungsschalter
 - » Anschluss mit Stromsensor und teilbarem Summenstromwandler
 - » Motorischer Leistungsschalter mit:
 - Digitalem Überstromzeitschutz (UMZ)
 - Leitungsdifferentialschutz
- **Feld II & V – Trafoabgangsfelder**
 - » Erdungsschalter
 - » Anschluss mit Stromsensor
 - » Motorischer Leistungsschalter mit:
 - Digitalen Überstromzeitschutz (UMZ)
 - Temperaturüberwachung der Transformatoren (DGBT)
- **Feld III – Koppelfeld Schalter**
 - » Erdungsschalter
 - » Motorischer Lasttrennschalter
- **Feld IV – Koppelfeld Hochführung**
 - » Erdungsschalter
- **Feld VII – Fernwirktechnik**
 - » Unterbringung der Fernwirktechnik gemäß Vorgaben der FSG
 - » Anbindung an das integrierte Schutz- und Leitsystem (LSA) des Mittelspannungsring am Flughafen

In jedem Feld mit Kabelabgang wird zusätzlich ein Spannungsanzeiger mit Messbuchsen vorgesehen. In den Kabelabgangsfeldern werden Stromsensoren und an denen der Ringeinspeisung auch teilbare Summenstromwandler verbaut. Alle

Schaltfelder werden mit einem Hauptschalter (Fern/0/Ort) zur Steuerung ausgestattet. Die Bedienung aller Schalter erfolgt von der Schaltfeldfront. Des Weiteren sind sämtliche Hilfskontakte der Einbauten an die Fernwirktechnik anzubinden. Die Energieversorgung für die Fernwirktechnik sowie die Steuerspannung erfolgt über das USV-Netz. Für die Steuerspannung ist ein Netzgerät mit einer Ausgangsspannung von 60 V DC vorzusehen. Alle Einbauten in der Schaltanlage sind dementsprechend auf diese Steuerspannung auszulegen.

Aufgrund der Lage des Mittelspannungsraums ist keine Druckentlastung ins freie möglich. Die Druckentlastung hat dadurch mittels Druckabsorber in den Mittelspannungsraum (ca. 20 m²) zu erfolgen. Dafür ist eine IAC-geprüfte Anlagen mit Störlichtbogenlöschung vorzusehen. Dies ist durch eine detaillierte Druckberechnung zu Bestätigen.

3.14.2.2 Fernwirktechnik

Der Schaltschrank der Fernwirktechnik ist komplett zu erneuern inklusive einbauen und Programmierung. Die Steuerung und Überwachung der Mittelspannungsanlage erfolgt Flughafenweit über Siemens Spectrum Power 5. Die Anlage am Flughafen ist ebenso in dieses einzubinden. Dafür wird ein kompatibles Fernwirkgerät mit geeigneten Kommunikationsschnittstellen und I/O-Gruppen vorgesehen. Die Anbindung an das übergeordnete System erfolgt dabei über die bestehende LWL-Anbindung im mittelspannungsraum. In weiterer Folge ist die Anlage ist in das integrierte Schutz- und Leitsystem (LSA) des Flughafens zu integrieren.

3.14.2.2.1 Schutzeinrichtung Mittelspannungsring

Für die Absicherung im Mittelspannungsring werden geeignete Schutzrelais zur Realisierung des UMZ-Schutzes und des Differentialschutz vorgesehen. Damit die Sicherungseinrichtungen in den Gegenstationen im Mittelspannungsring mit den neuen Anlagen hinsichtlich Differenzialschutz und gerichtetem UMZ-Schutz einheitlich funktionieren, sind die Schutzrelais in den Gegenstationen ebenfalls auszutauschen.

3.14.2.2.2 Schutzeinrichtung Transformator

Die Transformatoren werden durch UMZ-Schutz und Temperaturüberwachung geschützt. Dafür sind die notwendigen Schutzrelais und Temperaturüberwachung vorzusehen. Die Auslösung der Leistungsschalter der Transformatoren sind mit einer Mitnahmeschaltung zur Einspeisung an der NSHV auszustatten.

3.14.2.3 Sonstige Ausrüstung

Die Energieversorgung erfolgt mittels 230 V aus dem USV-Netz des Tunnels. Aufgrund der Blitzschutzzone 0A, des Mittelspannungsraums, sind entsprechende Überspannungsableiter zur Anbindung der Steuerleitungen der Mittelspannungsschaltanlage vorzusehen. Im Verteiler Fernwirktechnik ist ebenso das 60 V Netzteil zur Versorgung der Steuerspannung vorzusehen.

Darüber hinaus wird folgendes Zubehör benötigt:

- Beschriftungs- und Warningschilder gemäß DIN/VDE, BGV A1+A3, BetrSichV und weiteren gesetzlichen Bestimmungen – wenn möglich in magnetischer Ausführung.

- Erdungsseile, Spannungsprüfer mit Eigenprüfung, sowie Zulassung für Bedienung im Freien.
- Ausreichende Anzahl von Erdungsbolzen und Schlüsseln für Vorreiber.
- Übersichtsschaltplan unter Glas oder Plexiglas, montiert auf einer mindestens 16 mm starken Spanplatte mit geeigneter Aufhängevorrichtung.

3.14.3 Transformatoren

Die Umspannung auf Niederspannung erfolgt über zwei Gießharztransformatoren mit einer Nennleistung von jeweils 800 kVA des Typs Dyn5. Diese Transformatoren sind mit einem Temperaturvollschutz ausgestattet, der sowohl Warn- als auch Auslösefunktionen umfasst.

Im Normalbetrieb versorgt jeder Transformator einen Teil der Anlage. Bei Ausfall eines Trafos oder während Wartungsarbeiten kann die Versorgung des gesamten Tunnels für einen begrenzten Zeitraum über einen Transformator sichergestellt werden, wobei dieser mit maximal 120 % überlastet wird.

Die Räumlichkeiten sind entsprechend vorzubereiten bzw. auszustatten, d.h. sämtliche Unterkonstruktionen (z.B. Fahrschienen), komplette Trafoaufnahmekonstruktion, Trafoanschlusskonstruktionen ober- und unterspannungsseitig für die Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Kabelführung für den Anschluss der Transformatoren, Beleuchtung etc. sind vorzusehen. In den Traforäumen wird die Aufstellungsschiene mitsamt den entsprechenden Schwingungsdämpfern erneuert. Zur Absicherung gegen das Betreten des Gefahrenbereiches des Transformators ist ein Schutzbalken unmittelbar nach der Trafotür vorzusehen. Dieser ist in einem sicheren Abstand vom Trafo zu errichten. Ein detaillierter Aufbau der Transformatorräume und der zu versorgenden Bereiche der einzelnen Transformatoren inkl. Angaben zur Nennleistung sind in den jeweiligen Schemaplänen bzw. im Leistungsverzeichnis ersichtlich. Sämtliche Meldesignale sind durch den AN an die Leittechnik anzubinden.

Vom Auftragnehmer sind folgende Termine nach Auftragserteilung bekannt zu geben:

- Fertigungsterminplan
- Werksabnahme
- Lieferung, Einbringung und Montage Baustelle
- Abnahme nach mechanischer Fertigstellung
- Erstinbetriebnahme

3.14.4 Verkabelung

Aufgrund der Unterschiedlichen Blitzschutzonen zwischen Mittelspannungsraum, und Niederspannungsraum, sowie der ungünstigen Lage der Traforäume sind Teile der Verkabelung geschirmt zu verlegen, um eine saubere Trennung der Zonen zu gewährleisten. Die Kabeltrassen verlaufen sowohl im Doppelboden als auch an den Wänden und Decken der Technikräume. Dabei wird auf eine strikte Trennung der verschiedenen Spannungsebenen und Funktionen geachtet, um die Betriebssicherheit und Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Die Kabelwege und zu

verwendeten Kabeltragsysteme sind in der Planunterlage 12.1.1 oder alternativ in 11.1.1 ersichtlich.

3.14.4.1 Mittelspannungsverkabelung

Für die Verkabelung werden halogenfreie, geschirmte Mittelspannungskabel des Typs N2XS(F)2Y 6/10 kV mit Querschnitten von 185/25 mm² für die Ringleitung und 150/25 mm² für die Transformatorzuleitungen verwendet. Die Ringleitung ist in der aktuellen Mittelspannungsanlage bestehend und wird weiterverwendet. Falls die Leitungslängen nicht ausreichen, ist eine Verlängerung durch entsprechende Kabelverbindungen vorzusehen. Die Anbindung der Transformatoren wird erneuert.

Der Anschluss der Mittelspannungskabel (MSP) an die Mittelspannungsanlage erfolgt gemäß den einschlägigen technischen Vorgaben und unter Berücksichtigung einer klaren Trennung der Spannungsebenen. Die geschirmten Mittelspannungskabel werden von der Ringleitung bzw. den Transformatorzuleitungen über einen speziell vorgesehenen, geschirmten Kabelkanal vom Mittelspannungsraum zum jeweiligen Traforaum geführt. Der Einsatz eines geschirmten Kabelkanals ist dabei zwingend notwendig, um eine Trennung der unterschiedlichen Blitzschutz-zonen sicherzustellen und die Betriebssicherheit der Anlage zu gewährleisten.

Für die Durchführung der Kabel in die Trafozellen werden bestehende Durchbrüche in den hinteren unteren Ecken – sowohl links als auch rechts – genutzt. Sollte eine Anpassung der Durchbrüche erforderlich sein, werden diese fachgerecht erweitert. Die Durchbrüche sind im Nachhinein mit einer Brandschottung zu versehen.

Die Montage der Kabel erfolgt unter Berücksichtigung aller relevanten aktuellen Normen und Vorgaben der Hersteller. Nach dem Einführen der Kabel in den Traforaum werden diese in den dafür vorgesehenen Kabeltragsystemen fixiert und entsprechend angeschlossen. Dabei wird besonders auf eine saubere und übersichtliche Verlegung geachtet, sodass die einzelnen Kabel klar voneinander getrennt sind und spätere Wartungsarbeiten problemlos durchgeführt werden können. Die abschließende Prüfung des Kabelanschlusses umfasst die Kontrolle der Schutz- und Überwachungseinrichtungen sowie die Überprüfung der Erdung und Schirmung, um einen störungsfreien Betrieb sicherzustellen.

3.14.4.2 Niederspannungsverkabelung

Für die Verkabelung der Niederspannungsseite des Transformators wird auf die Leistungsgruppe der Verkabelung verwiesen.

3.14.5 Ausführung und Montage

Die Mittelspannungsanlage wird im eigens dafür vorgesehenen Mittelspannungsraum des Betriebsgebäudes auf einem verschraubten Doppelboden installiert. Die Traforäume sind mit einem Betonboden ausgestattet.

Die Montage der Schaltanlage und der Transformatoren erfolgt nach den Vorgaben der Hersteller und unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen und Richtlinien. Die Inbetriebnahme der Anlage umfasst eine umfassende Funktionsprüfung aller Schutz- und Überwachungseinrichtungen, die Überprüfung der Erdungs- und Blitzschutzmaßnahmen sowie die Durchführung von Prüfungen nach DIN/VDE und BDEW.

Entsprechend den Vorgaben der Fachabteilung der FSG werden alle erforderlichen Meldungen und Hilfskontakte an die Fernwirkkopplung (LSA) des Flughafens angebunden.

3.14.6 Provisorium Energieversorgung

Im Betriebsgebäude befinden sich auch die Energieversorgung von externen Anlagen, wie der Pumpenanlage des RKB Mitte. Diese müssen auch während der Umbauarbeiten in Betrieb bleiben und die Ausfälle sollen auf ein Minimum reduziert werden. Zu diesem Zweck wird die Mittelspannungsschaltanlage parallel und gegenüber zur Bestehenden Anlage auf dem neuen Doppelboden errichtet. Gleichzeitig wird einer der beiden Transformatoren erneuert. Der neue Transformator und die neue MSP-Anlage werden soweit vorbereitet, das eine Umschließen von der alten Anlage auf die neuen Anlagenteile mit minimalen Unterbrechungen möglich ist. Die Umschaltung hat in Abstimmung mit dem AG zu erfolgen. Im Zuge dessen wird eine Teilinbetriebnahme durchgeführt. Nach Fertigstellung der restlichen Arbeiten wird die gesamte Anlage angeschlossen und in Betrieb genommen.

Nach Abschluss der Montagearbeiten werden Revisionspläne, Kabellisten und Prüfprotokolle erstellt und dem Auftraggeber übergeben. Die gesamte Dokumentation erfolgt gemäß den Vorgaben der FSG und der einschlägigen Normen.

3.14.7 Betrieb und Instandhaltung

Der Betrieb der Mittelspannungsanlage erfolgt weitgehend automatisiert und wird kontinuierlich durch die LSA überwacht. Im Störfall oder bei Wartungsarbeiten kann die Anlage Fernzugriff über die LSA oder Manuell im Betriebsgebäude an der Schrankbedienebene gesteuert werden. Die regelmäßige Wartung der Anlage erfolgt nach den Vorgaben der Hersteller und umfasst insbesondere die Prüfung der Schutz- und Überwachungseinrichtungen, die Kontrolle der Erdungs- und Blitzschutzanlage sowie die Überprüfung der Kabel und Verbindungselemente.

Die Bedienungsanleitungen und Wartungspläne werden dem Betriebspersonal im Rahmen der Inbetriebnahme übergeben, und das Personal wird entsprechend geschult.

Die Dokumentation der Anlage wird fortlaufend aktualisiert und umfasst neben den Revisionsplänen auch die Prüfprotokolle, Kabellisten und Wartungsnachweise.

3.15 Niederspannungsanlage

3.15.1 Allgemein

Die Energieversorgung des Tunnels erfolgt vom Betriebsgebäude am Südportal und der Feuerwache am Nordportal, wobei nur im Betriebsgebäude eine USV-Anlage vorhanden ist. Für die Niederspannungshauptverteilung im Betriebsgebäude wird eine getrennte Versorgung für die Strahlventilatoren + Brandbekämpfungsanlage und der restlichen Betriebstechnischen Einrichtung vorgesehen. Dafür werden beide Versorgungen jeweils auf zwei Sammelschienensysteme aufgeteilt. Diese Sammelschienensysteme wiederum können jeweils über einen motorbetriebenen Kuppelschalter miteinander verbunden werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass beide Sammelschienensystem jeweils die gesamte Last des Tunnels aushalten können.

Für die Einspeiseschalter der Normalnetzversorgung sind Mitnahmeschaltungen zur Mittelspannungsebene vorzusehen. Die Realisierung der Mitnahmeschaltungen ist mit den Einheitspreisen der Schaltkomponenten abgegolten.

Der schematische Aufbau der gesamten Niederspannungsanlage ist dem Plan „12.0.1 Energieversorgungsanlagen - Schemaplan“ zu entnehmen.

3.15.2 Netzsysteme

Für die Niederspannungsverteilung sind folgende Netzsysteme vorzusehen:

- 400 V Normalnetz: TN-C für Hauptverteilungen und TN-S für Unterverteilungen
- 400 V USV: TN-S

3.15.3 Schaltanlagen

Die mehrfeldrige, aus Standardschaltschränken bestehende Niederspannungshauptverteilung ist in den dafür vorgesehenen, belüfteten und klimatisierten Niederspannungsräumen des Betriebsgebäudes aufzustellen. Über sie sind sämtliche Verbraucher niederspannungsseitig durch den AN zu versorgen. Weitere Angaben zur Gebäudelüftung und -klimatisierung sind dem Kapitel "Betriebsgebäude" zu entnehmen.

Die Stromversorgung ist voll selektiv - inklusive rechnerischen Nachweis – auszuführen.

Die Hauptsammelschienen sind durchgängig durch die einzelnen Schaltschränke der jeweiligen Sammelschiene 1 bzw. 2 zu führen. Zufälliges Berühren der Hauptsammelschienen ist mittels Abdeckung zu verhindern. Die Niederspannungsschaltanlage wird vom AN-TA mit einem automatischen System zur Störlichtbogenüberwachung ausgestattet. Die ausgeschriebene Schaltanlage ist als typengeprüfte Schaltgerätekombination nach DIN EN 61439-1 VDE 0660-1, DIN EN 61439-1 VDE 06602 und IEC-Publ.439-1 mit erweiterter Prüfung bezüglich des Verhaltens im Störlichtbogenfall (IEC 61641 bzw. VDE 0660-600-2, Beiblatt 1) auszuführen. Die Schaltanlage ist gegen direktes Berühren berührungsgefährlicher Teile nach VDE 0660-514:2002-11 auszuführen. Des Weiteren sind die Vorgaben des Flughafens, „19 Ausführungsrichtlinie Stromversorgungsanlagen“, zu berücksichtigen. Die Lackierung der Schaltanlage hat mit RAL 1004 und leichte Struktur zu erfolgen.

Es gelten folgende Umweltbedingungen:

- Aufstellungsort über NN: bis 2000 m
- Umgebungstemperatur: 35°C

Sofern nicht separat gekennzeichnet beziehen sich die Angaben zu sämtlichen Einbaukomponenten auf eine Bemessungsbetriebsspannung $U_e = 400\text{ V}$. Sämtliche Schaltfelder und Verteilungen sind in kompletten, funktionsgeprüften und anschlussfertigen Einzelfeldern bzw. Transporteinheiten zu liefern und montieren. In den Schaltanlagenfeldern ist eine Platzreserve von mindestens 30 % vorzusehen.

Messinstrumente, Schalterantriebe und Meldeleuchten sind in den Fronttüren einzubauen. Sämtliche Einbaugeräte sind soweit möglich in einheitlicher Bauform eines Fabrikats zu liefern.

Die Be- und Entlüftung der Schaltschränke hat so zu erfolgen, dass ein Wärmestau, unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Betriebstemperaturen, jederzeit vermieden wird.

Die Bestückung der einzelnen Schaltfelder ist den entsprechenden, beigelegten Plänen zu entnehmen, sämtliche Änderungen bzw. Ergänzungen sind in der Dokumentation aufzunehmen.

Alle Sicherungs- und Trennelemente wie Leistungsschalter, NH-Trenner, D02, Leitungsschutzschalter, Motorschutzschalter, FI, Überspannungsableiter, Störlichtbogenschutz, etc. sind mit Hilfskontakt und Meldeschleife auszuführen. Der dafür notwendige Aufwand ist mit dem Einheitspreis der obengenannten Komponenten abgegolten und wird nicht gesondert vergütet. Die Anbindung der Meldungen an die SPS Beleuchtung&Starkstrom hat zu erfolgen. Die Meldungen der Sicherungseinrichtungen für die Einspeisung der NSHV und der USHV, sowie der Einspeisung der USV und des Koppelschalters der NSHV sind einzeln anzubinden. Für alle weiteren Meldungen ist eine Sammelstörung je Unterverteiler/Schaltschrank ausreichend.

Die Ausführung der Leistungsschalter hat als Einschubtechnik zu erfolgen. Für Lastschalter mit nachgeschalteter NH-Sicherung und fest eingebauten beglaubigten Wandlern ist eine Einstecktechnik zu verwenden. Ebenso ist Kompensationsmodul in Einstecktechnik vorzusehen.

3.15.4 Kompensations-Regelanlage

Im Betriebsgebäude wird je Sammelschienensystem der Normalnetzversorgung eine Platzreserve für eine Kompensationsregelanlage vorgesehen.

Nach Abschluss der Installationsarbeiten und Inbetriebnahmen ist durch den AN-TA eine umfangreiche Netzanalyse durchzuführen. Hierbei sind Blindleistung, Oberschwingungspegel, Spannung, Strom und Leistung messtechnisch zu erfassen. Aus Sicht der Planung wird keine Kompensationsanlage vorgesehen, da nur Netzgeräte mit $\cos(\varphi)=1$ bzw. Frequenzumrichter mit $\cos(\varphi)=1$ vorhanden sind. Zeigen die Messergebnisse, jedoch einen Bedarf an Blindleistungskompensation, ist eine solche in der entsprechenden Größe zu installieren. Die Kompensationsanlage selbst ist nicht Teil dieser Ausschreibung.

3.15.5 Messungen

Alle Abgänge an den Hauptverteilern der Normalnetzversorgung (NSHV) und USV-Versorgung (USHV) sind durch eichrechtskonforme Zähler zu erfassen. Die Zähler verfügen über Trennklemmen zum einfachen und schnellen Austausch von Zählern. Die Unterbringung der Zähler erfolgt in eigenen Schränken getrennt für NSHV (Feld 18) und USHV (Feld 27). Die Erfassung der Ströme erfolgt über geeignete Stromwandler, welche über eine Verkabelung NYY-J 6x2,5 an die Zähler im entsprechenden Schrank angebunden werden. Für die Spannungsmessung wird an der NSHV- und USHV-Schiene ein entsprechender Abgang zum Zählerverteiler vorgesehen. Die Energieversorgung aller Zähler erfolgt über das USV-Netz des Tunnels. Bei der Umsetzung ist eine eichrechtskonforme Messtechnik und Anbindung sicherzustellen.

3.15.6 Verdrahtung

Sämtliche Verdrahtungen sind werksseitig durchzuführen und zu prüfen. Dabei ist zu beachten, dass Niederspannungskabel getrennt von Schwachstromkabel zu verlegen sind. Steuerleitungen werden mit Reihenklemmen (schraubenlose Federzugklemmen mit Querverbindungsmöglichkeiten) ausgeführt, ebenfalls sind Neutralleitertrennklemmen und Schutzleiteranschlussklemmen zu verwenden.

Allgemein sind Kabel nach technischen Bedarf, aber mit einem Mindestquerschnitt von 1,0 mm² einzusetzen. Des Weiteren sind alle abgehenden Leitungen <95 mm² auf Klemmen zu führen.

3.15.7 Zubehör

Benötigtes Zubehör wird in den Vorgaben des Flughafens „19 Ausführungsrichtlinie Stromversorgungsanlagen“ beschrieben und im Folgenden nochmal kurz zusammengefasst.

Nach DIN/VDE, DGUV A1 und A3, BetrSichV sowie den geltenden gesetzlichen Bestimmungen sind die vorgeschriebenen oder empfohlenen Beschriftungs- und Warnschilder bereitzustellen. Wo möglich, ist eine magnetische Ausführung zu verwenden. Für die Montage und den Betrieb sind zudem eine ausreichende Anzahl von Griffen für NH-Sicherungen sowie eine ausreichende Anzahl von Schlüsseln für Vorreiber vorzusehen. Weiterhin ist ein Übersichtsschaltplan unter Glas oder Plexiglas auf einer Spanplatte mit einer Mindeststärke von 16 mm samt geeigneten Aufhängevorrichtungen anzubringen. Auf der Innenseite der Türen ist eine Plantasche vorzusehen, die geschraubt oder genietet ist, in der alle Schaltpläne dieser Verteilung aufbewahrt werden können. Alle Kabel sind dauerhaft zu kennzeichnen. Alle Reservekabel- Leitungen sind auf Klemmen zu legen.

Für die Erfassung des Stromverbrauchs werden RLM-Zähler (Registrierende Leistungsmessung mit Fernablesung) verwendet. Die zu erfassenden Abgänge sind in der Planunterlage 12.0.1 gekennzeichnet. Zusätzlich sind in Trafоеinspeisefelder, Netzkuppelschaltfelder und Felder mit Anbindung der USV-Anlage Universalmessgerät für den Schalttafeleinbau (96x96 mm) vorzusehen. Folgende Parameter sind dabei zu ermitteln:

- Strom und Spannung
- Wirk- Blind- und Scheinleistung
- Frequenz

Der Einsatz von Zählern muss vor der Bestellung bzw. Einbau mit den Fachabteilungen FV2, FM3 und FV-1 nach Bedarf abgestimmt werden.

3.15.8 Ausführung und Montage

Im Betriebsgebäude befinden sich auch die Energieversorgung von externen Anlagen. Diese müssen auch während der Umbauarbeiten in Betrieb bleiben und die Ausfälle sollen auf ein Minimum reduziert werden. Es handelt sich dabei um folgende Anlagen:

- Pumpenanlage
- RKB Mitte
- DME-Anlage DFS



- Feuerwehrtor 8
- RVR3-Anlage DWD

Für die weitere Versorgung dieser Einrichtungen muss eine provisorische Energieverteilung errichtet werden. Die Versorgung kommt weiterhin aus der MSP-Anlage im BG. Das beinhaltet auch weitere Sicherheitsmaßnahmen für den Schutz sämtlicher Kabel, Leitungen, Verteilerschränke usw. damit eine möglichst freier Betrieb der aufgelisteten Anlagen sichergestellt ist.

3.15.9 Versorgung aus Feuerwache

Der nördliche Teil des Tunnels wird aus der Niederspannungshauptverteilung (400 V) der Feuerwache versorgt. Im Versorgungskanal SB137 wird dafür eine neue Unterverteilung errichtet, wobei folgende Anlagen versorgt werden:

- Funkanlage im Versorgungskanal
- Strahlventilatoren L2.0-M4 bis L2.0-M7 (4 Stück)
- nördliche Adaptationsbeleuchtung
- Normalnetzversorgung eines Teils der Durchfahrtsbeleuchtung
- Normalnetzversorgung eines Teils der Gehwegsbeleuchtung
- Normalnetzversorgung der Notrufnische 4

3.15.10 Prüfungen und Tests Energieversorgungsanlagen

Im Rahmen der Inbetriebnahme hat eine Prüfung der Schaltanlagen vor Ort gemeinsam mit dem AG und der BÜ zu erfolgen. Ziel ist der Nachweis der vertragsgemäßen Eigenschaften und Funktionen.

Über die zuvor durchgeführten Funktions- und Datenpunkttests hinaus sind folgende Tests gemeinsam mit der BÜ durchzuführen:

- Begutachtung der Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter durch Besichtigung
- Nachweis der maximal zulässigen Erwärmung über Infrarot-Thermometer oder Thermografiekamera (Beistellung durch den AN)
- Prüfung der Be- und Entlüftung des Aufstellungsraumes der Schaltanlagen
- Prüfung des richtigen Verhaltens der gesamten NS - Anlagen bei Netzausfall und Netzwiederkehr
- Prüfung aller Funktionen und der korrekten Einstellparameter auf Basis der revidierten Netzberechnung
- Funktionsprüfung der USV-Anlage inkl. Autonomiezeit durch Unterbrechung der Netzzuleitung der mit Nennlast belasteten USV-Anlage
- Begutachtung zur Prüfung der Einhaltung von Maßnahmen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) in Verbindung mit den angeschlossenen Verbraucherstromkreisen und Zuleitungen durch Besichtigung
- Prüfung der korrekten Zuordnung der Verbraucherstromkreise zu den jeweils zugehörigen Normalnetz- und USV-Schaltanlagen

- Überprüfung von Messanzeigen mit den Werten aus der revidierten Leistungsbilanz

3.16 Unterbrechungsfreie Stromversorgung

3.16.1 USV-Anlage

Im Betriebsgebäude ist für die USV-Anlage ein separater Raum mit einer mechanischer Be- und Entlüftung vorgesehen. Die USV-Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Statische USV-Anlage mit Gleich- und Wechselrichter mit Bedien- und Überwachungsdisplay
- Batterieanschlusseinheit
- Batterieanlage mit Batteriestell

Die Batterieanlage ist in Form von zwei separaten, einzeln abgesicherten und ausfallüberwachten Batteriekreisen aufzubauen. Die Batterieanlagen sind gemäß dem tatsächlichen Leistungsbedarf der durch den AN-TA installierten Anlagen auszuliegen und zu liefern. Die Energiebereitstellung für die USV-Anlage erfolgt über die ebenfalls röhrengetrennte Normalnetzversorgung.

Durch die Sicherheitsstromversorgung versorgt werden folgende Anlagen:

- Fluchtwegkennzeichnung, Orientierungsbeleuchtung
- Notbeleuchtung, Rettungswegbeleuchtung, Beleuchtung Betriebsräume
- Leiteinrichtungen
- Funkanlage, Videoanlage, Lautsprecheranlage, Notrufanlage
- Brandmeldeanlage
- Sicherheitsrelevante Messeinrichtungen
- Verkehrstechnik
- Leit- und Automatisierungsebene

Die Lieferung und Einbringung der USV-Anlage (inklusive Batterieanschlusseinheit und Batterieanlage), in den dafür vorgesehenen USV- bzw. Batterieraum ist im Einheitspreis der Komponenten einzukalkulieren.

3.16.2 Prüfungen und Tests Energieversorgungsanlagen

Prüfungen und Tests sind gemäß Vorgaben in Kapitel 2.15.10 durchzuführen.

3.17 Blitzschutz, Erdung und Potentialausgleich

3.17.1 Allgemeine Beschreibung der Leistung

Im Rahmen des Projekts wird in Zukunft ein Blitzschutzkonzept mit Einteilung der Blitzschutz-zonen und Festlegung der Schutzmaßnahmen nach Blitzschutzklasse III erstellt.

Sämtliche Blitzschutz-, Überspannungsschutz- und Potentialausgleichsmaßnahmen, sowie Maßnahmen in Bezug auf Elektromagnetischer Verträglichkeit sind umfassend zu betrachten und beziehen sich auf alle technischen und baulichen Einrichtungen. Die elektrotechnischen Anlagen sind nach den anerkannten Regeln

der Technik zu errichten. Zusätzlich sind jedoch weitere Regelwerke als Gesetze und Verordnungen einzuhalten:

- Energiewirtschaftsgesetz
- Produktsicherheitsgesetz
- Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln
- Bundes-Immissionsschutzgesetz; speziell: Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV

Die Maßnahmen zur Herstellung eines sicheren Anlagenzustands und –betriebs umfassen folgende Bereiche:

- Blitzschutz
- Schirmung
- Erdung und Potentialausgleich
- Überspannungsschutz
- Elektromagnetische Interferenz
- Geeignete Maßnahmen zur Einschränkung von Oberwellen

Die Anlagen sind von der ausführenden Firma unter Berücksichtigung dieser Maßnahmen zu errichten und soweit erforderlich mit anderen, am Bau Beteiligten zu koordinieren und abzustimmen.

3.17.2 Erdung und Potentialausgleich

Die Erdung kann prinzipiell durch die in den folgenden Unterkapiteln beschriebenen Punkte unterteilt werden, soll jedoch als gemeinsames/globales Erdungssystem erstellt werden.

Sämtliche Schaltschränke, Streckenstationen, Geräte, Schranken, Anlagen und Bauteile im Tunnelvorfeld sind mit Tiefenerdern vorzusehen, soweit kein Anschluss an den vorhandenen Erder möglich ist.

Im Betriebsgebäude ist ein Ringpotentialausgleich, bestehend aus einem Bänder an der Wand, in allen Räumen umlaufend und Potentialausgleichsschienen zum Anschluss zu installieren.

Die Potentialausgleichsanlage im Tunnel, Versorgungskanal und Betriebsgebäude wird vollständig erneuert. Die Erdungsanlage wird weiterverwendet. Für das Pumpenhaus der BBA wird eine neue Erdungsanlage vom Gebäude-Errichter umgesetzt. Die Erdungsanlage ist mit dem Potentialausgleich des Tunnels zu verbinden.

Anders als im Betriebsgebäude, wird im Pumpenhaus der BBA kein Ringpotentialausgleich installiert. Es sollen Potentialausgleichsschienen an den durch Dritte erstellte Erdungsfestpunkte angebunden werden, um dort alle nötigen Verbindungen anzuschließen.

3.17.2.1 Erdung der Blitzschutzanlage

Festlegungen zur Erdung von Blitzschutzanlagen sind in DIN EN 62305-3 beschrieben.

Die im Tunnelvorfeld und außerhalb des Betriebsgebäudes positionierten baulichen Anlagen sind als Teil des Gesamtbauwerks zu betrachten. Sämtliche metallischen Teile dieser Anlagen sind in das Erdungssystem einzubinden.

Die bestehende Erdungsanlage wurde bereits bei Errichtung erstellt und muss vom AN übernommen und über ein Messprotokoll der Zustand der Anlage festgestellt werden.

Für das Pumpenhaus der BBA wird durch Dritte ein entsprechendes Erdungssystem errichtet.

3.17.2.2 Betriebserdung der Mittelspannungsanlage

Die Erdungsanlagen sind nach den Anforderungen der Betriebserdung der Mittelspannungsanlage entsprechend DIN EN 61936 auszuführen.

Des Weiteren sind die allgemeinen Anforderungen der Netzbetreiber an die Einrichtungen in der technischen Richtlinie des VDN „Transformatorstationen am Mittelspannungsnetz – Bau und Betrieb von Übergabestationen zu Versorgung von Kunden aus dem Mittelspannungsnetz“ einzuhalten. Zusätzlich sind die Anforderungen des örtlichen Netzbetreibers zu berücksichtigen.

Der Ausbreitungswiderstand des Erders muss an gut zugänglicher Stelle zwischen Erder- und Potentialausgleichsschiene gemessen werden können.

3.17.2.3 Betriebserdung der Niederspannungsanlage

Die Erdungsanlagen und Schutzleiter sind entsprechend DIN VDE 0100-540 auszuführen.

3.17.2.4 Erdung der informationstechnischen Anlage

Die Erdungsanlagen und der Potentialausgleich für die Fernmeldeanlagen ist gemäß DIN VDE 0800-2 auszuführen.

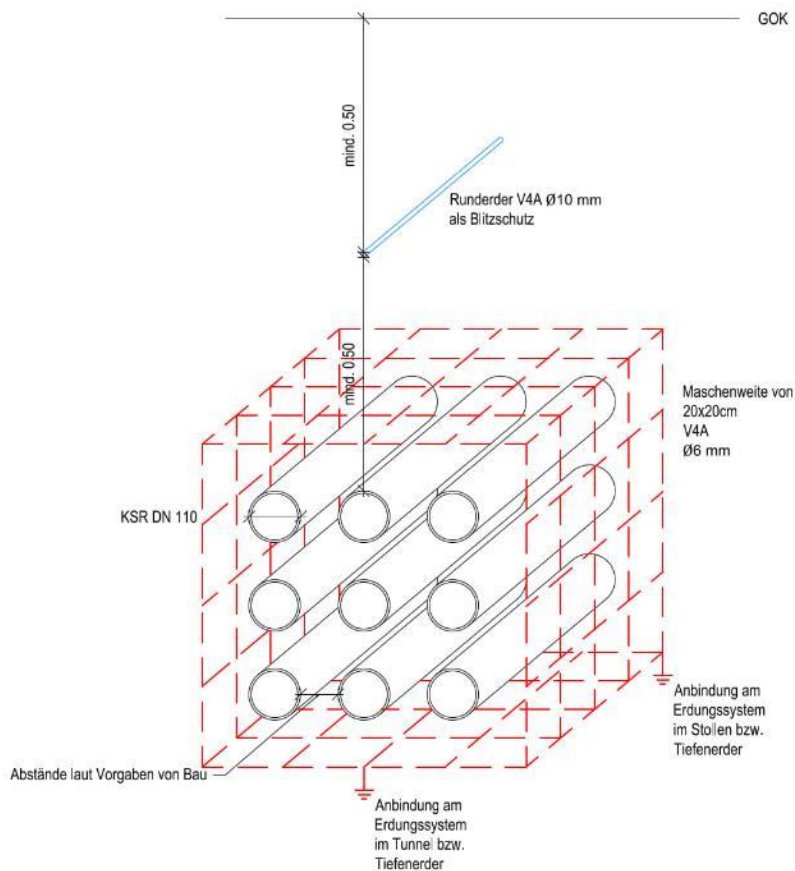
Des Weiteren ist die DIN EN 50310 bezüglich des Potentialausgleichs und die Erdung von Einrichtungen der Informationstechnik in Gebäuden, in Hinblick auf Sicherheit, Funktion und elektromagnetischer Verträglichkeit zu beachten.

3.17.2.5 Erdung zwischen Versorgungskanal (SB138) und Tunnel

Zur Aufrechterhaltung des Blitzschutzkonzeptes der gesamten Anlage, soll zwischen den Einrichtungen in den Bereichen des SB 138 und SB137 im Versorgungskanal und dem Tunnel ein geschirmter Kabelweg entstehen. Der Kabelweg erstreckt sich vom SB138 unterirdisch zur Stützwand des Nordportal. Die KSR werden mit einem Stahlgitter aus Edelstahl der Anforderungskategorie I (nach Kapitel 7.4.6.1) mit einer Stärke von 8 mm mit einer 20x20 cm Masche vollständig der Länge nach ummantelt. Die einzelnen Matten müssen zuverlässig elektrisch leitend miteinander verbunden und an den Enden, also im Tunnel und im Versorgungskanal, an die jeweils bestehende Erdungsanlage angebunden werden.

Zusätzlich zu dem Stahlgitter wird ein Edelstahl der Anforderungskategorie I (nach Kapitel 7.4.6.1) Runderder Ø10 mm in mindestens 0,5 m Tiefe und mit mindestens 0,5 m Abstand zur Kabeltrasse darüber mitverlegt und an den Enden an das bestehende, globale Erdungssystem angebunden.

Der Kabelweg inklusive der zusätzlichen Schirmungsmaßnahmen wird durch Dritte erstellt und ist anschließend vom AN zu benutzen. Eventuelle zusätzliche Maßnahmen (Tiefenerder) sind durch den AN einzuplanen.



3.17.3.1 Grundsätzliche Anforderungen

Auf Grund der notwendigen hohen Verfügbarkeit der Anlagen ist den Bereichen Blitzschutz, Überspannungsschutz, Potentialausgleich und Elektromagnetische Verträglichkeit besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Maßnahmen sind integrativ und somit nicht einzeln zu betrachten. Die Anforderungen beziehen sich auf alle technischen und baulichen Einrichtungen und sind somit allgemeingültig

für das gesamte Bauwerk, nicht nur für die elektrotechnischen Gewerke. Insoweit besteht ein umfangreicher Koordinationsbedarf beginnend bei der Planung der Fundamente bis zur Herstellung von Schaltgeräten und der Anordnung von außerhalb der Bauwerke zu positionierenden Objekten.

3.17.3.2 Blitzschutz

Sämtliche Anlagen sind der Blitzschutzklasse III zugeordnet. Das Schutzkonzept hat sowohl die Bereiche im Inneren der Gebäude, als auch Bereiche außerhalb der Anlagen zu umfassen. Die entsprechenden Maßnahmen müssen Störeinflüsse elektromagnetischer Felder soweit reduzieren, dass ein störungsfreier Betrieb der installierten Geräte gewährleistet ist. Das Schutzkonzept umfasst zusätzlich eine entsprechende Schirmung, die Erdungsanlagen, die Potentialausgleichsanlagen, den Überspannungsschutz und sämtliche Maßnahmen bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit.

Die Blitzschutzanlagen sind von den zu schützenden Anlagen isoliert zu errichten.

Übersicht Blitzschutzkonzept

Folgende Zuordnungen sind zu berücksichtigen:

- Der Tunnelraum und der Versorgungskanal wird prinzipiell als Blitzschutzzone LPZ 1 angesehen. Sollten Einbauten aufgrund von Regelwerken, Normen, etc. eine höhere Blitzschutzzone (z.B. LPZ 2) benötigen sind diese vom Auftragnehmer entsprechend zu schützen. Die damit verbundenen Aufwände und benötigten Materialien sind mit den Einheitspreisen der jeweils zu schützenden Einbauten abgegolten.
- Die Unterverteiler in den Notrufräumen werden als LPZ 1 geschützt.
- Die Kabeldurchführungen zwischen Tunnel und Betriebsgebäude sind im geschützten Bereich ausgeführt und entsprechen somit der Blitzschutzzone LPZ1 (es gibt keine Grenzüberschreitung zwischen unterschiedlichen Blitzschutzzonen, daher sind keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen erforderlich).
- Die KSR-Anlage zwischen dem Versorgungskanal und dem Tunnel wird baueits mit Kabelschutzrohren im bewehrten Betonkanal in Blitzschutzbauweise ausgeführt. Somit sind der Tunnel, die KSR-Anlage und der Versorgungskanal der LPZ 1 zuzuordnen und sind Blitzschutztechnisch als eine Zone zu betrachten.
- Die Räume und der Doppelboden des Betriebsgebäudes sind als LPZ 1 vorzusehen.
- Der MS-Raum inklusive des Doppelbodens in diesem Raum ist als LPZ 0A vorzusehen.
- Die Schaltschränke der Niederspannungshauptverteilung sind als LPZ 1 auszuführen.
- Die Systemschränke (z.B. Videoanlage, Lautsprecheranlage) werden als LPZ 2 berücksichtigt. Die damit verbundenen Aufwände und benötigten Materialien sind mit den Einheitspreisen des jeweils zu schützenden Verteilers abgegolten.

- Verbraucher die direkt an der Gebäudefassade des Betriebsgebäudes positioniert sind (z.B. Schlüsselschalter, Steckdosen im Fassadenverteiler) werden als LPZ 0B angenommen und sind somit bei Zonenübergang entsprechend zu schützen.
- Endgeräte in LPZ 3: Sollten Einbauten (Computer, BMZ, SPS, etc.) aufgrund von Herstellerangaben etc. einen Überspannungsschutz Typ 3 benötigen, sind diese vom Auftragnehmer entsprechend zu schützen. Die damit verbundenen Aufwände und benötigten Materialien sind mit den Einheitspreisen des jeweils zu schützenden Gerätes abgegolten.
- Das Pumpengebäude der BBA wird als LPZ 1 angesehen und mittels Überspannungsableiter in den Verteilern geschützt. Ein äußeres Blitzschutzsystem wird von Dritten errichtet. Die Schnittstelle zwischen dem AN und den Arbeiten Dritter sind die Erdungsfestpunkte im Pumpengebäude der BBA.

Sämtliche Kabel der Energieversorgung und der betriebstechnischen Ausstattung sind entsprechend diesen Vorgaben mit geeignete Blitzschutz- bzw. Überspannungsschutzmaßnahmen auszuführen.

Kabel zwischen Betriebsgebäuden und Tunnel verlaufen in der Regel direkt zwischen einem Schaltschrank im Betriebsgebäude über die Kabeldurchführungen in den Tunnel. Sie durchlaufen keine andere Blitzschutzzone. In einigen Zielschaltschränken im Betriebsgebäude führen die Kabel in die Blitzschutzzone LPZ 2. Dieser Übergang ist direkt im Schaltschrank über geeignete Überspannungsableiter zu berücksichtigen.

Kabel, die das Betriebsgebäude nicht verlassen, sind bei einem Blitzschutzzonenübertritt im Gebäude direkt an der Blitzschutzzongrenze mit Überspannungsableitern zu versehen oder über Kupfergeflechschirme geschützt bis zum Zielschrank zu verlegen und dort mittels Überspannungsableiter zu schützen. Kabelverbindungen zwischen zwei gleichen Blitzschutzzonen, die abschnittsweise durch eine andere Blitzschutzzone führen, werden mit Kupfergeflechschirme geschützt. Die Schirme sind an beiden Enden mit dem Potentialausgleich zu verbinden.

Die Einspeisekabel aus dem MS-Raum sind bis zu den Transformatoren ebenfalls in Kupfergeflechschirme zu verlegen. Die Hauptsammelschiene der Hauptverteiler ist mit entsprechenden Blitzstromableitern auszustatten. Die Kabel auf der Sekundärseite der Transformatoren werden im Installationsschacht mit entsprechenden Blitzstromableitern ausgestattet.

Kabel zwischen dem Betriebsgebäude bzw. Versorgungskanal oder dem Tunnel und Verbrauchern in den Vorfeldern, sind mit Überspannungsmaßnahmen auszuführen. Sie sind bei einem Zonenübertritt mit geeigneten Überspannungs- und Blitzstromableitern auszustatten. Die Kabel im Vorportal Süd verlaufen über den Schacht vor der Außentüre zum Raum 1 – Treppe. Rechts von der Tür über dem Schacht soll ein Verteiler mit KSR-Verbindungen zum Schacht installiert werden, um einen Blitzschutzzonenübergang zu ermöglichen. Das Pumpenhaus wird ebenso über den Schacht und den Verteiler angebunden. Der dafür benötigte Kabelweg wird durch Dritte hergestellt.

Für das Nordportal, siehe Bauliche Maßnahmen.

In den Vorfeldern sind entsprechende Schutzmaßnahmen in den Verteilerschränken/Streckenstationen, bzw. direkt beim Verbraucher vorzusehen.

Sämtliche relevanten Bestandskabel müssen in das Blitzschutzkonzept integriert werden. Dafür wird im BG ein Verteiler im Raum 15 für zusätzliche Überspannungs- und Blitzstromableitern vorgesehen.

Bauliche Maßnahmen für Trennung Blitzschutzkonzept:

- Für den Einbau der Trennung der Blitzschutzkonzept, zwischen dem Vorportalbereich Nord und dem Tunnel, wird im Portalbereich Nord der Tunnelröhre eine Übergabestelle hergestellt. Bei der Position wird ein Erdungsfestpunkt vorgesehen, der mit der Bauwerkserdung verbunden wird. Der Aufputz-Verteiler wird mit KSR mit dem unter dem Notgehweg gelegenen Kabelschutzrohrpaket verbunden. Dafür werden ausreichend kommende und gehende KSR (mind. jeweils 5xDN75) vorgesehen. In dem Verteiler können die vorgesehenen Ableiter installiert werden. Durch den AN ist eine Verrohrung vom bestehenden Rohrsystem zu installieren. Das entsprechende Rohrsystem im Boden wird durch Dritte errichtet.



- Für den Erhalt der Blitzschutzzone im Kabelweg zwischen dem Versorgungskanal und der Tunnelanlage, wird ein geschirmtes Leerrohrpaket hergestellt. (für Details siehe Kapitel 3.17.2.5)
- Im Vorportalbereich Süd wird von Dritten ein zusätzlicher Ringerder mitlaufend über dem neuen Kabelweg installiert. Dieser muss sich mindestens 50 cm unter der GOK befinden.

Die baulichen Maßnahmen werden vorlaufend zu den Kabelverlegearbeiten durchgeführt.

Auf den Trennungsabstand ist in allen Fällen zu achten.

3.17.3.3 Schirmung

Die Schirmung hat einerseits über die Raumbtrennungen, als auch über die metallischen Schaltschränke zu erfolgen. Besonders empfindliche Geräte welche keine ausreichende Schirmung besitzen sind separat mit einer Schirmung zu versehen.

Alle Schirme sind beim Gebäudeeintritt, bzw. Tunneleintritt am nächstgelegenen Erdungsfestpunkt aufzulegen.

3.18 Automatisierungs- und Leittechnik

3.18.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

Die bestehende Automatisierungstechnik ist veraltet und wird durch ein neues, modernes System ersetzt. Die technische Ausstattung von Tunneln soll im Regelfall automatisch gesteuert, geregelt und überwacht werden. Dies bedingt ein umfangreiches Zusammenwirken aller Einrichtungen. Der Aufbau der neuen Tunnelsteuerung erfolgt in Anlehnung an die RE-ING und die Vorgaben der FSG. Die Überwachung der Tunnelanlage erfolgt durch die ständig besetzte Flughafenleitstelle (FLS) und die Feuerwehrleitstelle der Flughafenfeuerwehr. Betriebs- und Störmeldungen werden auf die Gebäudeleittechnik (GLT) der FSG aufgeschaltet.

Die Funktionen der Anlagenleitebene und der übergeordneten Leitebene gemäß RE-ING werden durch die bestehende GLT der FSG ausgeführt.

In den Notrufstellen und den Systemschränken in den Streckenstationen, Notrufnischen, dem Versorgungskanal und dem Pumpenhaus werden dezentrale Peripherien angeordnet, welche über eine LWL-Ringstruktur eingebunden werden. Außerdem wird eine Handbedienebene nach RE-ING für manuelle Schaltmöglichkeiten vorgesehen.

Eine Übersicht der Struktur der Tunnelautomatisierungs- und -leittechnik ist im Plan 13.0.1 dargestellt.

Die Ausrüstung muss den Industriestandards genügen und uneingeschränkt unter den speziellen Bedingungen (z.B. Einsatz im Tunnel, tiefe Temperaturen, relative Feuchte, Schutz gegen Kondenswasser) im permanenten Dauerbetrieb einsetzbar sein.

3.18.2 Tunnelsteuerung

Die Automatisierungsebene wird mit Ausnahme der Anlagensteuerung der BBA vom AN Los 1 erbracht. Die Automatisierung ist in folgende Steuerungen aufgeteilt:

- F-SPS Lüftung
- SPS Beleuchtung & Starkstrom

Hinzu kommen noch folgende anlagenspezifische Automatisierungstechnik:

- SPS Abwasser (Bestand)
- SPS Video
- Anlagensteuerung Brandbekämpfungsanlage (Leistung Los 2 der Brandbekämpfungsanlage)
- Verkehrsrechner (Bestand)

Des weiteren sind folgenden Anlagenteile zu Berücksichtigen:

- Dezentrale Peripheriegeräte im BG, in den Notrufrischen, Versorgungskanal, Pumpenhaus, sowie in den entsprechenden SST's
- Anwender-Software einschl. Entwicklungsumgebung
- Schnittstellen zu allen Gewerken
- Verkabelung zu den Aktoren/Sensoren

3.18.2.1 F-SPS Lüftung

Die Hauptaufgaben der F-SPS Lüftung sind die Regelung der Tunnellüftung und der HKL-Anlagen im Betriebsgebäude. Es sind alle Funktionen aus der Planungsunterlage „2.0.2 Lastenheft Tunnellüftung – Bericht“ und dem Abschnitt der HKL-Anlage im Betriebsgebäude in dieser Steuerung zu realisieren. Zusätzlich werden entsprechende Betriebsmeldungen (wie z.B. Kontakt Feuerlöscher Entnahme) an die Brandbekämpfungsanlage weitergeleitet. Die Tunnellüftung ist eine Sicherheitskritische Anlagen, wodurch die Steuerung durch eine Fehlersichere SPS gemäß EN 61508 erfolgt. Ebenso sind alle dazugehörigen Peripheriegeräte als fehlerfreie Anlagen auszuführen. Für die Ansteuerung der Lüftungsanlage wird ein Zugang über das AKN und OPCUA vom Rechner in der Flughafenleitstelle vorgesehen.

Weitere Meldungen und Befehle folgender Sicherheitstechnik im Tunnel werden mit der F-SPS Lüftung ausgetauscht:

- Funkanlage
- Brandschutzklappen
- Sprachalarmierungsanlage (SAA)
- Brandmeldeanlage (BMA)
- Notruftür/Feuerlöscher Entnahmekontakt
- Videoanlage
- Verkehrstechnik

3.18.2.1.1 Verteiler

Die Steuerung wird im Niederspannungsraum (Raum 17) Feld 35 im Betriebsgebäude untergebracht. Im Verteiler sind neben der F-SPS auch weitere fehlersichere Ein-/Ausgabemodule sowie Schnittstellenmodule zur GLT vorhanden. Die Stromversorgung erfolgt aus dem USV-Netz des Tunnels über ein geeignetes Netzgerät mit 24 V-DC. Alle Kabel, welche in den Verteiler eingeführt werden, müssen auf Klemmen aufgelegt werden und bei Bedarf mit Überspannungsableiter (Überspannungsschutz gemäß Angaben Baubeschreibung Blitzschutz) ausgestattet werden. Nicht benötigte Adern müssen an den Potentialausgleich angeschlossen werden. Für die Anbindung von LWL-Verkabelung wird ein Patchpanel vorgesehen.

Die Anbindung der Peripheriegeräte erfolgt mittels Profisafe und MRP (Media Redundancy Protocol) über Profinet. Die dezentrale Peripherie außerhalb des Betriebsgebäudes werden über einen LWL-Ring angebunden. Die Anbindung erfolgt über

2 LWL-Schleifen, welche im LWL-Rangierverteiler (Feld 51) im BG zu einem Ring verbunden werden.

- Schleife 1: Anbindung der Peripherie im Tunnel, Vorfeld und Versorgungskanal
- Schleife 2: Anbindung der Peripherie im Pumpenhaus

3.18.2.1.2 Schnittstellen/Aufgaben

- Schnittstelle zur Tunnellüftung
 - » Steuerung der Frequenzumrichter gemäß Vorgaben der F-SPS Lüftung
 - » Auswertung der Messungen im Tunnel (Sichtweite, CO und Strömung)
 - » Meldung der Revisionsschalter
 - » Auswerten der Messergebnisse der Tunnellüfter (Temperatur, Schwingung und Abrisskontakt)
 - » Bereitstellen der Datenpunkte für das Prozessleitbild an die GLT
- Schnittstelle zur HKL-Anlage:
 - » Überwachung der Raumtemperaturen und Luftfeuchtigkeit im Betriebsgebäude
 - » Steuerung der elektrischen Flachheizkörper nach Vorgaben der HKL-Anlage
 - » Überwachung und Ansteuerung der Lüftungs- und Klimaanlage nach Vorgaben der HKL-Anlage
 - » Bereitstellen der Datenpunkte für das Prozessleitbild an die GLT
 - » Ansteuerung und Überwachung der Brandschutzklappen, sowie die weitere Anbindung an die GLT.
- Schnittstelle zur Brandbekämpfungsanlage:
 - » Austausch von Datenpunkte mit der Brandbekämpfungsanlage gemäß Datenpunktliste
- Schnittstelle zur Sicherheitstechnik des Tunnels:
 - » Türkontakte der Notrufrischen und die Entnahmekontakte der Feuerlöscher
 - » Weiterleiten der Meldungen der SAA, Funkanlage und BMA an die GLT
- Schnittstelle zur Verkehrstechnik:
 - » Über die doppel EAKs in den Streckenstationen werden Verkehrsprogramme, wie z.B. eine Tunnelspernung direkt ausgelöst. Für weitere Informationen siehe Kapitel 3.3.
- Schnittstelle zur Videoanlage erfolgt über die SPS-Video. Die Überwachung und Auslösung der ereignisorientierten Ausrichtung erfolgt durch die F-SPS Lüftung. Weitere Informationen im Abschnitt zur SPS-Video.

- Die F-SPS Lüftung ist über das AKN in die GLT einzubinden. Die Anbindung erfolgt mittels Cat8 Verkabelung an den AKN-Switch im Feld 52. Weitere Informationen zur GLT in Kapitel 3.18.3.1.
- Es ist eine Anbindung an den Rechner in der Flughafenleitstelle über das AKN vorzusehen.
 - » Einbindung an die Bestehende Steuersoftware in der Leitwarte über OPCUA.

3.18.2.2 SPS Beleuchtung & Starkstrom

Die SPS Beleuchtung & Starkstrom dient zur Steuerung der Beleuchtung (Durchfahrts-, Adaptions- und Gehwegs-Beleuchtung) im Tunnel. Darüber hinaus wird auch die Fluchtweg- und Orientierungsbeleuchtung (FOL), Notrufhinweisbeleuchtung inkl. Rundumleuchte und Aktive Leiteinrichtung von der SPS Beleuchtung & Starkstrom angesteuert. Es sind alle Funktionen aus der Baubeschreibung zu Beleuchtungsanlagen zu realisieren. Auch die Meldungen der Sicherheitsbeleuchtung im BG werden über die SPS Beleuchtung & Starkstrom an die GLT weitergeleitet.

Ein weiterer Zentraler Punkt ist die Überwachung und Ansteuerung der Energietechnik und den zugehörigen Anlagen. Darunter fallen unter anderem die Erfassung von Sicherungsauslösungen entweder einzeln oder als Sammelstörung je Verteiler, sowie die Phasenüberwachung. An die SPS Beleuchtung & Starkstrom werden auch alle Stromzähler, sowie die Meldungen und Ansteuerung der USV-Anlage angebunden.

3.18.2.2.1 Verteiler

Die Steuerung wird im Niederspannungsraum (Raum 17) Feld 34 im Betriebsgebäude untergebracht. Im Verteiler sind neben der SPS auch weitere Ein-/Ausgabemodule vorhanden. Die Stromversorgung erfolgt aus dem USV-Netz des Tunnels über ein geeignetes Netzgerät mit 24 V-DC. Alle Kabel, welche in den Verteiler eingeführt werden müssen auf Klemmen aufgelegt werden und bei Bedarf mit Überspannungsableiter (Überspannungsschutz gemäß Angaben Baubeschreibung Blitzschutz) ausgestattet werden. Nicht benötigte Adern müssen an den Potentialausgleich angeschlossen werden. Für die Anbindung von LWL-Verkabelung wird ein Patchpanel vorgesehen.

Die Anbindung der Peripheriegeräte erfolgt mittels Profinet und MRP (Media Redundancy Protocol) über einen LWL-Ring. Die Anbindung erfolgt über 3 LWL-Schleife, welche im LWL-Rangierverteiler (Feld 51) im BG zu einem Ring verbunden werden:

- Schleife 1: Anbindung der Peripherie im Tunnel, Vorfeld und Versorgungskanal
- Schleife 2: Anbindung der Peripherie im Elektroraum
- Schleife 3: Anbindung der Peripherie im Pumpenhaus

3.18.2.2.2 Schnittstellen/Aufgaben

Die Beleuchtungssteuerung der Tunnelbeleuchtung erfolgt durch dezentraler Peripherie im Betriebsgebäude, den Notrufrischen und dem Versorgungskanal. Da-

bei wird je Versorgungsabschnitt ein analoger Ausgang (1-10 V oder 4-20 mA) bereitgestellt. Zusätzlich werden Lastschütz zum Ein- und Ausschalten der Beleuchtungsstränge angesteuert.

Die Gehwegs-Beleuchtung wird dimmbar (DALI) von der SPS Beleuchtung und Starkstrom über einen analogen Ausgang gesteuert. Die Ein-/Ausschaltung erfolgt mit Lastschütz in den Verteilern.

Für die Erfassung der Stromzähler ist ein einheitliches Feldbus-System, abhängig von den gewählten Zählern, zu verwenden. Es muss dabei die Interkompatibilität zwischen den Zählern und der SPS Beleuchtung & Starkstrom sichergestellt werden.

Die Anbindung der Schutzeinrichtungen und Phasenausfallüberwachung erfolgt über Hilfsschalter, welche an die I/O der SPS angebunden werden. Es sind alle Meldungen gemäß Baubeschreibung Energietechnik anzubinden.

Die Zentraleinheit der Sicherheitsbeleuchtung wird ebenso eingebunden zur Erfassung von Meldungen/Störungen und Weitergabe von Befehlen.

Die Anbindung der USV-Anlage erfolgt über potentialfreie Kontakte, über welche Meldungen und Befehle zwischen SPS Beleuchtung & Starkstrom und USV-Anlage ausgetauscht werden.

Die SPS Beleuchtung & Starkstrom wird über das AKN an die GLT des Flughafens, sowie dem integrierten Schutz- und Leitsystem (LSA) des Flughafens angebunden. Alle Meldungen der Energietechnik werden an das LSA weitergeleitet.

3.18.2.3 SPS Abwasser (Bestand)

Die Bestehende Steuerung SPS Abwasser bleibt erhalten und werden gegebenenfalls nur in das Leitsystem eingebunden. Es ist während der Bauarbeiten sicherzustellen, dass die SPS Abwasser und alle zugehörigen Anlagenteile weiterhin in Betrieb bleiben. Zu diesem Zwecke ist die Anlage übergangsweise über die Bausstromversorgung zu versorgen.

3.18.2.4 SPS Video

Die Kameras im Tunnel werden an die bestehende Videozentrale des Flughafens angebunden. Die Weiterleitung der ereignisorientierten Ansteuerung bzw. Kameraaufschaltung aus der Tunnelautomatisierung erfolgt durch eine abgesetzte Steuereinheit. Die SPS Video dient dabei als Schnittstelle zwischen Tunnelsteuerung und Videozentrale zur Weiterleitung von Befehlen und Meldungen. Die SPS Video ist mit der F-SPS Lüftung über potentialfreie Kontakte verbunden. Die F-SPS Lüftung bzw. die BMA löst die ereignisorientierte Ansteuerung aus. Die SPS Video wird über das AKN an die Videozentrale des Flughafens angebunden.

Aufgrund der notwendigen Kompatibilität zur bestehenden Videozentrale der FSG muss eine Steuerung des Typs Omron CJM-CPU3 verwendet werden.

Weitere Informationen zur Ansteuerung sind dem Abschnitt Videoanlage zu entnehmen.

3.18.2.5 Anlagensteuerung Brandbekämpfungsanlage

Die Anlagensteuerung der BBA verwaltet alle technischen Komponenten der BBA (Pumpen, Ventile, Messeinrichtungen,...) und ist für die Ausführung der Automatik-

Programme gemäß des Lastenhefts BBA zuständig. Die F-SPS und BMA dient dabei als Datenquelle für die Meldungen, wie z.B. Öffnung Notrufrischentür oder Auslösung Brandmeldeabschnitt.

Die Anlagensteuerung der Brandbekämpfungsanlage (BBA) ist dem Ausschreibungslos zur Brandbekämpfungsanlage (Los 2) zugeordnet. Der AN Los 2 hat die Aufgabe zur Bereitstellung und Parametrisierung der Anlagensteuerung BBA. Der AN Los 1 hat sich mit dem AN Los 2 bezüglich der Schnittstelle zur F-SPS & Lüftung bzw. BMA abzustimmen und wenn nötig zu unterstützen. Weitere Informationen zur Schnittstelle sind in Abschnitt 4.8 angeführt.

3.18.2.6 Verkehrsrechner

Der Flughafen verfügt bereits über einen Verkehrsrechner auf welchen die geplanten Verkehrstechnischen Einrichtungen angebunden werden (weitere Informationen siehe Abschnitt Verkehrstechnik). Die Anbindung erfolgt dabei über einen Switch Verkehrstechnik an das AKN, welches die Verbindung zum Verkehrsrechner bereitstellt. Weitere Informationen können dem Kapitel Verkehrstechnik entnommen werden. Für die Verkehrstechnik wird eine sternförmige LWL Anbindung der SSTs an das Betriebsgebäude vorgesehen.

3.18.3 Feldebene

Die Feldebene des Tunnels besteht aus den Sensoren und den Aktoren im Tunnel, den Vorfeldern und im Betriebsgebäude, die von der Automatisierungstechnik aus abgefragt, bzw. angesteuert werden. Wegen der hohen Anforderungen an die Betriebs- und Ausfallsicherheit wird auf die Verwendung von Schnittstellen zugunsten von potentialfreien Kontakten verzichtet.

Störmeldungen, Alarmmeldungen und Gefahrenmeldungen werden drahtbruchsicher ausgeführt. Alle Messungen werden als 4-20 mA-Messung ausgeführt und Live-Zero überwacht.

Die dezentralen Peripheriegeräte (DPG) verfügen über integrierte PROFINET-Schnittstellen und die zugehörigen Ein- und Ausgabemodule. Die Kommunikation erfolgt direkt über das PROFINET-Netzwerk. Für eine hohe Verfügbarkeit sind die Geräte redundant an das Netzwerk angebunden. Bei Ausfall einer Netzwerkverbindung muss die verbleibende Verbindung den Betrieb unterbrechungsfrei sicherstellen. Nach Wiederherstellung der Verbindung erfolgt ein automatischer Datenabgleich. Bei vollständigem Ausfall der Kommunikation zur SPS muss das Peripheriegerät ein Notprogramm aktivieren, das die höchstmögliche Sicherheit für die Verkehrsteilnehmer im Tunnel gewährleistet (z. B. Schaltung der Vollbeleuchtung bei Ausfall der Datenverbindung des DPG „Beleuchtung“ zur SPS).

Die I/O-Baugruppen der dezentralen Peripherie der Tunnelautomatisierung müssen vom AN so ausgeführt werden, dass ein Austausch einzelner Module während des laufenden Betriebs unter Spannung möglich ist. Dies wird durch den Einsatz von Baugruppen mit Hot-Swap-Funktionalität gewährleistet. Der Wechsel einer Peripheriebaugruppe darf den Betrieb der verbleibenden Module nicht beeinträchtigen.

Entsprechend den unterschiedlichen Signalanforderungen sind für jede I/O-Baugruppen der dezentralen Peripherie der Tunnelautomatisierung erforderlichen Ein-

und Ausgabemodule vorzusehen. Eine Reserve von mindestens 30% ist vorzuhalten. Jedem Ein- bzw. Ausgangskanal muss eine LED zugeordnet sein, so dass der Status des entsprechenden Ein- oder Ausgangssignals abgelesen werden kann. Zur Optimierung der Ersatzteilhaltung sind einheitliche Komponenten einzusetzen. Für den schnellen Wechsel ist auch hier eine Blockbauform mit Systemsteckung vorzusehen.

3.18.3.1 Gebäudeleittechnik (GLT)

Die Aufgaben der Leittechnik werden von der bestehenden Gebäudeleittechnik (GLT) des Flughafens übernommen. Die GLT besteht dabei aus einer Siemens Desigo CC und die zugelassenen Protokolle für die Datenübertragung sind Profi-net, M-Bus, OPC UA, Bacnet, Modbus, und TCP/IP. Weitere Informationen können der Ausführungsrichtlinie 15 Gebäudeautomation entnommen werden.

Die Steuerungen der Tunnelautomatisierung und die Anlagen der Sicherheitstechnik werden über das AKN an die GLT angebunden. Die Anbindung führt der Flughafen selbst durch und der AN hat dabei zu unterstützen. Als Schnittstelle dient der AKN-Verteiler. Alle Anlagen bis dorthin zu verkabeln und an den richtigen Port, nach Vorgabe des Flughafens, anzuschließen.

Für die Automatisierungstechnik, sowie die Video-, SAA- und Verkehrstechnik wird eine Datentypenliste verwendet. Die Datentypenliste beinhaltet alle für ein Tunnelbauwerk notwendigen Datentypen.

Die Einbindung der Steuerung in die GLT des Flughafens ist gemäß Vorgaben der FSG nur über folgende Hersteller möglich:

- Siemens
- WAGO

Die entsprechenden Modelle und Kompatibilität zur GLT ist beim Flughafen nachzufragen. Es sind nur Steuerungen zugelassen, welche mit dem System des Flughafens kompatibel sind.

3.18.4 Netzwerke

Für die Kommunikation aller Leittechnik-, Verkehrs-, Video- und Audioanlagen des Tunnels und des Betriebsgebäudes werden eigenständige, hochverfügbare Netzwerke mit Layer2-Switchen realisiert und an die zentralen, redundanten Layer3-Switches im Betriebsgebäude angebunden:

- Ringförmig aufgebaute, SPS-LAN (Profinet, Tunnelröhren und Vorportale)
- Sternförmiges IT-LAN (Cu bzw. LWL) im BG
- Sternförmiges Verkehrs-LAN (Gigabit-Ethernet über LWL-Kabel) zu BG
- Sternförmiges Video-LAN (Gigabit-Ethernet über LWL-Kabel) zu BG

Alle LWL-Kabel aus dem Tunnel und den Vorportalen werden in die System-schränke im Betriebsgebäude geführt, gepatcht bzw. abgelegt.

An die Sicherheit des Tunnelnetzwerks werden gemäß BSI für die kritische Infrastruktur Straßentunnel erhöhte Anforderungen gestellt und entsprechend in der Planung umgesetzt.

Weiterhin werden alle Netzwerke und die Netzwerktechnik des Tunnels in das Netzwerk des Flughafens integriert und von dort 24/7 überwacht.

Die Verbindung zur ständig besetzten Integrierten Leitstelle Sicherheit und Technik (ILS) und der Feuerwehrleitstelle der Flughafenfeuerwehr erfolgt über die bestehende Netzwerktechnik AKN.

3.18.5 Übertragungssystem AKN

Im folgenden wird das Anwenderneutrale Kommunikationsnetzwerk (AKN) der Flughafen Stuttgart näher beschrieben. Es ist modular und mandantenfähig aufgebaut. Für den Anschluss eines neuen Systems wird dieses über ein Access-Modul (Switch) angebunden, das redundant an das zuständige Distribution-Modul des Gebäudes angeschlossen ist. Die Switches werden vom AG bereitgestellt. Die Kommunikation innerhalb des Mandanten erfolgt über klar definierte VLANs, wobei die Trennung und Sicherheit durch zentrale Firewalls und ein Layer-3-MPLS-Netzwerk mit Virtual Routing and Forwarding (VRF) gewährleistet wird. Die Adressvergabe für das neue System erfolgt nach den im AKN festgelegten Adressbereichen und muss mit der IT-Abteilung abgestimmt werden. Die Konfiguration und das Monitoring der angebundenen Komponenten werden zentral über Tools wie Cisco Prime und CheckMK (Nagios) durchgeführt. Neue Systeme müssen in die bestehende modulare Struktur integriert, entsprechend adressiert und in das zentrale Monitoring aufgenommen werden, um einen sicheren und stabilen Betrieb zu gewährleisten. Weitere Informationen können der Ausführungsrichtlinie 14 IT Infrastruktur entnommen werden. Des weiteren sind für die Anbindung an das AKN die Vorgaben aus der Ausführungsrichtlinie Passive IuK Infrastruktur zwingend einzuhalten.

3.18.6 Handbedienebene

Bei Ausfall der Leittechnik und zu Wartungszwecken können alle wichtigen Hauptfunktionen des Flughafentunnels über eine Handbedienebene angesteuert werden.

Über die Notbedieneinheit an den Feuerwehrranlaufstellen können die Lüfter und die Brandbekämpfungsanlage manuell angesteuert werden. Ebenso kann die Vollbeleuchtung im Tunnel aktiviert werden.

Die manuelle Ansteuerung der Verkehrstechnik und der Schrankenanlagen erfolgt vor Ort über die entsprechenden Streckenstationen.

3.18.7 Zusammenwirken der Sicherheitsanlagen, Ereignis-Wirk-Matrix

Die in der Automatisierungstechnik zu realisierenden Tunnelreflexe als Reaktion auf bestimmte Ereignisse sind in der standardisierten Ereignis-Wirk-Matrix (Dokument 14.1.3 Ereigniswirkmatrix) definiert. Hierin sind Auflistungen wichtiger Ereignisse mit erforderlichen Reaktionen sowie die Definition von Alarmen und Störungen, Meldungen etc., enthalten.

Für das Projekt Flughafentunnel B312 wird auf dieser Basis eine projektspezifische Ereignis-Wirk-Matrix, welche die Reflexe der Automatisierungstechnik auf die festgelegten Ereignisse dieses Tunnels beschreibt, im Zuge der Leistungsphase 5 erstellt und mit den erforderlichen Datenpunkten ergänzt.

3.18.8 Prüfungen und Tests

3.18.8.1 Allgemeine Prüfschritte

Die Prüfungen und Tests der Tunnelsteuerung umfassen folgende Schritte, die sich an den technischen Regelwerken und den Anforderungen des Auftraggebers orientieren:

- Vorprüfung: Kontrolle der Installation, Verkabelung und Konfiguration aller Komponenten.
- Funktionsprüfung: Test der einzelnen Steuerungen (F-SPS Lüftung, SPS Beleuchtung & Starkstrom, SPS Video) auf korrekte Funktion und Kommunikation.
- Schnittstellenprüfung: Überprüfung aller Schnittstellen zwischen den Steuerungen und den angebundenen Gewerken (GLT, Brandbekämpfungsanlage, Videozentrale, Zutrittskontrolle, etc.).
- Netzwerkprüfung: Test der redundanten Netzwerkstrukturen (LWL-Ringe, Profinet, AKN) auf Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit.
- Vollständiger Datenpunkttest: Prüfen der korrekten Anbindung aller notwendigen Datenpunkte an die GLT.
- Vollständige Ereignis-Wirk-Matrix-Test: Der Ereignistest dient der Validierung automatisierter Abläufe und sicherheitsrelevanter Funktionen gemäß der Ereigniswirkmatrix.
- Sicherheitsprüfung: Simulation von Störfällen und Notfällen zur Überprüfung der Sicherheitsfunktionen und Notprogramme.
- Handbedienebene: Test der manuellen Bedienung über das Handbedienfeld und die Revisionsschalter.
- Störungs- und Alarmmeldungen: Prüfung der Übertragung und Visualisierung von Stör-, Alarm- und Gefahrenmeldungen.
- Abnahmeprüfung: Dokumentierte Endprüfung mit Protokollierung aller Testergebnisse und Freigabe durch die zuständigen Sachverständigen.

3.18.8.2 Hinweise zur Durchführung

- Die Prüfungen sind in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber und den Sachverständigen durchzuführen.
- Alle Ergebnisse sind in Prüfprotokollen festzuhalten und dienen als Nachweis für die ordnungsgemäße Ausführung.
- Bei Nichtbestehen einer Prüfung sind Wiederholungsprüfungen durchzuführen; die Kosten trägt der Auftragnehmer.
- Die Prüfungen können durch Kontrollprüfungen des Auftraggebers ergänzt werden, deren Ergebnisse in die Abnahmeniederschrift einfließen.

3.19 Sonstige Anlagen

3.19.1 Türen der Notrufrischen im Tunnel

Im Auftrag des AN ist die Lieferung und Montage sämtlicher Nischentüren und Verblendungen gemäß den beigelegten Planunterlagen und den Positionen im Leistungsverzeichnis.

Sämtliche Türkontakte der bestehenden und der zu liefernden Türen sind entsprechend an die Leittechnik anzubinden.

Die Türen sind so auszuführen, dass keine Ausstattungsdetails in den Lichtraum bzw. Fahrraum hineinragen und dass ein ausreichender Schutz der innenliegenden Ausstattungselemente erreicht wird. Die Konstruktion der Abdeckung ist so zu wählen, dass ein leichtgängiges Öffnen und Schließen der Türen jederzeit gewährleistet ist, auch bei entsprechend rauen Umweltbedingungen, die im Tunnelbauwerk zu erwarten sind. Eine einfache und somit wirtschaftliche Wartung der Türen ist zu ermöglichen. Die Oberfläche ist so zu wählen, dass einerseits eine leichte Reinigung vorgenommen werden kann, andererseits eine Blendung durch Lichtreflexe der Kraftfahrzeugscheinwerfer vermieden wird.

Im Rahmen der Werkstatt- und Montageplanung sind die bauaufsichtlichen Zulassungen vorzulegen.

Die exakten Abmessungen für jede Nische und Öffnung sind durch den AN im Rahmen seiner Werkstatt- und Montageplanung aufzunehmen und zu berücksichtigen. Die Beschichtung muss Werkseitig beidseitig als Pulverbeschichtung erfolgen.

Alle Teile sind vor dem Einbau ausreichend gegen Korrosion zu schützen. Bei Schweißarbeiten oder sonstigen funkenerzeugenden Arbeiten, z.B. auch Trennarbeiten mit Trennscheiben, in der Nähe von Bauteilen der Baustoffklasse B2 bzw. B3 nach DIN 4102 Teil 1 sind geeignete Brandschutzmaßnahmen vom AN zu treffen. Das gilt analog für oberflächenfertige Bauteile anderer Baustoffklassen, insbesondere für glänzende, lackierte und gläserne Oberflächen.

Der Nachweis der Schweißerprüfung für die entsprechenden Arbeiten kann vom Auftraggeber personenbezogen verlangt werden. Ebenso kann der Nachweis über ausgebildete Schweißaufsichtspersonen gemäß DIN EN 719 - Schweißaufsicht; Aufgaben und Verantwortung, gefordert werden.

3.19.2 Schächte und Leerrohre im Tunnel

Für die Abfangung / Schutz von Kabelmuffen, Kabeln und Leitungen sind eigene Einbauten in den Schächten vorzusehen. Die Lage von Kabelmuffen ist vorab mit dem AG abzustimmen.

Die Kabelzugschächte sind vor Montage zu öffnen und nach erfolgtem Kabeleinbau wieder ordnungsgemäß zu verschließen.

Alle abgehenden Leerrohre sind vor dem Verschließen der Schächte mit einem dauerhaft standfesten Material so zu verschließen, dass weiteres Eindringen von Sand und sonstigen Sedimenten verhindert wird. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Verwendung von Bauschaum dafür nicht zulässig ist.

Geöffnete Kabelzugschächte sind über die gesamte Bauzeit zu sichern.

3.19.3 Bohrungen und Durchbrüche

Die Bohrungen und Durchbrüche beschränken sich auf das Betriebsgebäude und den Tunnel.

Erforderliche Ankerstellen sind nach Herstellung der Bohrung zu entfernen und fachgerecht in Sichtbetonqualität zu verschließen.

Sämtliche Bohrungen und Durchbrüche müssen vor Ausführung bei der Bauleitung angemeldet und durch diese freigegeben werden. Voraussetzung für Bohrungen und Durchbrüche in statisch relevanten Stahlbetonbauteile ist die Freimessung der Ansatzstelle durch zerstörungsfreie Bewehrungsortung um eine Beschädigung der Bewehrung auszuschließen. Sollten dennoch Bewehrungsstäbe angebohrt oder freigelegt werden, so hat der AN für fachgerechten Korrosionsschutz zu sorgen. Der Aufwand hierfür geht zu Lasten des AN.

Aufgenommene Stoffe sammeln, ohne Zerkleinerung, auf LKW des AN laden, transportieren zum Lager bzw. zur Anlage nach Wahl des AN. Die Entsorgungsgebühren werden vom AN übernommen.

Bei sämtlichen Bohrungen und Durchbrüchen, die in bereits beschichteten Flächen hergestellt werden, ist eine Wiederherstellung bzw. Versiegelung der beschädigten Beschichtung durch den AN vorzunehmen. Diese wird nicht gesondert vergütet.

Die Bohrungen und Durchbrüche sind für alle Betonarten, einschließlich Eisenmaterial evtl. Schräg- und Überkopfbohrung, Bohrkernausbau, Bohrkernentsorgung und Einsatzpauschale komplett mit allen Nebenleistungen auszuführen. Abgerechnet wird dabei die tatsächliche Anzahl an Kernbohrungen.

3.19.4 Bezeichnungsschilder

Alle Einrichtungen sind mit Bezeichnungsschilder zu versehen, die eine eindeutige Kennzeichnung gewährleisten und die Schriftgröße deutlich lesbar ist. Als Richtwert für die Schriftgröße sind 40 mm für die Verteiler- und Schrankbeschriftungen sowie 5 bis 10 mm für Kleinteile und Gerätebezeichnungen vorzusehen.

Die Bezeichnungen müssen den Vorgaben gemäß Anlagenkennzeichnungssystem entsprechen.

Die Schilder in elektrischen Betriebsräumen, in/auf Kabeltragsystemen, Kabelziehschächten etc. sind in Kunststoff (gelb mit schwarzer Schrift) oder bei Gefahr mechanischer Beschädigung in Alu oder Edelstahl mit gravierter weißer Schrift auf schwarzer Grundlage auszuführen und mit Sprengnieten oder Schrauben zu befestigen. Die Entwürfe für die Bezeichnungsschilder und die Typenschilder sind dem AG oder seinem bevollmächtigten Vertreter zur Freigabe vorzulegen.

Die Schilder im Tunnelfahrraum sind in Edelstahl mit gravierter Schrift auszuführen und mit Sprengnieten oder Schrauben zu befestigen. Die Entwürfe für die Bezeichnungsschilder und die Typenschilder sind dem AG oder seinem bevollmächtigten Vertreter zur Freigabe vorzulegen.

Die Kosten für die Beschriftung der Einrichtungen sind mit den Einheitspreisen abgegolten.

3.20 Leerrohranlagen, Verlegesysteme

3.20.1 Allgemein

Die Leerrohre und Kabelziehschächte im Tunnel und den Vorportalsbereichen sind Bestand und werden weiterverwendet. Die bestehende Leerrohranlage kann nicht als trocken angenommen werden. Im Bereich der Sperrschranke Süd, sowie der Anbindung des Versorgungskanal und der Streckenstation Nord wird die Leerrohranlage durch den AN Bautechnik (Los 3) erweitert. Die Leerrohranbindung zum Pumpenraum erfolgt durch den Gebäude-Errichter des Pumpenhaus.

3.20.2 Kabelrinnen

Kabelrinnensysteme sind nach Einhaltung des zulässigen Stützabstandes an Decken, Wänden und anderen tragenden Bauteilen zu montieren und normgerecht an das Erdungssystem anzuschließen.

Im Betriebsgebäude sind teilweise geschirmte Kabelrinnen vorgesehen. Ziel ist die Weiterführung der Blitzschutzzone, ohne andere Anlagen zu gefährden.

3.20.3 Brandschutzkanal

Die Anbindung der USV-Versorgung an die Leerrohranlage im Tunnel erfolgt durch einen brandbeständigen Kabelkanal mit Funktionserhalt E90 gemäß DIN 4102/Teil 12. Da die Leerrohranlage nicht als trocken angenommen werden kann, ist keine Verkabelung mit Funktionserhalt möglich, weshalb ein Brandbeständiger Kabelkanal zur Anbindung an die Leerrohranlage und ein herkömmliches Erdkabel verwendet wird. Die Leerrohranlage schützt dabei weiter das Kabel.

Für die Verlegung des Brandschutzkanals erfolgt mit Hilfe von Formteilen vom Funkraum (Raum 17A) über den Dieseltank-Raum (Raum 2) in den Installations-schacht (Raum 3) zur Leerrohranbindung. Es ist darauf zu achten, dass die Anbindung der Leerrohranbindung den Funktionserhalt aufrecht erhält.

3.20.4 Bügelschellen

Die Befestigung von Kabeln gleicher Anlage und gleichem Typ sind in Bündeln zu erfolgen.

3.21 De- und Wiedermontage

3.21.1 Allgemeines

Die De- und Wiedermontagearbeiten betreffen sämtliche bestehenden technischen Installationen und Einbauten in:

- dem im Betriebsgebäude,
- dem Tunnelbauwerk,
- dem Elektroraum
- den Notrufnischen,
- den Vorportal- und Freifeldbereichen,
- sowie in luftseitig gelegenen Techniknischen und Funktionsbereichen.

Der AN beginnt mit den Demontagearbeiten im Tunnel und im Betriebsgebäude am ersten Tag der Tunnelsperre. Der Ablauf der Demontagen im Tunnel ist rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten mit dem AN Los 4 (Brandschutzdecke) abzustimmen und zu koordinieren. Aufgrund der engen Terminschiene muss sichergestellt werden, dass die Sanierung der Brandschutzdecke unmittelbar nach Beginn der Demontagearbeiten starten und parallel zu diesen durchgeführt werden kann.

Die Demontagearbeiten im Tunnel sind so zu organisieren und durchführen, dass eine Durchfahrbarkeit des Tunnels und der Tunnelvorportalbereich durch die Einsatzkräfte jederzeit gegeben ist. Sämtliche damit verbundenen Aufwendungen sind in den Einheitspreisen einzukalkulieren und werden nicht gesondert vergütet.

Von den Demontagen im Betriebsgebäude ausgenommen sind die dort befindlichen Steuerschränke des Regenrückhaltebeckens Mitte des Flughafens sowie die Pumpenanlage der Straßenentwässerung. Diese Anlagen bleiben bestehen und müssen während der gesamten Ertüchtigungsmaßnahmen in Betrieb gehalten werden. Weitere Anlagen, die über die Stromversorgungsanlagen im Betriebsgebäude gespeist werden und während der Baumaßnahme betriebsbereit bleiben müssen, sind:

- DME-Anlage
- Feuerwehrtor 8
- RVR3-Anlage DWD
- KKS (danach von Versorgungskanal aus)

Entsprechende Provisorien und Sicherungsmaßnahmen zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung sowie der Daten- und Energieverkabelung dieser Anlagen sind auszuführen. Notwendige kurzzeitige Außerbetriebnahmen dürfen nur nach schriftlicher Bestätigung des AG erfolgen. Bei Abschaltungen von Pumpen- und Regenrückhalteanlagen sind die aktuellen Wetterbedingungen zu berücksichtigen.

3.21.2 Grundsätze der Demontage

Vor Beginn der fachgerechten Demontage ist dem AG Gelegenheit zu geben, die zur Demontage vorgesehenen Geräte und Einrichtungen im Baustellenbereich zu besichtigen. Der AG entscheidet, welche Anlagenteile:

- vom AN auf einen zugewiesenen Lagerplatz zu verbringen sind oder
- dem AN im gereinigten, funktionsfähigen und wiederverwendbaren Zustand zur Einlagerung zu übergeben sind oder
- einer fachgerechten Entsorgung zuzuführen sind.

Sämtliche für die Durchführung der Leistungen erforderlichen Koordinationen mit den Baulosen 2 bis 5 (siehe Kapitel 7.1) sind durchzuführen und gelten mit den Einheitspreisen als abgegolten. Ebenso sind sämtliche erforderlichen Hilfsgeräte (Werkzeuge, Hebezeuge, Aufstiegshilfen, Gerüste etc.) sowie Schutzmaßnahmen für verbleibende Bauwerksteile (Abdeckungen, Abschottungen, Sicherungen) in den Einheitspreisen enthalten.

Bei allen Arbeiten sind die geltenden gesetzlichen, behördlichen und arbeitschutzrechtlichen Vorschriften strikt einzuhalten, insbesondere die Vorschriften

zum Schutz der Beschäftigten sowie die Sicherheitsvorgaben für Arbeiten im Tunnel und im Flughafenumfeld.

Wetterbedingte Verschiebungen der Außerbetriebnahmen um jeweils bis zu 2 Tage pro Einzelvorgang sind einzurechnen.

3.21.3 Entsorgung und Nachweise

Der AN ist verpflichtet, die demontierten Materialien fachgerecht, gesetzeskonform und umweltgerecht zu entsorgen. Die Entsorgung hat unter Einhaltung aller geltenden Gesetze, Vorschriften und Auflagen zu erfolgen. Entsprechende Entsorgungs- und Recyclingnachweise sind in digitaler Form dem AG vorzulegen.

Beschädigungen am Bauwerk oder an verbleibenden Einrichtungen, die im Zuge der Demontearbeiten entstehen, sind in Abstimmung mit dem AG fachgerecht zu beheben und der ursprüngliche Zustand ist wiederherzustellen. Der AG behält sich vor, Schäden bei Bedarf selbst oder durch Dritte auf Kosten des AN beheben zu lassen.

3.21.4 Lagerung und Logistik

Alle zur Einlagerung vorgesehenen Materialien sind, wenn nicht anders im LV angegeben, auf einen vom AG benannten Lagerplatz zu verbringen. Dieser kann sich in einer Entfernung von bis zu 10 km von der Baustelle befinden.

Eine Zwischenlagerung von demontierten Materialien auf der Baustelle ist nur für maximal eine Woche zulässig. Sämtliche damit verbundenen Aufwendungen sind in den Einheitspreisen enthalten.

Die Freigabe zur Demontage einzelner Anlagenteile darf ausschließlich nach vorheriger Abstimmung und Genehmigung durch den Auftraggeber bzw. die Bauüberwachung erfolgen.

3.21.5 Demontage in Betriebsgebäude

Für Installationen im Betriebsgebäude sind vorhandene Doppelböden und Verkleidungen fachgerecht zu öffnen. Das demontierte Material und nach Abschluss der ordnungsgemäß zu entsorgen.

Bei der Demontage der Komponenten im Betriebsgebäude sind folgende Umstände zu berücksichtigen und einzukalkulieren:

- Die neue Mittelspannungsschaltanlage wird aufgebaut, während die bestehende immer noch für die Sicherstellung der Stromversorgung der im Betrieb verbleibenden Anlagen sowie der Baustelle sorgt (siehe Kapitel 3.14.6).
- Die Steuerschränke der Regenrückhaltebecken Mitte des Flughafens bleiben bestehend. Diese und die unter 3.21.1 beschriebenen Anlage sind zu schützen und im Betrieb zu halten.
- Die Ausbringung des zu demontierenden Notstromaggregats hat über die bestehende Tür bzw. Wandöffnung für Zuluft zu erfolgen. Zu diesem Zweck muss das Notstromaggregat zerlegt werden. Die Wandöffnung beträgt 2x2 m, es sind dabei die Steigung und Form des Zuluftschachts zu Berücksichtigen. Die Ausbringung über den Zuluftschacht kann nur mittels Kran bewerkstelligt werden um den Höhenunterschied zur Fahrbahn zu überwinden.

Der Auftragnehmer ist verpflichtet, sich vor Angebotsabgabe durch eine Ortsbe-sichtigung über Art, Umfang und Zugänglichkeit der Demontage- und Versetzar-beiten zu informieren. Nachforderungen aufgrund unzureichender Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten werden nicht anerkannt.

3.21.6 Betriebliche Abstimmungen

Sämtliche Demontage-, Wiedermontage- und Versetzarbeiten sind eng mit dem AG und der BÜ abzustimmen.

Die Arbeiten betreffen sowohl landseitige als auch luftseitige Bereiche des Flug-hafens. Entsprechende Zugangs-, Sicherheits- und Kontrollvorgaben sind einzu-halten (siehe Kapitel 6).

Obwohl der Tunnel während der Maßnahme vollständig gesperrt ist, sind parallele Arbeiten anderer Gewerke zu berücksichtigen. Alle erforderlichen Außerbetrieb-nahmen, Abschaltungen, Ab- und Wiederanklemmarbeiten dürfen nur nach abge-stimmtem Arbeits- und Zeitplan erfolgen.

3.21.7 Leistungsumfang – auszugsweise

Die Leistungen umfassen insbesondere:

- Demontage von Energie-, Steuer- und Datenschränken im Tunnel, Elekt-
roraum und im Betriebsgebäude,
- Demontage des Notstromaggregats inkl. sämtlicher zugehörigen Systemteile
(Tanks, Brennstoffleitungen, Zu- und Abluft, etc.)
- Demontage Schallabsorbierende Verkleidung und Schalldämpfer im Not-
stromaggregatsraum
- Demontage sämtlicher Kabel, Leitungen, Kabeltrassen, Befestigungssys-
teme, Wandschlitzverkleidungen
- Die bestehende E90 Kabeltrasse im Tunnel ist fachgerecht zu demontieren,
zwischenzulagern und für den Endzustand wiederzumontieren,
- Demontage Strahlventilatoren
- Demontage der Durch-, Einfahrts- und Gehwegbeleuchtung inkl. Unterkon-
struktionen,
- Demontage ALE
- Demontage, zwischen Lagern und Wiedermontage der kombinierten Flucht-
wegkennzeichnung mit Orientierungsbeleuchtung
- Demontage HLK-Anlagen
- Demontage von Sensorik, Überwachungseinrichtungen und Sicherheitssyste-
men,
- Demontage und Übergabe an AG der Tunnelkameras,
- Demontage von Vorportal- und Freifeldanlagen (WZG, WLZ, Verkehrszei-
chen, Maste),
- Demontage von Brandschutzeinrichtungen

- Demontage sämtlicher Notrufrischenausstattung inkl. Notrufzeichen, Türen, Türrahmen und sonstiger Verkleidung

Alle Nebenleistungen wie Abklebmen, Öffnen von Brandabschottungen, Demontage von Befestigungsmaterial, Abtransport, Entsorgung und Reinigung der Arbeitsbereiche sind Bestandteil der Leistung.

3.22 Brandschutzmaßnahmen

Sämtliche Durchbrüche zwischen zwei Brandabschnitten im Betriebsgebäuden und im Tunnel sind mit entsprechenden Brandabschottungen vorzusehen. Darin eingeschlossen sind sämtliche Durchbrüche mit und ohne Leitungen, mit Kabel belegte oder nicht belegte Kabelschutzrohre und sämtliche Öffnungen in Wänden oder Decken. Die Nischenkabelkeller und die Kabelziehschächte im Tunnel sind zur Brandabschottung mit Blähton auszufüllen. Der Blähton darf nicht in die Rohranlage gelangen, die Rohre sind durch die Verwendung von geeigneten Abdichtelementen abzudichten.

Die Brandabschottungen müssen sowohl das Durchschlagen von Bränden als auch das Durchströmen von Gasen abdämmen. Die Feuerwiderstandsdauer dieser Brandabschottungen muss nach DIN 4102-12 mindestens 90 Minuten betragen, entsprechende Prüfzeugnisse einer amtlichen Materialprüfanstalt für Brandprüfung sind vorzulegen. Ebenfalls muss die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Schottungsmaterials bzw. der Schottungssysteme durch das Deutsche Institut für Bautechnik vorliegen. Das Schottungsmaterial muss zudem frei von Asbest-, Phenol- oder Halogenbestandteilen sein. Entsprechende Nachweise sind ebenfalls vorzulegen.

In dem beschriebenen Bauvorhaben sind Leitungsdurchführungen durch Brandwände so abzuschotten, dass die Feuerwiderstandsklasse von mindestens F90 erhalten bleibt. Die Brandschutzmaßnahme ist exakt nach den Vorschriften des jeweiligen Herstellers durchzuführen, der Hersteller hat die fachgerechte Verarbeitung seines Produktes zu überwachen, nach Beendigung die Arbeiten auf einwandfreie Ausführung zu kontrollieren und in einem Bericht die Wirksamkeit der Maßnahme zu bestätigen.

Es ist jeweils ein einheitliches Fabrikat für das Brandschottsystem zu verwenden. Für sämtliche Systeme muss die Möglichkeit einer späteren Kabelnachbelegung zugelassen sein. Das Brandschutzschott ist so auszuführen, dass eine Nachinstallation einfach und ohne wesentliche Zerstörung des Systems möglich ist. Ebenso müssen alle Systeme für den Einbau in Wand- und Deckendurchbrüche zugelassen sein. Bei allen Systemen muss ein Durchführen von Kabeln aller Arten inklusive Lichtwellenleiter sowie Kabeltragsysteme aus Stahl-, Aluminium- oder Kunststoffprofilen zugelassen sein. Eine maximale Kabelbelegung von 60% muss gemäß der Zulassung möglich sein.

In den Zulassungen dürfen keine besonderen Anforderungen (spezielle Schulungen) hinsichtlich des Montagepersonals bei einer Schottungsmontage enthalten sein. Unter Beachtung der Vorgaben der Zulassung dürfen die Kabelabschottungen von jedem montiert werden.

Folgende Angaben müssen in den Bestandsunterlagen enthalten sein, bzw. beigelegt werden:

- Zulassungsbescheinigung

- Vollständig ausgefüllte Übereinstimmungsbestätigung
- Eindeutige Nummerierung aller Kabelschotte im Bauwerk
- Eintragung aller Kabelschottungen in die Installationspläne (mit Nummerierung)
- Einschließlich Bestätigung des Errichters und des Brandschottlieferanten auf dem Brandschottplan

Jede Kabelabschottung ist mit einem vollständig ausgefüllten Wandschild dauerhaft entsprechend der Zulassung zu kennzeichnen. Zusätzlich sind die Verfahrensanweisung zum Umgang mit Brandabschottungen am Flughafen Stuttgart zu berücksichtigen.



4 LEISTUNGSBESCHREIBUNG LOS 2 BRANDBE-KÄMPFUNGSANLAGE

4.1 Allgemeines

Die Brandbekämpfungsanlage dient dem automatischen Brandangriff in den zu schützenden Bereichen des Flughafentunnels Stuttgart. Durch die Zerstäubung des Löschwassers in ultrafeine Tröpfchen wird eine intensive Kühlung, Sauerstoffverdrängung sowie Rauchgasbindung erzielt, wodurch die Brandintensität effektiv reduziert wird.

Die Anlage ist nach den projektspezifischen Anforderungen zu errichten und hat die einschlägigen europäischen und nationalen Richtlinien zu erfüllen.

Sämtliche Anforderungen des Lastenhefts der Brandbekämpfungsanlage sind vom Auftragnehmer vollständig zu berücksichtigen.

4.2 Systembeschreibung

Die Brandbekämpfungsanlage besteht aus einem Wassererbecken zur Vorhaltung des erforderlichen Löschwassers sowie einer Druckerhöhungsanlage, der Vernebelungs-Infrastruktur (Rohrnetz, Düsen) sowie der zugehörigen Mess-, Steuer- und Überwachungstechnik.

4.2.1 Nenndruck

Aus wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Erwägungen wird der Nenndruck für die Brandbekämpfungsanlage auf PN 64 begrenzt.

4.2.2 Pumpenstation und Wasserbecken

Bauseits werden auf dem Flughafengelände in der Nähe des Südportals oberirdische bauliche Anlagen für das Wasserbecken sowie die Räumlichkeiten für die Unterbringung der Druckerhöhungsanlage und der Verteileranlage (Pumpstation) errichtet. Für die Unterbringung der Druckerhöhungsanlage und der Verteileranlage steht ein Raum mit 6,4 x 6,4 m zur Verfügung (Pumpenraum).

Weiters wird bauseits für die Anbindung der Pumpstation an den Tunnel ein Rohrgraben zur Verlegung der Verbindungsleitung zwischen Pumpstation und Portal inklusive Sandbettung hergestellt. Die Verfüllung des Rohrgrabens erfolgt durch den AN Bau nach erfolgreich durchgeführter Dichtheitsprüfung der Verbindungsleitung.

Der Auftragnehmer hat hierzu laufende Abstimmungen mit dem Errichter hinsichtlich der für die Brandbekämpfungsanlage erforderlichen baulichen Maßnahmen (z. B. Durchbrüche, Fundamente für Pumpen, Abdichtungen) durchzuführen und die bereitgestellten Pläne in der Werks- und Montageplanung zu berücksichtigen.

4.2.3 Rohrleitungen

4.2.3.1 Werkstoffqualitäten

Nicht rostender Stahl im Tunnel und an den Portalen muss den Anforderungen der ZTV-ING, Teil 5, sowie den darin definierten Mindestanforderungen entsprechen.

4.2.3.2 Pumpstation

Die Rohrleitung innerhalb der Pumpstation sind als Edelstahl Rundrohr geschweißt in Edelstahl V2A-1.4301 nach DIN EN 10217-7 mit einer Toleranz gemäß EN ISO 1127 - D3/T3 bzw. D2/T3 mit Werksabnahmezeugnis nach EN 10204/3.1B zu liefern und montieren.

4.2.3.3 Verbindungsleitung Pumpstation - Portal

Die Verbindungsleitung von der Pumpstation am Flughafengelände bis zum Portal Süd des Flughafentunnels wird als Stahl-Druckrohr gemäß EN 10224/DIN 2460 mit längskraftschlüssiger Kupplungsverbindung, außen Polyethylen umhüllt gemäß DIN 30670, innen duroplastischer Kunststoff, ausgeführt. Die Kupplungsverbindungen sind mit Schrumpfmanschetten auszuführen.

4.2.3.4 Tunnel

Die Versorgungsleitung im Tunnel ist als Edelstahl Rundrohr geschweißt in Edelstahl V4A-1.4404 nach DIN EN 10217-7 mit einer Toleranz gemäß EN ISO 1127 - D3/T3 bzw. D2/T3 mit Werksabnahmezeugnis nach EN 10204/3.1B zu liefern und montieren. Schweißarbeiten an Rohrleitungen sind auf der Baustelle nicht zulässig. Die Leitungen sind vollständig vorfabriziert, einschließlich aller erforderlichen Formteile und Verbindungen, herzustellen und montagefertig anzuliefern.

Für Befestigungen mittels Schweranker im Tunnelfahrraum an das Tunnelbauwerk ist der Werkstoff der Nummer 1.4529 gemäß EN 10027-2 zu verwenden.

4.3 Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

Die elektrotechnische Ausrüstung umfasst alle elektrotechnischen und mess-, steuerungs- und regelungstechnischen Ausrüstungen der Pumpenzentrale inkl. Wasserbehälter sowie die Anbindung des Tunnels, für die Funktionsfähigkeit der Brandbekämpfungsanlage.

Schnittstellen

- Energieversorgung:
 - Eingangsklemmen Unter-/Steuerverteiler Pumpanlage
 - Eingangsklemmen Sektionsventilkästen
- Schnittstelle Fernwirktechnik: Kommunikationsausgang Steuerung (SPS)

4.4 Energie- und Datenkabel

Sämtliche notwendigen Energie- und Datenkabel sind durch den AN zu erbringen und betriebsbereit anzuschließen. Die Verlegung im Pumpenraum erfolgt in vom AN errichteten Kabelwegen. Die Verlegung außerhalb des Pumpenraum erfolgt in bauseits errichteten Kabelwegen und Leerrohrsystemen.

Die Hauptenergie- und Datenanbindung vom BG zum Pumpenraum wird durch den AN Los 1 erbracht. Der AN Los 2 hat hierfür Abstimmungen zur Ausführung mit dem AN Los 1 durchzuführen. Der AN Los 2 hat die vom AN Los 1 zur Verfügung gestellten Energie- und Datenkabel in der Verteileranlage betriebsbereit anzuschließen. Die Verlegung dieser Verkabelung bis zum Pumpenraum und der Anschluss im BG erfolgt durch den AN Los 1. Die notwendigen Abstimmungen zur Dimensionierung und für die Anschlussarbeiten sind durch den AN Los 2 zu erbringen.

Der AN hat für die Energie- und Datenkabel der BBA sämtliche Anforderungen aus dem Abschnitt 3.9 besonders berücksichtigen.

4.5 Kabelwege Pumpenraum

Der AN hat im Pumpenraum die Kabelwege zur Verlegung sämtlicher Energie- und Datenkabel für die BBA zu errichten. Hierfür werden vom AN von der Verteileranlage bis zu dem Leerrohrsystem 2 Kabeltassen KT150 im Pumpenraum verlegt,

die Verkabelung im Pumpenraum erfolgt mittels Ankerschienen und Befestigungsschellen.

4.6 Installationen Pumpenraum

Die Installationen im Pumpenraum, welche nicht Teil der Brandbekämpfungsanlage sind (Beleuchtung, Brandmeldetechnik, allgemeine Schalter und Steckdosen, sowie Heizung und Temperaturfühler) werden durch den AN Los 1 erbracht. Notwendige Abstimmungen bzgl. Lage der Installationen und Verkabelungen hierfür sind durch den AN Los 2 zu erbringen. Für die Installationen wird auf den Plan 11.3.3 und den Abschnitt 3.12 verwiesen.

4.7 Pumpenraum und Löschwasserbecken

Der Pumpenraum und das Löschwasserbecken werden bauseits errichtet. Der AN hat hierfür mit dem Errichter laufende Abstimmungen bzgl. der baulichen Maßnahmen für die BBA (Durchbrüche, Fundamente für Pumpen, Abdichtungen etc.) durchzuführen und die zur Verfügung gestellten Pläne für die Werks- und Montageplanung zu berücksichtigen.

4.8 Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung und Leittechnik

Die Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung und Leittechnik ist in der Planunterlage 9.1.8 ersichtlich und die entsprechenden Datenpunkte sind der Datenpunktliste zu entnehmen.

Die Anbindung zur BMA erfolgt mit der Standardschnittstelle Löschen gemäß DIN VDE 0833-2 Anhang D. AN Los 1 liefert und montiert ein eigenes Gehäuse inkl. den entsprechenden BMA-Koppler im Pumpenraum und Los 2 bindet die BBA-Steuerung dort an.

Für die Anbindung der Feuerwehrbedienpanele in den FIZs sind dezentrale Peripherien der Anlagensteuerung BBA vorgesehen. Diese sind von AN Los 2 zu beschaffen und zusammen mit einer entsprechenden Datenpunktliste an AN Los 1 zu übergeben. An los 1 installiert die Peripheriegeräte in den FIZs. Ebenso liegt die Verkabelung der dezentrale Peripherie zur Anlagensteuerung im Pumpenhaus über einen eigene LWL-Ring ebenso im Leistungsumfang des AN Los 1. Schnittstelle zur Anlagenteuerung der BBA (AN Los 2) ist das Patchpanel im Verteiler Datenübertragung des Pumpenhaus.

Zur Auslösung der Betriebsbereitschaft auf Grund von Ereignissen im Tunnel, wie der Entnahme eines Feuerlöschers, ist die F-SPS Lüftung über potential freie Kontakte an die Anlagensteuerung der BBA anzubinden. Die dafür notwendige Peripherie ist von AN Los 1 im Verteiler Datenübertragung des Pumpenhaus zu installieren.

Im Verteiler Datenübertragung des Pumpenhaus ist ein Switch für die Anbindung an das AKN durch AN Los 1 zu errichten. Darüber erfolgt die Einbindung an die GLT der FSG. Ebenso erfolgt über das AKN die Verbindung zum Leitreechner in der Leitstelle. Dort sind alle notwendigen Bedien- und Anzeigefunktionen gemäß 9.0.1 Lastenheft BBA vorzusehen. Die dafür notwendige Software inkl. notwendiger Lizenzen zur betriebsfertigen Installation am Leitreechner ist durch AN Los 2 zu erbringen.

5 ANGABEN ZUR BAUSTELLE

5.1 Lage der Baustelle

Der Flughafentunnel (Stuttgart) auf der B312 befindet sich im Süden Stuttgarts und unterquert die Start- und Landebahn des Flughafens Stuttgart (STR).

Der Tunnel verbindet die Stadtteile beziehungsweise Ortschaften Plieningen (Stuttgart) im Norden und Filderstadt-Bernhausen im Süden.

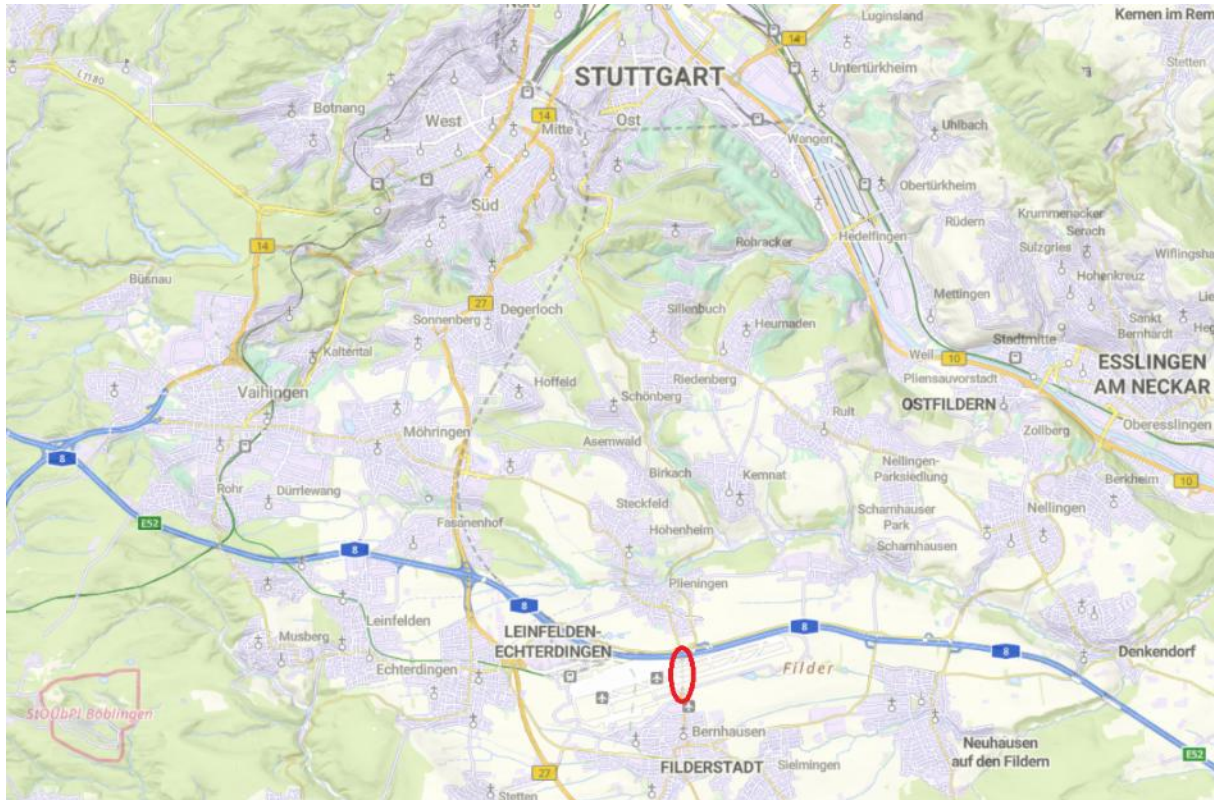


Abbildung 7: Lageplan (Quelle Geoportal Baden-Württemberg)

5.2 Vorhandene öffentliche Verkehrswege

5.2.1 Tunnel

Nordportal Richtung A8 / Flughafen-Nordbereich.

Südportal Richtung Nord-West-Umfahrung / Filderstadt.

Im Rahmen der Sanierungsmaßnahme wird der Tunnel für die gesamte Bauzeit vollständig für den öffentlichen Verkehr gesperrt, und zwar von der nördlichen bis zur südlichen Kreuzung.

Trotz Vollsperrung müssen beide Rampen und der Tunnelquerschnitt während der Bauarbeiten jederzeit auf einer Breite von mindestens 3 m für Rettungs- und Einsatzfahrzeuge befahrbar bleiben.

Die Lage des Tunnels ist im Lageplan markiert:



Abbildung 8: Lageplan Tunnel und Vorportale

5.2.2 Nordportal

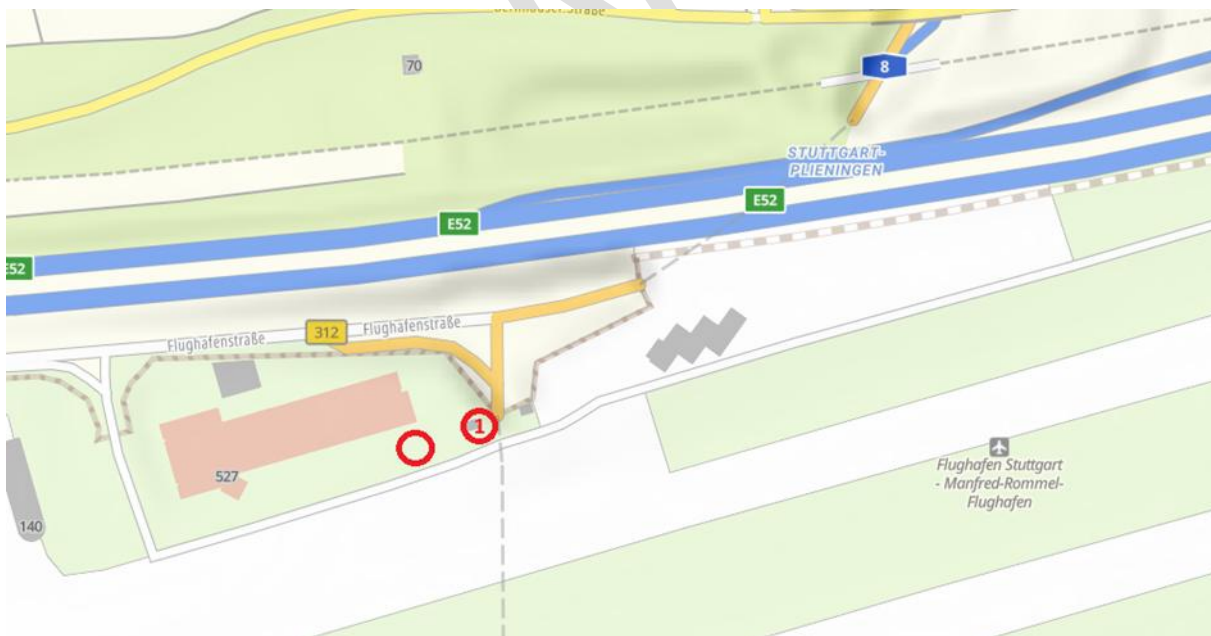


Abbildung 9: Lageplan Nordportal Tunnel

5.2.2.1 SB138 Eingang Serviceschacht Einbringung Verteilerschränke

Das Treppenhaus SB138 (siehe Abbildung 9 – Punkt 1) ist ein Zugang zum Versorgungskanal des Flughafens. Dieser befindet sich auf dem Flughafengelände und kann nur vom Sicherheitsbereich aus erreicht werden (siehe Kapitel 6).

Im Bereich der SB138 ist ein Systemschrank der Tunnelfunkanlage aufzustellen.



Abbildung 10: SB 138 Eingang

Die Laufgitter und das Geländer lassen sich demontieren. Die im SB137 aufzustellende Verteilerschränke sind mit einer geeigneten Hebevorrichtung hinabzulassen und in den Versorgungskanal einzubringen.

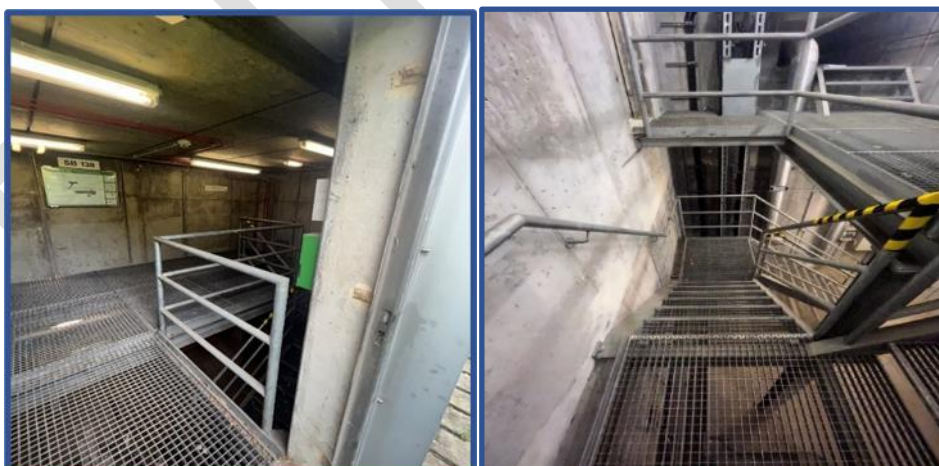


Abbildung 11: Eingangsbereich und Treppe zum Versorgungskanal SB138

5.2.2.2 Nische SB137 im Versorgungskanal

In die Wandnische (Aufweitung) SB137 im Versorgungskanal ist ein Teil der Niederspannungsverteilung aufzustellen. Der Zugang ist über SB138 bzw. aus der Feuerwehrwache möglich.

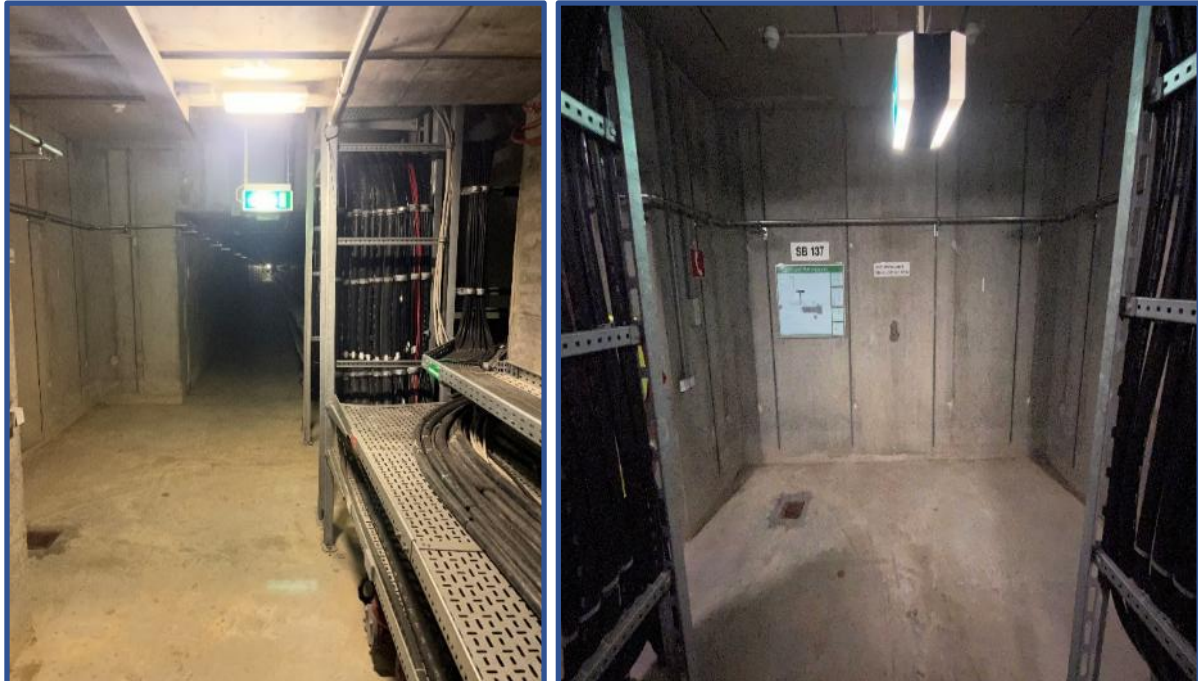


Abbildung 12: SB137 im Versorgungskanal

5.2.3 Vorfeld Süd / Südportal / Betriebsgebäude/Elektronische

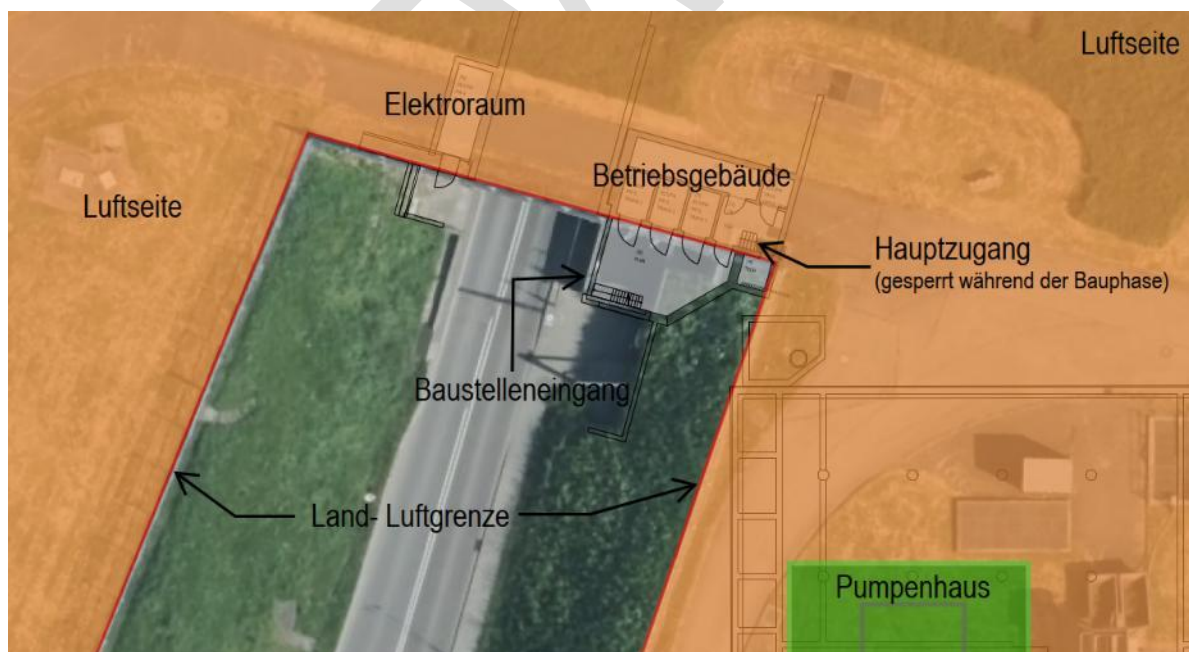


Abbildung 13: Land- Luftgrenze

Der Hauptzugang des Betriebsgebäudes befindet sich auf der Luftseite des Flughafens und wird für die Dauer der Maßnahmen gesperrt und als neue Luft/Landgrenze genutzt

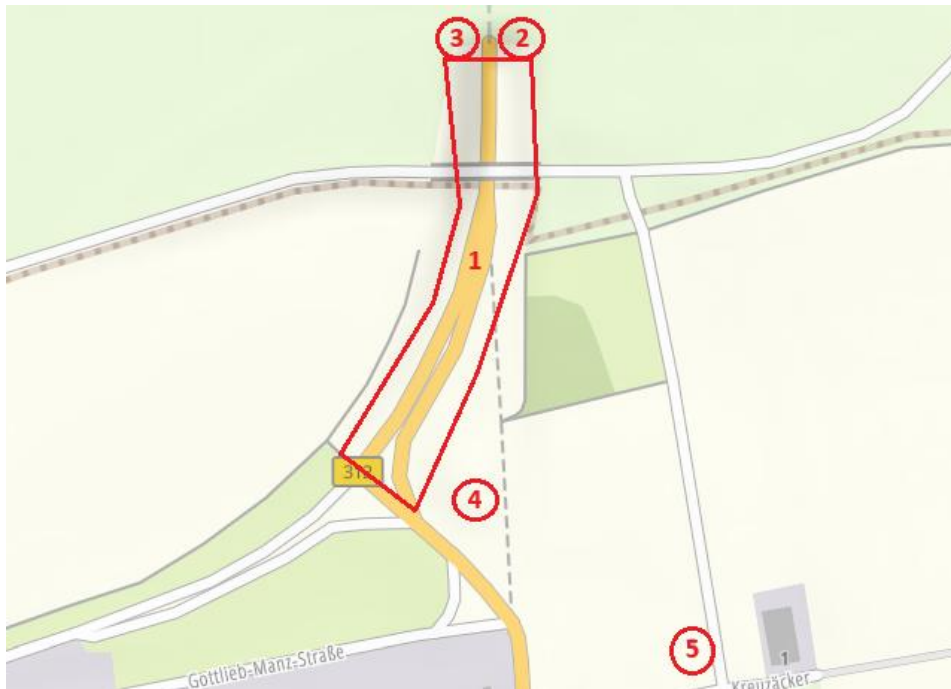


Abbildung 14 :Lageplan Südvorportalbereich

Im Zuge der Maßnahme wird ein landseitiger Zugang durch Los 3 (Bautechnik) hergestellt, der für die gesamte Bauzeit zur Verfügung steht.



Abbildung 15: Südportal

Der neue Zugang befindet sich auf der Landseite von den Trafobereich aus direkt am Südportal.

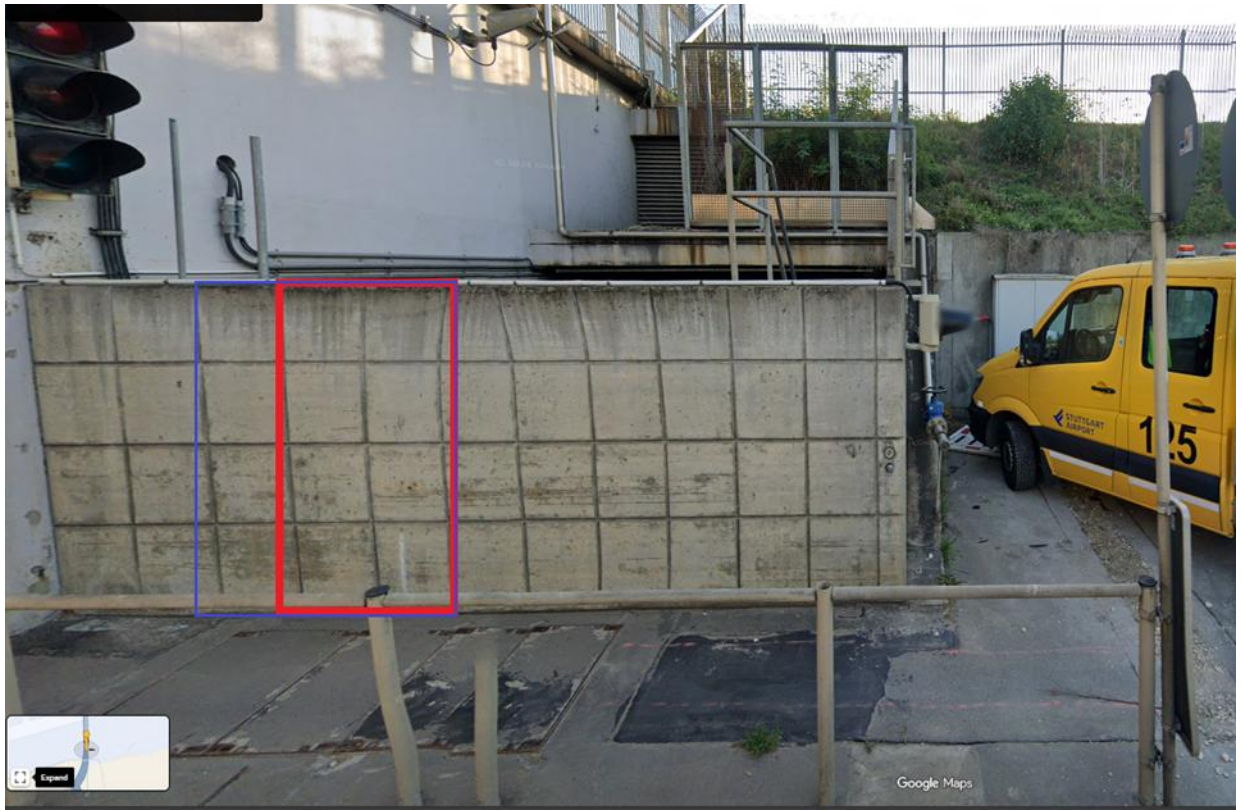


Abbildung 16: Trafobereich mit Standort des neuen Zugangs

In die Hochwasserschutzwand wird im Markierten Bereich eine Öffnung hergestellt, in die eine Hochwasserschutztür im Rahmen des Bauloses 3 eingebaut wird. Diese dient als Eingang für das Personal und für das Einbringen von Technik.

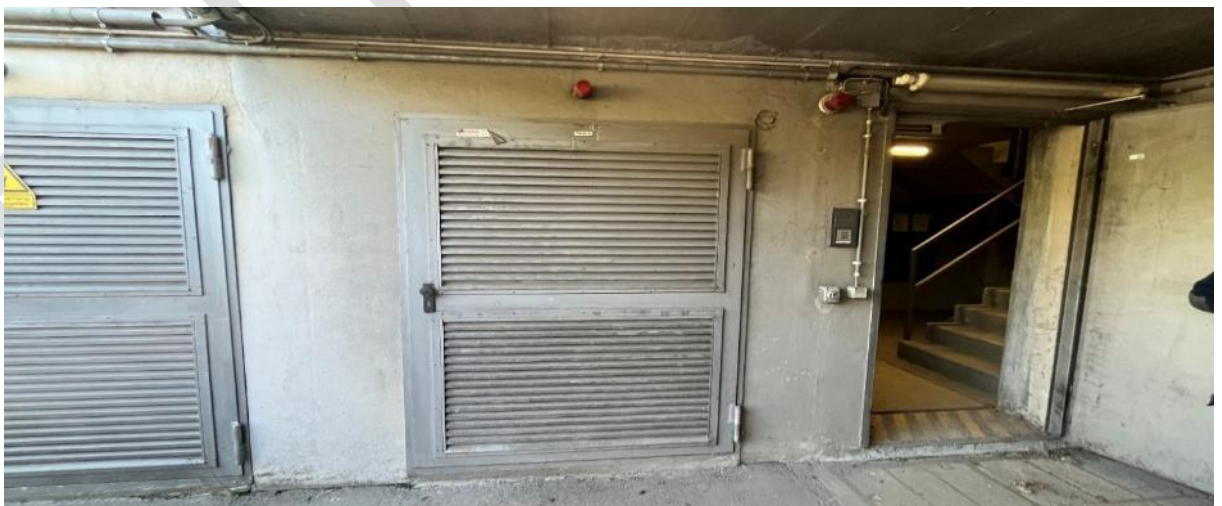


Abbildung 17: Eingang Betriebsgebäude vom Trafobereich

5.2.4 Betriebsgebäude Süd/West – Technikraum

Der Zugang befindet sich ausschließlich auf der Landseite am Südportal und kann fast uneingeschränkt betreten werden.

5.3 Zugänge, Zufahrten

Die Zufahrt zum Tunnel ist über die B312 möglich.



Abbildung 18: Lageplan mit Zufahrten und Zugängen zum Flugplatz

5.3.1 Nordwest-Pforte (Punkt 1)

Hauptzugang zum Flughafen Zufahrt zu Punkt 2

5.3.2 Personenkontrolle (Punkt 2)

Kontrollpunkt für die Einfahrt auf Flugfeld Zugang zum SB 128 am Nordportal des Tunnels

5.3.3 Materialanlieferung (Punkt 3)

Materialanlieferung erfolgt über die Südost Einfahrt im Frachtbereich des Flughafens für eine schnellere und einfachere Materialkontrolle durch Frachtscanner. Eine vorherige Einweisung und Fahreinweisung muss vom AN beim FSG beantragt werden.

5.3.4 Personen Zugang zum Flugfeld (Punkt 4)

Personal kann hier ebenfalls kontrolliert werden und kann danach den Zugang zum Flugplatz bekommen.

5.4 Anschlussmöglichkeiten

5.4.1 Stromversorgung

Die Energieversorgung im Betriebsgebäude muss weiterhin aufrecht erhalten werden, um externe Anlagen weiter mit Energie zu Versorgen. Zu diesem Zweck wird eine provisorische Stromversorgung im Betriebsgebäude über die bestehende Mittelspannungsanlage hergestellt. Eine Baustromversorgung über das Provisorium ist möglich. Es sind geeignete Maßnahmen, wie das verwenden eines separaten Abgangs für die Baustromverteilung vorzusehen, damit Probleme bei der Baustromversorgung zu keinen Ausfällen des Provisoriums und somit der externen Anlagen führt.

5.4.2 Wasserversorgung/Abwasserentsorgung

Seitens der Stadtwerke Filderstadt ist hier ein Trinkwasseranschluss möglich nach Beantragung seitens AN.

5.5 Baustelleneinrichtungen

5.5.1 Grundkonzept

Die Baustelleneinrichtung ist in drei Zonen gegliedert:

- Landseitig Hauptbaustelle Süd (Container, Lager, Versorgung)
- Tunnel- und Portalbereiche (gesperrt für Verkehr, freizuhalten für Rettungskräfte)
- Luftseitiger -Bereiche SB137/SB138 (kontrollpflichtige Technikbereiche)

Ziel ist es, die landseitigen Flächen maximal zu nutzen und Arbeiten im Luft - Bereich auf das notwendige Minimum zu beschränken.

5.5.2 Lager- und Arbeitsplätze

5.5.2.1 Hauptbaustelleneinrichtung im Südabschnitt

Im Bereich südlich des Tunnels werden eingerichtet:

5.5.2.1.1 Containeranlage

- Bauleitungscontainer
- Besprechungs- und Projektcontainer (ggf)
- Aufenthaltscontainer
- Werkstatt- und Werkzeugcontainer
- Sanitärcontainer mit Auffangbehältern
- Die Position der Anlage ist so zu wählen, dass die Zufahrten zum Südportal jederzeit gewährleistet bleiben.

5.5.2.1.2 Lager- und Logistikflächen

- Lager für Elektromaterial (Kabel, Verteiler, Kleinteile)
- Lager für Hilfs- und Befestigungsmaterial
- Maschinenstellflächen
- Umschlagbereich für LKW und Transporter
- Rangier- und Wendeplätze bei Bedarf.

5.5.2.1.3 Baustrom- und Wasserversorgung

- Aufbau eines Baustromhauptverteilers der EnBW,
- Verteilung über Unterverteiler in Tunnel und Containerbereich.
- Anschluss an den landseitigen Wasseranschluss

5.5.2.1.4 Nutzung von Tunnel und Portalen

Der Tunnel wird für den öffentlichen Verkehr von Kreuzung zu Kreuzung vollständig gesperrt.

Die Tunnelröhre und beide Pforten sind jedoch zu jeder Zeit für Rettungsdienst, Feuerwehr und Polizei freizuhalten.

Im Tunnel selbst dürfen keine Lagerflächen eingerichtet und keine Geräte dauerhaft abgestellt werden, die Rettungswege beeinträchtigen.

Während der gesamten Bauzeit ist eine permanente mobile Belüftung des Tunnels sicherzustellen.

5.5.2.1.5 Alarmierungssystem im Tunnel

Während der Vollsperrung des Tunnels ist jederzeit eine Durchfahrt für die Einsatz- und Rettungskräfte sicherzustellen und zu gewährleisten. Hierfür wird vor Beginn der Arbeiten im Tunnel ein Alarmierungssystem installiert und in Betrieb genommen.

Das arbeitende Personal, das im Tunnel tätig ist, ist dahingehend zu unterweisen. Eine Einweisung ist zu dokumentieren und auf Verlangen des AG/BÜ vorzulegen.

Das Alarmierungssystem besteht aus optischen und akustischen Signalgebern, welche getrennt zentral über die Leitstelle aktiviert werden können.

Die Alarmierungseinheiten werden in einem Abstand von 50 m am Gehweggeländer befestigt und verkabelt. Die Ansteuerung erfolgt über das Betriebsgebäude (BMA). Dazu wird es über potentialfreie Kontakte an die BMA angebunden. Die Bedienung des Alarmierungssystems soll dabei über die Steuereinheit der BMA in der Feuerwehrleitstelle ermöglicht werden.

Das Alarmierungssystem ist alle 14 Tage zu Warten und zu dokumentieren.

5.5.2.2 Luftseitige-Bereiche SB137 und SB138

In den Luftseitigen-Bereichen wird nur eine minimalistische Baustelleneinrichtung aufgebaut:

in SB138:

- Stellfläche für mobile Hebertechnik
- temporäre Ablageflächen für einzubringende Verteilerschränke in SB137:
- Montagearbeitsplätze für Verteiler und Elektroinstallationen
- kleiner Lagerbereich für kurzfristig benötigtes Material
- Der Zugang erfolgt über die Sicherheitskontrolle am Nordwestportal oder Ostportal und für Material der Südost über den Luftfrachtbereich
- Werkzeug- und Materiallisten sind zu führen und mit dem Flughafenbetrieb abzustimmen.

5.5.3 Baustellenbeleuchtung

Ist vom AN mitzubringen und zu Betreiben.



5.5.4 Baustellentelefon/ -Internet

Ist vom AN mitzubringen und zu Betreiben.

5.6 Schutzmaßnahmen und Sicherheitskonzepte

5.6.1 Allgemeine Grundsätze

Es gelten die gesetzlichen Vorgaben aus:

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Baustellenverordnung (BaustellV),
- DGUV-Vorschriften und -Regeln,
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG),
- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG),
- luftseitige Vorgaben des Flughafens und des Luftsicherheitsgesetzes (LuftSiG für airside-Bereiche).
- Alle Maßnahmen sind so auszulegen, dass Sicherheit, Gesundheit und Umwelt jederzeit bestmöglich geschützt werden.

5.6.2 Arbeitsschutz

5.6.2.1 Landseitiger Bereich

Einrichtung klar definierter Verkehrswege im Lager- und Containerbereich.

Absicherung der Baustellenbereiche durch Absperrzäune, Baken und Bodenmarkierungen.

Rutschhemmende Auflagen, insbesondere bei Rampenbereichen.

Zusätzliche Arbeits- und Sicherheitsbeleuchtung in Tunnel und Außenbereich.

Verpflichtende Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Sicherheitshelm, Warnweste, Sicherheitsschuhe, ggf. Gehör- und Atemschutz.

Regelmäßige Unterweisungen auf Basis einer Gefährdungsbeurteilung.

5.6.2.2 Luftseitiger Bereich SB137 / SB138

Zutritt nur für entsprechend geschulter Personen mit gültigem Flughafenausweis.

Luftsicherheitsbelehrung gemäß Flughafenvorgaben.

Strenge Werkzeugkontrolle (Werkzeuglisten).

Absprache mit Vorfeldaufsicht bei Arbeiten in unmittelbarer Nähe von Rollwegen.

Nutzung von PSA mit hoher Sichtbarkeit.

5.6.3 Gesundheitsschutz

Staubreduzierung durch nassgeführte Verfahren (z. B. beim HDW-Einsatz), Absaugung und Abschottungen.

Lärmschutz durch lärmarme Geräte, Gehörschutz und zeitliche Steuerung lärmintensiver Arbeiten.

Vermeidung von Abgasbelastungen durch emissionsarme Maschinen und Abschaltung von Motoren bei Standzeiten.

Bereitstellung geeigneter Sanitäreinrichtungen mit Auffangbehältern und regelmäßiger Entleerung.

Sicherstellung einer ausreichenden Tunnelbeleuchtung während der Bauzeit.

Luftqualität im Tunnel:

- Aufgrund der geschlossenen Bauweise ist eine permanente mobile Belüftung des Tunnels während der gesamten Bauzeit erforderlich.
- Die mobilen Lüftungsgeräte müssen eine ausreichende Luftwechselrate gewährleisten, um Staub, Abgase und Wärme abzuführen.
- Ergänzend sind CO- und O₂-Messungen durchzuführen und zu dokumentieren.

5.6.4 Umwelt- und Gewässerschutz

Lagerung wassergefährdender Stoffe nur in geeigneten Auffangwannen oder doppelwandigen Behältern.

Betanken und Ölwechsel im Tunnel sind untersagt.

Leckagen sind sofort zu melden, aufzunehmen und fachgerecht zu entsorgen.

Abfälle sind getrennt zu sammeln und durch zertifizierte Entsorgungsunternehmen abzutransportieren.

Keine Lagerung von Chemikalien im luftseitigen Bereich über das notwendige Minimum hinaus.

5.6.5 Natur- und Tierschutz / Immissionsschutz

Vermeidung unnötiger Licht- und Lärmemissionen, insbesondere in den Randzeiten.

Keine Lagerung von Abfällen, die Vögel oder Wildtiere anlocken könnten.

Einhaltung der naturschutzrechtlichen Vorgaben des Flughafens und der Behörden.

5.6.6 Sicherheits- und Notfallkonzepte

5.6.6.1 Notfallmanagement

Erstellung eines projektspezifischen Notfallplans.

Festlegung von Alarmierungsketten (Bauleitung – Flughafenfeuerwehr – Rettungsdienst).

Kennzeichnung und Freihaltung aller Flucht- und Rettungswege.

5.6.6.2 Brandschutz

Brandschutzordnung für Tunnel, Container- und Lagerbereiche.

Ausreichende Anzahl von Feuerlöschern (Verteilung nach Brandschutzkonzept).

Minimierung der Brandlasten in SB137/SB138.

Striktes Rauchverbot im Tunnel und in den Technikräumen.

5.6.6.3 Arbeitssicherheit im Tunnel

Permanente mobile Tunnelbelüftung während der gesamten Bauzeit.

Einsatz von CO-, O₂- und Temperaturmessgeräten (Dauermonitoring).

Abschaltung von Verbrennungsmotoren bei Stillstand im Tunnel.

Zusätzliche Belüftungsmaßnahmen bei staub- oder gasintensiven Arbeiten (z. B. HDW, Schleifen, Schweißen).

Einhaltung der Rettungswege und Fluchtweglängen.

5.6.7 Verantwortlichkeiten und Koordinatoren

SiGeKo: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator gemäß BaustellV.

Umwelt- / Gewässerschutzbeauftragter: Überwachung aller Umweltauflagen.

Luftseite-Koordinator: Schnittstelle zum Flughafenbetrieb für SB137/SB138.

Fachbauleitung Elektro / Bau: Überwachung der korrekten Ausführung.

Bauleitung: Gesamtkoordination und Terminsteuerung.

5.7 Baugrundverhältnisse

5.7.1 Bauwerksaufbau

Der Tunnel der B312 ist als massives Stahlbetonbauwerk ausgeführt. Er besteht aus:

- einem durchgehenden rechteckigen Stahlbetonrahmen,
- einer beidseitigen Rampenführung (Nord- und Südrampe),
- einer Fahrbahn mit Entwässerung,
- seitlichen Kabeltrassen,
- integrierter Beleuchtung und sicherheitstechnischer Ausstattung.
- Die Konstruktion ist für hohe punktuelle und flächenhafte Lasten aus Flugzeugroll- und Vorfeldverkehr ausgelegt.

5.7.2 Technische Ausstattung im Bestand

Im Bestand befinden sich:

- elektrische Verteilerschränke,
- Tunnelbeleuchtung,
- sicherheitstechnische Anlagen (z. B. Notbeleuchtung, Meldelinien, Feuerlöschanlage),
- Kabel- und Leitungssysteme,
- Entwässerungs- und Pumpenanlagen.
- Die vorhandenen Anlagen entsprechen zum Teil nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik beziehungsweise der aktuellen Sicherheitsanforderungen.

- Im Zuge der Sanierung werden der Tunnel und das zugehörige Betriebsgebäude vollständig entkernt und spannungsfrei geschaltet. Sämtliche Bestandsanlagen werden demontiert.

5.8 Öffentlicher Verkehr im Baubereich

Während der gesamten Bauzeit ist die Durchfahrt für Zivile Fahrzeuge gesperrt



6 BESONDERHEITEN BEI ARBEITEN IM SICHERHEITSBEREICH AM FLUGHAFEN

Die Baustelle liegt zum Teil im nicht allgemein zugänglichen Bereich innerhalb des Sicherheitsbereiches des Flughafens.

Um den Sicherheitsbereich betreten zu dürfen, ist ein Flughafenausweis (Dauerausweis) zwingend erforderlich. Weiter muss innerhalb von 4 Wochen nach Abholung des Flughafenausweises an der Schulung „Basis Berechtigung Zutritt Sicherheitsbereich“ oder „Fahrberechtigung Sicherheitsbereich“ teilgenommen werden.

Dies gilt auch für die eingesetzten Nachunternehmer.

Alle unter Punkt „Besonderheiten bei Arbeiten im Sicherheitsbereich am Flughafen“ entstehenden Kosten, werden im LV-Teil „Zugänge und Zufahrten Sicherheitsbereich“ über die jeweiligen Positionen, unabhängig der LV-Menge, entsprechend der für die Auftragsausführung erforderlichen Mengen auf Nachweis vergütet.

Die Verrechnungssätze der Positionen gelten unabhängig von der Anzahl der abgerechneten Mengen.

Neben den anfallenden Kosten für Gebühren und Schulungen sind auch der Aufwand des AN für die Bearbeitung, Schulungszeiten sowie An-/Abfahrtszeiten zum Flughafen Stuttgart in die Einheitspreise der entsprechenden Positionen einzurechnen.

Die Bieterangaben im Hinweistext und den Positionen sind zwingend auszufüllen.

Erfolglose und verspätete Ausweise, Anträge, Schulungen und sonstige Versuche werden nicht vergütet. Die Kosten trägt der AN.

Alle Kosten und Gebühren können den Dokumenten „Entgeltordnung Non-Aviation“ und „Ausweiskosten und Zugangsregelung“ entnommen werden:

Die aktuellen gültigen Verrechnungssätze und Schulungsanforderungen können im Internet über <http://www.flughafen-stuttgart.de> unter „BUSINESS TO BUSINESS“ eingesehen werden.

6.1 Zugangsberechtigung / Ausweise

6.1.1 Dauerausweis

Die Baustelle liegt teilweise im nicht allgemein zugänglichen Bereich innerhalb des Sicherheitsbereiches des Flughafens. Das **gesamte** in diesem Bereich eingesetzte Personal ist verpflichtet, sichtbar einen Flughafenausweis (Dauerausweis) zu tragen. Dies gilt auch für Nachunternehmer. Es ist zu berücksichtigen, dass Ausweise ausschließlich für diejenigen Personen erforderlich sind, die vor Baubeginn im Rahmen der Arbeitsvorbereitung sowie nach Inbetriebnahme des Tunnels Zugang zum Betriebsgebäude benötigen.

Die Flughafenausweise sind spätestens 11 Wochen vor Baubeginn zu beantragen! Hierfür sind die vollständig ausgefüllten Antragsformulare einschließlich der geforderten Nachweise (z.B. Kopie Personalausweis, Führungszeugnis für Antragsteller mit zeitweiligem Wohnsitz im Ausland etc.) bei der Ausweisstelle der FSG einzureichen.

Zu beantragen ist der Geltungsbereich H3 Hochbauzone (Werkzeug darf mitgeführt werden), in Einzelfällen H13 mit Begleitbefugnis.

Bestehende, noch gültige, Flughafenausweise für den Geltungsbereich A3 (gesamter Sicherheitsbereich), V3 Vorfelder (Werkzeug darf mitgeführt werden), A13 und V13 (mit Begleitbefugnis) sind auch für diese Baumaßnahme zulässig.

Die Flughafenausweise werden nach der Bearbeitung des Ausweisanschlusses, einschließlich Kopie des Personalausweises oder des Reisepasses, von der FSG (Flughafen Stuttgart GmbH) nach einer polizeilichen Überprüfung ausgestellt. Sie sind persönlich abzuholen und nach Ablauf der Gültigkeit wieder abzugeben.

Dauerausweise für EU-Bürger können in der Regel innerhalb von ca. 8 Wochen, je nach Häufigkeit der Wohnsitzwechsel in den letzten 10 Jahren, ausgestellt werden. **Die Kosten für einen Dauerausweis betragen 80,00 € (Netto) zzgl. Die Kosten 70,- € (Netto) für die Zuverlässigkeitsprüfung (gem. §7 LuftSiG).**

Der Flughafenausweis ist unter weiteren Bedingungen 5 Jahre gültig. Zu den weiteren Bedingungen zählen z.B. regelmäßige Benutzung des Ausweises, andauernde Gültigkeit der Zuverlässigkeitsüberprüfung und der Luftsicherheitsschulung, andauernde Tätigkeit für die FSG.

Der Antrag auf einen Flughafenausweis steht nicht nur in Papierform im Zugangsmanagement ZS1, sondern auch als ausfüllbares PDF zum Download im Internet (Business to Business > Formulare > Formulare für Ausweisnutzer: [Formulare für Ausweisnutzer - Flughafen Stuttgart \(flughafen-stuttgart.de\)](https://www.flughafen-stuttgart.de/formulare-fur-ausweisnutzer)) zur Verfügung. Es ist zu beachten, dass weiterhin die Originalunterschrift des Antragstellers sowie die Unterschrift des Arbeitsgebers und ggf. des Auftraggebers seitens des RP Stuttgart benötigt werden.

Fragen können direkt an das Zugangsmanagement ZS1 (0711 / 948-3649) gerichtet werden.

Aufgrund europäischer und nationaler Vorschriften müssen alle Antragsteller eines Flughafenausweises **vor Ausstellung des Flughafenausweises** eine Luftsicherheitsschulung absolvieren.

Die Themen der Schulung sind vorgeschrieben:

- Kenntnis über frühere unrechtmäßige Eingriffe in der Zivilluftfahrt, Terroranschläge und aktuelle Bedrohungen
- Kenntnis der einschlägigen Rechtsvorschriften
- Kenntnis über Ziele und Struktur der Luftsicherheit, einschließlich der Verpflichtungen und Zuständigkeiten von Personen, die Sicherheitskontrollen durchführen
- Kenntnis der Konfiguration der jeweiligen Kontrollstelle und der Kontrollverfahren
- Kenntnisse über die Zugangskontrolle und die einschlägigen Kontrollverfahren
- Kenntnis der auf dem Flughafen verwendeten Flughafenausweise
- Kenntnis der Meldeverfahren
- Fähigkeit zur angemessenen Reaktion auf sicherheitsrelevante Zwischenfälle

Die Dauer der Schulung ist vorgeschrieben:

- Mindestens 3 Stunden Vermittlung theoretischer Schulungsinhalte

Die FSG bietet folgende Möglichkeiten zur theoretischen Schulung an:

- ein eLearning Programm zum Selbststudium an jedem beliebigen PC mit Internet-Anschluss. **Kosten 30,00 € (Netto)**

Die Mitarbeiter des Fachgebietes ZS 1 werden die Login-Daten für das eLearning Programm an die Firmenadresse, persönlich an den Antragsteller schicken. Der Briefumschlag ist mit einem roten Stempel „Luftsicherheitsschulung!“ versehen.

- eine Schulung im Seminarraum im Sky-Office, nach Terminvereinbarung

Anmeldeformular im Internet unter [Luftsicherheitsschulung - Flughafen Stuttgart \(flughafen-stuttgart.de\)](https://luftsicherheitsschulung-flughafen-stuttgart.de).

Für die Präsenz-Schulung muss der Teilnehmer am gewählten Termin bis spätestens 08:00 Uhr in den Seminarraum kommen und einen gültigen amtlichen Lichtbildausweis (z.B. Personalausweis oder Reisepass) mitbringen. Personen, die nach 08:00 Uhr im Seminarraum erscheinen oder keinen gültigen amtlichen Lichtbildausweis dabei haben, werden nicht zur Schulung zugelassen. **Die Kosten für die Präsenzschulung betragen 85,00 € (Netto).**

Auskünfte und Fragen zur Luftsicherheitsschulung Montag bis Freitag zwischen 8 und 12 Uhr unter Tel. 0711 / 948 – 3088

Sobald der interne FSG-Umlauf und die Zuverlässigkeitsüberprüfung durch das Regierungspräsidium abgeschlossen sind, ergeht eine Mitteilung an die Firmenadresse des Antragstellers, dass der Ausweis bei der Ausweisstelle abgeholt werden kann, wenn das Luftsicherheitsschulungszertifikat bei der Ausweisstelle vorliegt.

6.1.2 Besucherausweise

Ausweisinhaber können in Ausnahmefällen mit einer **Begleitbefugnis** (Beantragung **Begleitbefugnis 100,- € (Netto)**) ausgestattet werden.

Ausweisinhaber mit Begleitbefugnis sind dann berechtigt, Personen ohne Flughafenalausweis in den Baubereich innerhalb des Sicherheitsbereichs des Flughafens zu begleiten.

Personen ohne Ausweis sind ständig, ohne Einschränkungen, vom Führungsberechtigten zu beaufsichtigen. Zuwiderhandlungen führen für den betreffenden Ausweisinhaber zum Verweis aus dem Flughafengelände und Einzug des Dauerausweises.

Dienstliche Besucher können 12 Tage pro Kalenderjahr den Sicherheitsbereich betreten. Die Zutritte sind dabei innerhalb des jeweiligen Kalenderjahres beliebig kombinierbar.

Sollten Besucher eine Zuverlässigkeitsüberprüfung besitzen (z.B. von einem anderen Bundesland), kann diese nach Abklärung beim RP Stuttgart anerkannt werden. Die zulässigen Zutritte für das jeweilige Kalenderjahr mit Besucherausweis erhöhen sich dann auf 21. Auch diese Zutritte sind beliebig innerhalb des Kalenderjahres kombinierbar.. Die entsprechenden Kontrollen

werden elektronisch bei der Anmeldung an der Pforte durchgeführt. Dies gilt auch für Lieferanten und Nachunternehmer.

Wird eine Nichteinhaltung dieser Regeln bekannt, kann die Begleitbefugnis durch die Abteilung Security entzogen werden.

6.2 Betreten / Befahren des nicht allgemein zugänglichen Bereichs / Sicherheitsbereich

6.2.1 Zutrittsberechtigungen / Schulungen

Eine entsprechende Zutrittsberechtigung / Schulung ist ergänzend zu einem gültigen Flughafenausweis für das Betreten und Arbeiten im Sicherheitsbereich für alle Personen zwingend erforderlich (Im Ausnahmefall vgl. Punkt 6.1.2). Eine Ersts Schulung muss innerhalb von vier Wochen nach Erhalt des neuen Flughafenausweises absolviert werden.

Weiter ist eine erneute Ersts Schulung erforderlich:

- **bei Rückkehr nach längerer Abwesenheit (> 12 Monate)**
- **Wenn eine bereits vorhandene Basis- oder Fahrberechtigung, aufgrund der Nichtteilnahme an einer Wiederholungsschulung, verloren ging.**

Die Mindestanforderung den Sicherheitsbereich Betreten und Arbeiten zu dürfen ist die Basisberechtigung.

Mit Inkraftsetzung der 8. Auflage der Verkehrs- und Zulassungsregeln für den Sicherheitsbereich ab 06/2022 ergeben sich nachfolgende Schulungsanforderungen für das Betreten und Befahren des Sicherheitsbereichs:

- **Basis Berechtigung Zutritt Sicherheitsbereich**

Die Basis Berechtigung Zutritt in Verbindung mit dem Flughafenausweis erlaubt das Betreten und Arbeiten im Sicherheitsbereich.

Für die ausgeschriebene Baumaßnahme ist eine Basisberechtigung Hochbauzone (BHZ) erforderlich.

Kosten der Schulung entsprechend gültiger Entgeltordnung Non-Aviation:

Basisberechtigung Hochbauzone – Ersts Schulung 70,- € netto

Zeitdauer der Schulung ca. 2,5 Stunden am Flughafen Stuttgart

- **Fahrberechtigung Sicherheitsbereich**

Die Fahrberechtigung in Verbindung mit dem Flughafenausweis erlaubt das selbstständige Führen von Fahrzeugen, Betreten und Arbeiten im Geltungsbereich der Fahrberechtigung im Sicherheitsbereich.

Ausnahme sind Baugeräteführer, welche ihre Baugeräte nur innerhalb eines abgesperrten Baubereichs bedienen und nicht selbstständig mit anderen Fahrzeugen den abgesperrten Baubereich verlassen (z.B. Baggerfahrer).

Für die ausgeschriebene Baumaßnahme ist eine Fahrberechtigung Hochbauzone (FHZ) erforderlich.

Kosten der Schulung entsprechend gültiger Entgeltordnung Non-Aviation:

Fahrberechtigung Hochbauzone – Ersts Schulung 200,- €, netto

Zeitdauer der Schulung:

- » Tag 1, ca. 3,75 Stunden (Theorie) am Flughafen Stuttgart
- » Tag 2, ca. 1,5 Stunden (Praxis) am Flughafen Stuttgart

■ **Lotsenberechtigung**

Die Lotsenberechtigung in Verbindung mit einem gültigen Flughafenausweis und einer gültigen Fahrberechtigung erlaubt das Lotsen von Fahrzeugen mit temporärer Fahrzeugzulassung (Passierschein) bzw. von Fahrern ohne Fahrberechtigung für den betreffenden Flughafenbereich im Sicherheitsbereich.

Kosten der Schulung entsprechend gültiger Entgeltordnung Non-Aviation:

Erstschulung 50,- € netto (Wiederholung 30,- € netto)

Zeitdauer der Schulung ca. 1 Stunden am Flughafen Stuttgart (Wiederholung ca. 0,75 Stunden).

■ **Fahrzeugplaketten**

Für alle im nicht allgemein zugänglichen Bereich (Sicherheitsbereich) zum Einsatz kommenden Fahrzeuge ist eine Fahrzeugplakette erforderlich.

Für Fahrzeuge mit Zulassung nach StVZO sind nachfolgende Bedingungen zu erfüllen:

- » Gültige Hauptuntersuchung
- » Nachweis der KFZ-Haftpflichtversicherung mit einer pauschalen Deckungssumme von € 50 Millionen ist Voraussetzung für das Ausstellen der Plakette.

Für Fahrzeuge ohne Zulassung nach StVZO sind nachfolgende Bedingungen zu erfüllen:

- » Vorlage einer aktuellen Prüfbescheinigung eines technischen Sachverständigen nach § 29 StVZO erforderlich. Diese Sachverständigenprüfung kann durch die Fachabteilung Fahrzeugtechnik der Flughafen Stuttgart GmbH vorgenommen werden. Hierzu wenden Sie sich bitte zeitnah an den zuständigen Ansprechpartner (Tel.: 0711 / 948 - 3822).
- » Nachweis einer Betriebshaftpflichtversicherung mit einer pauschalen Deckungssumme von € 50 Millionen ist Voraussetzung für das Ausstellen der Plakette.

Im Fahrzeug ist die Fahrzeugplakette auf der Windschutzscheibe links sichtbar und dauerhaft anzubringen.

Ausnahme sind Baugeräte, welche sich nur innerhalb eines gesperrten Baubereichs bewegen und diesen nicht verlassen (z.B. Bagger An-/Abtransport mit Tieflader). Für diese Geräte ist keine Plakette erforderlich.

Kosten der Fahrzeugplakette entsprechend gültiger Entgeltordnung Non-Aviation:

- » Fahrzeugplakette ohne Abstellberechtigung, Jahresplakette 150,- €, netto
- » Temporäre Fahrzeugplakette ohne Abstellberechtigung, 60,- €, netto.

Alle Schulungen beginnen pünktlich zur angegebenen Uhrzeit. Verspätete Teilnehmer, unabhängig von Zeit und Grund, werden nicht mehr zur Schulung zugelassen.

6.2.2 Pforten / Wartezeiten

Seit Umsetzung der EU-Richtlinie 1938/4 zum 01.01.2006 werden sämtliche Personen und Fahrzeuge bei der Einfahrt in den sensiblen Bereich des Flughafens an den Pforten (Vorfeldpforte West, Pforte Süd und Pforte Ost, Pforte Feuerwache und der Interimspforte) intensiver kontrolliert. Personen werden mittels Sonden und Fahrzeuge durch Kontrolle des Innenraumes überprüft.

Der Vorgang der Abfertigung dauert ca. 15 Minuten pro Fahrzeug. Je nach Andrang an den Pforten muss mit bis zu weiteren 15 Minuten Wartezeit gerechnet werden. Diese Wartezeit / Abfertigungszeit bis insgesamt 30 Minuten ist in die Einheitspreise einzurechnen.

Verzögerungen / Wartezeiten bei der Abfertigung an den Pforten / Kontrollstellen über 30 Minuten, die nicht dem Auftragnehmer zuzuschreiben sind, werden gesondert vergütet.

Beispiele für Verzögerungen / Wartezeiten welche dem AN zuzuschreiben sind:

- Mitführen von Gefährlichen Gegenstände, Tiere, Gepäckstücken etc.
- Unaufgeräumtes, schwer zu kontrollierendes Fahrzeug
- Unzureichende Kommunikation mit Fuhrunternehmern
- Taktung LKW (z.B. 10 LKW zur selben Zeit an der Pforte)

Die Voraussetzung für eine Vergütung der Verzögerungen / Wartezeiten ist die unverzügliche Meldung der Umstände bei der BÜ-AG und eine eindeutige Dokumentation.

Für erforderliche Sperrguttransporte ist die Abwicklung über die Interimspforte östlich DCA-Hangar vorgesehen. Die Pforte wird nur für die vorgenannten Materialtransporte geöffnet und nicht für den allgemeinen Zugang zum Sicherheitsbereich. Hierdurch und durch zusätzliches Wachpersonal können die Zugangs- / Wartezeiten reduziert werden.

6.2.3 Baustelle / Baustellentransporte

Für Arbeiten im Sicherheitsbereich sind Arbeitsbeginn und Arbeitsende dem ADM (Airport Duty Manager) täglich telefonisch mitzuteilen, Tel.: 0711/948-3111. Die Freigabe zum Verlassen der Baustelle ist täglich ebenfalls vom ADM einzuholen.

Fahrer von Baustellenfahrzeugen, welche die luftseitigen (innerhalb des Sicherheitsbereichs) Betriebsstraßen und Flächen selbstständig befahren wollen, müssen einen gültigen Flughafenausweis und eine gültige Fahrberechtigung vorweisen können.

Ausnahme sind Baugeräteführer, welche ihre Baugeräte nur innerhalb eines abgesperrten Baubereichs bedienen und den abgesperrten Baubereich nicht verlassen.

Fahrzeuge (auch Radlader), mit denen die luftseitigen Flächen befahren werden, müssen mit einer gültigen Fahrzeugplakette gekennzeichnet sein.

Ausnahme sind Baugeräte, welche sich nur innerhalb eines gesperrten Baubereichs bewegen und diesen nicht verlassen (z.B. An-/Abtransport mit Tieflader).

Mit einem Lotsenfahrzeug, welches mit gültiger Vorfeldplakette und Rundumlicht versehen sein muss, können Zulieferer und sonstige Fahrzeuge ohne Plakette gelotst werden. Um Fahrzeuge zu lotsen, ist eine Lotsenberechtigung erforderlich.

Materialtransporte und Lieferungen im Sicherheitsbereich werden an der entsprechenden Flughafenpforte kontrolliert.

Bei Lieferung von Sperrgütern ist die Begleitung/Aufsicht durch Wachpersonal des Flughafens beim Transport zur Einbaustelle und beim Abladen erforderlich. Materialtransporte sind frühzeitig mit der örtl. BÜ (mind. 4 – 5 Tage im Voraus) abzustimmen. Die Beauftragung des erforderlichen Wachpersonals erfolgt durch die FSG.

6.2.4 Verkehrsregeln

Die StVO ist auch innerhalb des Flughafens einzuhalten, insbesondere die Geschwindigkeitsbegrenzungen und Stoppstellen. Werden Gebotsschilder nicht beachtet, so wird der Fahrer schriftlich verwarnet und bei weiterer Nichtbeachtung vom Flughafengelände verwiesen. Innerhalb des Sicherheitsbereiches des Flughafens gelten die Verkehrsregeln für den nicht allgemein zugänglichen Bereich des Flughafens Stuttgart. Die Broschüre wird an die Teilnehmer der Verkehrseinweisung ausgehändigt.

Private PKW von Mitarbeitern des AN können nur auf öffentlichen, gebührenpflichtigen Parkplätzen außerhalb des Sicherheitsbereiches abgestellt werden.

6.3 Weitere Besonderheiten bei Arbeiten am Flughafen und im Sicherheitsbereich

6.3.1 Treibstoffe

Die Lagerung von Treibstoffen auf dem Baugelände und der BE-Fläche ist nicht zugelassen. Kleinstmengen können nach vorheriger Abstimmung/Zustimmung des AG und der Flughafenfeuerwehr in abschließbaren, mobilen Tankstellen gelagert werden.

6.3.2 Rauchen und Alkohol

Auf der Luftseite des Flughafens besteht ein absolutes Rauch- und Alkoholverbot.

6.3.3 Gewitter über dem Platz

Bei aufziehendem Gewitter sind alle Arbeiten sofort einzustellen und sichere Unterkünfte (z.B. Gebäude, Baucontainer, Fahrzeuge etc.) aufzusuchen. Die auf der Baustelle befindlichen Kolonnenführer sowie die Bauleitung werden in die Anrufliste „Gewitter über dem Platz“ aufgenommen und dann telefonisch informiert, zusätzlich werden aufziehende Gewitter über optische Warnleuchten angezeigt.

6.3.4 Heißenarbeiten

Vor Ausführung von sogenannten Heißenarbeiten (Betrönsäge-, Schweiß-, Schneide-, Löt-, Staub-, Trennschleifarbeiten und Vorwärmen mit offener Flamme) ist ein Erlaubnisschein für Heißenarbeiten (HES oder Heißenarbeitenerlaubnisschein) über die Flughafenfeuerwehr-Leitstelle Tel. 0711 / 948-3387 zu beantragen.

Bei Heißarbeiten hat der AN grundsätzlich einen geeigneten Feuerlöscher bereit-zustellen.

Dieser Heiarbeitenerlaubnisschein berechtigt in Abstimmung mit der Feuerwehr die Ausführung von Heißarbeiten. Beim Einsatz von offener Flamme im Sicherheitsbereich von abgestellten Flugzeugen, Tankfahrzeugen ist die Flughafenfeuerwehr vor Ausführung zu benachrichtigen und eine gesonderte Genehmigung für die Arbeiten einzuholen.

Die Heißarbeiten sind nach Abschluss bei der Flughafenfeuerwehr-Leitstelle Tel. 0711 / 948-3387 abzumelden.

6.3.5 Staub

Staubintensive Arbeiten (z.B. Fräsarbeiten Beton/HGT, Betonabbruch, Fugen schneiden und ausräumen, Fugen aufweiten, fassen und säubern etc.) müssen ebenfalls über einen HES (Heiarbeitenerlaubnisschein) bei der Leitstelle der Flughafenfeuerwehr Tel. 0711 / 948-3387 an- und abgemeldet werden.

Der ADM ist bei Ausführung staubintensiver Arbeiten gleichfalls zu informieren.

Darüber hinaus sind staubintensive Arbeiten z.B. durch stndiges Wässern auf ein Minimum zu beschränken.

Sind staubintensive Arbeiten (z.B. Ausbrucharbeiten etc.) im Rahmen der Baumaßnahme vorgesehen, hat der AN spätestens 2 Wochen vor Baubeginn der B ein aussagekräftiges Staubkonzept zur Genehmigung vorzulegen.

Alle Materialien, welche innerhalb der Baufelder zwischengelagert werden, müssen gegen Staubverwehungen und gegen Windverwehungen sicher gelagert werden.

6.3.6 Reinigen

Die anfallenden Baustoffreste, Abfälle etc. sind sofort zu beseitigen. Kleinteile, Schrauben, Muttern etc. sind sofort aufzunehmen und zu beseitigen. Falls der AN dieser Verpflichtung nicht oder nur unzureichend nachkommt, ist der AG berechtigt, die Reinigung zu Lasten des AN vornehmen zu lassen.

Im Baubereich dürfen keine losen Teile oder Materialien, welche durch Wind auf die Flugbetriebsflächen geblasen werden können, gelagert werden. Für Abfälle sind entsprechende Mulden mit Deckel vorzusehen.

ACHTUNG: Die im Rahmen der Andienung der Baustelle genutzten Betriebsstraßen zwischen Pforte, Baustelle und Zwischenlager sind zu jeder Zeit sauber zu halten. Bei erhöhtem Baustellenverkehr (Material An- und Abtransporte) ist hierfür eine ausreichend dimensionierte Kehrsaugmaschine vorzuhalten und zu betreiben. Der Aufwand ist in die entsprechende LV-Position einzukalkulieren.

Zuwiderhandlungen führen zu einer sofortigen Einstellung der Baustellentransporte durch den ADM.

Die Reinigung entlang von Baufeldumgrenzungen (Absperrelemente, Leitwandelemente) ist mind. 1 x pro Woche durch den AN auszuführen.

Verunreinigungen im öffentlichen Straßenraum sind gleichfalls unverzüglich zu beseitigen.

7 ANGABEN ZUR AUSFÜHRUNG

7.1 Koordinierung

Im Baustellenbereich werden folgende Baulose teilweise parallel oder gestaffelt durchgeführt:

- Los 1 Elektrotechnik: Betriebstechnische Ausstattung (BTA).
- Los 2 Brandbekämpfungsanlage (BBA).
- Los 3 Bauliche Maßnahmen: Bautechnik / Umbau Betriebsgebäude inkl. weiterer Maßnahmen in den Vorportalbereichen.
- Los 4 Brandschutzputz: Sanierung des Brandschutzputzes an der Tunneldecke im alten Tunnelteil.
- Pumpenhaus: Neubau Pumpenraum und Löschwasservorratsbecken.
- Los 6: Fahrbahndeckenerneuerung und Sanierung Spritzschutzgeländer.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der AN seine Arbeiten mit den oben genannten im Baustellenbereich beschäftigten Baulose zu koordinieren und im Detail abzustimmen hat. Die Kommunikation mit den ca. 15 beteiligten Fachabteilungen der FSG hat über die Bauüberwachung zu erfolgen.

Grundsätzlich hat die Koordination der Schnittstellen (z. Bsp. mit den anderen Baulosen) durch den AN nachweislich zu erfolgen (schriftlich in Form eines Protokolls o.ä.). Diese Nachweise sind unverzüglich an den AG /die BÜ zu übergeben.

Der AN darf keine eigenständigen Abstimmungen oder Vereinbarungen mit Dritten treffen. Die BÜ ist stets rechtzeitig zu informieren und einzubinden und stimmt die weiteren Schritte mit dem AG ab; dies gilt ausdrücklich auch für die Kommunikation des AN mit den Fachabteilungen der FSG.

Soweit der AN Lieferungen und Leistungen anderer im Vertrag des AG befindlicher Auftragnehmer berührt, hat er gebührende Rücksicht auf deren Lieferungen und Leistungen zu nehmen.

Es ist Aufgabe des AN, alle Abstimmungen und Klärungen mit den übrigen Firmen durchzuführen. Der AG wird die Zusammenarbeit der verschiedenen AN nur in Sonderfällen und nur dann von sich aus regeln, wenn trotz nachweisbarer Bemühungen des AN eine Einigung unter den Auftragnehmern nicht zustande kommt. Die vom AG getroffenen Entscheidungen sind für alle Beteiligten bindend.

Sind Lieferungen und Leistungen an verschiedene AN übertragen worden, haben sich diese über ein entsprechendes Zusammenwirken zu verständigen, sich gegenseitig im Interesse des Baues zu fördern und allen darauf abzielenden Weisungen des AG Folge zu leisten.

Schadenersatzansprüche, die aus Verstößen gegen Vereinbarungen und Regelungen oder aus mangelnder Rücksichtnahme seitens anderer AN resultieren, können gegen den AG, nicht erhoben werden.

Fehler und Schäden aus mangelnder Koordination gehen zu Lasten des AN dieses Auftrages. Die Ausführung der Leistungen hat so zu erfolgen, dass die anderen beteiligten Firmen nicht behindert werden und dadurch Terminverzögerungen auftreten.

Die Kosten für die Koordination und die Erschwernisse bei der Ausführung gelten mit den Einheitspreisen als abgegolten, wenn nicht anders angegeben.

Eine grobe Darstellung der Schnittstellen und Leistungsabgrenzung ist aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

LEISTUNGSART LOS ANLAGE	BAULOS							
	GEWERK	Los 1 Elektrotechnik	Los 2 Brandbekämpfungsanlage	Los 3 Bauliche Maßnahmen	Los 4 Brandschutzputz	Los Pumpenhaus	Los 6 Sanierung Fahrbahn und Spritzschutzgeländer	FSG Beauftragter/Dritte
1 BELEUCHTUNGSANLAGEN								
Gesamtes Gewerk	1	✓						
Koordination	1	✓	✓		✓			✓
2 TUNNELLÜFTUNGSANLAGE								
Gesamtes Gewerk	2	✓						
Koordination	1	✓	✓		✓			✓
3 VERKEHRSANLAGEN								
Grabarbeiten, Kabeltiefbau	3			✓				
Aufstellkonstruktionen	3	✓						
Fundamente Lieferung	3	✓						
Fundamente Einbau	3			✓				
Freifeldverteiler (FFV)	3	✓						
Sockel FFV Lieferung	3	✓						
Sockel FFV Einbau	3			✓				
Verkehrstechnische Einrichtungen	3	✓						
Datenanbindung an die WLZ Stadt Stuttgart und WLZ Stadt Filderstadt	3	✓						
Anbindung an den Verkehrsrechner	3	✓						✓
IBN	3	✓						✓

LEISTUNGSART LOS ANLAGE	BAULOS							
	GEWERK	Los 1 Elektrotechnik	Los 2 Brandbekämpfungsanlage	Los 3 Bauliche Maßnahmen	Los 4 Brandschutzputz	Los Pumpenhaus	Los 6 Sanierung Fahrbahn und Spritzschutzgeländer	FSG Beauftragter/Dritte
Koordination	3	✓		✓				✓
4 NOTRUFANLAGE								
Notrufanlage Tunnel	4	✓						
Notrufsprechstelle Vorportal	4	✓						
Einbau Sockel der Notruf- sprechstelle Vorportal	4			✓				
Lieferung Komponenten NR-Zentrale	4	✓						
Einbau Komponenten NR- Zentrale + Parametrierung	4							✓
IBN	4	✓						✓
Koordination	4	✓		✓				✓
5 VIDEOANLAGE								
Kameras, Anschaltkästen, SPS, Verkabelung	5	✓						
Erweiterung, Parametrie- rung Videozentrale FSG	5							✓
Koordination und IBN	5	✓						✓
6 TUNNELFUNKANLAGE								
Komponenten Tunnelfunk im Tunnel, BG und Versor- gungskanal	6	✓						
Antennen	6	✓						
Erweiterung der OMUs FSG Lieferung der Komponenten inkl. Einbau	6	✓						

LEISTUNGSART LOS ANLAGE	BAULOS							
	GEWERK	Los 1 Elektrotechnik	Los 2 Brandbekämpfungsanlage	Los 3 Bauliche Maßnahmen	Los 4 Brandschutzputz	Los Pumpenhaus	Los 6 Sanierung Fahrbahn und Spritzschutzgeländer	FSG Beauftragter/Dritte
Erweiterung der OMUs FSG Einbau Komponenten + Parametrierung	6							✓
Koordination und IBN	6	✓						✓
7 SPRACHALARMIERUNGSANLAGE								
SAA Tunnel	7	✓						
SAA Steuerrechner	7							✓
Erweiterung, Parametrierung Managementsystem	7							✓
Koordination und IBN	7	✓						✓
8 BRANDMELDEANLAGE								
Allgemein	8	✓						
Linienbrandmeldesystem	8	✓						
Komponente BMA	8	✓						
Lieferung Komponenten zur Erweiterung der BMZ	8	✓						
Einbau Komponenten BMZ, Parametrierung BMZ	8							✓
Koordination und IBN	8	✓						✓
9 BRANDBEKÄMPFUNGSANLAGE								
Bauwerk Pumpenhaus und Löschwasserbecken	9					✓		
Pumpen, Armaturen, Mess- und Regeltechnik, Verrohrung, Ventilkästen, Düsen, Anlagesteuerung, Steuer-schrank inkl. Anschluss	9		✓					
Kabeltiefbau	9					✓		

LEISTUNGSART LOS ANLAGE	BAULOS							
	GEWERK	Los 1 Elektrotechnik	Los 2 Brandbekämpfungsanlage	Los 3 Bauliche Maßnahmen	Los 4 Brandschutzputz	Los Pumpenhaus	Los 6 Sanierung Fahrbahn und Spritzschutzgeländer	FSG Beauftragter/Dritte
Verkabelung bis zum Pumpenhaus (Daten und Energie)	9	✓						
Anbindung an die Tunnelautomatisierung und die übergeordnete Leittechnik	9	✓						
IBN		✓	✓					✓
Koordination und Zuarbeit	9	✓	✓			✓		✓
10 KABEL UND LEITUNGEN								
Gesamtes Gewerk	10	✓						
11 BETRIEBSGEBÄUDE								
Allgemein	11	✓		✓				
Elektroinstallation	11	✓						
HKLS	11	✓						
Baumaßnahmen	11			✓				
Türen	11			✓				
Schlosserarbeiten (Metalltreppen und -geländer)	11			✓				
Doppelboden	11			✓				
Durchbrüche	11			✓				
Zutrittskontrolle	11	✓						✓
Koordination	11	✓		✓				✓
12 ENERGIEVERSORGUNGSANLAGEN								
Gesamtes Gewerk	12	✓						
13 TUNNELSTEUERUNG								
Tunnelsteuerung	13	✓						

LEISTUNGSART LOS ANLAGE	BAULOS							
	GEWERK	Los 1 Elektrotechnik	Los 2 Brandbekämpfungsanlage	Los 3 Bauliche Maßnahmen	Los 4 Brandschutzputz	Los Pumpenhaus	Los 6 Sanierung Fahrbahn und Spritzschutzgeländer	FSG Beauftragter/Dritte
Datenübertragung	13	✓						✓
Übergeordnete Leitechnik	13							✓
Koordination und IBN	13	✓						✓
14 SONSTIGE ANLAGEN								
Gesamtes Gewerk	14	✓						
15 LEERROHRANLAGEN, VERLEGESYSTEME								
Kabeltragsysteme	15	✓						
Kabelschutzrohre aufputz	15	✓						
Kabeltiefbau und Schächte	15			✓				
Bohrungen und Wanddurchbrüche	15			✓				
Brandschott	15	✓						
Koordination	15	✓		✓				
16 DEMONTAGEN								
Gesamtes Gewerk	16	✓						
17 PROJEKTABWICKLUNG								
Vorbereitende Arbeiten	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Baustelleneinrichtungen	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Endreinigung	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Plankoordination	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dokumentation	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Instandhaltung	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Koordination	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ERRICHTUNG PUMPENHAUS UND LÖSCHWASSERBECKEN								
Gesamtes Gewerk						✓		

LEISTUNGSART LOS ANLAGE	BAULOS							
	GEWERK	Los 1 Elektrotechnik	Los 2 Brandbekämpfungsanlage	Los 3 Bauliche Maßnahmen	Los 4 Brandschutzputz	Los Pumpenhaus	Los 6 Sanierung Fahrbahn und Spritzschutzgeländer	FSG Beauftragter/Dritte
Herstellung Leerrohrtrasse zwischen dem Pumpenhaus und dem Betriebsgebäude						✓		
Verlegung Druckleitung zwischen dem Pumpenhaus und dem Südportal						✓		
Versorgungsleitung Löschwasserbecken						✓		
Zuarbeit Bauangaben		✓	✓					
Koordination		✓			✓	✓		
SANIERUNG TUNNELDECKE								
Gesamtes Gewerk					✓			
Koordination		✓			✓			
SANIERUNG FAHRBAHN UND SPRITZSCHUTZGELÄNDER								
Gesamtes Gewerk							✓	
Koordination		✓						

Tabbelle 13: Schnittstellen und Zuständigkeitsbereiche der beteiligten Baulose

7.2 Termine / Meilensteine

Die Reihenfolge der auszuführenden Arbeiten ist im Rahmen des vorgegebenen Bauablaufs des Auftraggebers nach fachlichen und bautechnischen Gesichtspunkten einzuhalten. Der Auftraggeber kann jederzeit die Vorlage eines aktuellen, detaillierten Bauzeitplans verlangen, in dem zumindest objektsweise die Hauptleistungen jeweils getrennt dargestellt sind. Dieser ist innerhalb von 14 Kalendertagen vorzulegen.

Bei Auftragsvergabe ist die Planlieferung einvernehmlich und angepasst an den Bauzeitplan abzustimmen. Siehe auch Anlage 1: Rahmenterminplan (Musterbauablauf).

Nachfolgend werden die einzuhaltenden Ecktermine aufgelistet.

7.2.1 Los 1 Elektrotechnik

- Vergabe: 22.06.2026
- Zeitraum der Bauausführung:
 - » Werks- und Montageplanung: vom 23.06.2026 bis 28.09.2026
 - » Materialbeschaffung: vom 28.07.2026 bis 08.02.2027
 - » Demontagen im Betriebsgebäude: vom 26.01.2027 bis 22.02.2027
 - » Demontagen im Tunnel: vom 03.02.2027 bis 07.06.2027
 - » Montagen im Betriebsgebäude: vom 26.01.2027 bis 07.06.2027
 - » Montage im Tunnel: vom 27.04.27 bis 01.06.2027
 - » Inbetriebnahme: vom 08.06.2027 bis 06.09.2027
 - » Projektabschluss: 13.09.2027

7.2.2 Los 2 Brandbekämpfungsanlage

- Vergabe: 02.06.2026
- Zeitraum der Bauausführung:
 - » Werks- und Montageplanung: vom 23.06.2026 bis 28.09.2026
 - » Materialbeschaffung: vom 28.07.2026 bis 08.02.2027
 - » Montagen im Pumpenhaus: vom 22.02.2027 bis 07.05.2027
 - » Montage im Tunnel: vom 11.05.27 bis 31.05.2027
 - » Inbetriebnahme: vom 08.06.2027 bis 06.09.2027
 - » Projektabschluss: 13.09.2027

7.2.3 Reihenfolge und Abwicklung der Arbeiten

Vor Aufnahme der Arbeiten hat der AN die Fremdfirmenrichtlinie, die Geheimhaltungsvereinbarung und das Mindestlohngesetz anzuerkennen. Die entsprechenden Unterlagen liegen den Ausschreibungsunterlagen bei. Die Fremdfirmenrichtlinie sowie die Geheimhaltungsvereinbarung der FSG werden Vertragsbestandteil zur Erbringung der Bauleistung.

Die Reihenfolge und Abwicklung der Arbeiten innerhalb des eigenen Bauloses obliegt grundsätzlich dem AN. Spätestens 4 Wochen nach Auftragserteilung hat der AN einen verbindlichen mit den unter den Punkt 7.1 dritten Beteiligten abgestimmten Bauzeitplan im PDF-Format zur Abstimmung vorzulegen, aus dem der grundsätzliche Bauablauf gemäß den gegenseitigen Abhängigkeiten der Arbeiten ersichtlich ist. Nach Zustimmung des AG wird dieser Bauzeitplan Vertragsbestandteil.

Innerhalb der vertraglich vereinbarten Fertigstellungsfrist müssen alle Arbeiten einschließlich erforderlicher Nebenleistungen abgeschlossen sein. Ausdrücklich wird an dieser Stelle auf eine ausreichende Koordination mit den an der Maßnahme beteiligten Baulosen, Fachabteilungen und dritten Beauftragten des AG, Fachpla-

nern, Gutachtern und Lieferanten hingewiesen. Die hieraus entstehenden Arbeitsunterbrechungen und Verzögerungen sind in die Einheitspreise im Leistungsverzeichnis einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet.

Als Beginn der Ausführung gelten nur die Aufnahme von Leistungen nach der Ausschreibung und ihre unterbrechungsfreie Fortführung. In der Angabe der einzelnen Ausführungsphasen sind alle voraussehbaren Unterbrechungen wie Feiertage, Betriebsurlaub, Mängel am Material, Arbeitskräfte sowie Krankheit einzelner Mitarbeiter einzurechnen. Solche Unterbrechungen wirken nicht bauzeitverlängernd. Für die Genehmigung von Werks- und Montageunterlagen sind die relevanten Vorlage- und Genehmigungsprozeduren einzuhalten und mehrere Prüfläufe einzukalkulieren.

Alle Arbeiten (Demontage, Montage, Prüfung, Inbetriebsetzung) im gesamten Projektgebiet sind innerhalb der Bauzeiten durchzuführen. Erforderlicher Schichtbetrieb ist einzukalkulieren.

Am ersten Werktag des Monats sind die Arbeiten aufzulisten (Vorschau der Tätigkeiten), die der AN im Rahmen des Monats ausführen möchte. Grundsätzlich können nur Arbeiten ausgeführt werden, wofür die Werks- und Montageplanung freigegeben ist.

Alle 2 Wochen ist ein Fertigungsfortschrittsbericht dem AG abzugeben.

7.2.4 Zeitliche Beschränkungen

Die Arbeiten sind tagsüber von Montag bis Freitag (ggf. auch Samstag) zu den gesetzlichen werktäglichen Arbeitszeiten durchzuführen.

Für lärmintensive Arbeiten ist der Zeitraum von 7:00 Uhr bis 22:00 Uhr zu nutzen. In der Zeit zwischen 22:00 Uhr und 7:00 Uhr dürfen keine lärmintensiven Arbeiten durchgeführt werden.

Die für die durchgehenden Arbeiten entstehenden Aufwendungen (Überstunden-, Nacht-, Sonntags- und Feiertagszuschläge) sind in die Preise der Leistungspositionen einzurechnen. Der AN hat über genügend Kapazitäten zu verfügen, um Terminengpässen kurzfristig entgegen zu wirken.

Für Arbeiten außerhalb der örtlichen zulässigen Arbeitszeiten hat der AN schriftliche Genehmigungen von der zuständigen Behörde vor Ausführung einzuholen. Die Kosten hierzu trägt der AN.

Alle Kosten, die mit diesen Anforderungen an die Arbeitszeit verbunden sind, auch z.B. das Einholen erforderlicher Genehmigungen, sind in die Position der Baustelleneinrichtungen einzurechnen.

Die Inbetriebnahme der Anlagen ist nur in der Tagschicht der Leitzentrale von 7:00 bis 16:00 Uhr möglich.

7.2.5 Prüfung der baulichen Voraussetzungen

Der AN hat vor Ausführungsbeginn gemäß VOB/C DIN 18382, Pkt. 3.1.1 die baulichen Voraussetzungen zur Erbringung seiner Leistungen zu überprüfen. Die Überprüfung bezieht sich auch auf die Übereinstimmung der Ausschreibungsunterlagen mit dem tatsächlich vorhandenen Bauzustand sowie die Nutzbarkeit der Kabelwege. Unstimmigkeiten sind gemeinsam mit dem AG zu klären. Über die Prüfung wird ein Protokoll erstellt, welches vom AN unterschrieben wird. Mit seiner

Unterschrift erkennt der AN die baulichen Voraussetzungen für seine Installationen an. Erst im Anschluss hieran darf mit den Montagetätigkeiten begonnen werden. Die vor genannte Überprüfung wird nicht gesondert vergütet.

7.3 Baubehelfe

Die Herstellung, Unterhaltung, Vorhaltung Umbau und Rückbau von benötigten Arbeitsebenen inkl. Arbeitsplanum und Arbeitsrampen jeglicher Art sind in die Positionen der Projektabwicklung einzukalkulieren.

Baubehelfe wie Traggerüste, Arbeitsgerüste etc. sind vor Benutzung vom fachkundigen Bauleiter ggf. unter Mitwirkung des Herstellers und des Ausführungsplaners abzunehmen. Über die Abnahme ist ein Protokoll aufzustellen und unterzeichnet dem AG zu den Bauakten zu übergeben.

Der AG behält sich vor, Baubehelfe, die den Verkehr, die sonstige öffentliche Sicherheit, die Qualität des Bauwerkes und den Bauablauf betreffen, einer zusätzlichen Untersuchung vor Ort durch den Prüfeningenieur und die Bauüberwachung zu unterziehen. Hierzu muss der AN die o.g. Baubehelfe dem AG 14 Arbeitstage vor Inbetriebnahme zur Abnahme anmelden.

7.3.1 Arbeits- und Schutzgerüste

Das Aufstellen, Vorhalten, eventuelle Umbauen und Beseitigen von Gerüsten, Hilfsstützen, Arbeitsbühnen, Arbeitsebenen, Zufahrten, Verbauten, Schalgerüsten, Verschiebbahnen und dgl. für die Ausführung der vertragsgemäßen Leistungen ist, soweit dafür im Leistungsverzeichnis keine besonderen Ansätze vorgesehen sind, in die Einheitspreise der auszuführenden Leistungen einzurechnen.

Die Art und Weise des Einsatzes aller, entsprechend den Arbeitsschutzbestimmungen erforderlichen Schutz- und Arbeitsgerüste sowie Art, Größe und Höhe der Gerüste obliegen dem AN und sind nach seinen Anforderungen auszuführen.

Der AN hat gemäß VOB/C DIN 18382 Leitern, Gerüste, Abdeckungen, Werkzeuge etc. für Höhen bis 2 m zu stellen. Sind Tätigkeiten in größeren Höhen auszuführen, so ist der hierfür erforderliche Aufwand mit in die entsprechenden Leistungspositionen einzukalkulieren. Es sind folgende Arbeitshöhen zu berücksichtigen:

- Tunnelfahrraum: bis 4,7 m
- Betriebsgebäude: bis 5,0 m
- Vorportale: bis 6,0 m

Während der gesamten Bauzeit ist unbedingt für eine lückenlose Absturzsicherung zu sorgen (ggf. Hilfsgeländer o. Ä.). Auf die Einhaltung der ZTV-SA sowie der sonstigen einschlägigen Vorschriften ist zu achten. Die Kosten hierfür sind, soweit dafür im Leistungsverzeichnis keine besonderen Ansätze vorgesehen sind, in die Einheitspreise der auszuführenden Leistungen einzurechnen.

7.3.2 Montage- und Befestigungen

Für die Befestigung von Baubehelfen sind Befestigungsanker zu verwenden, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorliegt.

Im Bauwerk verbleibende Gerüstverankerungen müssen eine Betondeckung gem. DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA sowie gem. ZTV-ING (es gilt die jeweils

strengere Vorgabe) aufweisen bzw. sie müssen aus nichtrostendem Stahl (Werkstoff-Nr. 1.4529) bestehen.

Benötigte Montageeinrichtungen, einschließlich Transport und Umsetzen, Befestigung der Aufstandsflächen sowie deren Rückbau usw. sind, sofern keine Positionen vorgesehen sind, in die Einheitspreise einzurechnen. Eine gesonderte Vergütung erfolgt nicht.

7.4 **Stoffe, Bauteile**

Es ist durch den AN grundsätzlich die Eignung aller verwendeten Baustoffe nachzuweisen.

Die Herkunft und Beschaffenheit der zur Verwendung vorgesehenen Baustoffe müssen den einschlägigen Vorschriften entsprechen. Produkte aus anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft, die den technischen Vertragsbedingungen entsprechen, werden einschließlich der im Herstellerstaat durchgeführten Prüfungen und Überwachungen als gleichwertig behandelt, sofern mit ihnen das geforderte Schutzniveau – Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit – gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Auf Verlangen hat der Bieter bzw. AN die Unterlagen über die Prüfung und Überwachung der Produkte dem AG in deutscher Sprache unverzüglich vorzulegen.

7.4.1 **Spezifikationen**

Unabhängig vom angebotenen Fabrikat und Typ sind zwingend die in den einzelnen Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses ausgeschriebenen Spezifikationen einzuhalten.

Spezifikationen im Sinne der Leistungsbeschreibung bedeuten, dass die geforderten technischen Parameter (z.B. Maße, Leistung, physikalische, chemische und biologische Eigenschaften etc.), die Schadensbeständigkeit und die Nutzungsdauer durch das angebotene Fabrikat eingehalten werden.

Kriterien der Prüfung und Zulassung müssen in ihrer Gesamtheit erfüllt sein. Vorgeschriebene Prüfungen durch Rechts- oder Verwaltungsvorschriften oder nach DIN- oder EN-Normen müssen nachweisbar sein.

Der AN verpflichtet sich mit Angebotsangabe zur uneingeschränkten Erfüllung aller geforderten Ausschreibungsspezifikationen.

Der Nachweis obliegt dem AN und wird mit der Erstellung der Werks- und Montageplanung durch Prüfzeugnisse, technische Unterlagen, Berechnungen, Prospekte, Muster oder anderweitig geführt.

Werden für einzubauendes Material Gütenachweise gemäß den Rechtsvorschriften, DIN-Bestimmungen oder Vertragsunterlagen gefordert, so gelten diese auch dann als erbracht, wenn ein Überwachungsvermerk eines zugelassenen Instituts oder einer amtlichen Einrichtung auf den Baustoffen oder der Verpackung oder dem Lieferschein angebracht ist.

Nicht genormte Erzeugnisse werden in der Regel nicht zugelassen.

Sind Zulassungsbescheide nachzuweisen, so sind sie als Ganzes mit den dazugehörigen Anlagen vorzulegen. Teilkopien genügen den Anforderungen nicht. Einzelzulassungen müssen auf den Namen des Herstellers ausgestellt sein. Die Nachweise der Prüfungen sind unverzüglich zu übergeben.

Liegen für einzubauende oder zu liefernde Stoffe oder Bauteile keine Normen oder individuelle Zulassungen vor, so ist für den sachgemäßen Einsatz von den Herstellerangaben auszugehen. Diese sind auf Verlangen nachzuweisen.

Der AN ist grundsätzlich verpflichtet, bauseitig geliefertes oder vorgesehenes Material auf die Verwendbarkeit zur Herstellung eines mangelfreien Werkes zu prüfen.

7.4.2 Ausführung

Der Wortlaut des vom AG übergebenen Leistungsverzeichnisses ist als Grundlage der Leistungserbringung verbindlich. Das gilt auch dann, wenn der AN Kurzfassungen verwendet.

7.4.3 Lieferung und Montage

Sofern in den Positionen des Leistungsverzeichnisses bzw. an anderer Stelle der Baubeschreibung keine expliziten, abweichenden Vorgaben benannt sind, gelten die nachfolgenden Festlegungen.

Die Materialqualität der gesamten betriebstechnischen Ausrüstung im Tunnel, in den Vorportalbereichen, im Betriebsgebäude und im Pumpenhaus ist gemäß den jeweils gültigen Richtlinien, Vorschriften, Normen und technischen Regelwerken fabrikneu auszuführen. Ergänzend gelten die Beschreibungen und Hinweise der jeweiligen Leistungspositionen sowie die der Ausschreibung beiliegenden Vertragsbedingungen und Vorschriften. Darüber hinaus sind sämtliche für die Ausführung der Leistungen gültigen Normen, technischen Vorschriften, Auflagen und Richtlinien in ihrer letztgültigen Fassung zu beachten.

Die Einheitspreise der Leistungspositionen umfassen sämtliche zur vollständigen, funktionsfähigen und abnahmefähigen Ausführung der Leistungen erforderlichen Liefer-, Transport-, Montage-, Neben- und Hilfsleistungen einschließlich aller hierfür notwendigen Geräte, Hilfsmittel und Materialien. Eine besondere Vergütung erfolgt hierfür nicht.

Sämtliche Kleinmaterialien, die zur Erbringung der Leistung erforderlich werden, sind in die Einheitspreise der entsprechenden Leistungspositionen einzurechnen. Eingeschlossen sind auch die Lieferung der Stoffe nach VOB/C ATV DIN 18299 sowie sämtliches anderes notwendiges Zubehör (z. B. Kabel, Leitungen, Rohre, Kanäle, Klemmen, Dübel, Schrauben, Schellen, Dichtungen, Beschriftungen) und alle Tätigkeiten wie herstellen, montieren, anschließen, einstellen, prüfen usw., einschließlich sämtlicher hierfür erforderlichen Klein-, Isolier- und Befestigungsmaterialien (z. B. Isolierbänder, Schrumpfschläuche, Abstandhalter, Unterlegscheiben), die zur restlosen Erfüllung der Leistung gehören und in die Einheitspreise einzukalkulieren sind, auch wenn diese nicht ausdrücklich erwähnt werden.

Der AN ist verpflichtet, vor Bestellung bzw. Fertigung einer ausgeschriebenen Leistung die erforderliche Abstimmung mit den übrigen Gewerken sowie den betroffenen Schnittstellen durchzuführen. Maß- und Einbaubezüge, Befestigungsarten, Durchführungen, Trassen- und Platzverhältnisse sowie Zugänglichkeiten sind

hierbei zu berücksichtigen. Zum Zwecke der Ersatzteilhaltung und der Verwendung einheitlicher Einbauteile ist grundsätzlich eine Gerätefamilie zu verwenden, ohne dass hierdurch für den AG Mehrkosten entstehen.

Lage- und Grundrisspläne sowie das Leistungsverzeichnis stellen keine verbindliche Grundlage für die Materialbestellung dar. Der AN hat für die von ihm zu liefernden und zu montierenden Teile die erforderlichen Maße, Mengen und Einbausituationen durch örtliches Aufmaß bzw. durch örtliche Prüfung zu verifizieren.

Zur Durchführung und Abwicklung der elektrotechnischen Leistungen sind ausschließlich Elektrofachunternehmen zugelassen. Eine entsprechende Bescheinigung ist im Zuge der Erstellung der Werks- und Montageplanung vorzulegen.

Alle Teile verstehen sich frei Verwendungsstelle fertig montiert, betriebsbereit angeschlossen und in Betrieb genommen. Sofern nicht ausdrücklich anders beschrieben, gehören hierzu insbesondere:

- die Lieferung der jeweils ausgeschriebenen Teile in fabrikneuer Ausführung einschließlich Verpackung, Transport, Entladung, innerbetrieblichem Transport, gegebenenfalls erforderlicher Zwischenlagerung, Auspacken sowie Entsorgung von Transport- und Verpackungsmaterial frei Verwendungsstelle, einschließlich sämtlichen zum Betrieb erforderlichen Zubehörs, Leuchtmitteln, Sicherungen, Schlüsseln sowie aller erforderlichen Beschreibungen, Abbildungen, Skizzen und Maßzeichnungen, auch wenn diese im Text nicht besonders aufgeführt sind,
- die betriebsfertige Montage an der Verwendungsstelle, bestehend aus dem Zusammenbau einzeln angelieferter Teile, dem Einbau bzw. der Aufstellung der gelieferten Teile einschließlich aller erforderlichen Befestigungen sowie dem Anschließen sämtlicher Leitungen und Medien, einschließlich aller provisorischen Maßnahmen bis zur Endfertigstellung,
- sämtliche Transporte und Anlieferungen innerhalb der Baustelle, z. B. vom Lagerplatz bis zur Einbaustelle, einschließlich mehrfacher Anfahrten, Umsetzungen und zeitlicher Unterbrechungen,
- sämtliche erforderlichen Klein-, Hilfs- und Befestigungsmaterialien einschließlich aller hierfür notwendigen Bohr-, Dübel- und Befestigungsarbeiten sowie der dauerhaften Sicherung aller Schraub- und Befestigungsverbindungen gegen Lockerung,
- der Einsatz von Kranen, Seilzügen, Hebezeugen, Hubarbeitsbühnen, Gerüsten, Abdeckungen und sonstigen Montage- und Arbeitsmitteln einschließlich Vorhaltung, Umsetzen und Vorbereitung der erforderlichen Stellflächen; die zu berücksichtigenden Arbeitshöhen sind unter Punkt 7.3.1 aufgeführt,
- alle zur beschriebenen Funktion der Anlagen erforderlichen Hilfsaggregate sowie sämtliche erforderliche Software, Treiber und Lizenzen für alle vorgesehenen Arbeitsplätze, auch wenn diese nicht einzeln bezeichnet oder im Text nicht ausdrücklich benannt sind,
- der Transport der Lieferung sowie die Montage erfolgen auf Gefahr des AN; erforderliche Transport- und Montageversicherungen sind vom AN abzuschließen und in die Einheitspreise einzukalkulieren,

- sämtliche Kosten im Zusammenhang mit Schwer- und Sondertransporten einschließlich aller Begleitfahrzeuge, Begleitmaßnahmen, Genehmigungen, Sondererlaubnisse, behördlicher Auflagen, Behördengebühren sowie aller hierfür erforderlichen organisatorischen Vorleistungen.

Alle vorgenannten Leistungen sind mit den Einheitspreisen abgegolten. Eine gesonderte Vergütung erfolgt nicht.

7.4.4 Umweltschutz

Der AN ist verpflichtet, bei der Ausführung seiner Leistungen, den Belangen des Umweltschutzes u.a. durch:

Verwendung umweltfreundlicher Baustoffe (Produkte mit „Umweltzeichen“)

Anwendung umweltfreundlicher Herstellungs- und Montageverfahren

soweit wie möglich Rechnung zu tragen.

Die Verwendung nachfolgender Produkte wird ausdrücklich untersagt:

Baustoffe oder Bauhilfsstoffe, welche Lindan, Formaldehyd, Dioxin, PCB, Asbest enthalten.

7.4.5 Befestigungsstrukturen und -Mittel

- Allgemeines:

Befestigungs-, Unterstützungs- und Aufhängekonstruktionen oder dergleichen müssen den statischen Anforderungen des Bauvertrages entsprechen. Die zulässige Belastbarkeit der Baukonstruktion ist einzuholen und zu berücksichtigen.

Befestigungsstellen und deren Einbau sind mit der Bauleitung abzusprechen. Bolzenschussgeräte dürfen nicht eingesetzt werden.

Bei allen Befestigungen sind die Leerrohrführungen in den Bauteilen unbedingt zu beachten.

Auf die ZTV-ING, Teil 7, Abschnitt 4, Punkt 2.5 wird ausdrücklich verwiesen.

- Drehmomente:

Alle geschraubten Verbindungen sind gemäß statischen Berechnungen und / oder Herstellerangaben mit den entsprechenden Drehmomenten anzuziehen. Die Angaben zu den Drehmomenten sind Bestandteil der Werks- und Montageplanung des AN und dem AG vor der Ausführung zu übergeben.

Alle Befestigungen sind wieder lösbar auszuführen. Das Montieren, von z.B. Kunststoffkabelkanälen im Betriebsgebäude mittels Nageldübel etc. ist nicht gestattet.

Alle Befestigungselemente sind gemäß ZTV-ING, Teil 7, Abschnitt 4 herzustellen.

- Befestigung an der Tunneldecke und Wänden

Sämtliche Befestigungselemente müssen entsprechend den statischen und konstruktiven Erfordernissen ausgebildet werden. Hierbei sind grundsätzlich die Festlegungen der ZTV-ING Teil 7, Abschnitt 1 und 2 zu beachten.

Die erforderliche Tragfähigkeit und Einbindetiefe der Befestigungsmittel und Verankerungen sind im Beton ebenfalls für die Zustände bei und nach Brandeinwirkung nachzuweisen.

Die alleinige Befestigung in der Betondeckung der Tunnelinnenschale stellt keine ausreichende Sicherung gegen Herabfallen im Brandfall dar.

Die Bewehrung im Tunnel darf nicht beschädigt werden, die Bewehrungspläne sind zwingend bei der Montage zu berücksichtigen.

Als Schwerlastanker sind nur für Zug- und Druckzonen zugelassene Metallanker gemäß ZTV-ING, Teil 7, Tunnelbau, Abschnitt 4 Betriebstechnische Ausstattung, Anforderungsklasse II (Edelstahl W-Nr. 1.4529, 1.4547) in Verbindung mit ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 1 zugelassen.

Die Montage sämtlicher Anlagenteile im Tunnel erfolgt auf dem Fliesenbelag im alten Tunnelabschnitt bzw. dem rohen Beton im neuen Tunnelabschnitt. Die umliegenden Fliesen dürfen nicht beschädigt werden! Da die Fliesen als Abdichtung bzw. Schutzschicht gegen Tausalz dienen, sind durch die Montage entstandene Lücken anderweitig fachgerecht abzudichten oder neu zu Verfliesen.

Sämtliche Befestigungen müssen den Belastungen entsprechend dimensioniert sein. Es gelten grundsätzlich die Verarbeitungshinweise (Setztiefen) des Herstellers bzw. der statischen Berechnung. Der AN muss vor der Umsetzung Abklärungen hinsichtlich der Belastbarkeit der vorgesehenen Auflagepunkte und der Betonfestigkeit durchführen und deren Ergebnisse in der Umsetzung berücksichtigen und einkalkulieren.

Das Bohren der erforderlichen Löcher ist grundsätzlich Sache des AN. Bohrlöcher dürfen weder die bestehenden Wandbeläge, noch die Stahlarmerung bzw. die Tunnelisolation beschädigen.

Die erforderlichen Abklärungen sind durch den AN vor den Montage- und Bohrarbeiten mit der örtlichen Bauleitung durchzuführen und einzukalkulieren.

Voraussetzung für alle Bohrungen in Stahlbetonteile der Tunnelinnenschale ist die Freimessung der Ansatzstelle durch zerstörungsfreie Bewehrungsartung, um eine Beschädigung der Bewehrung auszuschließen. Die Ergebnisse der Bewehrungsmessungen sind vom AN zu protokollieren und der örtlichen Bauüberwachung zur Verfügung zu stellen. Erst nach Rücksprache und Freigabe durch die örtliche Bauleitung dürfen die Bohrungen erstellt werden. Dies ist in die Einheitspreise einzukalkulieren.

Fehlbohrungen und ungenutzte Bohrungen sind sachgerecht zu sanieren.

Alle Schraubverbindungen sind mit einer dauerhaften und optisch erkennbaren Sicherung gegen Lockerung zu versehen.

Sämtliche angegebenen Maße, wie auch die in den beiliegenden Plänen, sind im Rahmen der Werks- und Montageplanung zu prüfen und zu präzisieren. Die Maße müssen vom AN am Baukörper aufgenommen werden und sind in der Auslegung der Konstruktion zu berücksichtigen.

Mit der Montage- bzw. Werkstattplanung sind durch den AN statische Berechnungen zu sämtlichen Befestigungskonstruktionen, Befestigungsmitteln und Aufstellvorrichtungen zu erstellen.

7.4.6 Werkstoffe

Nachstehende Vorgaben zu den Materialien gelten für alle Lose und Gewerke der Ausschreibung. Grundsätzlich sind bei der Verbindung verschiedener Materialien Vorkehrungen zur Vermeidung von Kontaktkorrosion zu treffen. Eine elektrisch leitende Verbindung, z.B. zwischen Aluminium und Edelstahl ist mittels geeigneten Isolierstoffen dauerhaft zu verhindern (Kontaktkorrosion).

7.4.6.1 Anforderungsklassen

Bau- und Anlagenteile im Tunnel, sind Anforderungsklassen gemäß ZTV-ING, Teil 7, Tunnelbau, Abschnitt 4 Betriebstechnische Ausstattung, Tabelle 5.4.1 zuzuordnen. Das zusätzliche Schutzziel der Anforderungsklasse II ist die Vermeidung eines Absturzes von Bau- und Anlagenteilen.

Anforderungs- klasse	Bau- oder Anlagenteil
I	alle Bauteile, soweit sie nicht der Anforderungsklasse II zuzuordnen sind
II	Sämtliche für die Kraftübertragung erforderliche Teile von Aufhängekonstruktionen einschließlich der Befestigungselemente*)

Tabelle 14: Zuordnung von Bau- und Anlagenteilen zu Anforderungsklassen

- *) Bei Kraftübertragungen von zweidimensionalen Elementen (Scheiben oder Platten) auf eindimensionale (Stäbe), z.B. Leuchtengehäuse-Blechkästen auf Halterungen, kann die Scheibe oder Platte der Anforderungsklasse I zugeordnet werden, wenn mindestens drei kraftübertragende Verbindungselemente der Anforderungsklasse II entsprechen.

7.4.6.2 Werkstoffe im Tunnel

Grundsätzlich ist im Tunnel Edelstahl in der Qualität gemäß den Anforderungsklassen I und II zu verbauen (sh. ZTV-ING, Teil 7, Tunnelbau, Abschnitt 4 Betriebstechnische Ausstattung, Tabelle 5.4.2). Für Konstruktionen gemäß Anforderungsklasse I Edelstahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4404 einzusetzen, für die Anforderungsklasse II gilt Tabelle 15. Bei der Anfertigung von Sonderkonstruktionen sind die Richtlinien zur Bearbeitung der Materialqualitäten einzuhalten, gleiches gilt für Transport und Lagerung.

Anforderungs- klasse	Wirksumme ¹⁾	Widerstandsklasse (gemäß Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z 30.3-6)
I	≥ 25	III / mittel
II	≥ 40 Mo-Gehalt ≥ 6%	IV / stark

¹⁾ Wirksumme = Cr-Gehalt(%) + 3,3 x Mo-Gehalt(%) + 30 N-Gehalt (%)
Bei der Berechnung der Wirksummen werden die Mittelwerte angesetzt.

Tabelle 15: Mindestanforderungen an nichtrostende Stähle

Grundsätzlich sind im Tunnel keine Materialien in feuerverzinkter Qualität einzusetzen.

7.4.6.3 Werkstoffe außerhalb des Tunnels

Außerhalb des Tunnels sind alle korrosionsbeständigen Metalle gemäß der Anforderungsklasse I auszuführen, sämtliche Befestigungselemente gemäß der Anforderungsklasse II, sofern im Leistungsverzeichnis keine zusätzlichen bzw. anders lautenden Angaben gemacht sind.

7.4.6.4 Verzinkte Materialien

Für den Einsatz von feuerverzinkten Materialien außerhalb des Tunnels wird eine Beschichtung nach DIN EN ISO 1461 sowie DIN EN ISO 10684 für Befestigungsmittel vorgeschrieben. Die Anforderungen der ZTV-ING, Teil 4, Abschnitt 3 sind einzuhalten, sofern im Leistungsverzeichnis keine zusätzlichen bzw. anders lautende Angaben gemacht sind.

7.4.6.5 Materialien aus Aluminium

Bei dem Einsatz von Aluminium (z.B. für Hilfskonstruktionen) muss der Kupfergehalt der Legierungen $\leq 0,1\%$ betragen. Bei Gusslegierungen sind nur Werkstoffe gemäß DIN EN 1706, Tabelle A.1, Korrosionsbeständigkeit „A“ (ausgezeichnet) zulässig, sofern im Leistungsverzeichnis keine zusätzlichen bzw. anders lautenden Angaben gemacht sind.

7.4.6.6 Kunststoffe

Für Kunststoffe bzw. Bau- und Anlagenteile aus Kunststoff muss anhand von Prüfzeugnissen einer amtlichen Materialprüfungsanstalt die Erfüllung der nachfolgenden Anforderungen nachgewiesen sein:

Flammverhalten	UL 94 V1 für Verteilerkästen UL 94 5V für alle im Tunnelraum befindlichen Teile
Glühstabprüfung	DIN EN 60695-11-10/-20, UL 94 (mindestens V-1 für Verteilerkästen, 5V für Tunnelteile)
Glühdrahtprüfung	960°C nach DIN EN 60695-2-11
Wärmeformbeständigkeitstemperatur	250°C nach DIN EN ISO 75

7.4.6.7 Lackierungen und Farben

Grundsätzlich sind, soweit nicht anderweitig spezifiziert, alle nachfolgend aufgeführten Anlagenschränke und Abdeckungen in RAL-Farben nach Wahl des Auftraggebers (AG) auszuführen:

- Schaltschränke im BG und im Pumpenhaus
- Schaltschränke im Tunnel und in den Vorfeldern
- Schaltschränke im Versorgungskanal
- Stahlabdeckungen als Sonderkonstruktionen

Vor der Ausführung sind alle Farben mit dem AG abzustimmen.

Für die Ausführung der zu lackierenden Metallteile sind folgende Schichtdicken einzuhalten:

- Grundierung 20 µm (2 x)
- Endlackierung 80 µm (1 x), Kunstharzbasis

Die Beschichtung muss resistent gegen Reinigungsmittel, Mineral- und Schmierstoffe, Bearbeitungsemulsionen, Schwache Säuren und Basen, sowie aggressive Umwelteinflüsse im Tunnel sein.

Schaltschränke im speziellen sind mit einer Dreifachbehandlung (Phosphatierung, Elektrophorese-Grundlegung und Struktur-Pulverbeschichtung) zu versehen.

7.4.6.8 Funktionserhalt unter Wärmebelastung

Bestimmte, für die Sicherheit notwendige, Einrichtungen müssen auch unter Wärmebelastung ihre planmäßig zugeschriebene Funktion (z.B. Leuchte: Leuchtfunktion) innerhalb einer Mindestdauer uneingeschränkt erfüllen. Maßgeblich ist die jeweilige Gerätkombination (z.B. Leuchte mit Netz- und Steuergerät) als Ganzes. Nicht der planmäßig zugeschriebenen Funktion dienende Teile des Geräts sind von dieser Forderung nicht betroffen.

7.4.7 Installationsmaterial

Sämtliche angebotenen bzw. verwendeten Materialien müssen, soweit es sich um Elektromaterial handelt, das VDE-Zeichen aufweisen sowie den gültigen DIN-Vorschriften entsprechen bzw. eine gleichwertige Kennzeichnung gemäß den EU-Regularien aufweisen.

Nennspannung / Strom:

Im gesamten Bauwerk sind folgende technische Werte einzuhalten:

- Nennspannung (Mittelspannung) 12 kV
- Nennspannung (Niederspannung) 230 / 400 V
- Frequenz 50 Hz
- Spannungsverluste von der NHV bis zum Verbraucher max. 5 %
- Steuerspannung Mittelspannungsschaltanlage 230 V AC
(USV-gepuffert)
- Steuerspannung Niederspannungsschaltanlage 230 V AC
(USV-gepuffert)

Schutzarten:

Die Schutzarten im Betriebsgebäude sind, wenn nicht im Langtext des Leistungsverzeichnisses ausdrücklich anders beschrieben, wie folgt auszuführen:

- Klemmkästen, Verteilerdosen mind. IP 54
- Schaltschränke (Energieversorgung) IP 41
- Schaltschränke der Gebäudeautomation IP 41
- Schalter, Taster, Steckdosen, Leuchten mind. IP 44
- Schaltschränke (Fernmelde- und Schwachstromtechnik) IP 41

Die Schaltschränke im Versorgungskanal und im Pumpenraum sind in IP54 auszuführen.

Die Schutzarten außerhalb des Betriebsgebäudes (Fassade, Vorplatz), im Tunnel sowie in den Vorfeldern sind, wenn nicht im Langtext des Leistungsverzeichnisses ausdrücklich anders beschrieben, grundsätzlich in IP 65 auszuführen.

Umgebungstemperaturen:

Zwingend einzuhaltende Temperaturbereiche für folgende Einsatzorte gelten, soweit sie nicht in den Leistungsbeschreibungen weiter spezifiziert werden:

- im Tunnelquerschnitt - 25°C bis +40°C
- in den Nischen im Tunnel - 15°C bis +45°C
- im Betriebsgebäude + 5°C bis +40°C
- in den Außenbereichen - 30°C bis +65°C

7.4.8 Zubehör

Sämtliches für die Bedienung und Wartung notwendiges Zubehör ist für jede Betriebsstätte jeweils 1x mitzuliefern, wie z.B. Speziälschlüssel, Warnschilder, Spezialwerkzeuge, Prüfeinrichtungen etc. Das Zubehör ist in einer vom AN zu liefernden Werkzeugkiste einzuordnen. Die hier anfallenden Kosten sind in den Einheitspreisen einzurechnen.

7.5 Abfallmanagement und Entsorgung

7.5.1 Grundsätzliche Anforderungen

Alle Auflagen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sowie der dazu erlassenen Verordnungen sind vom AN eigenverantwortlich einzuhalten. Der AN verpflichtet sich gemäß NachwV, alle Entsorgungsnachweise, Begleitscheine und das mit diesen Nachweisen zu bildende Register zu führen.

Der AN hat seine Leistung darauf auszurichten, den Anfall von Abfällen zu minimieren. Geeignete und wirtschaftliche Technologien sowie organisatorische Maßnahmen sind einzusetzen, um die sortenreine Gewinnung und getrennte Bereitstellung aller anfallenden Materialien sicherzustellen.

Verunreinigungen sind zu beseitigen. Für die Entsorgung der Abfälle ist der AN verantwortlich. Das Verbrennen von Abfällen ist verboten. Sondermüll und Bauschutt sind getrennt zu lagern und umgehend zu beseitigen. Die Einleitung von flüssigen Stoffen in das Erdreich ist verboten. Abfall, Bauschutt und Restmaterialien sind vom AN unverzüglich nach den geltenden Gesetzen und Vorschriften zu entsorgen.

Sollte der AN nach Aufforderung durch den AG der Entsorgung nicht nachkommen, behält sich der AG vor, die Materialien auf Kosten des AN zu entsorgen. Die fachgerechte Entsorgung der Abfälle ist Aufgabe des AN. Ein Zwischenlagern von Abfällen auf der Baustelle ist nicht gestattet.

Der AN hat dem AG für alle ausgebauten Materialien einen Nachweis für die ordnungsgemäße und schadlose Entsorgung vorzulegen. Der Entsorgungsnachweis ist für die jeweilige Position im Original und digital einzureichen und bildet die Voraussetzung für die Vergütung der entsorgten Mengen.

Alle daraus resultierenden Aufwendungen und Mehrkosten sind in die jeweilige Position einzurechnen. Die Kosten für die Abfälle einschließlich Entsorgungskosten werden nicht gesondert vergütet und sind in die Positionen der Baustelleneinrichtungen, der Baustelleneinrichtungsflächen, der Bauphasen sowie in die Einheitspreise der entsprechenden Leistungen einzukalkulieren.

7.6 Winterbau

Wegen des vorgesehenen Ausführungszeitraumes sind alle mit der Leistungserbringung in der Winterperiode verbundenen Mehraufwendungen einzukalkulieren.

Bei der Durchführung temperaturabhängiger Arbeiten sind die einschlägigen Vorschriften und Richtlinien zu beachten. Durch den AN sind alle hierzu erforderlichen Vorkehrungen zu treffen und zu betreiben, um seine Arbeiten komplett in den genannten Zeiträumen ausführen zu können. Hierzu gehört u. a. z.B. das Aufstellen von Zelten, das Vorheizen der Kabel, das Abhängen der Portale.

Es wird darauf hingewiesen, dass es zu den Leistungen des AN gehört, die von ihm errichteten Anlagenteile mit geeigneten Maßnahmen vor Witterungseinflüssen sowie vor Winterschäden zu schützen.

Der Winterdienst auf Baustraßen und im Baustellenbereich ist Sache des AN. Die Befahrbarkeit der Bau- und Zufahrtstraßen ist während der gesamten Bauzeit zu gewährleisten.

Alle zusätzlichen Mehraufwendungen, Behinderungen und Erschwernisse für Leistungen in den Winterperioden sind in den Einheitspreis der entsprechenden Position einzukalkulieren.

7.7 Zustandsfeststellung

Vor Beginn der Bauarbeiten sind alle baulichen Anlagen, die sich im und am Bau- und an den Baufeldgrenzen befinden, bzw. die vom AN als Baustellentransportwege, Zu- und Abfahrten genutzt werden sollen, durch eine Zustandsfeststellung mit ausführlicher Fotodokumentation aufzunehmen (VOB, Teil B § 3 Abs. 4).

Die Zustandsfeststellung soll gemeinsam vom AN, der BOL/BÜ und dem Baulastträger bzw. dem Eigentümer erfolgen. Die Zustandsfeststellung ist zu dokumentieren und zu protokollieren und von den Beteiligten zu unterschreiben. Die Unterlagen der Zustandsfeststellung sind den Beteiligten in Kopie zu übergeben.

Werden Verkehrswege von mehreren AN gemeinsam zur Abwicklung von Baustellenverkehr genutzt, ist unter den Beteiligten eine Vereinbarung über Nutzung und Haftung für evtl. verursachte Schäden abzuschließen. Diese Vereinbarung ist vor der gemeinsamen Nutzung dem AG zu übergeben.

Nach Abschluss der Arbeiten ist die Zustandsfeststellung mit den Beteiligten wie vor zu wiederholen. Die Zustandsfeststellung ist zu dokumentieren und zu protokollieren und von den Beteiligten zu unterschreiben. Die Unterlagen der Zustandsfeststellung sind den Beteiligten in Kopie zu übergeben.

Der AN hat nachzuweisen, dass er allen Ansprüchen Dritter nachgekommen ist. Durch eine Freistellungserklärung hat der AN den AG von allen Ansprüchen Dritter freizustellen.

Alle Aufwendungen für die Zustandsfeststellung sind in die Position Baustelleneinrichtung einzurechnen.

Neben den Baustellenzufahrten ist insbesondere für folgende Bauwerke eine Zustandsfeststellung durchzuführen:

- Tunnelbauwerk
- Betriebsgebäude
- Pumpenhaus mit Löschwasserbecken
- Elektroraum am Südportal
- Versorgungskanal im Bereich der SB137 bis inkl. SB138
- Vorfeld Nord und Vorfeld Süd

7.8 Sicherungsmaßnahmen

Es wird darauf verwiesen, dass der AN gemäß VOB/B, § 4, Nr. 2 verpflichtet ist, die anerkannten Regeln der Technik und die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zu beachten.

Hierunter fallen alle zur Zeit der Ausführung gültigen gesetzlichen Bestimmungen wie Arbeitsrecht, Arbeitsschutzrecht, Arbeitsstättenrecht, Arbeitszeitschutz, Bestimmungen zur Unfallverhütung sowie die zur ordnungsgemäßen Abarbeitung der beauftragten Leistungen zu beachtenden Sicherheitsregeln.

Er ist für die Erfüllung der gesetzlichen, behördlichen und berufsgenossenschaftlichen Verpflichtungen gegenüber seinen Arbeitnehmern allein verantwortlich.

Der AN hat sein Personal zu belehren und in die Aufgaben einzuweisen. Die Belehrung ist durch das Aufsichtspersonal des ANs aktenkundig zu machen. Der AN hat alle zur Sicherung der Baustelle erforderlichen Maßnahmen unter voller eigener Verantwortung zu ergreifen.

Er haftet für sämtliche aus der Unterlassung solcher Maßnahmen dem AG erwachsenden unmittelbaren und mittelbaren Schäden und verpflichtet sich, den AG von allen gegen diese etwa erhobenen Ansprüche, die auf ungenügender Sicherung der Baustelle beruhen, in vollem Umfang freizustellen.

Den AG trifft im Verhältnis gegenüber dem AN keinerlei eigene Sicherungspflicht, und zwar unbeschadet der ihm im Übrigen und im baupolizeilichen Sinne vorbehaltenen Bauüberwachung.

Der AN hat Absperrungen (Bauzäune), Beleuchtungen, Baugrubenabdeckungen und der Verkehrssicherheit dienende Einrichtungen laufend auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu überwachen.

Alle Maßnahmen zur Baustellensicherung und Überwachung einschließlich Beleuchtung und Beschilderung sind Sache des AN. Die Baustelle ist wirksam gegen Zutritt Unbefugter zu sichern. Dies gilt im Besonderen in arbeitsfreien Zeiten. Umzäunungen zur Sicherung der Baustelle gegen unbefugtes Betreten sind Bestandteil der Baustelleneinrichtung. Erfolgen keine weiterführenden Vorgaben, obliegen Art und Umfang in der Ausführung dem AN selbst. Die Sicherung der gesamten Baustelle ist bis zur Verkehrsfreigabe durch den AN aufrecht zu erhalten.

Das Freisetzen von umweltgefährdenden Chemikalien ist auszuschließen. Gefährliche Abwässer / Stoffe sind entsprechend den geltenden Rechtsvorschriften aufzufangen und zu entsorgen. Dies gilt insbesondere bei der Entfernung von Farbstoffen auf unbehandelten Flächen sowie im Umgang mit Strahlgut, Farbresten

und sonstigen Bauhilfsstoffen (speziell Öle und Treibstoff). Dafür anfallende Kosten sind in die OZ der Baustelleneinrichtung einzukalkulieren.

Alle Baustraßen und Wege sind innerhalb der Baustellenflächen stets in verkehrssicherem Zustand zu halten.

Der Bauleiter des AN oder sein verantwortlicher Vertreter müssen während der Arbeitszeit auf der Baustelle anwesend oder telefonisch erreichbar sein.

7.9 Aufmaßverfahren und Abrechnung

Es gelten die Ergänzenden Abrechnungsregelungen für Bauleistungen (s. BVB).

Sind Aufmäße erforderlich, so sind diese gemeinsam von AN und AG vorzunehmen. Vom AN ohne Beteiligung des AG erstellte Aufmäße werden nicht anerkannt und sind unter Beteiligung des AG zu wiederholen.

Vor Beginn der Ausführung ist gemäß den Weiteren Besonderen Vertragsbedingungen, Ziffer 9 eine Vereinbarung zur Bauabrechnung schriftlich abzuschließen.

7.10 Prüfungen und Nachweise

Aufwendungen für Prüfungen jeder Art und Erstellung der Entsprechenden Dokumentationen sind Nebenleistungen und werden nicht gesondert Vergütet, sofern hierfür keine gesonderte Position im Leistungsverzeichnis erfasst wurde.

7.10.1 Eignungs- und Erstüberwachungsprüfungen

Der AN hat gemäß VOB Teil C dem AG nachzuweisen, dass die verwendeten Stoffe für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind und den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Zusätzlich sind die in der Baubeschreibung im Kapitel 7.4 aufgeführten Zulassungen und Nachweise der Fremdüberwachung vorzulegen.

Beim AG sind Eignungsnachweise, Erstprüfungen und Baustoffproben einzureichen. Die Proben sind in einer Niederschrift von den Vertragspartnern anzuerkennen. Werden vom AN gelieferte Baustoffe durch den AG beanstandet, so hat der AN ohne Änderung der Einheitspreise neue, brauchbare heranzuschaffen und die ungeeigneten sofort von der Baustelle zu entfernen.

Sofern für die Verwendung von Baustoffen Eignungs- und / oder Eigenbeurteilungsnachweise, Erstprüfungen oder Zulassungsbescheide erforderlich werden, sind diese mindestens 6 Wochen vor der Verwendung des Baustoffes dem AG mit allen erforderlichen Anlagen einzureichen.

Der AN sichert und sorgt für die Einverständniserklärung gemäß DSGVO des eingesetzten Personals zur unbeschränkten Verwendung und Weiterverarbeitung personenbezogener Nachweise innerhalb der Dokumentation.

7.10.1.1 Erdbau:

Entfällt bei den Losen 1 und 2

7.10.1.2 Beton Ingenieurbau

Die Produktionskontrolle sowie die Konformitätskontrolle als Bestandteil der Produktionskontrolle sind nach DIN-Fachbericht 100, Kapitel 8 und 9 durchzuführen.

7.10.1.3 Stahlbau:

Für alle Stahlteile gilt die ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 1.

Ergänzend zur ZTV-ING 4-1, Ziffer 2 (7), (9) und (11) bis (14) sowie DIN EN 1090-2, Tabelle 1 sind vom Auftragnehmer für die folgenden Ausgangsprodukte Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen. Die Prüfprotokolle sind Bestandteil der Dokumentation.

- Schraubengarnituren (Schrauben, Muttern, Scheiben) mit Prüfbescheinigung 3.1
- Schweißzusatzwerkstoffe mit Prüfbescheinigung 3.1

Für Geländer und Laufsteg aus S235JR bzw. S235JRH ist ein Werkszeugnis 2.2 nach DIN EN 10204 ausreichend.

Schweißstöße im Werk und auf der Baustelle mit Spaltmaßen vor dem Schweißen, die größer sind als die Vorgaben aus der Schweißverfahrensprüfung oder dem Grenzwert „b“ nach DIN EN ISO 9692 bzw. den Kriterien der DIN EN ISO 5817 und DIN EN 1993-2, Anhang C, sind nach dem Schweißen zerstörungsfrei auf innere Unregelmäßigkeiten zu prüfen.

- Prüfverfahren: Ultraschallprüfung (UT); falls nicht ausreichend, zusätzlich Durchstrahlungsprüfung (RT).
- Prüfumfang: gesamter Bereich mit abweichendem Spaltmaß. Nicht voll durchgeschweißte Nähte sind dort vollständig nachzuschweißen.

Der Aufwand ist in die Leistungspositionen zur Herstellung der Stahlbauteile einzurechnen.

Die ergänzende zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) inkl. Sichtprüfung (VT) erfolgt gemäß DIN EN 1090-2, den Normen der Reihe DIN EN 1993 sowie angeschlossenen Regelwerken. Sie ist in die Leistungspositionen einzurechnen und wird nicht gesondert vergütet, außer für Prüfungen mit eigener Leistungsposition oder zusätzliche Anforderungen des AG.

Werden bei der ZfP Unregelmäßigkeiten festgestellt, die die zulässigen Grenzwerte nicht erfüllen, ist der Prüfumfang zu erhöhen:

- Jede Wiederholungsprüfung verdoppelt den vorherigen Umfang.
- Spätestens bei der zweiten Wiederholung ist der gesamte Nahtabschnitt zu prüfen.

Alle Wiederholungsprüfungen und Reparaturen sind zu dokumentieren.

Personal für ZfP muss mindestens nach DIN EN ISO 9712, Stufe 2 qualifiziert und zertifiziert sein. Diese Vorgabe gilt auch für Sichtprüfungen. Aufwand ist in die Leistungspositionen einzurechnen.

Für Magnetpulverprüfung (MT) nach DIN EN ISO 17638 sind Elektromagnete mit Gleichstrom und Permanentmagnete nicht zulässig.

Leistungserklärungen für im Werk hergestellte Stahlbauteile müssen ergänzend zur BauPVO (EU 305/2011) und DIN EN 1090-1 folgende Punkte enthalten:

- Eindeutiger Bezug zum Bauteil (z. B. Bauvorhaben und Bauteilbezeichnung)

- Deklaration mindestens dieser Leistungsmerkmale: Toleranzen für Maße und Form, Schweißseignung, Bruchzähigkeit, Tragfähigkeit, Verformungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, Ermüdungsfestigkeit, Dauerhaftigkeit
- Angaben zur Ausführungsklasse nach DIN EN 1090-2, Bemessungsgrundlagen und Werkstattpläne
- Dauerhaftigkeit kann durch Verweis auf Korrosionsschutzpläne erfolgen

Formale Regelungen zur Leistungserklärung sind Anhang III der BauPVO zu entnehmen.

Für jedes im Werk fertiggestellte Bauteil ist ergänzend zur Leistungserklärung eine Herstellererklärung gemäß ZTV-ING 4-1, Ziffer 5, Abs. 3 vorzulegen (Formular „Herstellererklärung – Werksfertigung“).

Schweißaufsichtspersonal für EXC3 nach DIN EN 1090-2 und höher muss zusätzlich zu DIN EN ISO 14731 die Qualifikation als Internationaler Schweißfachingenieur (IWE) besitzen und die Fertigung permanent überwachen. Der Nachweis ist Bestandteil der Dokumentation.

7.10.1.4 Bauwerksprüfung:

Geräte und Einrichtungen zur arbeitsschutzgerechten Durchführung der Eignungs- und Erstüberwachungsprüfungen sind vom AN zu stellen und in die Baustelleneinrichtung einzurechnen. Erfordernisse und Termine sind mit dem AG abzustimmen.

7.10.2 Eigenüberwachungsprüfungen

7.10.2.1 Ingenieurbau

Für Eigenüberwachungsprüfungen ist die ZTV-ING Teil 1, Abschnitt 1, Punkt 2.3.2 maßgebend.

Der Auftragnehmer (AN) muss dem Auftraggeber (AG) auf dessen Verlangen unmittelbar nach Durchführung der Prüfung eine Ausfertigung der jeweiligen Prüfungsniederschrift aushändigen. Bei negativem Prüfergebnis sind die Versuche nach ordnungsgemäßer Leistungserbringung durch den AN zu wiederholen.

Kommt der AN seiner Prüfpflicht nicht oder nicht vollständig nach, ist der AG berechtigt, ein Labor seiner Wahl mit der Durchführung der Prüfungen auf Kosten des AN zu beauftragen.

7.10.2.2 Technische Ausrüstung

Dem Auftraggeber sind im Zuge der Werks- und Montageplanung für sämtliche zu liefernden Bauteile die Qualitätsnachweise gemäß Qualitätsmanagement (z. B. DIN ISO 9001) bzw. ein Werksabnahmezeugnis des Herstellers durch den AN vorzulegen. Dies ist bei der Kalkulation der Angebotssumme zu berücksichtigen. Ferner ist es zur Sicherstellung eines reibungslosen Montageablaufes notwendig, technische Werksabnahmen im Herstellwerk vor Anlieferung auf der Baustelle durch den AN durchzuführen und für den AG zu dokumentieren (siehe hierzu auch Baubeschreibung Kapitel 7.10.4.2.2 Prüfungen beim Hersteller / Werksabnahmen).

Die Kosten für die Leistungen (Inbetriebnahmen, Funktionsprüfungen, Zustandfeststellungen bzw. technische Abnahmen, Probetriebe,) sind durch den AN in

den jeweiligen Leistungspositionen, sofern nicht separat beschrieben, einzurechnen. Eine gesonderte Vergütung erfolgt nicht, sofern im Leistungsverzeichnis hierfür keine gesonderte Position erfasst ist.

Die erfolgreichen Inbetriebnahmen und Funktionstests des AN sind Grundvoraussetzungen für die technischen Abnahmen und den Beginn des Probetriebs des AG (siehe auch Baubeschreibung Kapitel 7.10.4 Abnahme). Die einzelnen Schritte sind durch Protokolle vom AN nachzuweisen.

Für die Betriebs- und verkehrstechnische Ausstattung sind mindestens die nachfolgenden Prüfungen und Messungen durchzuführen:

- Prüfungen und Messungen zur Tunnelfunkanlage gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.6
- Schalltechnische Messung für Sprachalarmierungsanlage gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.7.11
- Lichttechnische Messung für Beleuchtung gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.1.12
- Prüfung der Energieversorgungsanlage gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.15.10.
- Prüfungen und Messungen zur Tunnellüftung gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.2.5
- Prüfung und Inbetriebnahmen Verkehrstechnik gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.3.11
- Prüfungen Tunnelautomatisierung / Leittechnik gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.18.8
- Prüfung und Tests der Sprachalarmierungsanlage gemäß Vorgaben Baubeschreibung Kapitel 3.7.11

Datenpunkttest Tunnelautomatisierung

Ein Teil der Eigeninbetriebnahme sind die Datenpunkttests bis zu den übergeordneten Zentralanlagen und der GLT der FSG. Hierbei handelt es sich um Linientests aller Datenpunkte auch zu den externen Stellen (z.B. externen VLSA Steuerungen) auf Basis der vom AN vorgeprüften und mit allen Projektbeteiligten abgestimmten Datenpunkttest – Liste.

Während des Datenpunkttests durch die BÜ und die Fachabteilungen der FSG besteht für den AN uneingeschränkte Anwesenheitspflicht, sowohl für den Projektals auch für den Bauleiter. Sofern deren fachspezifisches Knowhow in einzelnen Anlagenteilen nicht ausreichend ist, besteht für den jeweiligen Fachspezialisten des AN für den jeweiligen Anlagenteil ebenfalls uneingeschränkte Anwesenheitspflicht. Die Entscheidung darüber, ob das fachspezifische Know-how ausreicht, obliegt allein der BÜ. Deren Entscheidung ist für den AN bindend. Die möglicherweise hieraus entstehenden Kosten sind vom AN bereits bei Angebotserstellung zu berücksichtigen und einzukalkulieren.

Das Ergebnis der Überprüfung sämtlicher Funktionen und Ereignisse wird von der BÜ schriftlich in der Datenpunkttest-Liste des AN dokumentiert. Die Datenpunkttest-Liste wird Bestandteil der Systemdokumentation.

Die gesamte Koordination und Abstimmung mit dem AG und den dritten Projektbeteiligten liegt dem AN.

Prüfung Schaltanlagen:

Der Werkstest für die Schaltanlagen kann erst nach freigegebener Werks- und Montageplanung der Schaltanlagen, welche die Einhaltung der vertraglich geforderten Kriterien beinhaltet, durchgeführt werden. Ein Bestandteil dieser Werks- und Montageplanung ist die geprüfte Selektivitäts- und Kurzschlussberechnung.

Folgende Prüfungen sind bei der Werksabnahme durchzuführen:

- Stichprobenartige Prüfung der Übereinstimmung mit den Aufbau- und Stromlaufplänen der genehmigten Werks- und Montageplanung
- Begutachtung zur Prüfung der Schutzart
- Begutachtung des fachgerechten Einbaus von Betriebsmitteln
- Prüfung der inneren elektrischen Stromkreise und Verbindungen
- Begutachtung zur Prüfung der Einhaltung von Maßnahmen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)
- Stichprobenartige Tests von mechanischen Funktionen
- Stichprobenartige Prüfung der richtigen Auswahl der Betriebsmittel zur Einhaltung der Selektivität

Abschließend erfolgt die gemeinsame Bewertung der aufgenommenen Prüfergebnisse sowie der festgestellten weiteren Punkte. Eventuelle resultierende Maßnahmen werden schriftlich mit Terminsetzung und Verantwortlichkeit vereinbart.

Der örtliche Einbau der Schaltanlagen im Bauwerk darf erst nach erfolgreich durchgeführtem Werkstest erfolgen.

Darüber hinaus sind Werksabnahmen und Werksprüfungen gemäß den Vorgaben der Baubeschreibung Kapitel 7.10.4.2 durchzuführen und durch den AN einzukalkulieren.

Die Protokollführung über alle technische Werksprüfungen muss durch den AN erfolgen. Die gesamte Koordination obliegt dem AN. Die Termine sind durch den AN frühzeitig mit dem AG abzustimmen. Dem AG und seinen dritten Beauftragten ist eine Teilnahme zu ermöglichen. Bezüglich der technischen Werksabnahmen sind die vorgesehenen Prüfabläufe und Tests frühzeitig mit dem AG abzustimmen. Entsprechende Unterlagen und Beschreibungen sind durch den AN zu erstellen und einzureichen.

Nach Abschluss der Mängelbehebungen der Montage- und Funktionskontrolle der einzelnen Gewerke muss ein integraler Gesamttest der Anlage durch den AN erfolgen, bestehend aus gesamter Betriebstechnik. Dabei sind alle sicherheitsrelevanten Ereignisse im Tunnel auszulösen und die Reaktionen (automatischer Abläufe) aller beteiligten Anlagen zu überprüfen. Der Probetrieb kann erst aufgenommen werden, wenn alle Mängel behoben sind und der integrale Gesamttest erfolgreich bestanden wurde.

Die Prüfpläne für die Funktionsprüfungen sind vom AN zu erstellen und mit dem AG abzustimmen und von diesem freizugeben.

7.10.3 Fremdüberwachung, Kontrollprüfungen

Kontrollprüfungen und Identitätsprüfungen sind Prüfungen des AG's. Kontrollprüfungen werden durch den AG gemäß dem Technischen Regelwerk veranlasst (Koordination: BÜ). Die Probenahmen sind durch den AN auf Anweisung und unter Aufsicht des AG bzw. dessen Beauftragten durchzuführen. Die Kosten für die Probenahme und für evtl. erforderliche Hilfskräfte, Hilfsmittel, Versand der Proben sowie die Stoffe selbst sind, soweit nicht in gesonderten Positionen erfasst, in die entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses einzukalkulieren.

Die gesamten elektrotechnischen Anlagen der betriebs- und verkehrstechnischen Ausstattung sind einer technischen Abnahme durch einen vom AN unabhängigen, zertifizierten u. anerkannten Sachverständigen (TÜV, Dekra etc.) zu unterziehen (siehe auch Baubeschreibung Kapitel 7.10.4.4).

Dem AG bzw. dessen Beauftragten muss es möglich sein, an den Prüfungen des Sachverständigen teilzunehmen.

Zur technischen Abnahme durch die Bauüberwachung und AG hat der AN das Sachverständigenabnahmeprotokoll einschließlich einer Bestätigung über erfolgte Nachbesserung der beanstandeten Mängel vorzulegen.

Zur Sachverständigenabnahme müssen alle vom AN erstellten Protokolle dem Prüfer vorgelegt werden (siehe auch Baubeschreibung Kapitel 7.10.4.1).

Die Sachverständigenabnahme muss gemäß den Anforderungen der Baubeschreibung Kapitel 7.10.4.4 „Behördliche Abnahme und Sachverständigenabnahme“ erfolgen.

7.10.4 Abnahme

Der AN ist verpflichtet, die zu errichtenden Anlagen und die beschriebene Ausrüstung vollständig in Betrieb zu nehmen und dem AG in betriebsbereitem Zustand zu übergeben.

Um eine sichere und zeitlich sinnvolle Abfolge der Inbetriebnahme, Prüfung und Abnahme der technischen Tunnelausstattung zu gewährleisten, sind folgende aufeinander aufbauende Phasen vom AN zu berücksichtigen und im Bauablaufplan zu berücksichtigen und darzustellen:

- Bemusterung
- Werktest
- Eigeninbetriebnahme des AN, bestehend aus:
 - » Fertigstellung und Inbetriebsetzung aller Anlagenteile des Bauvertrages
 - » Durchführung und Protokollierung der Messungen
 - » Datenpunkttests
 - » Technische Funktionskontrolle und Funktionsprüfungen einzelner Anlagenteile sowie des Zusammenwirkens aller Anlagenteile, vollumfängliche Integrität der Tunnelanlagen in die zentralen Anlagen des Flughafens
- Durchführung der behördlichen Abnahmen und Sachverständigenprüfungen durch den AN.

- Voraussetzung: Die in dem Kapitel „Prüfprotokolle“ definierten Protokolle müssen zu diesem Zeitpunkt vorliegen.
- Fertigstellungsmeldung des AN an den AG / BÜ
- Voraussetzung: Die Vorlage sämtlicher mängelfreier Messprotokolle, Sachverständigenprotokolle, Protokolle der BOS-Dienste.
- Technische Vorabprüfung der einzelnen Anlagenteile sowie der Gesamtanlage durch die BÜ unter Mitwirkung und Beisein des AN mindestens gemäß dem Absatz „Prüfungen nach dem Einbau vor Ort“ unter Kapitel 7.10.4.6 einschl. Sichtprüfungen
- Voraussetzung: Fertigstellungsmeldung des AN
- Probetrieb ohne Verkehr, Brandversuche, 2 Wochen durch den AN
- Mängelbeseitigung durch den AN
- Abschließende Prüfung durch die BÜ (auf Mängelbeseitigung, Optimierung, Steuerung...)
- Einweisungen und Schulungen
- Probetrieb unter Verkehr, 1-wöchig durch den AN
- VOB-Abnahme
- Beseitigung Restmängel unter Verkehr durch den AN

7.10.4.1 Grundsätzlichkeit

Die vor genannten Leistungen sind sämtlich als Leistungspositionen im Leistungsverzeichnis beschrieben. Die Positionen verstehen sich einschließlich aller Nebenarbeiten, Gerätegebühren, Energiekosten und sonstigen Nebenkosten (wie z.B. Auslösungen, Zuschläge, Spesen) sowie der Bereitstellung der erforderlichen Geräte und Prüfhilfsmittel sowie Anschluss der Testeinrichtungen. Die zeitliche Abfolge ist in dem vom AN zu erstellenden Bauablaufplan zu berücksichtigen und detailliert darzustellen. Sämtliche Abläufe und Termine sind unter Berücksichtigung aller vertraglichen Vorgaben und nur in Abstimmung mit dem AG und der Bauüberwachung durchzuführen.

Werden die vereinbarten Fertigstellungstermine der einzelnen Phasen (Inbetriebnahme, Funktionstests, Messungen etc.) durch Umstände, die der AN zu vertreten hat, nicht eingehalten, so muss der AN den provisorischen Betrieb unter Beachtung aller Sicherheitsmaßnahmen kostenlos mit eigenen Mitteln und Fachmonteuren sicherstellen (einschließlich eventueller Brandwachen).

Werden mit dem AG gemeinsam vereinbarte Termine (Inbetriebnahme, Funktionstests, Datenpunkttests, Messungen etc.) durch Umstände die der AN zu vertreten hat nicht eingehalten bzw. kurzfristig abgesagt, so werden die dem AG hieraus entstandenen Kosten nachweislich in Rechnung gestellt und von der Schlussrechnung des AN in Abzug gebracht.

Protokolle:

Sämtliche vom AN zu verwendenden Protokolle sind im Vorfeld mit der BÜ abzustimmen und durch diese genehmigen zu lassen.

- Inbetriebnahmeprotokolle des AN

- Sachverständigenprotokolle / Behördliche Protokolle
- Fertigstellungsmeldung je Anlagenteil
- Protokolle technische Vorabprüfung

Rechtzeitig zur Sachverständigen-Abnahme, hat der Auftragnehmer Prüfprotokolle mit Unterschrift anzufertigen über alle für die Betriebsabnahme erforderlichen Prüfungen und Messungen u. a.:

- Erprobungen und Messungen nach DIN EN 61439 und VDE 0100/T 610, Pkt.5.2 - 5.11., mit Angaben der zulässigen Grenzwerte
 - » Durchgängigkeit der Schutzleiter
 - » Isolationswiderstand
 - » Schutz durch sichere Trennung der Stromkreise
 - » Widerstände von isolierenden Fußböden und Wänden
 - » Schutz durch automatisches Abschalten der Stromversorgung (u.a. Messung der Schleifenimpedanz und des Betriebserderwiderstandes, Überprüfung der Abschaltzeiten und Ströme, Prüfung der Schutzorgane etc.)
 - » Spannungspolarität
 - » Spannungsfestigkeit
 - » Funktionsprüfung
 - » Thermische Einflüsse
 - » Spannungsfall
- Prüfung von sämtlichen Sicherheitsanlagen (Beleuchtung, Brandmeldeanlage, Sichttrübemessung, Tunnelfunk, Schranken, Induktivschleifen, usw.) in Abstimmung mit dem AG / BÜ und den dritten Anlagenzuständigen.
- Nachweis der Selektivität der gesamten Energieversorgung
- Prüfung der bestehenden und neuen Erdungs- / Blitzschutzanlage nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) durch eine zugelassene Blitzschutz-Fachkraft
- Prüfung der Zentralen Leittechnik einschließlich der Leitzentrale
- Datenpunkttests sämtlicher Gewerke
- Funktionsprüfung sämtlicher Gewerke

7.10.4.2 Bemusterung und Werksabnahmen

7.10.4.2.1 Bemusterung

Prüfung auf Einhaltung der geforderten technischen Kenndaten und Spezifikationen durch ein anerkanntes Sachverständigenlabor. Das genaue Leistungsbild ist der Positionen im LV zu entnehmen.

- Tunnelleuchten (Adaptation, Innenstrecke), einschließlich Befestigung

7.10.4.2.2 Werksabnahme

Jeweils nach erfolgter Werks-IBN hat der AN die volle Funktionstüchtigkeit der folgenden Anlagen und Systeme im Rahmen einer Werksabnahme dem AG nachzuweisen:

- Strahlventilatoren

Druckerhöhungsanlage:

- Ventilkästen
- Sprühdüsen (Tröpfchenspektrum)
- Pumpen

Dem Auftraggeber sind für sämtliche zu liefernde Bauteile die Qualitätsnachweise gemäß Qualitätsmanagement (z.B. DIN ISO 9001) sowie ein Werksabnahmezeugnis des Herstellers vorzulegen. Dies ist bei der Kalkulation der Einheitspreise zu berücksichtigen.

Dabei ist der Nachweis für die abzunehmende Teilfunktionalität als komplettes Gesamtsystem durchgängig vom Prozess über die Werksautomation bis in das Leitsystem mit sämtlichen, für die Teilfunktionalität relevanten Systemschnittstellen zu erbringen. Der Nachweis umfasst also nicht nur die Teilfunktionalität der abzunehmenden Teilanlage, sondern auch die Einbindung dieser Teilanlage in das Gesamtsystem.

Der Auftragnehmer hat sämtliche, für eine vollständige Werksabnahme erforderlichen Hilfs-, Simulations- oder Ersatzsysteme einzusetzen. Die Systemeigenschaften dieser Hilfs-, Simulations- oder Ersatzsysteme müssen identisch mit den Systemeigenschaften der Originalsysteme sein. Die Hilfs-, Simulations- oder Ersatzsysteme sind vom Auftragnehmer im Rahmen des Pflichtenheftes zu beschreiben und rechtzeitig vor Werksabnahme dem Auftraggeber vorzustellen. Der Einsatz der Hilfs-, Simulations- oder Ersatzsysteme ist vorab durch den Auftraggeber freizugeben.

Die zeitliche Staffelung der durchzuführenden Werksabnahmen ist im Bauzeitplan darzustellen.

7.10.4.3 Fertigstellung/ Inbetriebnahme

Die Fertigstellung der technischen Anlagen berechtigen nicht einen Anspruch auf eine Abnahme nach §12 VOB/B.

Sämtliche erforderlichen Prüfungen, Tests, Datenpunkttests, Funktionsprüfungen und Messungen zählen zu den wesentlichen Leistungen des Bauvertrags. Deren Durchführung bzw. Abschluss sind zwingende Voraussetzung für die Fertigstellungsmeldung und Anmeldung zur technischen Prüfung durch die BÜ. Des Weiteren ist deren Abschluss Grundlage der daran anschließenden vom AN durchzuführenden Sachverständigenprüfungen / -Abnahmen.

Die Fertigstellung und Inbetriebnahme der Gesamtanlage wird zusammen mit der Bauüberwachung durch den AN in Abstimmung und Zusammenarbeit mit den dritten Beteiligten durchgeführt. Der AG / BÜ behält sich jedoch vor, während der Inbetriebnahmearbeiten und Funktionsprüfungen anwesend zu sein. Er ist daher

spätestens 3 Wochen vor Durchführungsbeginn der geplanten Inbetriebnahmen und Funktionsprüfungen vom AN schriftlich darüber zu informieren.

Die Fertigstellung der betriebs- und verkehrstechnischen Ausstattung aller Anlagenteile des Bauvertrages wird durch die technische Funktionskontrolle (Funktionstest) durch den AN gefolgt. Die technische Funktionskontrolle beinhaltet neben den diversen Inbetriebnahmearbeiten und Datenpunkttests die erforderlichen Sichtprüfungen, Verdrahtungsprüfungen, die notwendigen Prüfungen nach den geltenden Vorschriften und Bestimmungen (DIN EN- und DIN VDE-Normen, VDE-Vorschriften, den Bestimmungen des VNB, usw. gemäß den Technischen Prüfverordnungen). Ferner werden sämtliche Messungen durchgeführt und protokolliert sowie die erforderlichen Bescheinigungen der Errichter erstellt, u.a. auch die Bestätigung nach § 2 (3) der Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" durch den Errichter. Die Prüfungen werden im Beisein des AGs / BÜ durchgeführt und vom AN protokolliert, wobei die Verantwortung für sämtliche Funktionen beim AN verbleibt. Die Protokollunterlagen werden in verschiedenen Dateiformaten (word, dwg, pdf) dem AG übermittelt.

Funktionsprüfungen:

Die fertigen Leistungen sind durch den AN mit einer erfolgreichen betriebsmäßigen Prüfung (Funktionsprüfung) der Anlage abzuschließen. Für jeden Funktionsbereich ist dessen planmäßige Funktion durch eine Funktionsprüfung nachzuweisen. Zu den Funktionsprüfungen und Messungen ist der AG einzuladen. Dem AG ist eine Teilnahme an den Funktionsprüfungen und Messungen zu ermöglichen.

Neben der vollständigen Prüfung der Funktionen einzelner gleichartiger Abschnitte und Teilen der Anlage ist eine Prüfung der Gesamtfunktion (Zusammenwirken mehrerer bzw. aller Anlagenteile) durchzuführen. Die Prüfungen sind durch den AN zu dokumentieren.

Für die Funktionsprüfungen / Messungen muss das entsprechende Personal des AN in erforderlicher Anzahl teilnehmen. Die Kosten sind in die Einzelpositionen mit einzurechnen. Zusätzlich hat der AN zu allen Funktionsprüfungen Messprotokolle zu erstellen, die rechtzeitig vor der Abnahme vorgelegt werden müssen.

Für den Nachweis der Beleuchtungsanlage ist eine Beleuchtungsmessung entsprechend den Anforderungen der technischen Vorbemerkungen durchzuführen.

Die Anbindung in die übergeordneten Zentralanlagen des Flughafens ist gemäß den FSG-Firmenstandard (siehe beigelegte Ausführungsrichtlinien) zu programmieren und die Überprüfung der Funktion ist schriftlich zu dokumentieren. Durch den AN sind alle möglichen Ereignisse gemäß der Ereignis- Wirk-Matrix zu überprüfen und schriftlich mit Unterschrift zu protokollieren. Hierbei sind alle Anlagenbereiche komplett zu überprüfen (alle Energieverteilungen, alle Steuerungen, Verkehrstechnik etc.).

Inbetriebnahme:

Die Inbetriebnahmen aller Anlagenteile für Tunnel, Tunnelvorportale, das Betriebsgebäude, das Pumpenhaus und den Versorgungskanal sowie die Zentralanlagen der FSG und Außenstellen sind als Positionen im Leistungsverzeichnis anzubieten. Die Inbetriebnahme der Gesamtanlage ist in enger Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen und Dienstleistern des AG vorzunehmen. Hierbei ist insbesondere das Zusammenarbeiten der verschiedenen Einzelanlagen zu überprüfen.

Für die Inbetriebnahme sind das Programm und die personelle Ausstattung mit qualifiziertem Personal in der erforderlichen Anzahl dem AG im Rahmen der Werks- und Montageplanung zur rechtzeitigen Abstimmung und Bestätigung vorzulegen.

Die Inbetriebnahme ist erst mit der mängelfreien Abnahme der Gesamtanlage durch den AG und dessen Beauftragte abgeschlossen.

Teil der Inbetriebnahme sind alle erforderlichen behördlichen Abnahmen und die Abnahme aller Elektroanlagen in Bezug auf Übereinstimmung mit den VDE, VDI und sonstigen Richtlinien sowie in Bezug auf Gesetze, Verordnungen, Technikstand etc.

Nach Abschluss der Mängelbehebungen der Montage- und Funktionskontrolle der einzelnen Gewerke erfolgt ein integraler Gesamttest der Anlage, bestehend aus gesamter Betriebstechnik und Verkehrstechnik. Dabei werden alle sicherheitsrelevanten Ereignisse im Tunnel ausgelöst und die Reaktionen (automatischer Abläufe) aller beteiligten Anlagen überprüft. Der Probetrieb kann erst aufgenommen werden, wenn alle Mängel behoben sind und der integrale Gesamttest erfolgreich bestanden wurde.

Durch den Bauablauf sind Teilinbetriebnahmen erforderlich. Die hieraus ggf. resultierenden Mehraufwendungen sind in der Kalkulation der entsprechenden Leistungspositionen zu berücksichtigen.

Durch eine übergeordnete Inbetriebnahme mit Fremdgewerken (Verantwortlichen für die zentralen Anlagen der FSG, beteiligten Losen) ist eine 100%-Überprüfung der errichteten Anlage mit allen Schaltfunktionen und Verriegelungen der Elektro-, Mess-, Steuer-, Regel-, Leittechnik sowie die Besichtigung und Erprobung durchzuführen. Grundlage dafür bildet die Ereignis-Wirkmatrix sowie die Firmenstandards der FSG.

Die Zusammenarbeit und Koordination mit allen Schnittstellengewerken obliegt, in Abstimmung mit dem AG, dem AN und ist einzukalkulieren.

Die Einbindung von Anlagen in die zentralen Anlagen der FSG bzw. die ständig besetzte Flughafenleitstelle ist mind. 2 Wochen vorher zur Prüfung beim AG einzureichen.

Die Inbetriebnahmen der einzelnen Anlagen sind mit den Leistungspositionen in den jeweiligen Anlagegruppen abgegolten.

7.10.4.4 Behördliche Abnahmen und Sachverständigenabnahmen

Die Gesamtmaßnahme ist einer Abnahme durch einen vereidigten Sachverständigen (TÜV, Dekra etc.) zu unterziehen. Dieser ist dem AG / BÜ vom AN im Rahmen der Erstellung der Werks- und Montageplanung vorzuschlagen und wird vom AG geprüft und freigegeben.

Prüfgrundlagen:

Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln sind RE-ING 3-3, Bauordnungen und Sonderbauverordnungen des Bundeslandes Baden-Württemberg, hierzu erlassene Prüfverordnungen, die anerkannten technischen Regelwerke (VDE, VDI, DIN, EN, VdS, DVGW) sowie die Firmenstandards der FSG.

- Prüfung der gesamten elektrischen Installation nach VDE 0100/Teil 610, Pkt. 4.3 und 5.2 - 5.11. durch Sichtprüfung und durch Erprobung anhand der Messungen des Auftragnehmers. Überprüfen der Messungen des Auftragnehmers für kritische Stromkreise und Vergleich der richtigen Einstellungen in der Örtlichkeit.
- Überprüfung des selektiven Aufbaues der Anlage durch Besichtigung und durch Erprobung anhand des Selektivitätsnachweises des Auftragnehmers. Prüfen der Selektivitätsberechnungen des Auftragnehmers für kritische Stromkreise und Vergleich der richtigen Einstellungen in der Örtlichkeit.
- Sichtprüfung der Kabelverlegungen, der Kabeltragsysteme, Tunnelbeleuchtungsanlage, der Strahlventilatoren-Befestigungen sowie sämtlicher montierten Komponenten.
- Prüfung der Erdungs- und Blitzschutzanlage nach DIN EN 62305-3 sowie der Überspannungsschutzmaßnahmen.
- Prüfung der USV-Anlage: Sichtkontrolle und Funktionstest der gesamten Anlage mit Batteriebelastung (Netzausfallsimulation) und Protokollierung der Versorgungszeiträume aller angeschlossenen Verbraucher
- Prüfung der gesamten Brandmeldeanlage: Sichtkontrolle, Funktionsprüfungen der Melder, Alarmgeber, Übertragungseinrichtungen, Messung der Stromversorgungen gemäß DIN 14675, Weiterleitung der Signale
- Abnahme der Brandmeldeanlage durch einen vereidigten Sachverständigen (TÜV, Dekra etc.). Die Auswahl des Sachverständigen unterliegt dem Auftraggeber.
- Prüfung Lüftungsanlage
- Prüfung der Tunnelfunkanlage
- Prüfung der Sprachalarmierungsanlage
- Prüfung der Notrufeinrichtungen
- Prüfung Brandbekämpfungsanlage

Zu den durchzuführenden Prüfungen und Abnahmen sind die beteiligten Dienste der FSG einzubinden.

Die terminliche Abstimmung obliegt dem AN. Das Erstellen und Beschaffen aller erforderlichen Unterlagen für Genehmigungs- und Abnahmeverfahren sowie die Beistellung von Fachpersonal zwecks Einweisung und Hilfeleistung für die abnehmende Stelle, gehören ebenfalls zum vereinbarten Leistungsumfang des AN. Die Kosten hierfür sind in den Einheitspreisen enthalten. Während der behördlichen Abnahmen und Sachverständigenabnahme besteht für den AN uneingeschränkte Anwesenheitspflicht, sowohl für den Projekt- als auch für den Bauleiter. Sofern deren fachspezifisches Knowhow in einzelnen Anlagenteilen nicht ausreichend ist, besteht für den jeweiligen Fachspezialisten des AN für den jeweiligen Anlagenteil ebenfalls uneingeschränkte Anwesenheitspflicht. Die Entscheidung darüber, ob das fachspezifische Knowhow ausreicht, obliegt letztlich dem AG / BÜ. Deren Entscheidung ist für den AN bindend. Die möglicherweise hieraus entstehenden Kosten sind vom AN bereits bei Angebotserstellung zu berücksichtigen und einzukalkulieren.

Sollten durch Verschulden des AN Folgeprüfungen erforderlich werden, so gehen alle entstehenden Kosten ebenfalls zu Lasten des AN.

Weiterhin müssen die entsprechenden Anlagenteile durch die zuständige Feuerwehr bzw. Netzversorgungsbetreiber sowie die ständig besetzte Stelle abgenommen werden.

Die Vorlage der Sachverständigen-Prüfprotokolle einschließlich der Bestätigung über die erfolgte Nachbesserung der beanstandeten Mängel sowie der Bestätigung der Feuerwehr / Versorgungsnetzbetreibers / ständig besetzte Stelle bildet die Voraussetzung für die Fertigstellungsmeldung des AN und die daran anschließende Technische Prüfung durch den AG.

7.10.4.5 Fertigstellungsmeldung und Anmeldung zur technischen Prüfung

Nach erfolgreichem Abschluss seiner Montagetätigkeiten, Inbetriebsetzungsarbeiten, Funktionsprüfungen, Messungen und Prüfungen sowie der Behördlichen Abnahmen und Sachverständigenabnahmen meldet der AN die Fertigstellung der betriebstechnischen Ausstattung unter Vorlage der vereinbarten Protokolle schriftlich zur technischen Vorabprüfung durch die BÜ an.

Hierdurch weist der AN die Erfüllung der vertraglich geforderten Eigenschaften und Funktionalitäten der betriebstechnischen Gesamtanlage gegenüber dem AG nach. Voraussetzung zur technischen Prüfung durch die BÜ ist die vollständige Abarbeitung der Mängelpunkte aus vorangegangenen Prüfungen, Vorlage der Messprotokolle und der technischen Funktionskontrolle sowie die Vorlage der Sachverständigen-Prüfprotokolle einschließlich der Bestätigung über die erfolgte Nachbesserung der beanstandeten Mängel. Ein Anspruch des AN auf Teilprüfungen besteht nicht. Das Ergebnis der technischen Prüfung durch die BÜ wird protokolliert.

Mit Abschluss der Funktionsprüfungen und Vorlage der Fertigstellungsmeldung und Anmeldung der Gesamtanlage zur Technischen Vorabprüfung durch die BÜ sind dem AN eigenständige Soft- und Hardwareänderungen an der Anlage ausdrücklich untersagt. Das Zugriffsrecht des AN auf die Zentrale Leittechnik wird vom „Vollzugriff“ auf „Nur Lesen“ reduziert. Etwaige Anpassungen bzw. Änderungen sind im Vorfeld mit dem AG / BÜ abzustimmen sowie schriftlich genehmigen zu lassen.

7.10.4.6 Technische Vorabprüfung durch die BÜ

Allgemeines:

Die technische Vorabprüfung durch die BÜ beinhaltet neben der im Absatz „Prüfungen nach dem Einbau vor Ort“ beschriebenen Inhalte ebenfalls die Sichtprüfung der Gesamtanlage. Die Voraussetzung zu deren Durchführung ist die Fertigstellungsmeldung des AN. Des Weiteren muss die Bauwerksprüfung erfolgreich durchgeführt worden sein. Die Behebung möglicher Mängel muss abgeschlossen und vom AN schriftlich der BÜ angezeigt worden sein. Zusätzlich müssen Kopien sämtlicher behördlicher Prüfbescheinigungen und Werksprüfzeugnisse vorliegen. Während der gesamten Technischen Prüfung besteht für den AN ebenfalls uneingeschränkte Anwesenheitspflicht, sowohl für den Projekt- als auch für den Bauleiter. Sofern deren fachspezifisches Knowhow in einzelnen Anlagenteilen nicht ausreichend ist, besteht für den jeweiligen Fachspezialisten des AN für den jeweiligen Anlagenteil ebenfalls uneingeschränkte Anwesenheitspflicht. Die Entscheidung

darüber, ob das fachspezifische Knowhow ausreicht, obliegt allein dem AG / BÜ. Deren Entscheidung ist für den AN bindend. Die möglicherweise hieraus entstehenden Kosten sind vom AN bereits bei Angebotserstellung zu berücksichtigen und einzukalkulieren.

Sollten durch Verschulden des AN Folgeprüfungen erforderlich werden, so gehen alle entstehenden Kosten ebenfalls zu Lasten des AN.

Datenpunkttest:

Als Bestandteil der Technischen Vorabprüfung durch die BÜ werden Datenpunkttests mit einer Dauer von circa 10 Arbeitstagen (Mo - Fr, täglich bis 8 h (Beginn 08:00 Uhr)) durchgeführt. Hierbei handelt es sich um Linientests aller Datenpunkte auch zur Leitzentrale auf Basis der vom AN vor geprüften Datenpunktliste.

Während des Datenpunkttests besteht für den AN uneingeschränkte Anwesenheitspflicht, sowohl für den Projekt- als auch für den Bauleiter. Sofern deren fachspezifisches Knowhow in einzelnen Anlagenteilen nicht ausreichend ist, besteht für den jeweiligen Fachspezialisten des AN für den jeweiligen Anlagenteil ebenfalls uneingeschränkte Anwesenheitspflicht. Die Entscheidung darüber, ob das fachspezifische Knowhow ausreicht, obliegt allein dem AG / BÜ. Deren Entscheidung ist für den AN bindend. Die möglicherweise hieraus entstehenden Kosten sind vom AN bereits bei Angebotserstellung zu berücksichtigen und einzukalkulieren.

Das Ergebnis der Überprüfung sämtlicher Funktionen und Ereignisse wird von der BÜ schriftlich in der Datenpunkttest-Liste des AN dokumentiert. Die Datenpunkttest-Liste wird Bestandteil der Systemdokumentation.

Die gesamte Koordination mit allen Schnittstellengewerken obliegt, in Abstimmung mit dem AG, dem AN.

Funktionstest:

Als weiterer Bestandteil der Technischen Vorabprüfung werden Funktionstests durchgeführt. Die Funktionstests beinhalten neben der vollständigen Prüfung der Funktionen einzelner Anlagenteile ebenfalls die Prüfung der Gesamtfunktion mehrere bzw. aller Anlagenteile durch die BÜ. Unter anderem erfolgen die Funktionstests auf Basis der Ereignis-Wirkmatrix sowie der Firmenstandards der FSG. Die Überprüfung der Funktionen und die Überprüfung sämtlicher Ereignisse werden schriftlich dokumentiert und mit Unterschriften protokolliert. Die Prüfliste Ereignis-Wirkmatrix wird ebenfalls Bestandteil der Systemdokumentation.

Während der Funktionstests besteht für den AN uneingeschränkte Anwesenheitspflicht, sowohl für den Projekt- als auch für den Bauleiter. Sofern deren fachspezifisches Knowhow in einzelnen Anlagenteilen nicht ausreichend ist, besteht für den jeweiligen Fachspezialisten des AN für den jeweiligen Anlagenteil ebenfalls uneingeschränkte Anwesenheitspflicht. Die Entscheidung darüber, ob das fachspezifische Knowhow ausreicht, obliegt allein dem AG / BÜ. Deren Entscheidung ist für den AN bindend. Die möglicherweise hieraus entstehenden Kosten sind vom AN bereits bei Angebotserstellung zu berücksichtigen und einzukalkulieren.

Parallel zu den Funktionstests werden ebenfalls die Brandversuche sowie die lichttechnischen Abnahmemessungen im Tunnel durchgeführt, welche ebenfalls zu protokollieren sind. Da die Brandversuche und die lichttechnischen Messungen nicht parallel durchgeführt werden können ist hinsichtlich deren zeitlicher Abfolge

durch den AN ein Konzept aufzustellen und von der örtlichen Bauüberwachung genehmigen zu lassen.

Die gesamte Koordination mit allen Schnittstellengewerken obliegt, in Abstimmung mit dem AG, dem AN.

Prüfungen nach dem Einbau vor Ort:

Vgl. ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 4.

Voraussetzung für die Fertigstellungsmeldung des AN bilden

- abgeschlossene Inbetriebnahmen des AN sämtlicher Anlagenteile,
- durchgeführte Sachverständigenprüfungen,
- Vorlage sämtlicher Protokolle aus den obengenannten Prüfungen je Anlagenteil und für die Gesamtanlage sowie vom AN rechtsverbindlich unterschriebene Fertigstellungsmeldungen je Anlagenteil und für die Gesamtanlage.

Folgende Anlagenteile werden nach Vorlage der Fertigstellungsmeldung des AN in Abstimmung und im Beisein der BÜ vor Ort einer zweiten Prüfung (Kontrolle) durch den AN unterzogen:

Energieversorgung:	Umschaltkonzept USV-Betrieb, Netzausfallsimulation, Protokollierung der Versorgungszeiträume bei Volllast
Trassen und Kabelführung:	Spannungsebenen, EMV, Normalnetz / Funkti-onserhalt, Erdungsanschlüsse
Blitz- und Überspannungs-schutz:	Messwerte, EMV-Aufbau, Erdung
Sprachalarmierungsanlage:	Schalltechnische Messung
Tunnelbeleuchtungsanlage:	Beleuchtungsmessung, L20-Überprüfung
Videoanlage:	Lückenlose Überwachung, Ereignisorientierte Kameraansteuerung und Bildaufschaltung
Tunnellüftung:	optische Kontrolle, Kaltrauchversuch
Verkehrstechnik:	Kommunikationstest zwischen dem Verkehrs-rechner und den verkehrs- und betriebstechni-schen Anlagen des Tunnels
Tunnelfunk:	Feldstärkemessungen
Tunnelsteuerung:	Datenpunkttests, Funktionsprüfungen (Abläufe im Normalbetrieb und bei Störungen); Prüfung anhand der Ereignis-Wirkmatrix
Brandbekämpfungsanlage:	Reaktionszeit, Betriebsdruck, Gleichmäßigkeit (Sprühbild), verbrauchte Wassermenge.

Auswertungen der Prüfungen nach dem Einbau vor Ort:

Die Auswertungen der Prüfungen nach dem Einbau vor Ort im Tunnel, im BG und in den Vorfeldern sind der BÜ spätestens 10 Werktage vor der VOB-Abnahme vorzulegen.

Bestimmte Prüfungen - z.B. Verkehrsdatenerfassung - können erst nach Verkehrsübergabe des Tunnels durchgeführt werden. Diese ist nach der Verkehrsübergabe des Tunnels unter Verkehr mit Hilfe eines mobilen geeichten Gerätes über eine Dauer von mindesten 6 Stunden durchzuführen.

Nach der Technischen Vorabprüfung:

Im Anschluss an die Technische Vorabprüfung erfolgt (im Vorgriff auf die VOB-Abnahme) bis zum Zeitpunkt der VOB-Abnahme die laufende Beseitigung festgestellter Mängel, begleitet durch die BÜ.

7.10.4.7 Einweisungen und Schulung

7.10.4.7.1 Allgemein

Die Einweisungen und Unterrichtungen des Bedienpersonals und Beteiligter finden in verschiedenen Abständen im Bereich der Tunnelanlage im Zuge des Probetriebs der Anlage statt. Der erfolgreiche Abschluss aller Schulungen muss spätestens 2 Wochen vor der Verkehrsfreigabe erfolgen.

Intensive Einweisungen des Personals in die Funktionsweise aller Anlagenteile, deren Parametrierung, Konfiguration sowie das Einspielen der kompletten Systemsoftware ist durch den AN durchzuführen.

Des Weiteren sind die Messprinzipien der angeschlossenen Sensorik, deren Anschaltung und Kalibrierung dem Personal zu erläutern.

Sämtliche Programmparameterdateien der Steuerungen sind dem AG als Software zu übergeben.

Während der Schulung / Einweisungen sind die Instandhaltungsarbeiten eindeutig zu beschreiben und die Instandhaltungszyklen anzugeben.

Die Inhalte der Schulung / Einweisungen sind als technische Dokumentation zum Zweck der Instandhaltung und Entstörung zu liefern.

Die Schulungs- / Einweisungsunterlagen sind in Papierform sowie in digitaler Form, inklusive des nötigen Programms zum Editieren der Schulungsunterlagen, zu liefern.

Die Schulungen und Einweisungen sind durch den AN zu protokollieren. Die Protokolle sind dem AG zu übergeben.

Einweisungen sind entsprechend der Nutzergruppen durchzuführen. Es ist zu berücksichtigen, dass z.B. aufgrund von Schichtdiensten bei den Operatoren mindestens drei Termine einzuplanen sind.

Nutzergruppen sind:

- Fachabteilungen der FSG
- Operatoren der Flughafenleitstelle



- Feuerwehr
- Straßenmeisterei

In die Lohnkosten sind die An- und Abfahrtszeiten, Wegekosten, usw. mit einzukalkulieren. Zuschläge für Nacht-, Sonntags- und Feiertagsarbeit sind nicht einzurechnen und ggf. gesondert nachzuweisen.

Bauwerksübergreifende Einweisungen sind in die Einzelpositionen mit einzurechnen.

Sämtliche Schulungen sowie die dazugehörigen Schulungsunterlagen sind in deutscher Sprache vorzubereiten und durchzuführen.

Entsprechende Positionen sind bei den einzelnen Anlagegruppen aufgeführt.

7.10.4.7.2 Administrator

Im Rahmen der Inbetriebnahmen hat jeweils eine werksspezifische Einweisung der Administratoren zu erfolgen. In dieser Einweisung sind sämtliche Komponenten des Systems vorzustellen und deren Funktionalität zu erläutern, u.a.:

- Konfiguration der Systeme
- Funktionszusammenhänge
- Benutzernamen
- Passwörter

7.10.4.7.3 Operatoren

Um dem Tunnelbetreiber in die vom AN errichteten Anlagen erschöpfend einzuweisen, werden seitens des AN Schulungen durchgeführt. Schulungstermine, Anzahl der Teilnehmer und genauer Schulungsablauf und Schulungsort (z.B. ständig besetzte Stelle, BG, sonstige Räumlichkeiten der FSG oder Baubüro) sind vorab mit dem AG abzustimmen.

Die Schulung und Einweisung beinhaltet folgende Mindestbestandteile:

- Einweisung des verantwortlichen Personals in der Bedienung der erstellten Anlagen
- Einweisung in die Lokalisierung von Fehlern
- Einweisung des Betriebs- und Wartungspersonals in der Weise, dass neben der Bedienung der Anlage auch einfache Störungen selbst behoben werden können
- Einweisung in die wiederholenden Wartungs- und Unterhaltungsabläufe
- Einweisung in die Bedienung des Gesamtsystems
- Praktische Arbeit mit dem Gesamtsystem
- Eine technische Bedienungsanleitung für die Schulungen und Einweisungen
- Dokumentierung der durchgeführten Einweisung mit Unterschrift aller Beteiligten, zur Beantragung der Abnahme

Die Leistung beinhaltet auch die Erstellung einer werksspezifischen Einweisungsunterlage, in der die Teilnehmer die erläuterten Funktionen und die Handhabung des Gesamtsystems während eines Probetriebes nachlesen können.

7.10.4.8 Probetrieb ohne Verkehr

Nach Abschluss erfolgreicher Einweisung des Betriebspersonals erfolgt der Probetrieb ohne Verkehr unter Mitwirkung des Betreibers. Der Probetrieb wird für die Gesamtmaßnahme durchgeführt.

Die Durchführung des Probetriebs ist durch den AN 4 Wochen vor Durchführung beim AG anzumelden und genehmigen zu lassen. Die BÜ behält sich ausdrücklich vor, den Probetrieb zu begleiten.

Der Probetrieb umfasst einen Zeitraum von 20 Tage, in dem der AN die vollständige, vertragsgemäße und störungsfreie Funktionalität der einzelnen Anlagenteile, eingebunden in das Gesamtsystem unter Betriebsbedingungen nachzuweisen hat.

Der AN wird während des Probetriebes die Funktionalität des Gesamtsystems nach mit dem AG / BÜ abgestimmten Testverfahren und -prozeduren prüfen. Die während des Probetriebes festgestellten Mängel werden vom AN dokumentiert. Treten während des Probetriebs gravierende Mängel auf, so wird der Probetrieb abgebrochen. Die gravierenden Mängel sind umgehend zu beseitigen. Nach erfolgreicher Mängelbeseitigung wird der Probetrieb fortgeführt. Nach der letzten Beseitigung von gravierenden Mängel ist der Probetrieb mit einer Mindestlaufzeit von 1 Woche durchzuführen.

Als gravierend werden sämtliche betriebsrelevanten Mängel eingestuft, also Mängel, die eine wesentliche Beeinträchtigung des Betriebes verursachen.

Dies sind zum Beispiel:

- Nichteinhaltung der vereinbarten Performance
- Nichteinhaltung der vereinbarten Verfügbarkeit
- Mängel von Steuerungsfunktionen
- Mängel in der Funktionalität von Systemschnittstellen
- Energieeffizienz der Anlagen
- Mit dem Abschluss des Probetriebes übergibt der AN dem Betreiber und der BÜ eine Mängelliste, deren Inhalte durch den AN umgehend zu beseitigen sind.

Die vollständige Mängelbeseitigung ist dem AG / der BÜ schriftlich und rechtsverbindlich unterschrieben anzuzeigen. Dies ist die Voraussetzung für die Fertigmeldung der BÜ.

7.10.4.9 Abschließende Prüfung durch die BÜ

Mit dem Abschluss der Mängelbeseitigung aus der Inspektion übergibt der AN dem AG / der BÜ die Bestätigung der vollständigen Mängelbeseitigung in schriftlicher und rechtsverbindlich unterschriebener Form. Dies ist die Voraussetzung für die abschließende Prüfung der BÜ.

In dieser Prüfung wird die vollständige Mängelliste noch einmal durch die BÜ auf Mängelbeseitigung geprüft. Des Weiteren werden entsprechend der aktuellen Erfordernisse darüber hinaus gehende Einrichtungen, Funktionen, Datenpunkte, Messungen etc. geprüft.

Während der Prüfung besteht für den AN uneingeschränkte Anwesenheitspflicht, sowohl für den Projekt- als auch für den Bauleiter. Sofern deren fachspezifisches Knowhow in einzelnen Anlagenteilen nicht ausreichend ist, besteht für den jeweiligen Fachspezialisten des AN für den jeweiligen Anlagenteil ebenfalls uneingeschränkte Anwesenheitspflicht. Die Entscheidung darüber, ob das fachspezifische Knowhow ausreicht, obliegt allein dem AG / der BÜ. Deren Entscheidung ist für den AN bindend. Die möglicherweise hieraus entstehenden Kosten sind vom AN bereits bei Angebotserstellung zu berücksichtigen und einzukalkulieren.

Die gesamte Koordination mit allen Schnittstellengewerken obliegt, in Abstimmung mit dem AG, dem AN.

7.10.4.10 Probetrieb mit Verkehr

Der Probetrieb mit Verkehr mit einer Dauer von 4 Wochen dient zum Nachweis der Funktionsstabilität der Gesamtanlage. Die Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen des Betreibers, der Flughafenleitstelle und der zuständigen Feuerwehren ist zu berücksichtigen. Er beinhaltet ebenfalls die Funktionsprüfung zwischen den Tunnelanlagen und der übergeordneten Leittechnik in Abstimmung mit dem zuständigen Fachpersonal sowie Flughafenleitstelle. Der gesamte Probetrieb ist durch den AN zu protokollieren. Die Form der Protokolle ist mit dem AG im Voraus abzustimmen.

Für den Zeitraum des Probetriebes hat der AN die Baustelle (7.00 Uhr bis 17:00 Uhr von montags bis freitags) mit geeignetem Fachpersonal (mindestens 2 Personen) zu besetzen.

Während des Probetriebes sind Schalthandlungen gemeinsam oder auf Anweisung des AGs durchzuführen. Der Probetrieb ist nicht Bestandteil der Inbetriebnahme.

Sofern noch Mängel vorhanden sind:

Mit dem Abschluss des Probetriebes übergibt der AN dem AG und der BÜ eine Mängelliste, deren Inhalte durch den AN umgehend zu beseitigen sind.

Die vollständige Mängelbeseitigung ist dem AG / der BÜ schriftlich und rechtsverbindlich unterschrieben anzuzeigen.

Sofern keine Mängel mehr vorhanden sind:

Mit dem Abschluss des Probetriebes übergibt der AN dem AG und der BÜ die Feststellung der Mängelfreiheit und die Bestätigung der stabilen Funktionalität des Gesamtsystems schriftlich und rechtsverbindlich unterschrieben.

7.10.4.11 VOB-Abnahme

Die Leistungen des AN bedürfen der förmlichen Abnahme, auch wenn vorher schon die Leistung oder Teile davon in Benutzung genommen wurden.

Die Abnahme erfolgt nach Beendigung aller Arbeiten einschließlich sämtlicher vorbeschriebener Inbetriebnahmen, Tests, Prüfungen und Einweisungen und ist

schriftlich beim AG (VOB / B § 12 Nr. 4, Ziffer (1) und ZVB / E-StB 2014 Nr. 10) mindestens 24 Werktage vor deren Durchführung zu beantragen und erfolgt durch den Vertreter des Bauherrn.

Voraussetzung bildet der erfolgreiche Abschluss sämtlicher in Kapitel 7.10 beschriebenen Prüfungen, Messungen, Dokumentationen.

Der AG wird die zum Stichtag der VOB-Abnahme aktualisierte Liste offener Punkte mit in die Abnahmeunterlagen aufnehmen. Sollten im Verlauf der Abnahme weitere, bisher nicht dokumentierte Mängel festgestellt werden, werden diese handschriftlich ergänzt und vom zeichnungsberechtigten Vertreter des AN gegengezeichnet. Ab diesem Zeitpunkt wird die Liste als Mängelliste bezeichnet.

Aus verkehrstechnischen bzw. betrieblichen Zwängen wird es erforderlich werden, dass die Abnahme auch während des Probetriebs durchgeführt werden muss. Dies ist zu berücksichtigen.

Der AG ist berechtigt, in Absprache mit dem AN, noch nicht abgenommene Leistungen in Benutzung zu nehmen.

Eine stillschweigende oder fiktive Abnahme nach VOB / B § 12 Nr. 5 ist ausgeschlossen.

Die Abnahme ist erst nach schriftlicher Erklärung des AG erfolgreich abgeschlossen.

Möglicherweise im Verlauf der VOB-Abnahmen festgestellte Mängel werden durch den AN innerhalb eines im Verlauf der VOB-Abnahme schriftlich festgelegten Zeitraums durch den AN beseitigt. Grundlage bildet die im Verlauf der VOB-Abnahme festgeschriebene Mängelliste.

Die Mängelbeseitigung ist zu dem abgestimmten Termin abzuschließen und mittels einer schriftlichen Fertigstellungsmeldung der BÜ nachweislich anzuzeigen (z.B. Protokolle, Messungen, Fotos etc.).

Auf dieser Basis erfolgt hieran anschließend die abschließende Mängelbegehung, Teilnehmerkreis: AG / BÜ / AN.



8 AUSFÜHRUNGSUNTERLAGEN

8.1 Vom AG zur Verfügung gestellte Ausführungsunterlagen

Mit Angebotsanfrage stellt der AG alle im beigefügten Dokumentenverzeichnis aufgeführten Unterlagen dem AN zur Verfügung. Diese stellen keine Werks- und Montageplanung dar, sondern dienen als Grundlage zur Erstellung der Werks- und Montageplanung des AN entsprechend den Erfordernissen des Objektes zur endgültigen Berechnung und Dimensionierung.

Sonstige Planunterlagen, Lagepläne und Schnitte über die Baumaßnahme (z.B. Rohbaupläne) können nach Auftragserteilung angefordert und zur Verfügung gestellt werden.

Die Ausschreibungstexte, Baubeschreibung und Ausführungszeichnungen sind als Bestandteile eines Ganzen so aufzufassen, dass sie sich gegenseitig ergänzen. Können die einzelnen Unterlagen unterschiedlich ausgelegt werden, so ist die Unterlage mit den weitestgehenden Anforderungen maßgebend. Dies gilt auch für einzelne Titel und Abschnitte untereinander. Die Aufgabenstellung der Ausschreibung muss voll erfüllt werden.

Der AN hat vor Abgabe des Angebotes alle Auskünfte, auch an Ort und Stelle, einzuholen. Weiter sind sämtliche Differenzen auszuräumen, die Auswirkungen auf die Kalkulation haben.

Mit Angebotsabgabe erklärt sich der Bieter bereit, auf der Grundlage der vorgelegten Unterlagen seine Werks- und Montageplanung zu erstellen und alle weiteren, vertraglich geschuldeten Leistungen zu erbringen.

Alle für die Erstellung der Werks- und Montageplanung erforderlichen Leistungen sind von AN in die entsprechende Position des Leistungsverzeichnisses einzukalkulieren.

Weitere Unterlagen werden durch den AG nicht zur Verfügung gestellt. Forderungen aufgrund der vom AN nichtwahrgenommenen Einsichtnahme sind ausgeschlossen.

8.2 Vom AN zu erstellende bzw. zu beschaffende Ausführungsunterlagen

8.2.1 Bauzeitenplan

Spätestens 14 KT nach der Bauanlaufbesprechung ist dem AG ein detaillierter Bauzeitenplan vorzulegen. Der Bauzeitenplan ist regelmäßig (2 Wochentakt) dem Baufortschritt anzupassen und nach Einzelgewerken zu detaillieren.

Zu den Baubesprechungen, die in der Regel alle zwei Wochen stattfinden, ist ein Soll-Ist-Vergleich sowie eine Bauablaufprognose vorzulegen.

Der AN hat die Arbeitsabläufe darzustellen. Die Darstellung des Bauablaufes im Wochenraster umfasst:

- Verkehrssperren und Freigabe
- Bauphasen (Bauabschnitte)
- Mannschaftsstärke
- zeitlicher Abfolge der Arbeiten



- Art der Arbeiten
- Ort der Arbeiten
- Dauer der Arbeiten

Die Kosten für die Erstellung, Fortschreibung und Weitergabe der Pläne sowie der erforderlichen Abstimmungen werden nicht gesondert vergütet.

8.2.2 Baustelleneinrichtungsplan

Der AN hat spätestens 14 KT nach Bauanlaufberatung den Baustelleneinrichtungsplan in digitaler und in 2-facher Papierausfertigung dem AG einzureichen. Auf dem zu liefernden Baustelleneinrichtungsplan ist das Baustraßenkonzept und die vorgesehene Abführung des Schmutzwassers darzustellen.

Der AN hat vor Abgabe des Baustelleneinrichtungsplanes von den zuständigen Straßenbaulastträgern die Zustimmungen zu den gewählten Baustellenzufahrten und von der Wasseraufsichtsbehörde die Genehmigung zur vorgesehenen Abführung des Schmutzwassers einzuholen.

Alle Kosten hierfür trägt der AN.

8.2.3 Arbeitsanweisungen

Arbeitsanweisungen sind 3 Wochen vor Ausführung der jeweiligen Leistung bei der BOL/BÜ einzureichen.

8.2.4 Bautagesberichte

Der Auftragnehmer hat Bautagesberichte zu führen. Sie müssen alle Angaben enthalten, die für die Ausführung des Auftrages von Bedeutung sein können.

Diese sind insbesondere:

- Witterung (Temperaturen, Niederschlagsmengen, Luftfeuchtigkeit),
- Sonnen Auf- und Untergangszeiten,
- Beginn und Ende der täglichen Arbeiten,
- Anzahl und Qualifikation der auf der Baustelle beschäftigten Arbeitskräfte (Aufgeteilt in eigene, Nachunternehmer/andere Unternehmer),
- Eingesetzte Nachunternehmer,
- Anzahl und Art der eingesetzten Geräte und Transportfahrzeuge, sowie deren An- und Abtransport,
- Lieferfirma, Mischwerk, Produktionsstätten, Lieferscheinnummer, Materialart und Menge,
- Baufortschritt.
- Art, Umfang und Ort (Station, Bauteil) der geleisteten Arbeiten mit den wesentlichen Angaben über den Baufortschritt (Beginn und Ende von Leistungen größeren Umfanges),
- Behinderungen und Unterbrechung der Ausführung,
- Arbeitseinstellung mit Angabe von Gründen
- Unfälle und sonstige Vorkommnisse

- eventuelle Anordnung des AG oder der örtlichen Bauüberwachung.

Die Bautagesberichte sind der BOL/BÜ am folgendem Werktag (bis spätestens 9:00 Uhr) 2-fach vorzulegen. Diese Leistung ist in die Position Baustelleneinrichtung einzurechnen.

8.2.5 Ausführungsunterlagen

8.2.5.1 Werks- und Montageplanung

8.2.5.1.1 Allgemeines

Die übergebenen bzw. die fortgeschriebenen Ausführungsunterlagen bilden die Grundlage für die Erstellung der Werks- und Montageplanung. Für alle Bau- und Anlagenteile ist die komplette Werks- und Montageplanung vom AN zu erstellen. Alle Leistungen, die zu einer einwandfreien und vollständigen Ausführung notwendig sind, sind zu berücksichtigen.

Grundlagen für die Konstruktion, Bemessung und Ausführung sind außer dem Bauvertrag alle einschlägigen Vorschriften, Richtlinien und Normen, Empfehlungen und Vertragsbedingungen sowie die übrigen Vertragsbestandteile in der jeweils aktuellsten Fassung.

Die komplette Beschriftung und Nummerierung aller Ausstattungskomponenten ist vor Erstellung der Werks- und Montageplanung durch den AN mit dem AG abzustimmen und vom AG freigeben zu lassen.

Es sind die Inhalte und Vorgaben gemäß der VDI-Richtlinie VDI 6026 (Ausgabe 2022), der DIN 18386, den Firmenrichtlinien der FSG sowie des Bauvertrages einzuhalten. Es dürfen ausschließlich deutsche Bezeichnungen gewählt werden. Für die Zeichnungserstellung sind bestehende Vorschriften und genormte Symbole zu verwenden. Nicht übliche oder nicht allgemein verständliche Abkürzungen sind zu vermeiden.

Die Farbkennzeichnung erfolgt nach DIN 2403, sofern dies nicht anders in den Firmenrichtlinien der FSG oder im Bauvertrag spezifiziert ist. Hinsichtlich der Anforderungen an die Werks- und Montageplanung sowie statischen Berechnungen wird auf die einschlägigen Vorschriften verwiesen, insbesondere auf die ZTV-ING.

Mit Projektstart wird, als Bestandteil der Bauablaufplanung und des Bauablaufplans, zwischen dem AN und der BÜ abgestimmt, in welcher Reihenfolge (Vorlagesfristen) und mit welchem zeitlichen Versatz welcher Anlagenteil zur Prüfung eingereicht wird. Das Ergebnis dieser Abstimmung ist für den AN bindend und im Bauablaufplan detailliert nach Anlagengruppe einzutragen. Ein beispielhaftes Ablaufdiagramm ist der Abbildung 19 zu entnehmen.

Die technischen Spezifikationen in den einzelnen Leistungspositionen des Bauvertrages sind zwingend einzuhalten. In den vom AN zur Prüfung eingereichten Unterlagen der Werks- und Montageplanung müssen diese Spezifikationen klar erkennbar und übersichtlich in prüffähiger Form dargestellt werden. Sofern lediglich Datenblätter von Herstellern zur Prüfung eingereicht werden, sind dort vom AN der entsprechende Typ sowie die relevanten Spezifikationen farblich kenntlich zu machen. Sollten Dokumente von Dritten notwendig sein, sind diese ebenfalls in die Unterlagen der Werks- und Montageplanung einzuarbeiten.

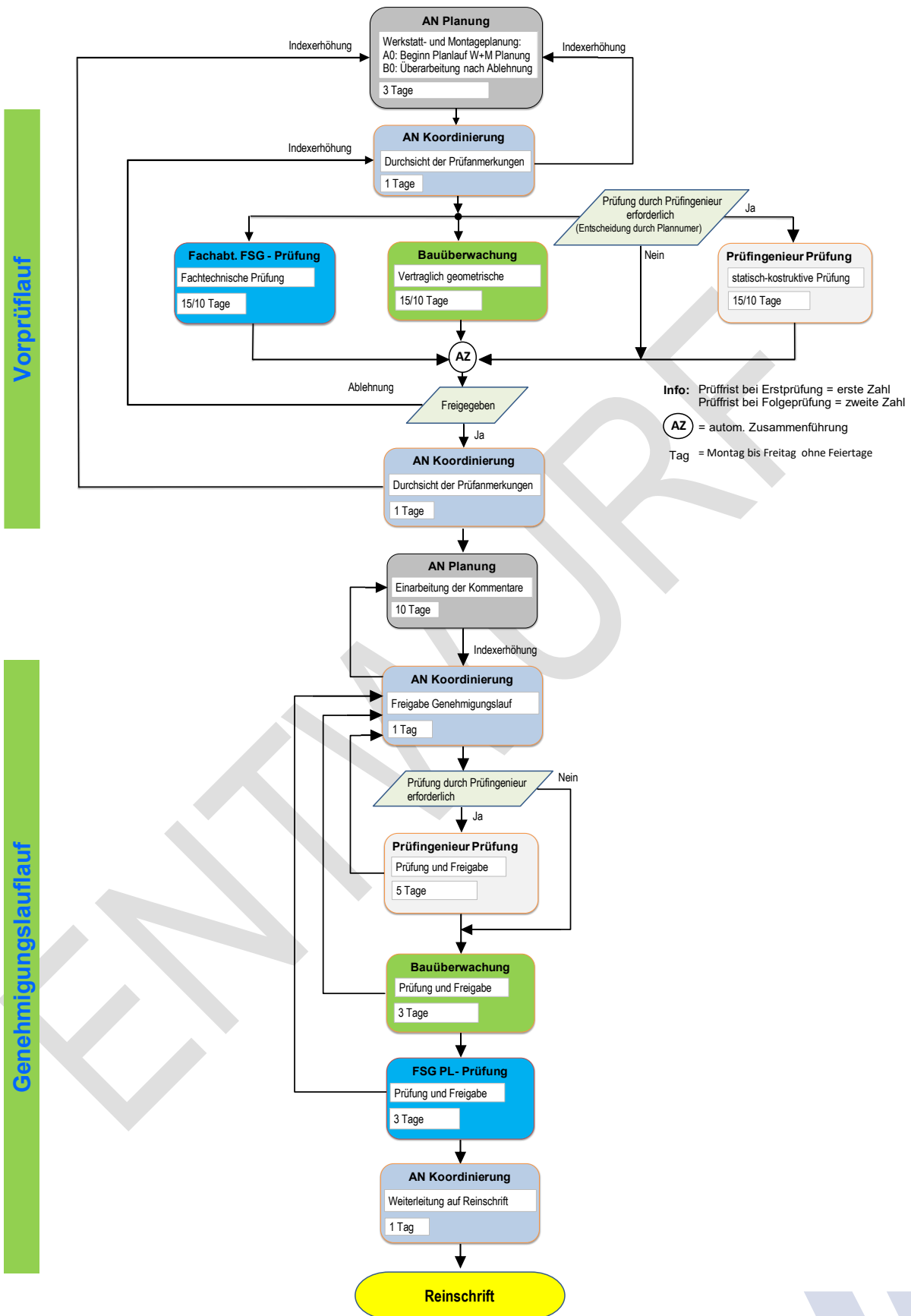


Abbildung 19: Workflow der Werks- und Montageplanung

Sich gegenüber dem Bauvertrag ergebende Änderungen in der Werks- und Montageplanung und Ausführung oder dem technischen Regelwerk sind vom AN frühestmöglich (spätestens jedoch mit Vorlage der Werks- und Montageplanung) anzuzeigen. Sollten hieraus Mehrforderungen seitens des AN resultieren, so hat der AN bereits mit Erstellung der Werks- und Montageplanung einen Budgetpreis für diese Abweichung zu benennen. Falls der AN auf Änderungen nicht deutlich, vollständig und frühestmöglich mit Schreiben an den AG hingewiesen hat und die schriftliche Zustimmung des AG nicht vorliegt, erfolgt mit der Planfreigabe des AG keine Genehmigung dieser Änderungen. Der AN hat etwaige Folgen zu tragen.

Eine Prüfung von nicht voll umfänglich in sich abgestimmt und geschlossen eingereichte Anlagenteile werden ungeprüft, mit der Aufforderung zur Nachbesserung, an den AN zurückgesandt.

Es sind vom AN alle notwendigen Berechnungen, Montage-, Werk- und Detailzeichnungen anzufertigen sowie die baulichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Hierzu sind durch den AN alle zur Erfüllung der Leistungen notwendigen Unterlagen zu beschaffen sowie alle für die Werks- und Montageplanung notwendigen Aufmaße und Vermessungen zu erstellen.

Alle Anlagenteile sind maßstäblich und mit Bezugsmaßen zum Baukörper einzutragen, so dass alle am Bau aufzumessenden Teile in den Dimensionen, Abmessungen und Stückzahlen mit den Zeichnungen übereinstimmen.

Die Prüfung und Genehmigung der Montagezeichnungen durch den AG erfolgt lediglich auf Übereinstimmung der Installationsführung mit der Planung sowie auf Übereinstimmung mit der Funktionsbeschreibung. Sie entbindet den AN nicht von seiner Verantwortung für die einwandfreie Auslegung, richtige Bemessung, Abstimmung der Höhen mit anderen Gewerken, der einwandfreien Funktion und Leistung der Anlage sowie der Verantwortung, dass die Anlage nach den geltenden Normen, Richtlinien sowie den allgemeinen Regeln der Technik errichtet wird. Ferner hat der AN die örtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Die Planung ist bei Änderungen des baulichen und technischen Konzeptes laufend fortzuschreiben.

Die gesamte Werks- und Montageplanung umfasst alle erforderlichen Grundriss-, Detail- und Schnittzeichnungen, die Stromlauf-, Kabel- und Verrohrungspläne, Schalttafel-Frontansichten, Stücklisten, Regel-, System- und Schaltschema mit gewerkspezifischen Angaben, alle Leistungsdaten auch in Teilsträngen, alle Dimensionen, Typen und Fabrikate der Anlagenteile sowie die Sollwerte der Schalt- und Regelpläne und Angaben über Verriegelung und Schutzmaßnahmen.

Die Verantwortung für die verwendeten Unterlagen und darauf ableitbare Folgen für die Ausführung übernimmt in jedem Fall der AN.

Alle Unterlagen sind vom AN als PDF-Dokumente und in bearbeitbarer Form (Excel, Word, dwg, etc.) bereitzustellen und fristgerecht in der vom AG zur Verfügung gestellten Online-Ablageplattform abzulegen. Die Strukturierung erfolgt analog zu den bisherigen Anforderungen: virtuelle Ordner mit beschrifteten Registern und einem Deckblatt (Inhaltsverzeichnis), auf dem die Register und deren Inhalte aufgeführt sind.

Sämtliche Aufwendungen für die vom AN zu erstellenden / zu übergebenden Unterlagen der Werks- und Montageplanung werden über gesonderte Leistungspositionen vergütet.

Geprüfte Statik:

Die geprüften statischen Nachweise gehören zum Lieferumfang des AN und sind in die entsprechenden Leistungsposition einzurechnen.

Mit der Werks- und Montageplanung sind durch den AN statische Berechnungen zu sämtlichen Befestigungskonstruktionen, Befestigungsmitteln und Aufstellvorrichtungen zu erstellen.

Die geprüfte Statik ist durch einen zugelassenen, unabhängigen Prüfenieur zu prüfen.

Der Prüfenieur ist dem AG vom AN vorzuschlagen und muss vom AG genehmigt werden. Sämtliche Kosten sind in die entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses einzukalkulieren.

Planspiegel:

Vor der Erstellung der Werks- und Montageplanung ist mit dem AG der zu verwendende Planspiegel abzustimmen.

Jede Unterlage und jeder Plan, welcher Bestandteil der Werks- und Montageplanung des AN ist, muss mit diesem Planspiegel erstellt werden. Eintragungen sind nur in den hierfür in den Planspiegeln vorgesehenen Feldern vorzunehmen.

Änderungen in Zeichnungen sind im Schriftfeld entsprechend der zeitlichen Folge mit dem Index a, b, usw., dem Datum der Änderung sowie mit einer die Änderung betreffenden Erläuterung zu versehen.

Für behördliche Vermerke ist über dem Schriftfeld eine Fläche im Format DIN A5 freizuhalten.

Steht eine Zeichnung in direktem Zusammenhang mit einer anderen, ist bei der jeweils zugehörigen Zeichnung durch einen besonderen Hinweis darauf aufmerksam zu machen.

Im entsprechenden Feld des Plankopfes muss der verantwortliche Projektleiter des AN in jeder Ausfertigung im Original unterschreiben.

8.2.5.1.2 Inhalt der Werks- und Montageplanung

Allgemeine Hinweise:

- Übersichtspläne (Schemapläne), generell sind für jeden Anlagenteil / Teillos / Gewerk getrennt, versehen mit allen technischen Details, zu erstellen. Diese Schemapläne müssen sowohl die Energie- als auch die Datenverkabelung und sämtliche Komponenten, deren Verkabelung, Kabel- / Leitungstyp, Kabel-Nr., Kabeldimension, Adernzahl und Verteilerbezeichnung beinhalten.
- Kabellisten / Bezeichnungen: Ausführung nach DIN, mit Ziel- und Quellbezeichnung, generiert aus dem CAD System mit Angabe Kabeltyp, Adernzahl, Adernquerschnitt. Die Beschriftungen des Tunnelbauwerkes, der Nischen im Tunnel, der Anlagenkomponenten, der Kabelzielbezeichnungen etc. sind frühzeitig mit AG / BÜ abzustimmen und erst nach Genehmigung auszuführen.

Grundsätzlich hat die gesamte Beschriftung, auch die der Bedienelemente von Geräten und Schaltanlagen, in deutscher Schriftform zu erfolgen.

- Stromlaufpläne: erstellt nach DIN mit einem gängigem E-CAD System, mit Klemmleisten und -nummern, Kabelnummern, Bereich und Einstellwerte der Motorschutzgeräte, Zeitglieder etc., Sicherungsnennströme sowie die Motorleistung und -strom, nach Stromwegen aufgelöste Darstellung der Steuerungen, Schaltanlagen, sowie Leistungsebenen, allpolig, mit Bezeichnung sämtlicher Leitungen, Klemmen und Geräte, eindeutige Bezeichnung über Zuordnung von Strompfaden zu ihren Kontakten (Kontaktrückbezeichnungen). Ferner beinhalten die Stromlaufpläne die Interfaceteile/Schnittstellen zur Leittechnik.
- Schaltpläne: Schematische Darstellung der einzelnen Klemmleisten für Schaltanlagen, Verteiler und Steuerschränke, Darstellung von Brücken, abgehenden Leitungen und Kabeln, geordnet nach Spannungs- und Systemarten mit Klemmennummern und Zielbezeichnungen auf der Leitungs-, Kabel- und Geräteseite
- Klemmenpläne: Ausführung nach DIN, mit Kabelbezeichnung, generiert aus dem E- CAD System.
- Geräteaufbaupläne / Schaltschrankansichten: Maßstäbliche Anordnung der Geräte bei Schaltanlagen und Verteilungen, eindeutige Gerätekennzeichnung, mit Vermassung
- Gerätelisten aller Einbauteile mit Fabrikat / Typ, Bestell-Nr., Einbauort und Kennzeichnung im Stromlauf- bzw. Schaltplan sowie Geräteaufbauplan, generiert aus dem E- CAD System.
- Grundrisspläne sind grundsätzlich im Maßstab 1:50 zur Prüfung einzureichen, Ansichten im Maßstab 1:10, Details im Maßstab 1:5 und Einzelteile (Befestigungen) im Maßstab 1:1. Sie enthalten neben der Darstellung der Betriebstechnischen Einrichtungen ebenfalls die Darstellung von Halte- und Befestigungskonstruktionen, Dimensionen der Trassen, Betriebsmittelkennzeichnung gemäß Stromlaufplan, Bemaßung aller Trassen, Komponenten zum Baukörper.
- Die Schaltschränke der Niederspannungshauptverteilung sowie sämtliche Anlagenschränke sind im BG, Versorgungskanal und Pumpenhaus in einheitlicher Erscheinung und Verriegelung auszuführen. Das bedeutet, dass Sprachalarmanlage, Videoanlage, Brandmeldeanlage, Leittechnik, Funk etc. in Schaltschränken des gleichen Herstellers und Typs geliefert und eingebaut werden müssen, ebenfalls sind die Schaltschranksockel einheitlich zu gestalten.
- Die Verdrahtungsfarben sämtlicher Haupt- und Hilfsstromkreise sind zu Beginn der Montage- und Werkstattplanung einvernehmlich mit dem AG festzulegen und Gewerke übergreifend einheitlich anzuwenden.
- Gleichlautende Bezeichnungen in allen Dokumenten
- Prüfprotokolle der Werkstests
- Montagedetails (zu Versprüngen, Trasseneinspeisung, Kabelaufhängungen etc.)

- Alle Dokumente müssen in deutscher Sprache verfasst sein, d.h. englisch - oder anderssprachliche Dokumente sind in übersetzter Form einzureichen
- Wärmelastangaben für alle Gewerke (Abwärme je Schaltschrank bzw. UV im Tunnel)
- Grundrissplan des Tunnels mit Darstellung der gesamten betriebstechnischen Ausstattung mit Kilometrierung (mit dem AG abgestimmt) und Blocknummierung des Tunnelbauwerkes, der Tunnelvorfelder und des Betriebsgebäudes
- Übersichtsplan mit Angabe aller vermassten Trassen (Leerrohr- und Kabeltrassen) und deren Belegungsgrad, Vermassung nach Streckenkilometrierung sowie Darstellung der einzelnen Versorgungsabschnitte
- Regelquerschnitte von jedem Bereich mit sämtlichen eingetragenen BTA-Komponenten und Nachweis der Einhaltung des Licht- und Verkehrsraumprofils (hierbei Darstellung von sich wiederholenden Bereichen zur Vereinfachung z.B. Regelprofil 1 - gültig für Blöcke A-P, 5-10 usw.)
- Funktions- und Übersichtsplan für jeden Anlagenteil; Schnittstellen zu anderen Anlagenteilen müssen eindeutig erkennbar dargestellt werden.
- Technische Datenblätter, Installations- und Bedienhandbücher zu allen eingesetzten Geräten, Konformitätsbescheinigungen, BAST-Zulassungen
- Zusammenfassende Darstellung der Signalisierung und Verarbeitung aller Störungs- und Betriebsmeldungen
- Bedienungsanleitungen, Gerätebeschreibungen und Gerätehandbücher für alle Bauteile der elektrotechnischen Ausrüstung.
- Wartungsanweisungen, nach Erfordernis für alle Bauteile der elektrotechnischen Ausrüstung.
- Parametrier- und Einstelllisten für Frequenzumrichter, Zeitrelais, Lichtregler etc.
- Anträge und Genehmigungen, z.B. Brandmeldeanlage, Tunnelfunk, Telefonanschluss, sind unterschriftsreif vorzubereiten
- Angabe der Drehmomente für alle Befestigungskonstruktionen und Geräteanordnungen
- Statische Berechnungen als geprüfte Statiken durch einen vom AG anerkannten Prüfenieur für alle Befestigungskonstruktionen, Fundamente, Tragekonstruktionen, Wand- und Deckenausleger und Geräteanordnungen sowie div. Abdeckungen
- Montagepläne Lüftung, Klima im Maßstab 1:20
- Montage- und Aufstellungspläne der Pumpenanlage BBA in drei Ansichtsebenen mit Darstellung aller wichtigen Anlagenteile, z.B. Armaturen, Rohrleitungen und unter Angabe aller Schaltpunkte, aller Aussparungen sowie aller Wand bzw. Deckendurchführung.
- Nachweise zu Montageankern mit statischer Berechnung als geprüfte Statik
- Schachtbelegungspläne für alle Leerrohrschächte im Tunnel und in den Vorfeldern mit Angabe der Kabelnummern.

- Materialangaben: Generell sind mit Vorlage der technischen Unterlagen die Materialien, die eingesetzt werden, konkret anzugeben. Es genügt keine allgemeine Werkstoffbeschreibung, sondern es ist die konkrete Werkstoffbezeichnung anzugeben, z.B. Edelstahl, Werkstoff-Nr. 1.4529.

Baustelleneinrichtung:

- Baustelleneinrichtungsplan
- Bauablaufplan
- SiGe-Plan

Darüber hinaus sind mindestens die nachfolgend aufgeführten Unterlagen je Anlagenteil mit einzureichen:

Mittelspannungsanlage:

- Aufstellplan / Raumeinrichtungsplan mit Darstellung der Elektroinstallationen, Ersatzteilhalterung, Warn- und Hinweisschilder,
- Erdungsanlagen, Isoliermatten etc.
- Berücksichtigung der TAB
- Umsetzung der Fernschaltung
- Abstimmung der Einbringung und der Montage der Mittelspannungsschaltanlage mit FSG
- Übersichtsplan
- Datenblätter Sicherungen etc.
- Trafomitnahmeschaltung
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Gewerkpflichtenheft

Transformator:

- Technische Unterlagen / Datenblätter zum Transformator
- Angaben zur Geräuscentwicklung
- Hersteller-Prüfprotokoll
- Montageplan, Übersichtsplan, Schaltpläne
- Technische Angaben zum Temperaturüberwachungsrelais
- Zeichnerische Darstellung der Aufstellvorrichtung des Transformators (einschl. Unterkonstruktion, Trafoschienen etc. mit Materialangaben und Materialstärke).
- Technische Angaben zu den Trafoschienen, Schwingungsdämpfern, Gitterrosten, Trafowarnbalken, Erdungseinrichtungen
- Statische Berechnung als geprüfte Statik für die Unterkonstruktion / Trafofahrschienenkonstruktion, Bodenkonstruktion
- Zeichnerische Darstellung Kabelanschlusskonstruktion
- Wärmemanagement: Nachweis ausreichender Wärmeabfuhr

- Prüfprotokolle über Spannungs- und Isolationsprüfung (Stückprüfung), Typenprüfkontrolle und Dokumentation der Stoßspannungs- und Kurzschlussfestigkeit, Geräuschpegel, Teilentladungsfreiheit, Brandgutachten
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL

Niederspannungsschaltanlage:

- Technische Angaben zu den Schaltschränken: Schaltschrankansicht maßstabsgerecht, Darstellung Handbedienebene, Angaben über Materialqualitäten, Farbe der Lackierung, Ausführung der Schaltschranktür, Türanschlag, Sockel, Schaltschrankbeleuchtung etc., es ist sicherzustellen, dass die Türen in Fluchtrichtung zuschlagen, Aufbauzeichnung, 1 poliger Stromlaufplan, Stückliste / Summe pro Schaltschrank, Klemmenplan, jedes Feld ist mit einer Feldbezeichnung und der Feldnummer in Form von Kunststoffbuchstaben oder gleichwertig zu beschriften (Angaben hierzu in den Unterlagen), EG - Konformitätserklärung nach DIN EN ISO/IEC 17050
- Konstruktions- und Aufbauzeichnungen zu allen Befestigungsstrukturen und Geräteanordnungen
- Detaillierte Darstellung des Leistungsbedarfs aller Verbraucher, Einzel- und Gesamtleistungen auf Basis der Energiebilanz des Bauvertrages
- einpoliger Gesamtübersichtsplan der Energieversorgung über alle Gewerke mit Eintragung der wichtigsten elektrotechnischen Angaben einschließlich Potenzialausgleich und Blitzschutz
- allpolige Stromlaufpläne, Schaltschrankansichten mit Darstellung der Türeinsbauten, Schaltschrankaufbauzeichnungen, Stücklisten (Fabrikat, Typ), Klemmen- und Kabellisten sämtlicher Schaltschränke, Unterverteiler und Streckenstationen im Tunnel, Betriebsgebäude und in den Vorfeldbereichen mit maßstäblicher Darstellung (z.B. 1:10).
- Frontansichtszeichnungen der Schaltschranktüren Zeichnung mit maßstäblicher Darstellung (z.B. 1:10) aller Einbauten mit Gerätekennzeichen und Auflistung der eingebauten Geräte mit Gerätekennzeichen und Klartext in einer Legende.
- Aufstellungspläne sämtlicher Schaltschränke mit Darstellung der Türanschlüsse sowie mit der Anordnung der Schaltanlage im BG und Tunnel als Drauf-, Seiten- und Frontansicht, im BG zusätzlich Darstellung Fluchtrichtung.
- Aufbauzeichnungen der Montageplatten Zeichnung mit maßstäblicher Darstellung (z.B. 1:10) aller Einbauten mit Gerätekennzeichen und Auflistung der eingebauten Geräte mit Gerätekennzeichen und Klartext in einer Legende.
- Selektivitäts-, Last- und Kurzschlussberechnung aller Anlagenteile und jedes Abgangs einschließlich Berechnung aller Kabel und Leitungslängen und Querschnitte sowie Angabe aller Anschlussleistungen einschließlich Gleichzeitigkeitsfaktoren der Einzelabgänge und der Gesamtanlage. Angabe aller Einstellwerte; einschließlich Eintragung aller Kabel und Leitungen (Typ / Klartext, Adernzahl), Sicherheitsabgänge, Stromkreisnummern, u.ä.. Die Berechnung ist mit einem entsprechenden EDV - Programm durchzuführen und in nachvollziehbarer Form darzustellen. Die Berechnungen müssen die nachstehend aufgeführten Angaben enthalten:

- » 1pol. Netzbild mit Geräteparametern (für die Quellen, Schutzgeräte, Kabelstrecken)
- » 1pol. Netzbild mit Lastfluss- und Spannungsfalldarstellung je Stromkreis
- » 1pol. Netzbild mit Darstellung der minimalen und maximalen Kurzschlussbelastung
- » I2t-Kennliniendiagramme aller Leistungsschalter und der größten NH-Abgangssicherung je Schaltanlage und Netz (hierbei müssen die Kennlinien der Leistungsschalter die tatsächlich eingestellten Parameter wiedergeben)
- » Tabellarische Auflistung aller Schutzgeräte einschließlich Einstellbereiche u. Einstellwerte (dient auch der späteren Inbetriebnahmedokumentation)
- » Kurzschlussberechnung
- » Lastflussberechnung
- » Spannungsfallberechnung
- » Leistungsbedarf
- » Selektivitätsnachweis
- Verkabelungsschema sämtlicher Zuleitungen der Energieversorgung Tunnel, Vorportale, Versorgungskanal, Pumpenhaus mit Angabe Kabeltyp und Querschnitt
- Nachweis Funktionserhalt bei Funktionserhaltschränken, Zulassungs- und Prüfbescheinigungen
- Wärmemanagement: Darstellung der Wärmeabfuhr in Zusammenhang mit der BG-Lüftungs-/ Klimaanlage, Auflistung der Wärmeverluste der USV- und Batterieanlage
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Gewerkpflichtenheft

USV- / Batterieanlage:

- Technische Unterlagen / Datenblätter zu der USV- und Batterieanlage mit Systembeschreibung
- Gewichtsangabe der USV- und der Batterieanlage
- Kurzbeschreibung USV-Anlage mit Ansichtszeichnungen
- Schaltpläne USV-Anlage
- Batterien-Aufstellung und Batterietrenner, Verschaltung der Batterien
- Batterie-Datenblatt mit Entladeleistung und Gewichtsangabe der Batterieanlage
- Energiebilanz inkl. Nachweis Berechnung Autonomiezeit
- Lastprofil USV-Anlage
- Aufstellungsplan USV- und Batterieanlage

- Aufbauplan USV-Schaltschrank und USV-Abgangsfelder, Detail Servicebypass
- Verkabelungsplan USV-Anlage, USV-Schaltanlagenfelder und Batterien
- Übersichtsschaltbild
- Angabe Kurzschlussleistung USV 1-polig und 3-polig
- Kurzschlussberechnung
- Gewerkpflichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Wärmemanagement: Darstellung der Wärmeabfuhr in Zusammenhang mit der BG-Lüftungs-/ Klimaanlage, Auflistung der Wärmeverluste der USV- und Batterieanlage
- Detail Batteriegestell

Blitzschutz- / Überspannungsschutz:

- Werks- und Montageplanung des Blitzschutz-, Erdungs-, Potenzialausgleichs- und Überspannungskonzeptes gemäß der DIN EN 62305 / VDE 0185-305 auf Basis des Blitzschutzkonzeptes des Bauvertrages. Für die Werks- und Montageplanung des AN ist ein Nachweis durch eine VdS geprüfte Blitzschutz-Fachkraft zu erbringen. Die VdS geprüfte Blitzschutz-Fachkraft wird durch der AN bestellt.
- Technische Unterlagen zu sämtlichen Komponenten
- Blitzschutzkonzept BG, Tunnel, Pumpenhaus, Versorgungskanal und Vorportale mit Angabe der Zonen und Schutzmaßnahmen (Äußere und Innere)
- Übersichtsschema Blitz- und Überspannungsschutz
- Darstellung des Blitzstrompotenzialausgleichs mit Angabe des Leiterquerschnitts und des Materials der Blitzschutzeinrichtungen an Betriebs- und Verkehrstechnik sowie an den Fundamenten
- Längennachweis der Fangeinrichtungen, Darstellung des Schutzwinkels
- Darstellung / Aufbauzeichnung der Zonenübergänge
- Zeichnerische Darstellung, wo welcher SPD angeordnet wird (Nachweis des Staffelschutzes)
- Darstellung der Einbindung in den Potenzialausgleich sowie Darstellung, welche Einrichtungen einbezogen werden
- Gewerkpflichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL

Brandschutz:

Im Zuge der Werks- und Montageplanung sind vor der Ausführung für alle verwendeten Materialien und Systeme Prüfzeugnisse einer amtlichen Prüfstelle gemäß DIN 4102 bzw. DIN EN 13501 vorzulegen. Zusätzlich sind die Genehmigungen des Bauordnungsamtes und der Feuerwehr sowie die allgemeine bauaufsichtliche

Zulassung (DIBt) für Schottungsmaterialien einzuholen. Alle Materialien müssen frei von Asbest-, Phenol- und Halogenbestandteilen sein.

Der AN trägt die volle Verantwortung für die fachgerechte Ausführung. Die Brandlasten sind im Rahmen der Werks- und Montageplanung zusammenzustellen und einzureichen.

Es sind das Brandschutzkonzept sowie die firmeninternen Richtlinien der FSG einzuhalten, insbesondere 11 Ausführungs- und Dokumentationsrichtlinie Brandschutz sowie 11 Anlage 1 Verfahrensanweisung zum Umgang mit Brandabschottungen.

Folgende Dokumente sind Bestandteil der Werks- und Montageplanung „Brandschutz“ und der späteren Bestandsdokumentation:

- vollständig ausgefüllte Übereinstimmungsbestätigung
- allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse
- allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen
- Prüfbescheide
- Genehmigung der Feuerwehr
- Allg. bauaufsichtliche Zulassung Kabelabschottung
- Nachweise Funktionserhalt E90 / E30 für die verwendeten Materialien
- Technische Datenblätter mit Zulassungsbescheiden sämtlicher Brandschutzmaterialien für Kabeldurchführungen, Kabelabschottungen, sonstige Verkleidungen, Leerrohrabdichtungen etc.
- Übereinstimmungserklärungen
- Grundrisspläne BG, Tunnel, Versorgungskanal, Pumpenhaus und Vorportale mit Eintragungen sämtlicher Brandschutzmaßnahmen sowie Bezeichnung und Angabe der verwendeten Brandschutzmaterialien und Systeme
- Darstellung der erforderlicher Brandschutzeinhausungen
- Technische Unterlagen zu den Brandschutzklappen inkl. Auslösung bzw. Rückmeldekontakten, allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen
- Verkabelungsschema (Energie- und Daten) der Brandschutzklappen mit Angabe von Kabeltyp und Querschnitt.
- Darstellung der Schnittstelle / Anbindung der Brandschutzklappen zur Tunnelautomatisierung mit DPL

Tragsysteme:

- Technische Unterlagen zu sämtlichen Kabeltragsystemen (auch Kabelkanäle), mit Angabe der Materialarten und Stärken
- Technische Unterlagen zu sämtlichen Kabel- und Installationsrohren mit Angabe der Materialart, Stärke, Flammverhalten sowie Halogenanteil
- Technische Unterlagen zu sämtlichen Befestigungsmaterialien mit Angabe der Materialarten
- Prüfzeugnis / allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis für das Tragesystem

- Gutachterliche Stellungnahme Brandverhalten E90-Kabelanlage / Stellungnahme Normtragekonstruktion
- Darstellung von Details wie z.B. Durchbrüche, Schlitzze, Kernbohrungen etc.
- Bescheinigung Mischbelegung Kabeltrasse (Achtung Abhängigkeiten zur Kabelanlage beachten)
- geprüfte statische Berechnung Kabeltragsystem im Tunnel, Nachweis Tragkraft Kabelbühnen
- Kabeltrassenbelegungspläne
- Details zu Versprüngen, Trasseneinspeisung, Kabelaufädelpunkten

Kabelanlage:

- Der Nachweis des Funktionserhalts (z. B. E30/E60/E90) ist durch ein Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (ABP) gemäß DIN 4102-12 zu erbringen. Dieser Nachweis ist vom AN vor Ausführung im Rahmen der Werks- und Montageplanung einzureichen. Kabel, die lediglich den Isolationserhalt nach DIN VDE 0472-814 oder DIN EN 60332 erfüllen, gelten nicht als ausreichend.
- Technische Angaben zu allen Kabel- und Leitungstypen sowie vollständige Kabellisten (Start- und Zielbezeichnung, Kabeltyp, Länge, Verwendung, Querschnitt) sind vorzulegen.
- Eine Übereinstimmungserklärung für die Funktionsverkabelung gemäß DIN 4102 ist beizufügen.
- Alle Unterlagen sind als PDF-Dokumente bereitzustellen und in der vom AG bereitgestellten Online-Ablageplattform abzulegen.

Erdung / Potenzialausgleich:

- Technische Unterlagen zu sämtlichen Erdungs- und Potenzialausgleichskomponenten
- Erdungskonzept BG, Tunnel und Vorfelder mit Angabe der Kabeltypen und Querschnitte bestehend aus:
 - » Verkabelungsschema
 - » Darstellung der POT-Schienen im Grundriss
 - » Darstellung, welche Einrichtungen einbezogen werden

Tunnelbeleuchtung:

- Lichttechnische Berechnung unter Berücksichtigung der angebotenen Leuchtenfabrikate und -Typen. Die Berechnungen sind für den Normalbetrieb und für den Notbetrieb zu erstellen. Die Messfelder, aus welchen die Mittelwerte gebildet und die Gütemerkmale errechnet werden sind in der Berechnung unter Bezug auf die Leuchten-Nr. und die Längenkoordinate ab Portal auszuweisen. Diese bilden die Grundlage für die spätere lichttechnische Abnahmemessung.
- Ermittlung der exakten Lichtpunkthöhen im Bauwerk unter Zugrundelegung des gewählten Fabrikates als Grundlage für die Lichtberechnungen.

- Überschneidungen zwischen Adaptations- und Durchfahrtsleuchten werden nicht akzeptiert und sind in der Berechnung sowie Werks- und Montageplanung zu betrachten und auszuschließen.
- Des Weiteren sind Verschattungen durch z.B. Tunneleinbauten auszuschließen, entsprechende Anpassungen und Mehraufwendungen sind zu berücksichtigen.
- Aufbauzeichnung Tunnelleuchten mit Vermassung
- Aufbauzeichnung Treiber-Boxen mit Vermassung
- Abstimmung zwischen Lieferanten der LED-Tunnelleuchten, der Treiber-Boxen, dem Errichter der Beleuchtungsregelung, der Automatisierungstechnik zur Gewährleistung einer stabilen und den Anforderungen der Ausschreibung voll entsprechenden Beleuchtungsanlage.
- Technische Angaben zu den Tunnelleuchten (Schutzart und Schutzklasse, Materialangabe Gehäuse, Materialangabe Befestigungswinkel, Materialstärke Gehäuse, Materialstärke Befestigungswinkel, Art der Befestigung der Befestigungswinkel an dem Leuchtengehäuse, Leuchtenverschlüsse: Materialart, Einstellbarkeit, Detailzeichnung, Leuchtenabschlussglas: Materialstärke, IK-Klasse, Öffnung, Art der Befestigung, Detailzeichnung oder Beschreibung aus der erkennbar wird, wie sichergestellt wird, dass das Leuchtenabschlussglas auch in geöffnetem Zustand fest mit dem Gehäuse verbunden bleibt, Geräteträger: Detailzeichnung oder Beschreibung aus der erkennbar wird, dass der Geräteträger werkzeuglos und einfach abklappbar und gegen unbeabsichtigtes Herabfallen zusätzlich gesichert ist, Materialangabe zu den Reflektoren und LVKs im Eulumdat-Format, Angaben zu den Lampen: Fabrikat, Typ, Lichtstrom und Lampenlebensdauer, Größe, Farbe und Inhalt der Leuchtenbezeichnungsschilder mit Zeichnung im Maßstab 1:1, Druckausgleichssystem, Systemleistung.
- Angaben über Leuchtenlebensdauer (Systemlebensdauer), Angaben zu Kühlsystem und Kühlkörper (Temperaturmanagement), Angabe darüber welcher Anteil des Ausgangslichtstromes am Ende der LED Lebensdauer garantiert wird (L in %), Angabe darüber welcher Anteil der LED's nach dem Ende der angegebenen LED-Lebensdauer ausgefallen sind (B in %).
- Leuchtenabhänge- bzw. Befestigungskonstruktion: Vermasste Detailzeichnung, statische Berechnung in Form einer geprüften Statik (Abgestimmt auf den Regelquerschnitt, Setztiefe der Befestigungsanker berücksichtigen), Brandschutztechnische Bewertung der Leuchtentragekonstruktion durch den Statiker, Angaben zu den eingesetzten Materialarten und Stärken, Angaben zu den Befestigungsmitteln (Materialart und Stärke)
- Technische Unterlagen und Prüfbescheide zu den E90-Klemmenkästen der Notbeleuchtung.
- Technische Unterlagen über die Regelung der Beleuchtungsanlage, Funktionsbeschreibung Lichtregler, Parameterleisten mit Beschreibung der einzelnen Parameter (Schaltschrankansicht, -aufbau, Stromlaufplan, Material, Farbe, Türanschlag, Handbedienebene in der Tür, Bestätigung der Hardwareseitigen Verdrahtung Schaltmöglichkeit unter Umgehung der SPS.

- Technische Angaben zu den Beleuchtungssensoren: (Schutzart und Schutzklasse, Materialangabe Gehäuse, Materialangabe Befestigungskonsolen, Materialstärke Gehäuse, Materialstärke Befestigungskonsolen, Gesichtsfeldwinkel, Messbereich)
- Maßstäbliche Zeichnung der Befestigungskonsolen
- Statische Berechnung als geprüfte Statik zu den Befestigungskonsolen gemeinsam mit der jeweiligen Beleuchtungssensorik sowie unter Berücksichtigung des Montagefalls Wand- und Mastbefestigung.
- Gewerkpflichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL

Tunnellüftung:

- Technische Angaben zur Lüftungssensorik: (Schutzart und Schutzklasse, Materialangabe Gehäuse, Materialangabe Befestigungskonsolen, Materialstärke Gehäuse, Materialstärke Befestigungskonsolen, Gesichtsfeldwinkel, Messbereich)
- Maßstäbliche Zeichnung der Befestigungskonsolen
- Statische Berechnung als geprüfte Statik zu den Befestigungskonsolen gemeinsam mit der jeweiligen Lüftungssensorik sowie unter Berücksichtigung des Montagefalls Wand- und Mastbefestigung.
- Signalisierung und Verarbeitung aller Störungs- und Betriebsmeldungen
- Bedienungsanleitungen und Wartungsanweisungen der Lüftungssensorik.
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL

Brandbekämpfungsanlage:

- Technische Datenblätter zur Brandbekämpfungsanlage:
 - Sämtlicher Armaturen
 - Rohrleitungen
 - Pumpen
 - Verteileranlage inkl. sämtlicher eingebauter Komponenten
 - Messgeräte
- Hydraulische Berechnung der BBA
- Statische Berechnung als geprüfte Statik zu den Befestigungskonsolen
- Komplette Planung der Verteileranlage gemäß Vorgaben Niederspannungsschaltanlage
- Kabelwege inkl. Kabeltragsystem im Pumpenraum
- Kabelberechnungen
- Detailpläne
 - » Ventilstationen
 - » Entlüftungsleitung

- » Entwässerungsleitung
- » Pumpenprüfeinheit
- » Sektionsverrohrung
- » Verrohrung der Hauptleitung
- » Ausstattung Pumpenraum
- » Hochdruck- und Druckhaltepumpen
- » Verrohrung Pumpenraum
- » Dispositionsplan Pumpenraum
- Pflichtenheft BBA
- Montagepläne für die BBA
- Steuerung und Anbindung an Leittechnik
- Ablauf IBS und IBS der BBA
- Ablauf Prüfung Funktionstest
- Ablauf Druckprobe Hauptleitung
- Nachweise für durchzuführende Schweißarbeiten
- Ablauf Sicht- und Ultraschallprüfung der Schweißnähte inkl. Unterlagen zu den verwendeten Geräten
- Wartungs- und Instandhaltungsunterlagen sowie Wartungskarten

Verkehrstechnik:

Verkehrstechnik: Vor Ausführung der verkehrstechnischen Einrichtungen sind für die WVZ, WLZ, Tunnelsperrschranken, statische Schilder und Höhenkontrolle statische Berechnungen als geprüfte Statik über die gesamte Konstruktion einschließlich der Fundamente und Befestigungen zu erbringen und dem AG zwecks Prüfung vorzulegen. Wind- und Schneelasten sind in den Nachweisen entsprechend zu berücksichtigen. Die Kosten für die vorgenannten Leistungen sind in die Einheitspreise der Werks- und Montageplanung einzurechnen.

- Durchführung einer örtlichen Begehung gemeinsam mit dem AG zur Festlegung der einzelnen Standorte und Zeicheninhalte der verkehrstechnischen Anlagen in Abstimmung mit der Örtlichkeit. Die Gesamtkoordination einschließlich Umsetzung in die Werks- und Montageplanung obliegt dem AN.
- Für sämtliche Induktionsschleifen sind Einbau- bzw. Montagekonzepte zu erarbeiten und mit dem AG abzustimmen.
- Technische Unterlagen zu sämtlichen Komponenten
- TLS-Konformitätsbescheinigungen zu sämtlichen Komponenten
- ~~▪ Verkehrsrechtliche Anordnungen~~
- ~~▪ Abstimmung mit Verkehrsbehörde (Nachweisführung mittels Protokollierung)~~
- Jeweils für WVZ, WLZ, DLZ, Tunnelsperrschranke:
 - » Stromlaufplan

- » Materialangaben und Stärken, Angaben zu den Befestigungsmaterialien
- Aufstellvorrichtungen / Maste / passive Höhenkontrollen:
 - » Materialangaben und Stärken, Angaben zu den Befestigungsmaterialien
 - » Aufbauzeichnung
 - » Fundament (Extentionsklasse) mit Angaben zur Erdung
 - » statische Berechnung als geprüfte Statik
- Streckenstationen:
 - » Darstellung im Streckenplan (mit Kilometrierung)
 - » Sockel mit Angaben zur Erdung
 - » Stromlaufplan all-polig
 - » Aufbauzeichnung / Schrankansicht
 - » Stückliste
 - » Angaben zum Thermomanagement
- Sperrschranken:
 - » Stromlaufplan allpolig
 - » Stückliste
 - » Aufbauzeichnung
 - » Montagezeichnung in der Örtlichkeit einschließlich Schleifen
 - » Fundament (Expositionsklasse) mit Angaben zur Erdung
 - » Statische Berechnung als geprüfte Statik oder Typenstatik
 - » Schließung der Schranke, Abstimmung mit Polizei / Feuerwehr / Betreiber (Nachweisführung mittels Protokollierung)
 - » Funktionsweise der Schranke, Abstimmung mit Polizei / Feuerwehr / Betreiber (Nachweisführung mittels Protokollierung)
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Gewerkpflichtenheft

Notrufanlage:

- Technische Angaben zu sämtlichen Komponenten der Notrufanlage.
- Notrufzentrale: Montage- und Schaltungsunterlagen, Stückliste der erforderlichen Erweiterung
- Notrufmelder: Verkabelungsschema, Darstellung der Anbindung an die übergeordnete Anlage einschl. Protokoll über die Abstimmung mit diesen Stellen.
- Auflistung aller verfügbaren Datenpunkte Notrufmelder
- Vorportal: Ansichtsplan Notrufschrank / Schranksockel
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL

Videoanlage:

- Kamerasichtachsenermittlung zur genauen Festlegung der Kamerastandorte in Abstimmung und gemeinsam mit dem AG. Mit einer sind entsprechende Aufnahmen von den Überwachungsbereichen bei unterschiedlichem Blickwinkel und Zoomeinstellungen durchzuführen. Von jedem Kamerastandort und -einstellung ist ein farbiger Videoprint anzufertigen, um zu belegen, dass der Tunnel inkl. Portalbereiche lückenlos unter Einhaltung der vorgegebenen max. Bildbreiten überwacht wird. Diese Ermittlung ist im Zuge der Erstellung der Werksatt- und Montageplanung durchzuführen und der Systemkonfiguration zugrunde zu legen.
- Einreichung sämtlicher Dokumente und Unterlagen aus vg. Punkt
- Technische Unterlagen zu sämtlichen Komponenten und Systembeschreibung
- Blockschaltbild der Gesamtanlage
- Aufbau der Anschlusskasten / Ansicht (vermasst)
- Gewerkpfllichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle zur zentrale Videoanlage der FSG und der Tunnelautomatisierung mit DPL

Sprachalarmierungsanlage:

- Technische Unterlagen zu sämtlichen Komponenten und Systembeschreibung
- Blockschaltbild der gesamten Anlage, vollständige Klemmenpläne, Stromlaufpläne über die Zusammenschaltung der Geräte, Grundrisspläne über das Leitungsnetz mit Angabe über die Art und Lage der Leitungen und Anschlusspunkte, Schaltpläne der verwendeten Geräte, Protokoll aller festgelegten Geräteeinstellungen nach Parametrierung, Dateien aller nach Parametrierung der Anlage erstellten Software-Konfigurationen, Bediensoftware aller Geräte und aktuelle Firmware-Treiber auf Datenträger.
- Darstellung der Gruppen- und Tastenbelegung und Zuordnung
- Schaltschranksaufbau / Ansicht (vermasst)
- Gewerkpfllichtenheft
- Darstellung der Schnittstellen: zentrale Sprachalarmierungsanlage der FSG / Einsprachstellten / Funkanlage, usw., sowie zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Herstellung einer globalen Kurzbedienungs- und Wartungsanleitung für die hier installierte gesamte Anlage, mit verständlicher Beschreibung der wesentlichen Funktionen und deren fachgerechter Bedienung. Inklusive Beschreibungen oder geeigneten Verweisen über das Verhalten bei Störungen bzw. deren Beseitigung.

Brandmeldeanlage:

- Werks- und Montageplanung der gesamten Brandmeldeanlage gemäß DIN 14675 und DIN 833-Teil 2.

- Vor Einreichung zur Prüfung der Werks- und Montageplanung durch die BÜ hat der AN die Planunterlagen mit den zuständigen Stellen (Feuerwehr, Fachabteilungen der FSG, dritte Anlagenverantwortliche) abzustimmen und das Abstimmungsergebnis zu protokollieren. Das Protokoll wird Bestandteil der Werks- und Montageplanung.
- Technische Unterlagen zu den Feuerlöschern
- Gewerkpflichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle / Anbindung an Übertragungseinrichtung zur TLZ, Funkanlage sowie zur Tunnelautomatisierung mit DPL

Aktive Leiteinrichtung (ALE):

- Technische Unterlagen zu sämtlichen Komponenten
- Maßstäbliche Detailzeichnungen zur beabsichtigten Montage der Markierungselemente unter Berücksichtigung baulicher Gegebenheiten
- Installationsanweisung
- Beim Eintragen in den Tunnelgrundriss ist zusätzlich zu beachten: Neben der Darstellung der Markierungselemente sind ebenfalls die Einbauorte der Kondensatoren und Leiterbrücken darzustellen.
- Abstimmung bzgl. der Kennzeichnung der Kondensatoren und Leiterbrücken im Tunnel mit dem AG
- Nachweis der EMV-Verträglichkeit (EMV-Richtlinie).
- Nachweis der dauerhaften Standfestigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Belastungen (Überrollen mind. 10 t)
- Prüfzeugnis BAST oder Zulassung im Einzelfall
- Dokumentation Steuereinheit
- Gewerkpflichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Übereinstimmungserklärung Kleber / LED-Marker

Tunnelfunkanlage:

- Vor Lieferung und Installation der Tunnelfunkanlage ist eine Funkfeldmessung durchzuführen sowie in deren Ergebnis die endgültige Festlegung des Antennenstandortes abzustimmen. Diese Untersuchung ist im Zuge der Erstellung der Montage- und Werksattplanung durchzuführen und der Anlagenkonfiguration zugrunde zu legen. Es sind alle notwendigen Unterlagen wie Schalt-schema, Stromlauf und Klemmenpläne, Montagepläne, Gerätedokumentation und Bedien- und Serviceanleitungen zu erstellen, zur Genehmigung vorzulegen und nach Ausführung als Enddokumentation zu aktualisieren.
- Detailierung der Anbindung der Tunnelfunkanlage an die Bündelfunkanlage der FSG
- Technische Unterlagen zu sämtlichen Komponenten und Systembeschreibung gemäß den Vorgaben der firmeninterne Richtlinie
- Blockschaltbild der Gesamtanlage

- Schaltschrankaufbau / Ansicht (vermasst)
- Gewerkplichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle / Anbindung an Bündelfunkanlage der FSG, Sprachalarmierungsanlage sowie zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Konformitätsnachweis zu den einschlägigen Vorschriften / EG- Konformitäts-erklärung
- Versorgungsmessungen
- Messprotokoll der Funkmessung vor Errichtung
- Musterprüfbericht
- Dämpfungsberechnung / Linkbilanz
- Kanalübersicht Funkanlage
- Dokumentation der Ansagetexte
- Lageplan Maststandort

Sonstige Anlagen:

- Türen der Notrufrischen und deren Verkleidungen
- Schächte und Leerrohre im Tunnel
- Bohrungen und Durchbrüche
- Bezeichnungsschilder
- Brandschutzeinrichtungen bzw. Brandschottungen
- Die genauen Abmessungen jeder Notrufstationsnische sowie sämtlicher Öffnungen sind örtlich durch den AN vor Erstellung der Werk-statt- und Montagepläne aufzunehmen, entsprechend zu berücksichtigen und in den Ausführungszeichnungen maßstäblich unter Angabe der gewählten Materialien darzustellen.
- Angaben über Materialarten und Stärken sämtlicher Niscentüren- / Verkleidungen
- Vermasste Ansichten / Schnitte der Nischen mit Darstellung des Fahrtrichtungspfeils und des Türöffnungswinkels
- Datenblätter sämtlicher Befestigungsmaterialien und Einbaukomponenten
- Grundriss, vermasste Ansichten, Schnitte, Farbtonangabe, Nachweis Druck-, Sogbelastung, Nachweise über die Brandbeständigkeit der Niscentüren und –Verkleidungen
- Technische Datenblätter Entnahmekontakt mit Wiedereinstellsicherung
- Technische Datenblätter Türkontaktschalter
- Materialangaben / Materialstärken
- Angaben zu Oberflächenbehandlungen
- Nachweise Schutzart
- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

- Unterlagen zum verwendeten Mörtel
- Projektbezogene gutachterliche Stellungnahme für die Gesamtkonstruktion durch eine anerkannte Prüfstelle (sofern für den AN nicht verfügbar)
- Gewerkpflichtenheft
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung mit DPL
- Schließanlage
 - » Technische Unterlagen zur Schließanlage
 - » Abstimmung mit dem AG(Nachweis über Abstimmung mittels Protokollierung)

Einrichtungsgegenstände:

- Technische Unterlagen zu sämtlichen Einrichtungsgegenständen
- Übersichtsplan BG mit Eintragungen sämtlicher Einrichtungsgegenstände

Doppelboden:

- Im Zuge der Erstellung seiner Werks- und Montageplanung muss der AN von jedem Raum Verlegepläne mit allen erforderlichen Details erstellen, (z.B. Revisionsöffnungen, Einbauten, u.ä.) in denen ebenfalls die Kabeltrassen, Doppelbodenraster und Schrankaufstellungen darzustellen sind. Die Unterlagen sind im Maßstab 1:50 zu erstellen. Angaben bauseitiger Leistungen sind durch den AN ebenfalls zu berücksichtigen und in die vorgenannten Unterlagen einzutragen. Für die gesamte Doppelbodenkonstruktion sind statische Berechnungen unter Berücksichtigung der zu montierenden Einrichtungen - als geprüfte Statiken zur Prüfung und Freigabe einzureichen.
- Technische Unterlagen zu dem Doppelbodensystem
- Ergebnisprotokoll der Bemusterung der Platten und Beläge mit Farbfestlegung
- Verlegeplan BG mit Eintragung der Schaltschrankrahmen, sowie Schnittzeichnungen
- Betriebsgebäude Doppelboden:
 - » Die Doppelbodenplatten oberhalb von Rauchmeldern im Doppelbodenbereich sind zu kennzeichnen
 - » Die Unverwechselbarkeit der Brandmelderkennzeichnungen ist zu gewährleisten
 - » Die Standsockel sämtlicher Anlagen sind mit dem Doppelbodenplan abzustimmen
 - » Die Standorte der Fußbodendrallauslässe sind einzutragen
 - » Die Stützen sind mit im Bereich des Doppelbodens verlaufenden Kabeltrassen abzustimmen
- Detailzeichnung Plattenverriegelung MS-Stationen
- Betriebsgebäude Trassenplan (s. auch Verlegesysteme wg. Abhängigkeit)

Installationsmaterial:

- Technische Unterlagen zu sämtlichen Installationskomponenten (Schalter, Steckdosen, Datendosen etc.)
- Grundrisspläne BG Maßstab 1:50 mit sämtlichen Installationskomponenten einschließlich Stromkreisbezeichnungen
- Einzelne Layer und Pläne für:
 - » Elektroinstallationen / Einrichtung
 - » Heizung / Lüftung / Klima
 - » Verlegesysteme
 - » Erdung / EMV

Heizung, Klima, Lüftung:

- Technische Datenblätter mit Angabe der elektrischen und mechanischen Auslegungs- und Betriebsdaten sowie Sicherheitsdatenblätter der verwendeten und gelieferten Bauteile und Materialien
- Überprüfung und Berechnung aller Anlagen und Komponenten mit den zur Ausführung vorgesehenen Fabrikaten bei Klima- und Lüftungsanlagen
- Anlagenschaubilder
- Vorlage einer Fabrikatsliste einschließlich Herstellerunterlagen
- Funktionsbeschreibungen der Anlagen und / oder Anlagenteile (Kurzbeschreibung)
- Schema Klimatisierung und Lüftung
- Schema Sanitärinstallation
- Betriebsanleitung, detaillierte anlagenbezogene Wartungs- und Reparaturanleitungen, mit Ersatzteilempfehlung der Hersteller
- Anlagenschaubild Lüftungs- und Klimaanlage
- Die Gesamtanlage ist als Verfahrensfließbild in Anlehnung an EN ISO 10628 darzustellen. Abweichend von der Norm erfolgt die Darstellung grundsätzlich in Draufsicht mit den tatsächlichen Bauwerksgrundrissen. Für Lüftungskanäle, Armaturen und Ventilatoren sind grafische Symbole nach EN ISO 10628 zu verwenden; Behälter und Apparate sind vereinfacht mit ihren realen Umrissen einzuzeichnen. MSR-Stellen sind gemäß EN 62424 darzustellen. Das Anlagenschaubild muss enthalten: eine Parameterliste für alle Messstellen (Messbereiche, Schaltpunkte, Sollwerte, Durchflüsse), eine Legende für alle dargestellten Maschinen- und elektrotechnischen Ausrüstungsteile, die Frontansicht des Schalt- und Steuerschranks
- Grundrissplan BG Maßstab 1:50 mit sämtlichen Lüftungs-, Klima- und Heizungsinstallationen (hier Differenzierung zwischen Frisch- und Abwasserleitungen) sowie Darstellung in relevanten Schnitten
- Aufstellung der Abwärmeleistungen je Schaltschrank und Berücksichtigung dieser Werte in der Lüftungs- / Klimaberechnung
- Luftmengenberechnung
- Stromlaufplan Klimatechnik BG

- Statistische Berechnungen bei Bedarf
- Beschreibung des Belüftungs- / Klimatisierungskonzeptes
- Dokumentation der Schwellwerte (Temperatur, Feuchtigkeit etc.)
- Beschreibung der Steuerungs- und Regelungsprozesse mit Flussdiagramm, Regelschema, Programmablaufplan
- Darstellung der Schnittstelle zur Tunnelautomatisierung und GLT mit DPL
- Schnittstellenangaben: Angabe für die zur Montage vorgesehenen Einbauteile, z.B. Stromaufnahme, Gewichte der Einbauteile, Fundamentangaben, relevante Befestigungsteile, Abdichtungen zum Gebäude, Angaben zu Datenpunkten.
- Zeichnungen: Darstellung aller Anlagen mit allen Einbauteilen, die zur Montage der Anlage erforderlich sind. Hierbei ist die Anordnung der restlichen Einbauten im Betriebsgebäude sowie der Platzbedarf für Reparaturen und Instandhaltung zu berücksichtigen. Angaben zur Umsetzung brandschutztechnischer Maßnahmen (Darstellung und Kennzeichnung).
- Grundriss (Maßstab 1:50 bis 1:10): Luftleitungen mit Positionsbezeichnungen gemäß Stücklisten, Angaben zu Leitungsverbindungen, genaue Typbezeichnungen und technische Daten der Einbaukomponenten, Darstellung von Halte- und Befestigungskonstruktionen, Anordnung und Bemaßung, Kennzeichnung der verschiedenen Medienströme, Angaben zu Wärmedämmung, Trassenführung, Einbaustellen für Mess-, Regel- und Stellorgane, mit Angabe von Soll- und Grenzwerten, Angaben zur Einstellung von Drossel- und Regelarmaturen, Liefergrenzen und Übergabepunkte zu angrenzenden Leistungen, Raumdaten (z.B. Luftmengen, Temperatur, Feuchte), eindeutige Darstellung von Schnittstellen einander tangierender Gewerke).
- Kennzeichnung und Bemaßung von Inspektions- und Wartungsöffnungen für technische Komponenten, die eine Zugänglichkeit erfordern. Bei den angrenzenden Gewerken ist die Zugänglichkeit dieser Bauteile durch geeignete Maßnahmen (z.B. Öffnungen, Klappen) zu gewährleisten.

Automatisierungs- und Leittechnik:

- Werks- und Montageplanung der gesamten Automatisierungstechnik einschl. Gesamtübersichtsplan der Tunnelleittechnik über sämtliche Gewerke mit Eintragung der wichtigsten leittechnischen und elektrotechnischen Angaben auf Basis der Systemarchitektur der GLT des Flughafens und die firmeninternen Vorgaben des AG.
- Automatisierungsnetzwerk mit sämtlichen Netzkomponenten, Automations-system (SPSen mit E/A-Komponenten, Netzwerkkomponenten), Stromversorgung, dezentrale Peripherie, Medienumwandler (OLM), Schnittstellen
- Festlegung der Visualisierungsoberflächen (Nachweis über Abstimmung mit dem AG)
- Systemstruktur mit Verkabelungsschema und Angabe der Kabeltypen
- Systembeschreibung

- Stromlaufplan Notbedientableau / Aufbauzeichnung Notbedientableau vermasst
- Datenpunktliste
- Ereigniswirkmatrix
- Darstellung der Ein- und Anbindung aller Anlagenteile
- Darstellung der Datenübertragung zu den zentralen Anlagen der FSG bzw. externen Stellen (inkl. Nachweis über die erfolgten Abstimmung mit den beteiligten Stellen)
- Angaben zum Thermomanagement / Wärmelastangaben
- Darstellung Netzwerke mit Festlegung und Dokumentation der IP-Adressen
- Technische Unterlagen zu sämtlichen Komponenten der Tunnelautomatisierung, z.B. sämtlichen Netzkomponenten, Automationssystem (SPS mit E/A-Komponenten, Netzwerkkomponenten), Stromversorgung, Dezentrale Peripherie, Medienumwandler, Netzwerkkomponenten (Switch, Router, Patchfelder, Schränke, Kabel)
- Pflichtenheft: vor der Ausführung der Leistungen ist die Erarbeitung eines kombinierten Hardware- und Software-Pflichtenheftes für die komplette Betriebstechnik erforderlich. Die Inhalte der Gewerkplichtenhefte sind hierbei zu berücksichtigen bzw. in einem iterativen Entwicklungsprozess auf- und miteinander abzustimmen. Dies gilt bis zur Genehmigung. D.h. das übergeordnete Gesamtpflichtenheft der Tunnelautomatisierung / Tunnelleittechnik kann erst nach der erteilten Freigabe der Gewerkplichtenhefte geprüft und genehmigt werden. Für die Erstellung des Pflichtenheftes ist der AN verantwortlich. Im Rahmen des Pflichtenheftes sind alle Details hinsichtlich der Aufgabenstellung und der besonderen Anforderungen zu klären und der Lösungsweg umfassend darzustellen. Ebenfalls ist im Rahmen des Pflichtenheftes die Ereignis-Wirkmatrix mit AG / BÜ abzustimmen und zu erarbeiten. Sie wird Inhalt des Pflichtenheftes. Gegebenenfalls ist das Pflichtenheft im Rahmen der technischen Klärungsphase entsprechend den Erfordernissen zu überarbeiten und dem AG erneut vorzulegen. Dem AG ist die Anwendersoftware frühzeitig vorzustellen und vorzuführen. Zusätzliche Kosten (z.B. Gerätegebühren, Auslösungen, Fahrgelder usw.) aufgrund dieser Vorstellungen und Vorführungen sind in die jeweiligen Positionen des LVs durch den AN einzukalkulieren. Resultierende Handlungsfolgen, z. B. Änderungswünsche des AGs sind entsprechend umzusetzen. Diese sind in der Position durch den AN einzukalkulieren und werden nicht gesondert vergütet. Die mehrmalige Überarbeitung, Besprechung und Wiedervorlage des Pflichtenheftes durch den AN ist einzukalkulieren. Insbesondere ist hierbei zu berücksichtigen, dass eine Abstimmung zwischen dem AN, AG und den dritten Beteiligten zu erfolgen hat. Die Erarbeitung des Pflichtenheftes hat frühzeitig im Rahmen der Werks- und Montageplanung zu erfolgen.
- Umfang des Pflichtenheftes: sämtliche Anlagenteile bzw. einzelnen Anlagengruppen (Steuerung, Visualisierung, Anbindung der GLT, Verkehrstechnik, Beleuchtungssteuerung, Video-, Sprachalarmierungs- und Tunnelfunkanlage, Entwässerung, BG-Lüftung-/ Klimatisierung, Brandmeldetechnik, Lüftungsanlage, Lüftungsmessungen, Brandbekämpfungsanlage, Energieversorgung,

Blitz- und Überspannungsschutz) müssen bzgl. Umfang, Verknüpfung und Funktionsweise - hier vor allem auch das Zusammenwirken mehrerer bzw. aller Anlagenteile untereinander - eindeutig abgebildet und erläutert werden. Darüber hinaus müssen mit diesem Pflichtenheft alle weiteren nicht separat aufgeführten Anlagengruppen übergreifend abgedeckt werden. Sie müssen u. a. enthalten:

- » Funktionsbeschreibung über alle wichtigen Funktionen und Verknüpfungen der GLT und zentrale Anlagen der FSG.
- » Darstellung des Programmablaufes durch Flussablaufdiagramm bzw. Verknüpfungslisten mit zeitlichen Randbedingungen
- » Angabe der Steuerungsparameter der einzelnen Anlagengruppen
- » Darstellung der Betriebszustände der einzelnen Anlagengruppen
- » Darstellung der Visualisierungsbilder zu den einzelnen Anlagengruppen
- Bilddarstellung: bei der Bilderstellung im Rahmen der Pflichtenhefterstellung ist von folgender Vorgehensweise auszugehen:
 - » Abstimmung mit dem AG über die Bildaufteilung, Anzahl und Lage der Meldezeilen, Farben, Symbole usw. Daher ist von einer mehrfachen Abstimmung und Änderung des Musterbildes auszugehen. Dies ist in den Einheitspreis einzukalkulieren.
 - » Bilderentwurf (auf Papier als Farbausdruck)
 - » Abstimmung mit dem AG
 - » Einbringen gewünschter Korrekturen
 - » Erneutes Abstimmen mit dem AG
 - » Einbringen evtl. weiterer Korrekturen
 - » Abschluss der Bilderstellung
- Darstellung verschiedener Szenarien im Störfall
- Erstellung der Datenpunktliste bzw. der Datenpunkttest-Liste aller Anlagenteile je Anlagenteil sowie zusammengefasst, auf Grundlage der Datenpunktliste des Bauvertrages in dem vom AG geforderten Format und Design. Dieses ist im Vorfeld abzustimmen.
- Schnittstellenbeschreibung in Tabellenform mit allen E/A's, einschließlich der Merker, Schaltbefehle und Rückmeldungen, sowie die Messbereiche der Analogsignale und Aktivität der Digitalsignale, gem. Vorgaben des AG.
- Auflistung der technischen Daten aller verwendeten Komponenten
- Konfigurationsschema der Hardware und Software
- Darstellung der Anlagensystematik
- Erstellung eines Signalkennzeichnungssystems
- textliche oder grafische Funktionsbeschreibung aller Programme der Steuerungseinheiten

- ausführliche textliche Darstellung des Programmablaufes. Die Beschreibung ist so auszuführen, dass sie auch für Laien lesbar und verständlich ist. Fachausdrücke sind mittels einer gesonderten Legende zu erklären. Abkürzungen sind gesondert aufzuführen und zu erklären. Die Vorinformationen zur Erarbeitung des Pflichtenheftes werden seitens des AN durch Gespräche und Grobbeschreibung umgesetzter Systeme mit ähnlicher Funktion übermittelt, einschließlich Entwurfsbilder, Einzelanlagenbeschreibung, Querverweise etc.

Nach der Freigabe durch den Auftraggeber bilden das Pflichtenheft, die Ausführungsunterlagen sowie die rechnerischen Nachweise - zusammen mit den Ausarbeitungsunterlagen - die Arbeitsgrundlage zur Erstellung der Teilleistungen. Die vorgenannten Unterlagen müssen vor Montagebeginn fertig gestellt und vom AG genehmigt werden. Abweichungen gegenüber diesen Unterlagen bedürfen der Zustimmung durch den Auftraggeber. Das komplette Pflichtenheft ist dem AG nach Freigabe zu übergeben.

8.2.6 Bestandsunterlagen

Mit Fertigstellung der Baumaßnahme hat der AN spätestens bei Vorlage der Schlussrechnung gemäß ZTV-ING, Teil 1, Abschnitt 2 die vollständigen Bestandsunterlagen (einschließlich der berichtigten und ergänzten Werks- und Montageplanung) zu liefern. Die Bestandsunterlagen sind Voraussetzung für die Abnahme und müssen spätestens 8 Wochen vor Antrag auf Abnahme der Leistung der BÜ unterschrieben zur Prüfung vorliegen. Die Kosten für die Erstellung werden gemäß den entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses vergütet.

Die Bestandsunterlagen umfassen im Wesentlichen:

- Bestandsdokumentation
- Betriebs- und Wartungsunterlagen
- Kurzdokumentation
- Betriebshandbuch
- Material- und Ersatzteillisten

Alle Unterlagen sind in elektronischer Form (PDF) bereitzustellen und fristgerecht in der vom AG bereitgestellten Online-Ablageplattform abzulegen. Die Beschriftung der Datenträger ist vor Erstellung mit dem AG abzustimmen.

Print-Medium:

Die Unterlagen sind analog zur Werks- und Montageplanung (es gelten die zuvor aufgeführten Vorgaben zur Erstellung der Werks- und Montageplanung des AN) je Anlagenteil in einem separaten und beschrifteten Ordner geordnet vorgelegt (in DIN A4-Ordnern eingeleftet, Pläne normgerecht gefaltet). Die einzelnen Unterlagen in den jeweiligen Ordnern werden durch Registereinlagen getrennt. Jeder Ordner erhält ein Deckblatt, auf welchem die Register sowie deren Inhalt aufgeführt werden.

Vor der Erstellung der Bestandsunterlagen ist mit dem AG der zu verwendende Planspiegel abzustimmen. Im entsprechenden Feld des Planspiegels muss der verantwortliche Projektleiter des AN jedes Exemplar im Original unterschreiben.

Elektronische Form:

Die Dokumentation in elektronischer Form ist ein Abbild der vollständigen Bestandsunterlagen als Print-Medium. Die Datenträger sind lesbar und mit eindeutiger Zuordnung maschinell zu beschriften.

Die einzelnen Unterlagen sind in den nachfolgend aufgeführten Dateiformaten zu speichern:

- sämtlicher Schriftverkehr, Protokolle, Genehmigungen, Anträge, Technische Unterlagen etc.: PDF-Dateien
- sämtliche CAD-Pläne: DWG, DXF, PDF-Dateien
- sämtliche Fotos: JPG, TIFF-Dateien
- sämtliche Berechnungen: in bearbeitbarer Form als XLS, CSV und als PDF-Dateien
- sämtliche Programm-Codes: in bearbeitbarem Format und als PDF-Dateien

8.2.6.1 Bestandsdokumentation

Die Bestandsdokumentation ist während des Probetriebs zu erstellen und muss spätestens zu den Einweisungen und Schulungen des AG-Personals in vollständiger, mängelfreier Form vorliegen. Sie bildet die Grundlage für die anschließende VOB-Abnahme. Terminverschiebungen aufgrund fehlender oder mangelhafter Unterlagen gehen zu Lasten des AN.

Die vollständige Bestandsdokumentation ist der BÜ als Prüfaxemplar vorzulegen (Print und elektronisch als PDF). Für die Prüfung ist ein Zeitraum von 10 Werktagen einzuplanen. Änderungen oder Ergänzungen aus der Prüfung sind kurzfristig und ohne Anspruch auf Zusatzvergütung umzusetzen.

Es gilt die ZTV-ING Teil 1 Abschnitt 2 Nr. 4. Es dürfen nur deutsche Bezeichnungen verwendet werden. Die betriebstechnischen Belange sind zu berücksichtigen.

Die Bestandsdokumentation umfasst alle eingebauten bzw. gelieferten Anlagen, den revidierten Bestand der Werks- und Montageplanung sowie:

- Adressverzeichnis (Ersteller, Kundendienst, Wartungsdienst, Störstelle, Ansprechpartner)
- Funktionsbeschreibung der Gesamt- und Teilanlagen inkl. Anlagenschaubild und Kurzbeschreibung der MSR-Funktionen
- Verbraucherlisten mit allen elektrischen Kenngrößen
- Messstellenlisten mit Messbereichen und Verfahren
- Vollständige technische Bestandsunterlagen aller installierten Anlagen bereitzustellen (keine allgemeinen Produktinformationen), einschließlich:
 - » Geräte-/Anlagenbezeichnung (Hersteller, Typ, Bestellnummer)
 - » Technische Daten (Versorgungsspannung, Gewicht, Abmessungen, Werkstoff, Korrosionsschutz, Inbetrieb- und Abnahmedatum, Wartungsvorgaben)
 - » Aufstellungspläne aller Anlagen und Geräte
 - » Prinzipschaltpläne (einpölig), Stromlaufpläne (allpölig)

- » Kabelverlegungspläne mit Leitungsführung, Querschnitten und Adern
- » Klemmenpläne und Schaltbilder für jede Verteilung (ein Exemplar in Klarsichttasche an Schaltschranktür)
- » Selektivitäts- und Kurzschlussberechnung (revidiert), Einstellwerte aller Schutzeinrichtungen
- » Beleuchtungsberechnungen, Leistungsbedarfslisten (Einzel- und Gesamtverbrauch)
- » Blitzschutz- und Erdungsunterlagen inkl. Lagepläne und Messwerte
- » Prüf-, Mess-, Inbetriebnahme-, Funktions- und Abnahmeprotokolle
- » Auswertungsberichte zu Brandversuch, Tunnelbeleuchtung, Blitzschutz, Erdungsmessung, Typ- und Störlichtbogenprüfungen (durch akkreditiertes Prüfinstitut)
- » Einweisungsunterlagen inkl. Störmeldeliste und Alarmierungsplan
- » Bestandsunterlagen für Blitzschutz (VDE 0185-305), Brandmeldeanlage (DIN 14675)
- » Übereinstimmungserklärung Kabelanlage gemäß ABP (DIN 4102-12)
- » Regelungsschema mit Sollwerten, Leistungen, Funktionsabhängigkeiten und Verriegelungen
- » Programme mit aktueller, vollständiger Softwaredokumentation:
 - als kommentierter Quellcode
 - als Softwarebeschreibungen mit Programmablaufplänen
 - als Sicherungskopie auf Datenträger
- » Hardware-Dokumentation
- » Standard- und Systemsoftware-Dokumentation
- » Dokumentation der Datenpunkte und Rückdokumentation der System-Parametrierung
- » Programmlistings der anlagenspezifischen Anwendersoftware und Benutzersoftware des Leitsystems
- » Datenträger mit Anwenderprogrammen der jeweiligen Steuerungseinheit
- » Benutzerhandbuch und detaillierte, anlagenspezifische Bedienungsanleitung
- » Aufbauzeichnungen der Schränke, Schrankanordnungspläne
- » Pflichtenheft, technische Beschreibung, Datenblätter
- » Stromlaufpläne (allpolig), Klemmenpläne, Funktionspläne.
- Schaltschemen und Bedienungsanweisungen
- Sämtliche Zulassungsbescheinigungen
- Alle behördlichen und Sachverständigen-Abnahmen (beanstandungsfrei)
- Schriftliche Erklärungen des AN:

- » Montagearbeiten abgeschlossen
- » Einregulierung durchgeführt, Einstellprotokolle mit Sollwerten vorhanden
- » Probetrieb abgeschlossen, Einweisung erfolgt
- » Vertragsgemäße Betriebsbedingungen während Probetrieb
- » Garantieleistungen nachgewiesen
- » Messstellen eingerichtet und geprüft
- Fachunternehmerbescheinigungen
- Werksprüfzeugnisse für alle metallischen Materialien (Nachweis gemäß „Stoffe und Bauteile“)
- Materialzeugnisse, Prüfbescheinigungen, Konformitätserklärungen
- Installationsbescheinigung für Ex-Anlagen
- Leerrohrbelegungspläne und Schachtkarten mit Belegungsangaben
- Protokolle aller Werksprüfungen.

Alle eingebauten und gelieferten Anlagen sind in der Bestandsdokumentation mit dem abgestimmten Anlagenkennzeichnungssystem gemäß der Werks- und Montageplanung zu bezeichnen.

8.2.6.2 Betriebs- und Wartungsunterlagen:

Für jede selbständig funktionierende und einzeln zu wartende Anlage sind separate Wartungsbücher zu erstellen. Diese müssen enthalten:

- Wartungsvorschriften aller Hersteller
- Bedienungsanleitungen für alle Anlagen und Geräte
- Funktion und Lage der Bedienungsorgane
- Bestandskarten mit Kurzbeschreibung und vollständigen Angaben:
 - » Bezeichnung, Fabrikat, Typ, Geräte- und Bestellnummer
 - » Hauptabmessungen, Gewicht, technische Daten
 - » Material, Korrosionsschutz, Inbetriebnahmedatum
 - » Art und Turnus der Inspektions- und Wartungsarbeiten
 - » Liste der Spezialwerkzeuge
 - » Eigenschaften der Betriebsmittel
 - » Hinweise zur Entsorgung ausgemusterter Teile und verbrauchter Betriebsmittel.

8.2.6.3 Kurzdokumentation:

Es ist eine Kurzdokumentation der Gesamtanlage vorzulegen, bestehend aus einer kurzen Beschreibung und einem Übersichtsplan mit Darstellung der Teilanlagen und deren Einbindung in die Gesamtanlage. Der Umfang darf 10 DIN-A4-Seiten nicht überschreiten (gemäß ZTV-ING, Teil 7, Abschnitt 4 „Kurzdokumentation“)

8.2.6.4 Betriebshandbuch:

Der AN erstellt ein Betriebshandbuch für den Betreiber und die Außenstellen. Es muss:

- einen schnellen Überblick über Bedienung und Störungsbeseitigung geben,
- eine Anleitung zur Bedienung und Auswertung der ZLT-Programme enthalten,
- Maßnahmen bei Ereignissen (Störungen, Alarme) beschreiben, die nicht im AGAP enthalten sind,
- eine Kurzanleitung für Bediengeräte, Handbedienfelder und Notbedienfeld enthalten, inkl. Warnhinweisen zu Handschaltungen,
- Querverweise auf die Bestandsunterlagen enthalten.

Das Handbuch ist als DIN-A4-Ordner mit Inhaltsverzeichnis sowie als digitale Version (PDF mit Browserfunktion) bereitzustellen. Der Umfang darf 100 DIN-A4-Seiten nicht überschreiten.

8.2.6.5 Material- und Ersatzteillisten:

Der AN hat für alle Anlagen Material- und Ersatzteillisten bereitzustellen, einschließlich:

- Darstellung der erwarteten Wartungsintervalle unter Berücksichtigung von Laufzeiten, Brenndauer und werkseitigen Vorgaben
- Angaben zu Ersatzteilen (Hersteller, Typ, Anschrift, Bestellnummer)
- Quittierung von Betriebs- und Wartungszeiten
- Aufstellung aller wesentlichen Betriebs- und Verbrauchsmittel, zusammengefasst nach Ausführungen mit Hersteller und Typenkennzeichen
- Checklisten für Einzelanlagen, Gesamtanlage und Einzelkomponenten.

8.2.6.6 Bestandsübersichtszeichnungen

Der AN übergibt dem AG die Bestandsübersichtszeichnungen:

- als Papiausdruck (je Bauwerk zweifach) zur Prüfung,
- als CAD-Austauschdatei im DXF-Format unter Verwendung des vom AG bereitgestellten DXF-Übergabeformulars.

Nach Prüfung und Berichtigung gemäß Prüfvermerk des AG konvertiert der AN die freigegebene CAD-Zeichnung vom DXF-Format in ein TIFF-Format (alternativ BMP) und übergibt die Datei dem AG zusammen mit einer schriftlichen Bestätigung, dass der geprüfte Ausdruck mit dem Inhalt der Datei übereinstimmt.

Der AN übergibt dem AG die Bestandszeichnungen:

- in Papierform (je Bauwerk zweifach) zur Prüfung,
- als CAD-Austauschdatei im DXF-Format mit dem vom AG bereitgestellten DXF-Übergabeformular,
- zusätzlich konvertiert in ein Rasterformat (TIFF oder BMP).

Bestandspläne und Übersichtspläne müssen alle Einrichtungen enthalten, die für die Unterhaltung des Tunnels relevant sind (z. B. Treppen, Leitungskanäle,

Schächte, Böschungen, Pflasterungen), auch wenn diese von anderen AN erstellt wurden.

8.2.6.7 Fotodokumentation

Die Lichtbilder sind vom AN zu digitalisieren und als Datei im abgestimmten Format auf PC-kompatiblen Datenträgern zu übergeben. Alle Fotos sind mit Datum und Uhrzeit zu versehen.



9 ZUSÄTZLICHE TECHNISCHE VERTRAGSBEDINGUNGEN

Verweisen die Vergabeunterlagen auf nationale Vorschriften oder Normen (einschließlich solcher, die europäische Normen umsetzen), europäische technische Bewertungen, gemeinsame technische Spezifikationen, internationale Normen oder andere technische Bezugssysteme, so gilt:

Gleichwertige Nachweise werden anerkannt. Jede Bezugnahme erfolgt mit dem Zusatz „oder gleichwertig“. Die Gleichwertigkeit ist vom Bieter durch geeignete Unterlagen (z. B. Prüfberichte, Zertifikate akkreditierter Stellen, Herstellererklärungen) nachzuweisen.

Rechtsgrundlage: Art. 42 RL 2014/24/EU, § 7a VOB/A, § 31 Abs. 2 VgV

9.1 Auflistung der anzuwendenden „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen“

9.1.1 Verkehrsführung und Verkehrssicherheit

- Richtlinien für die verkehrsrechtliche Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA 21)
- ARS Nr. 24/2021 vom 08.11.2021
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen (ZTV-SA 97); Ausgabe 1997, Berichtigter Nachdruck Juni 2001
- ARS Nr. 18/1999 vom 17.08.1999
- Technische Lieferbedingungen für Absperrschranken (TL-Absperrschranken); Ausgabe 1997
- Technische Lieferbedingungen für Leit- und Warnbaken (TL-Leitbaken); Ausgabe 1997
- Technische Lieferbedingungen für fahrbare Absperrtafeln (TL-Absperrtafeln); Ausgabe 1997
- Technische Lieferbedingungen für Aufstellvorrichtungen für Schilder und Verkehrseinrichtungen an Arbeitsstellen (TL-Aufstellvorrichtungen); Ausgabe 1997
- Technische Lieferbedingungen für Warnbänder bei Arbeitsstellen an Straßen (TL-Warnbänder); Ausgabe 1997
- Technische Lieferbedingungen für bauliche Leitelemente (TL-Leitelemente); Ausgabe 1997
- Technische Lieferbedingungen für transportable Schutzeinrichtungen (TL-Transportable Schutzeinrichtungen); Ausgabe 1997
- ARS Nr. 05/2023 vom 28.03.2023 – TL-Transportable Lichtsignalanlagen (Ausgabe 2022)

- ARS Nr. 35/1997 vom 12.08.1997 – Absperrschranken, Leitbaken, Absperrtafeln, Aufstellvorrichtungen, Markierungen, Warnbänder, Leitelemente, Schutzeinrichtungen, Signalanlagen
- ARS Nr. 05/1999 vom 15.12.1998 – Ergänzung TL-Transportable Schutzeinrichtungen
- ARS Nr. 08/2016 vom 11.04.2016 – Ergänzung TL-Transportable Schutzeinrichtungen
- Technische Lieferbedingungen für Leitkegel (TL-Leitkegel 94); Ausgabe 1994
- ARS Nr. 16/1994 vom 27.05.1994
- Technische Lieferbedingungen für Warnleuchten (TL-Warnleuchten); Ausgabe 1991
- ARS Nr. 10/1998 vom 12.03.1998 – Ergänzungsprüfung Warnleuchten
- ARS Nr. 15/1991 vom 20.08.1991 – Ergänzung TL-Warnleuchten
- ARS Nr. 23/2022 vom 14.12.2022 – Änderung Prüfungen Arbeitsstellen
- Richtlinien für die wegweisende Beschilderung außerhalb von Autobahnen (RWB), Ausgabe 2000
- ARS Nr. 27/1999 vom 15.11.1999
- Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen (RWBA), Ausgabe 2000
- ARS Nr. 26/2000 vom 28.12.2000
- ARS Nr. 09/2001 vom 14.02.2001 – Zusätzliche grafische Symbole RWBA
- ARS Nr. 06/2006 vom 27.04.2006 – Hinweise Dienstleistungsangebot Rastanlagen
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für vertikale Verkehrszeichen (ZTV VZ); Ausgabe 2011
- Technische Liefer- und Prüfbedingungen für vertikale Verkehrszeichen (TLP VZ); Ausgabe 2011
- Merkblatt für die Wahl der lichttechnischen Leistungsklasse von Verkehrszeichen (M LV); Ausgabe 2011
- ARS Nr. 09/2011 vom 21.07.2011
- ARS Nr. 18/2015 vom 23.10.2015 – Ergänzung ZTV VZ
- Grundsätze für die passiv sichere Aufstellung von Verkehrszeichen; Ausgabe 2022
- ARS Nr. 02/2022 vom 02.02.2022
- Industrienorm für Aufstellvorrichtungen von Verkehrszeichen – IVZ-Norm 2022
- Richtlinien für die Markierung von Straßen; Teil A: Autobahnen (RMS, Teil A); Ausgabe 2019
- ARS Nr. 23/2019 vom 09.12.2019

- Richtlinien für die Markierung von Straßen; Teil 1: Abmessungen (RMS-1); Ausgabe 1993
- Richtlinien für die Markierung von Straßen; Teil 2: Anwendung (RMS-2); Ausgabe 1980
- ARS Nr. 33/1993 vom 29.09.1993
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen (ZTV M); Ausgabe 2013
- ARS Nr. 24/2013 vom 18.11.2013
- ARS Nr. 25/2016 vom 02.11.2016 – Ergänzungen ZTV M
- Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (TL M); Ausgabe 2006
- ARS Nr. 18/2006 vom 17.07.2006
- Technische Prüfbedingungen für Markierungssysteme (TP M); Ausgabe 2018
- ARS Nr. 12/2018 vom 06.07.2018
- Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS 2009); Ausgabe 2009
- ARS Nr. 28/2010 vom 20.12.2010
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (ZTV FRS 13/Fassung 2017); Ausgabe 2013/Fassung 2017
- ARS Nr. 21/2017 vom 01.12.2017
- Technische Kriterien für den Einsatz von Fahrzeug-Rückhaltesystemen in Deutschland (TK FRS); Ausgabe 2019
- ARS Nr. 15/2017 vom 23.08.2017
- Anforderungen an den Nachweis der Leistungsfähigkeit von Betonschutzwänden in Ortbetonbauweise – Vergleichsverfahren BSW Ortbeton (VGVF BSW O); Ausgabe 2013
- ARS Nr. 18/2013 vom 05.09.2013
- Technische Lieferbedingungen für Betonschutzwand-Fertigteile (TL-BSWF 96); Ausgabe 1996
- ARS Nr. 03/1996 vom 30.04.1996
- Technische Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken (TL-SP 99); Ausgabe 1999
- ARS Nr. 08/1999 vom 01.12.1999
- Technische Liefer- und Prüfbedingungen für Übergangskonstruktionen für Schutzeinrichtungen (TLP ÜK 2017)
- ARS Nr. 16/2017 vom 23.08.2017
- Hinweise für die Anordnung und Ausführung von senkrechten Leiteinrichtungen (HLB) – Abschnitt 5: Leitpfosten; Ausgabe 1957

9.1.2 Betriebstechnischen Ausstattung

- RE-ING – Richtlinien für Entwurf, konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten, Stand 2024/12 (eingeführt per ARS 03/2025), insbesondere Teil 3 (Tunnel).
- ZTV-ING – Teil 7-4 „Betriebstechnische Ausstattung“ (Tunnel)– in der aktuellen Ausgabe Februar 2025
- Korrosionsschutz Stahlbauten – RI-ERH-KOR – (Richtlinie für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten).
- Kopfbolzendübel – Qualitätssicherung beim Schweißen im Brücken-/Tunnelumfeld – ARS 18/2019 „Qualitätssicherung beim Schweißen von Kopfbolzendübeln im Brückenbau“.
- BAST/FGSV-Hinweise zu ZTV-ING

9.1.3 Verkehrsbeeinflussung

- Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen (RWVZ), Ausgabe 1997
- ARS Nr. 15/1997 vom 18.04.1997
- Richtlinien für Wechselverkehrszeichenanlagen an Bundesfernstraßen (RWVA), Ausgabe 1997
- ARS Nr. 16/1997 vom 18.04.1997
- Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS), Ausgabe 2012
- ARS Nr. 02/2013 vom 03.01.2013
- Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta) – Hinweise für die einheitliche Gestaltung und Anwendung an Bundesfernstraßen, Ausgabe 2022
- ARS Nr. 09/2022 vom 14.04.2022
- Verkehrsbeeinflussung – Markierungsknöpfe
- ARS Nr. 36/2001 vom 29.09.2001

9.1.4 Vermessung / Allgemein

- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauvermessung im Straßen- und Brückenbau (ZTV Verm-StB 01), Ausgabe 2001, ARS Nr. 18/2001 vom 30.05.2001
- Richtlinie für die Anlage von Straßen – Teil Vermessung (RAS-Verm), Ausgabe 2001, ARS Nr. 22/2001 vom 30.11.2001.

9.1.5 Arbeitsstellensicherung

- ASR A 5.2 „Straßenverkehr“ – Stand April 2014.

9.2 Sonstige anzuwendende Regelwerke des jeweiligen Bundeslandes

9.2.1 Energieeffizienz

Zur Sicherstellung einer hohen Energieeffizienz sind die Anforderungen der EU-Ökodesign-Verordnungen einzuhalten. Dies betrifft insbesondere:

- Externe Netzteile: Verordnung (EG) Nr. 278/2009
- Warmwassergeräte und -speicher: Verordnung (EU) Nr. 814/2013
- Raumklimageräte und Komfortventilatoren: Verordnung (EU) Nr. 206/2012
- Lüftungsanlagen: Verordnung (EU) Nr. 1253/2014
- Raumheizgeräte und Kombiheizgeräte: Verordnung (EU) Nr. 813/2013
- Transformatoren: Verordnung (EU) Nr. 548/2014
- Beleuchtungssysteme: Verordnungen (EG) Nr. 245/2009, (EU) Nr. 347/2010, 874/2012
- Ventilatoren: Verordnung (EU) Nr. 327/2011
- Elektromotoren: Verordnung (EG) Nr. 640/2009
- Umwälzpumpen: Verordnung (EG) Nr. 641/2009
- Wasserpumpen: Verordnung (EU) Nr. 547/2012

Nachweis: CE-Kennzeichnung und Herstellererklärung gemäß Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG. Gleichwertige Nachweise werden anerkannt.

9.3 Regelwerke Flughafen Stuttgart GmbH

Sämtliche relevanten firmeninternen Richtlinien der Flughafen Stuttgart GmbH sind Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen und verbindlich einzuhalten. Dies gilt insbesondere für die nachfolgend aufgeführten Ausführungs- und Dokumentationsrichtlinien sowie Verfahrensanweisungen für Planung, Ausführung, Inbetriebnahme und Dokumentation::

- Ausführungsrichtlinie Passive IuK Infrastruktur
- 11 Anlage 1 Verfahrensanweisung zum Umgang mit Brandabschottungen
- 11 Ausführungs- und Dokumentationsrichtlinie Brandschutz
- 14 Ausführungsrichtlinie IT Infrastruktur
- 15 Ausführungsrichtlinie Gebäudeautomation
- 16 Anlage 1 Kabelschutzanweisung
- 16 Ausführungs- und Dokumentationsrichtlinie Tiefbau
- 18 Ausführungsrichtlinie Befeuerung Aussenbeleuchtung 400 Hz
- 19 Ausführungsrichtlinie Stromversorgungsanlagen
- 21 Ausführungsrichtlinie Gebäudetechnik
- 22 Ausführungsrichtlinie Notrufanlage und Gegensprechanlage
- 23 Ausführungsrichtlinie Lautsprechanlage
- 24 Ausführungsrichtlinie Videotechnik

- 26 Ausführungsrichtlinie Zutrittskontrollsystem
- 28 Ausführungsrichtlinie Einbruchmeldeanlage
- 29 Ausführungsrichtlinie Brandmeldeanlage
- 30 Ausführungsrichtlinie Bündelfunkanlage
- 31 Ausführungs- und Dokumentationsrichtlinie Vermessung
- 120 Dokumentationsrichtlinie Facility Management
- 130 Dokumentationsrichtlinie Bündelfunkanlage

ENTWURF



10 ANLAGEN

- 0 Pläne Tunnel Allgemein

0.0.1 Lageplan Betriebstechnische Ausstattung Tunnel inkl. Vorfelder

0.0.2 Regelquerschnitt Betriebstechnische Ausstattung Tunnel

0.0.3 Notrufrischen – Schnitte, Ansichten

0.0.4 Brandschutzkonzept

- 1 Beleuchtungsanlagen

1.0.1 Lichttechnische Berechnung – Bericht

1.1.1 Adaptationsbeleuchtung Nordportal – Übersichtsschema

1.1.2 Adaptationsbeleuchtung Südportal – Übersichtsschema

1.2.1 Durchfahrtbeleuchtung – Übersichtsschema

1.2.2 Gehwegsbeleuchtung – Übersichtsschema

1.3.1 Fluchtweg- und Orientierungsbeleuchtung – Übersichtsschema

1.4.1 Aktive Leiteinrichtungen Übersichtsschema

- 2 Tunnellüftungsanlage

2.0.1 Lüftungsberechnung – Bericht

2.0.2 Lastenheft Tunnellüftung – Bericht

2.1.1 Lüftungsanlage – Übersichtsschema

2.1.2 Strahlventilatoren – Verkabelungsschema

- 3 Verkehrsanlagen

3.0.1 Verkehrstechnische Ausstattung – Übersichtsschema

3.1.1 Verkehrstechnik – Verkabelungsschema

3.3.1 SST im Vorfeld – Grundriss und Schnitte

3.4.1 Verkehrstechnik Datenübertragung – Schemaplan

3.5.1 Sperrschranke – Ansicht, Schnitte

- 4 Notrufanlage

4.0.1 Notrufanlage – Übersichtsschema

- 5 Videoanlage

5.0.1 Videoanlage – Übersichtsschema

- 6 Tunnelfunkanlage

- 6.0.1 Tunnelfunkanlage – Übersichtsschema

- 6.1.1 Tunnelfunkzentrale – Schrankansicht

- 7 Sprachalarmierungsanlage

- 7.0.1 Sprachalarmierungsanlage – Übersichtsschema

- 7.1.1 SSA-Zentrale – Schrankansicht

- 8 Brandmeldeanlage

- 8.0.1 Brandmeldeanlage – Übersichtsschema

- 8.1.1 BMA Betriebsgebäude – Lageplan

- 8.2.1 BMZ – Schemaplan

- 9 Brandbekämpfungsanlage (BBA)

- 9.0.1 BBA – Lastenheft

- 9.1.1 BBA – Übersichtsschema BBA Tunnel

- 9.1.2 BBA – R&I Schemaplan

- 9.1.3 BBA – Ablaufdiagramm

- 9.1.4 BBA – Detail Tunnelfahrraum

- 9.1.5 BBA – Verteiler – einpoliges Schema

- 9.1.6 BBA – Detail Entwässerung Südportal

- 9.1.7 BBA – Detail Anschluss Pumpenraum/Tunnel

- 9.1.8 Übertragungstechnik – Schemaplan BBA

- 9.1.9 Energieversorgung – Schemaplan BBA

- 10 Verkabelung

- 10.0.1 Kabelliste

- 11 Betriebsgebäude

- 11.1.1 Betriebsgebäude Kabeltrassen BG – Grundriss, Schnitte

- 11.2.1 Betriebsgebäude Doppelboden BG – Grundriss, Schnitte

- 11.2.2 Betriebsgebäude Umbau Dieselaggregatraum – Grundriss, Schnitte

- 11.3.1 Betriebsgebäude Elektroinstallation – Übersichtsschema und Details

- 11.3.2 Versorgungskanal Elektroinstallation – Übersichtsschema und Details

- 11.3.3 Pumpenhaus Elektroinstallation – Übersichtsschema und Details
- 11.3.4 Betriebsgebäude Installationsverteiler – einpoliges Schema
- 11.3.5 Betriebsgebäude Elektroinstallation – Sicherheitsbeleuchtung
- 11.4.1 Betriebsgebäude Übersicht HKL – Schema
- 11.4.2 Berechnungen Heizung, Lüftung, Klima
- 11.4.3 Betriebsgebäude Verteiler HKL – einpoliges Schema

- 12 Energieversorgung

- 12.0.1 Energieversorgungsanlagen – Schemaplan
- 12.0.2 Energieversorgung Niederspannung – Übersichtsschema
- 12.0.3 Leistungsbilanz – Bericht
- 12.0.4 Netzberechnungen – Bericht
- 12.1.1 Mittelspannungsanlage BG – Schemaplan
- 12.1.2 Mittelspannungsanlage BG – Grundriss
- 12.2.1 Niederspannungshauptverteiler BG – einpoliges Schema
- 12.2.2 Sicherheitsstromhauptverteiler BG – einpoliges Schema
- 12.2.5 Verteiler Beleuchtung BG – einpoliges Schema
- 12.2.6 Verteiler Beleuchtung Versorgungskanal – einpoliges Schema
- 12.2.7 Verteilung Notrufnische – einpoliges Schema
- 12.2.8 Lüfterverteiler BG – einpoliges Schema
- 12.2.9 Lüfterverteiler Versorgungskanal – einpoliges Schema
- 12.3.1 Blitzschutzkonzept – Übersichtsschema
- 12.3.2 Potentialausgleich Tunnel – Übersichtsschema
- 12.3.3 Potentialausgleich BG – Übersichtsschema
- 12.3.4 Potentialausgleich Pumpenhaus – Übersichtsschema

- 13 Automatisierungs- und Leittechnik

- 13.0.1 Automatisierungs- und Leittechnik – Schemaplan
- 13.0.2 Übertragungstechnik – Schemaplan
- 13.0.3 Spleiß Tabellen und Faserlisten – Liste
- 13.1.1 Notbedientableau – Ansicht
- 13.1.2 Kabelliste AKN

- 14 Sonstige Anlagen

- 14.1.1 Bezeichnungsschilder



14.1.2 Datenpunktliste

14.1.3 Ereigniswirkmatrix

14.1.4 Türstammdatenliste

ENTWURF



11 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

26. BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissions- schutzgesetzes - elektromagnetische Felder
ADA	Alarmierungsbereich
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
AKN	Anwenderneutrales Kommunikationsnetzwerk
ALE	Aktive Leiteinrichtung
AN	Auftragnehmer
AQ	Anzeigequerschnitt
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BBA	Brandbekämpfungsanlage
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BG	Betriebsgebäude
BMA	Brandmeldeanlage
BMZ	Brandmeldezentrale
BOL/BÜ	Bauoberleitung/Bauüberwachung
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BTA	Betriebstechnische Ausstattung
BVB	Besondere Vertragsbedingungen
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage
DAB	Digital Audio Broadcasting
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
DFB	Durchfahrtsbeleuchtung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DPG	Dezentrales Peripherie Gerät
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
eANV	Elektronische Abfallnachweisverfahren
EN	Europäische Norm
FIZ	Feuerwehrinformationszentrum
FU	Frequenzumrichter
FSG	Flughafenstuttgart GmbH
GLT	Gebäudeleittechnik
HKL	Heizung, Klima, Lüftung

HKLS	Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär
KVM	Keyboard-Video-Mouse
LED	Leuchtdiode
LSA	Lichtsignalanlage
LV	Leistungsverzeichnis
LWL	Lichtwellenleiter
MSV	Maximalstundenverkehr
NN	Notruf-Nische
NSHV	Niederspannungshauptverteilung
OMU	Optische Master Unit
PE	Schutzleiter
PT	Platin-Tempersensur
RE-ING	Richtlinie für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten Teil 3-3
RFB	Rohfußboden
RWVZ	Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen
SAA	Sprachalarmierungsanlage
SAO	Sicherheits- und Alarmorganisation
SAZ	Sprachalarmierungszentrale
SI	Sichttrübungsmessgerät
SiGe	Sicherheits- und Gesundheitsschutz
SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitsschutz Koordinator
SLASS	Synchronised Longitudinal Announcement Speaker System (synchronisierte Längsbeschallung)
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SST	Streckenstation
StVO	Straßenverkehrsordnung
SV	Strahlventilator
TA	Technische Ausrüstung
TAB	Technische-Anschluss-Bedingungen
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TMO	Trunked Mode Operation
UKW	Ultrakurzwelle
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung

VDE	Verband der Elektrotechnik
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VZB	Verkehrszeichenbrücke
VZH	Verkehrszentrale Hessen
W+M Planung	Werkstatt- und Montageplanung
WLZ	Wechsellichtzeichen
WVZ	Wechselverkehrszeichen
WZG	Wechselzeichengeber
ZTV	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen
ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten



ENTWURF

