Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA

RICHTLINIE

TECHNISCHE ZENTRALEN BSA

Anforderungen allgemein, physische Sicherheit, OT-Technikraum und Brandschutz

Ausgabe 2025 V1.00
ASTRA 13009

Impressum

Autoren / Arbeitsgruppe

Renato Kundert	ASTRA DS-UARS, Vorsitz
Jolanda Geringer	ASTRA DS-DTI
Markus Berger	ASTRA I-FU
Markus Eisenlohr	ASTRA I-FU
Martin Wyss	ASTRA I-B
Ursus Sonder	Mullis+Cavegn AG
Stefan Küng	Mullis+Cavegn AG

Begleitgruppe

Bernard Crausaz	ASTRA DS-UARS
Nicolas Bébié	ASTRA I-EP
Witali Kessler	ASTRA I-EP

Originalsprache
Deutsch

Herausgeber
Bundesamt für Strassen ASTRA
Abteilung Strassennetze N
Standards und Sicherheit der Infrastruktur SSI
3003 Bern

Bezugsquelle
Das Dokument kann kostenlos von www.astra.admin.ch heruntergeladen werden.

© ASTRA 2025
Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung – unter Angabe der Quelle gestattet.

Vorwort

Mit dieser Richtlinie werden die Anforderung an die technischen Zentralen BSA festgelegt, damit auch in Zukunft die physische Sicherheit für die Steuer- und Leittechnik der Nationalstrasse gewährleistet ist. Diese Vorgaben sind Bestandteil der OT-Security Governance der BSA-Systeme.

Damit die technischen Zentralen, die verschiedenen Raumtypen und deren Ausrüstung zukünftig einheitlich geplant und realisiert werden, definiert die Richtline die Anforderungen zu diesen Aspekten.

Beim Brandschutz der technischen Zentralen orientiert sich das ASTRA an den Vorgaben der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) und passt diese wo nötig an.

Bundesamt für Strassen

Jürg Röthlisberger
Direktor

Inhaltsverzeichnis

Impressum **2**
Vorwort **3**

1 Einleitung **9**
1.1 Zweck 9
1.2 Geltungsbereich 9
1.3 Adressaten 9
1.4 Inkrafttreten und Änderungen 9

2 Grundlagen **10**
2.1 Definitionen 10
2.1.1 Technische Zentralen 10
2.1.2 Werkhöfe 10
2.1.3 Versorgungsstation und Verteilkabinen offene Strecke 10
2.1.4 Technikräume 10
2.1.5 Nebenräume 10
2.1.6 OT-Technikräume 10
2.2 Abgrenzung 10
2.3 Schnittstellen 11
2.3.1 VNB / EVU 11
2.3.2 Raum Dritte 11

3 Physischer Schutz der BSA/OT Infrastruktur **12**
3.1 Grundsätze 12
3.2 Zuständigkeiten für die Umsetzung der Sicherheitsanforderungen 12
3.3 Schutzbedarf 12
3.4 Zwiebelschalen-Prinzip 12
3.5 Schutzzonen 13
3.6 Physischer Schutz von Leitungen und Anschlüssen 13
3.6.1 Normschränke, Kabinen, Anschlussdosen und -kästen 13
3.6.2 Kabelanlagen in den Schutzzonen 1 und 2 14

4 Planung technische Zentralen **15**
4.1 Allgemeine Anforderungen 15
4.1.1 Zufahrt/Zugang 15
4.1.2 Zutritts- und Sicherheitsmassnahmen 15
4.1.3 Einbringwege 15
4.2 Tunnel mit Gegenverkehr 15
4.2.1 Tunnel Kategorie A (bis 300m) 15
4.2.2 Tunnel Kategorie B (300m-800m) 16
4.2.3 Tunnel Kategorie C1/C2 (800m-1500m) 16
4.2.4 Tunnel Kategorie C1/C2 (ab 1500m) 17
4.3 Tunnel mit Richtungsverkehr 18
4.3.1 Variante Neubau 18
4.3.2 Erweiterung mit SISTO 18
4.3.3 Erweiterung mit Tunnelröhre und SISTO 19
4.4 Raumtypen 20
4.4.1 Technikräume 20
4.4.2 Nebenräume 20
4.4.3 OT-Technikraum 21
4.5 Dimensionen 22
4.6 Raumhöhe 23

5 Allgemeine Anforderungen an Zentralenräume 24
5.1 Bauliche Anforderungen 24
5.1.1 Fenster 24
5.2 Schliesskonzept 24
5.3 Klimatische Bedingungen 24
5.4 Personenbelegung 24
5.5 Elektrische Hausinstallationen 24
5.5.1 Bau 24
5.5.2 Energieversorgung 24
5.5.3 Steckdosen 25
5.5.4 Beleuchtung 25
5.5.5 Türüberwachung 25
5.5.6 Kommunikationseinrichtungen 25
5.5.7 Treppen und Korridor 25
5.5.8 Überwachung / Datenpunkte 25
5.6 Brandmeldeanlage (BMA) Gebäude 25
5.7 Krananlagen / Hebezeug 25
5.8 Türen/Tore 25
5.9 Doppelboden 26

6 Spezifische Anforderungen Zentralenräume 27
6.1 NS-Raum mit Speicher- und Serverkomponenten (Z4) 27
6.2 Transformatorenraum 27
6.3 Mittelspannungsraum 27
6.4 Notstromversorgung 27
6.4.1 USV-Raum 27
6.4.2 Batterieraum 27
6.4.3 Rack USV 27
6.5 Raum für Dritte 28
6.6 BSA/OT-Systeme in Räume Dritter 28
6.7 HLK Anlagenraum 28
6.8 Ventilatorhallen / Lüftungszentralen (Rauchabsaugung) 28

7 Anforderungen OT–Technikraum 29
7.1 Umweltfaktoren und Standortwahl 29
7.1.1 Standort 29
7.1.2 Areal 29
7.1.3 Immobilie 29
7.1.4 Erdbeben 30
7.1.5 Überschwemmungen 30
7.2 Physischer Schutz 30
7.2.1 Wasserleitungen 30
7.2.2 Aussenhautsicherung 31
7.2.3 Schliessanlage / Zutrittskontrolle 31
7.2.4 Bildüberwachungssystem 31
7.2.5 Klimatische Bedingungen 31
7.3 Bauliche Anforderungen 31
7.3.1 Dimensionen 31
7.3.2 Einbringwege 32
7.3.3 Hebevorrichtung 32
7.3.4 Türe zu OT-Technikraum 32
7.3.5 Bodenbelastbarkeit 32
7.3.6 Doppelboden 33
7.3.7 Vibrationsarme Infrastruktur 33
7.3.8 EMV 33
7.3.9 Alarmierung an UeLS-CH 33
7.3.10 LWL-Verbindungen 33
7.3.11 Autonomiezeit 34
7.3.12 Überspannungsableiter 34
7.4 Brandschutzanforderungen 35

7.4.1 Brandmeldeanlage ... 35
7.4.2 Brandlöschanlage ... 35

8 Brandschutz ... 36
8.1 Grundsatz ... 36
8.2 Rechtliche Grundlage ... 36
8.2.1 Schweizerische Brandschutznorm ... 36
8.2.2 Explosionsgefährdete Örtlichkeiten ... 36
8.3 Organisatorisch ... 36
8.4 Qualitätssicherung Brandschutz ... 37
8.5 Baustoffe und Bauteile ... 37
8.6 Brandabschnitte ... 38
8.7 Lufttechnische Anlagen ... 38
8.8 Brandschutzabstände Tragwerke ... 38
8.9 Flucht- und Rettungswege ... 38
8.10 Fluchtwege aus Tunnel ... 39
8.11 Kennzeichnung von Fluchtwegen ... 39
8.12 Löscheinrichtung ... 39
8.13 Sprinkleranlagen ... 40
8.14 Brandmeldeanlage (BMA) Gebäude ... 40
8.14.1 Einfache Alarmierung ... 40
8.14.2 Brandmeldeanlage ... 40
8.15 Beförderungsanlagen ... 40
8.16 Gefährliche Stoffe ... 40
8.17 Nachweisverfahren Brandschutz ... 40
8.18 Anerkennungsverfahren ... 40

9 Anhang ... 41
9.1 Schrankgestaltung OT-Technikraum ... 41
9.1.1 Allgemeine Spezifikationen ... 41
9.1.2 Schrankbelüftung ... 41
9.1.3 Kabeleinführung ... 41
9.1.4 Kabelführung im Schrank ... 41
9.1.5 PDU in Schrank ... 42
9.1.6 Server- / Speicherschrank Einteilung ... 42
9.2 Musterschrank Kommunikation ... 43
9.3 Musterschrank Server- / Speicherkomponenten ... 44
9.4 Beschriftungen OT-Technikraum ... 45
9.4.1 Geräte ... 45
9.4.2 Kabelbeschriftung ... 45
9.4.3 Patchkabel Kupfer ... 45
9.4.4 LWL-Kabel ... 47
9.4.5 Patchkabel Kupfer ... 47

Glossar ... 48
Abbildungsverzeichnis ... 50
Tabellenverzeichnis ... 51
Literaturverzeichnis ... 52
Auflistung der Änderungen ... 53

1 Einleitung

1.1 Zweck

Diese Richtline hat zum Ziel, den Bau, die Materialisierung und den physischen Schutz der BSA/OT-Infrastruktur der verschiedenen Räume in Zentralen und den OT-Technikräumen zu standardisieren und einheitliche Vorgaben zu definieren. Zudem wird auch der physische Schutz von Normschränken, Kabinen und Anschlussdosen- und kästen definiert.

Zusätzlich fliessen die Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) ein.

1.2 Geltungsbereich

Die Richtlinie gilt für die Planung, die Realisierung, den Betrieb und den Unterhalt der technischen Zentralen von Tunnel sowie für OT-Technikräume der Nationalstrassen. Bestehende Räume sind soweit wie möglich nachzurüsten (ohne bauliche Massnahmen). Bei zukünftigen Anpassungen ist die Richtlinie anzuwenden.

Für die Technikräume der VMZ-CH ist die Richtlinie sinngemäss anzuwenden.

1.3 Adressaten

Diese Richtlinie richtet sich an alle internen und externen Personen, welche an BSA/OT-Systemen in der Projektierung und im Betrieb beteiligt sind.

Die Richtlinie wendet sich an:

- Projektleiter BSA des ASTRA;
- Planer und Unternehmungen, die im Auftrag des ASTRA oder einer Gebietseinheit Tätigkeiten an der BSA/OT ausführen;
- Fachspezialisten und Erhaltungsplaner BSA des ASTRA;
- Projektleiter SA-CH des ASTRA;
- Dritte (Mobilfunkanbieter, VNB);
- Fachspezialisten BSA/OT der Gebietseinheiten.

1.4 Inkrafttreten und Änderungen

Dieses Dokument tritt am 22.05.2025 in Kraft. Die „Auflistung der Änderungen“ ist auf Seite 53 dokumentiert.

2 Grundlagen

2.1 Definitionen

2.1.1 Technische Zentralen

In Technischen Zentralen werden alle für den Betrieb notwendigen Räume (Technikräume, Nebenräume und OT-Technikräume) untergebracht. Darunter fallen die Lüftungszentralen und Zentralen für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung (SIA 197/2 [2] Kap 8) und Versorgungsstationen (der offenen Strecke). Technische Zentralen werden z.T. auch als technische Lokale bezeichnet.

Zentralen können sich über mehrere Stockwerke erstrecken und beinhalten je nach Ausprägung verschiedene Räume. Technische Zentralen werden zum Teil auch als Tunnelzentralen bezeichnet.

Technische Zentralen können an den folgenden Standorten sein: Tunnel, Galerien, offene Strecken und Werkhöfe.

2.1.2 Werkhöfe

Werkhöfe sind Areale mit entsprechenden Gebäuden und Einrichtungen, welche dem Strassenunterhalt dienen. In diesen können Technikräume und/oder OT-Technikräume untergebracht werden.

2.1.3 Versorgungsstation und Verteilkabinen offene Strecke

In Versorgungsstationen und Verteilkabinen werden alle für den Betrieb notwendigen Räume (z.B. Technikräume, Grosskabinen und Energiestützpunkte, Rastplätze etc.) untergebracht die BSA-Ausrüstung für die offene Strecke enthalten.

2.1.4 Technikräume

In Technikräumen von technischen Zentralen werden sämtliche Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen für den Betrieb untergebracht. Beispiele für Technikräume sind NS-Raum, MS-Raum, USV-Raum, Batterie-Raum.

2.1.5 Nebenräume

Nebenräume von technischen Zentralen dienen nicht direkt dem Betrieb der BSA- oder OT-Technikräumen. Dazu gehören beispielsweise Gänge, Toiletten, Aufenthaltsräume, Abstellkammern und Lager.

2.1.6 OT-Technikräume

In OT-Technikräumen werden neben OT-Systemen und Teilen der BSA sämtliche Elemente der Regionalen Managementebene wie Kommunikations-, Server- und Speicherkomponenten eingebaut und betrieben. Jede Gebietseinheit betreibt zwei davon.

2.2 Abgrenzung

Die Richtline beschränkt sich auf Grundinfrastruktur der Technik- und Neben- und OT-Technikräumen der technischen Zentralen sowohl für Tunnels als auch der offenen Strecke.

Sie gilt im Weiteren ebenfalls für Räume, die vom ASTRA an Dritte (z.B. Mobilfunkanbieter, VNB) zur Verfügung gestellt werden.

Zusätzlich wird die physische Sicherheit von Normschränken, Kabinen, Anschlussdosen- und -kästen und des weiteren die Zutrittsüberwachung behandelt.

Ausgenommen sind Lichtsignalanlagen der Nationalstrassen an den Anschlüssen sowie Nationalstrassen 3. Klasse, diese sind in den kantonalen / kommunalen IP-Netzwerken eingebunden.

2.3 Schnittstellen

2.3.1 VNB / EVU

Folgende Punkte müssen koordiniert werden:

- Generelle Eigentumsgrenzen;
- Zugang/Schliessung der Mittelspannungs- und Traforäume;
- Platzbedarf von Schrankfeldern und Transformatoren;
- Einbringwege.

2.3.2 Raum Dritte

Für Räume, welche von Dritten beansprucht werden (Provider, etc.) müssen folgende Punkte koordiniert werden:

- Zugang/Schliessung des Raums Dritte;
- Wärmelasten der Aktivkomponenten;
- Energiebezug.

3 Physischer Schutz der BSA/OT Infrastruktur

3.1 Grundsätze

Die vorliegende Richtlinie stellt sicher, dass:

- die Mindest-Sicherheitsanforderungen für die entsprechenden Raumgruppen und Raumtypen berücksichtigt und umgesetzt werden (entsprechend der Weisung 73006 ASTRA OT-Security [4], resp. dem Grundschutz der Informationssicherheit sowie die gesetzlichen Auflagen);
- die physischen Zutritte und Zugänge zu den Kommunikationseinrichtungen und -systemen des ASTRA angemessen geschützt sind;
- die Verantwortlichkeiten für die Um- und Durchsetzung der notwendigen Sicherheitsmassnahmen verbindlich geregelt ist.

Des Weiteren müssen für die Infrastruktur die nötigen Wartungsverträge mit den Lieferanten und Dienstleistern abgeschlossen sein.

3.2 Zuständigkeiten für die Umsetzung der Sicherheitsanforderungen

Die Aufgaben zur Erfüllung der Mindest-Sicherheitsanforderungen werden durch folgende Rollen wahrgenommen (gemäss Richtlinie ASTRA 13030 [1]): ISBO ASTRA, Risk Manager ASTRA zentral und Filiale und ISO GE.

3.3 Schutzbedarf

Die Grundlage, ISO-Standard 27002 [5], verlangt bezüglich «Physischer Sicherheit», dass für die gesamte OT-Infrastruktur eine anforderungsgerechte Einstufung der Räumlichkeiten besteht. Die Vorgaben beinhalten den Grundschutz und sind somit die Basis für die Umsetzung und den Betrieb aller OT- und Technikräume, sowie für Normschränke, Kabinen, Anschlussdosen und -kästen (mit OT-Kommunikationseinrichtungen) der OT-Infrastruktur als Mindestvorgabe verbindlich.

3.4 Zwiebelschalen-Prinzip

Der Bau der BSA/OT-Infrastruktur wird im Zwiebelschalen-Prinzip aufgebaut.

Wenn ein Mechanismus fehlschlägt, folgt der nächste, um einen Angriff zu vereiteln. Dieser mehrschichtige Ansatz mit gezielten Redundanzen erhöht die Sicherheit eines Systems als Ganzes und richtet sich gegen viele verschiedene Angriffsvektoren.

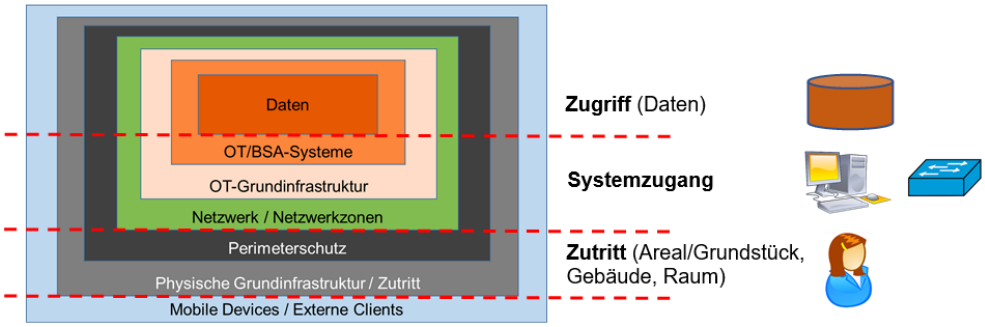

Abbildung 1: Zwiebelschalen-Prinzip

3.5 Schutzzonen

Die Schutzzonen definieren den physischen Schutz der BSA/OT Infrastruktur und deren Anforderungen für technische Zentralen, Werkhöfe, OT-Technikräume und Normschränke, Kabinen und Anschlussdosen und -kästen.

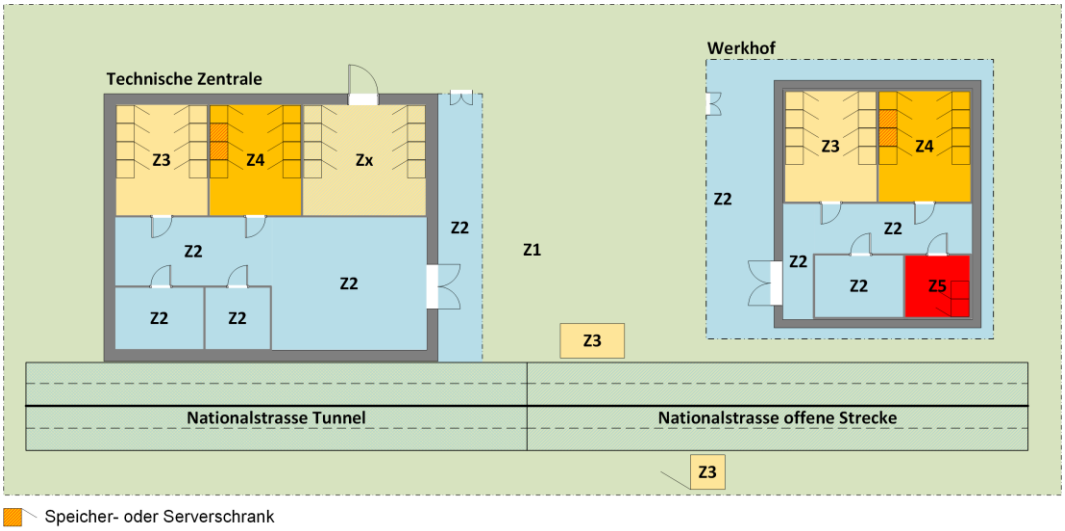

Abbildung 2: Schutzzonen

Tabelle 1: Übersicht Schutzzonen

Zone	Beschreibung	Zugang	Zutritts-Massnahmen	Massnahmen Sicherheit	Beispielräume
Z1	Öffentliche Zone	Öffentlich zugänglich	keine	keine	Öffentliche Plätze / Räume
Z2	Verwaltungs-bereich	Zugang nur für autorisierte Mitarbeiter und Besucher mit Anmeldung	gemäss Schliesskonzept GE	Besucher-anmeldung / Begleitung	Nebenräume: z.B. Besucher-anmeldung, Toiletten, Gänge, Aufenthaltsräume
Z3	Technischer Bereich	Zugang stark eingeschränkt, nur für technisches Personal GE	gemäss Kap 4.1.2	gemäss Kap. 5.8	Technikräume: z.B. NS-Raum, MS-Raum, USV-Raum, Batterie-Raum, Anschlussdosen- und kästen, Verteilkabinen
Z4	Kritischer Infrastruktur-Bereich	Zugang nur für hochqualifiziertes und sicherheitsüberprüftes Personal	gemäss Kap. 7.2	gemäss Kap. 5.8	Technikräume: NS-Raum mit Speicher- und Serverkomponenten, Kommunikationsraum, AR (pro IP-Abschnitt 2 Räume)
Z5	Erhöhter, kritischer Infrastruktur-Bereich	Zugang nur für ausgewähltes und speziell geschultes Personal	gemäss Kap. 7.2	gemäss Kap. 7.3	OT-Technikraum (pro GE 2 Räume)
Zx	Technischer Bereich Dritte	Zugang stark eingeschränkt, nur für technisches Personal GE/Dritter	gemäss Schliesskonzept GE	gemäss Kap. 6.5	Technikräume: Raum Dritte, MS-Raum (falls Hoheit bei VNB)

3.6 Physischer Schutz von Leitungen und Anschlüssen

3.6.1 Normschränke, Kabinen, Anschlussdosen und -kästen

Normschränke, Kabinen, Anschlussdosen und -kästen sind in den Schutzzonen 1 und 2 möglichst zu vermeiden. Ist dies nicht möglich gelten folgende Schutzmassnahmen:

- Die Schliessung ist ins Schliesskonzept der Gebietseinheit zu integrieren;
- Bei Anschlussdosen und -kästen, welche nicht mit einer Schliessung bestückt, werden können, ist ein Sichtschutz anzubringen (Abdeckblende, Schachtdeckel, o.ä.). Dieser ist so umzusetzen, dass er auch gegen Sabotage und mutwillige Beschädigungen wirksam ist.

3.6.2 Kabelanlagen in den Schutzzonen 1 und 2

Kabelanlagen, welche sich in diesen Schutzzonen befinden, sind technisch und baulich nach dem neusten Stand der Technik zu schützen.

4 Planung technische Zentralen

4.1 Allgemeine Anforderungen

4.1.1 Zufahrt/Zugang

Die Zufahrten und Zugänge sind in SIA 197/2, Kapitel 8.10.1 grundsätzlich festgelegt. Die Anordnung der Zentralen sollte so gewählt werden, dass ein Zugang während des Betriebes ohne Überquerung der Fahrbahn und ohne Beeinträchtigung des Verkehrs erfolgen kann. Spursperrungen sollten nur für ausserordentliche Fälle z.B. die Einbringung von Ventilatoren in Lüftungszentralen notwendig sein.

Bei bergmännisch erstellten Tunnelzentralen ist eine Zufahrt / Zugang über den SISTO oder WELK objektspezifisch (Verkehrsbelastung, Verfügbarkeit, Unterhaltszyklen usw.) zu prüfen und gegebenenfalls umzusetzen.

4.1.2 Zutritts- und Sicherheitsmassnahmen

- Für die Schliessanlage ist ein geschütztes, registriertes und patentiertes Schliess-System einzusetzen;
- Applikationen, welche für das Management der Schliessanlagen verwendet werden, sind «On-Premise», in der ASTRA-Umgebung, innerhalb des IP-Netz BSA zu betreiben;
- Türen von Zentralen sind mit einem Schliesssystem auszurüsten welches die Anforderungen gemäss Schliesskonzept der einzelnen GE erfüllen;
- Zugangsschlüssel zu Zentralen / Räumen sind unter Verschluss aufzubewahren, die Ausgabe bzw. der Besitz wird lückenlos protokolliert und überwacht;
- Ab Schutzzone 4 und höher gelten zusätzliche Massnahmen, welche im Kap. 7.2.3 beschrieben sind.

4.1.3 Einbringwege

Für einen allfälligen Tausch oder Erweiterung müssen das technische Equipment / Anlagen in den entsprechenden Raum eingebracht werden können. Die Bodenbelastung ist bis zum Installationsort entsprechend zu beachten. Die Abmasse und Gewicht der technischen Anlagen sind entscheidend für die Planung von Einbringöffnungen, Gänge, Türen und Tore.

Damit Palletten mit einem Transportgerät in den Technikraum eingebracht werden können muss der Transportweg mindestens mit einem Hubwagen inkl. Europalette (1.2m) befahrbar sein.

4.2 Tunnel mit Gegenverkehr

Die folgenden Tunnelkategorien richten sich nach den Energieversorgungskonzepten aus der Richtlinie ASTRA 13020 Energieversorgungen der Nationalstrassen [6]. Basierend auf den Tunnelkategorien wird die Anzahl der Zentralen definiert, wobei projektspezifisch Kriterien zu berücksichtigen sind.

4.2.1 Tunnel Kategorie A (bis 300m)

Für Tunnel bis zu einer Länge von 300m wird üblicherweise die BSA/OT in einer einzigen Zentrale untergebracht. Diese befindet sich nach Möglichkeit in Portalnähe.

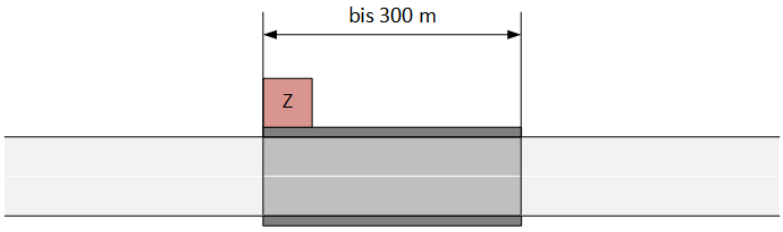

Abbildung 3: Zentralen Tunnel Kat. A bis 300m

4.2.2 Tunnel Kategorie B (300m-800m)

Für Tunnel mit einer Länge von 300m-800m wird üblicherweise die BSA/OT in einer einzigen Zentrale untergebracht. Optional kann eine weitere Zentrale Sinn machen. Beide befinden sich in Portalnähe.

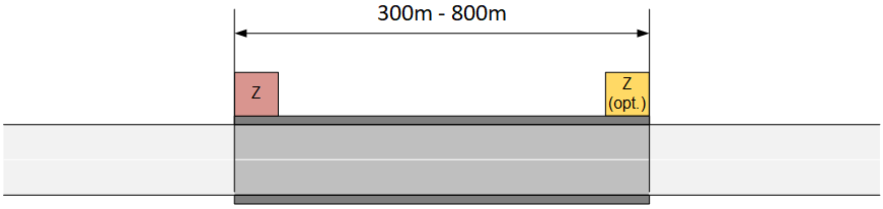

Abbildung 4: Zentralen Tunnel Kat. B 300m-800m

4.2.3 Tunnel Kategorie C1/C2 (800m-1500m)

Für Tunnel mit einer Länge von 800m-1500m wird die BSA/OT in zwei Zentralen untergebracht. Beide befinden sich in Portalnähe. Die Technikräume für die Unterbringung der BSA vom SISTO sind nach Möglichkeit in den Hauptzentralen an den Portalen zu integrieren. Der Versorgungsperimeter der einzelnen Zentralen erstreckt sich jeweils von der Vorzone bis zur Mitte des Tunnels mit maximalen Versorgungsleitungen von 750m Länge.

Die Räume für die Abluftventilatoren sollen nach Möglichkeit von den Zentralen aus erreichbar sein. Ist dies aus bautechnischen oder geologischen Gründen nicht möglich, sind die Anforderungen gemäss Kap. 6.8 einzuhalten.

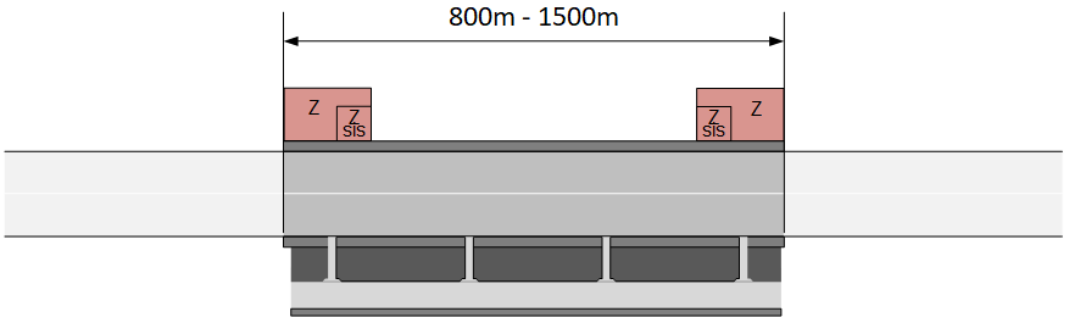

Abbildung 5: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 bis 1500m

In Situationen, in denen nachträglich ein SISTO eingebaut wird, kann es erforderlich sein, eigenständige Zentralen für die BSA zu errichten. Dies kann notwendig werden, wenn die vorhandenen Zentralen keinen Raum für zusätzliche Ausrüstungen bieten oder aus geologischen oder Platzgründen eine Erweiterung der bestehenden Zentrale nicht möglich ist.

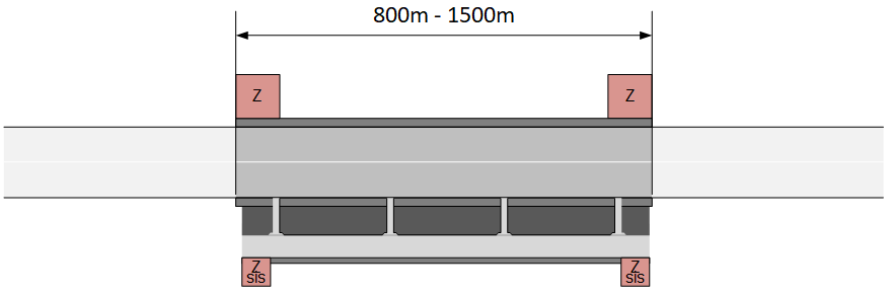

Abbildung 6: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 bis 1500m mit SISTO

4.2.4 Tunnel Kategorie C1/C2 (ab 1500m)

Für Tunnel mit einer Länge ab 1500m wird die BSA/OT in drei und mehr Zentralen untergebracht. Zwei davon befinden sich in Portalnähe. Die Räume für die BSA des SISTO werden nach Möglichkeit in die bestehenden Zentralen integriert. Der Versorgungsperimeter erstreckt sich jeweils bis zur Hälfte der Distanz zwischen zwei Zentralen mit maximalen Versorgungsleitungen von 750m Länge.

Die Räume für die Abluftventilatoren sollen nach Möglichkeit von den Zentralen aus erreichbar sein. Ist dies aus bautechnischen oder geologischen Gründen nicht möglich, sind die Anforderungen gemäss Kap. 6.8 einzuhalten.

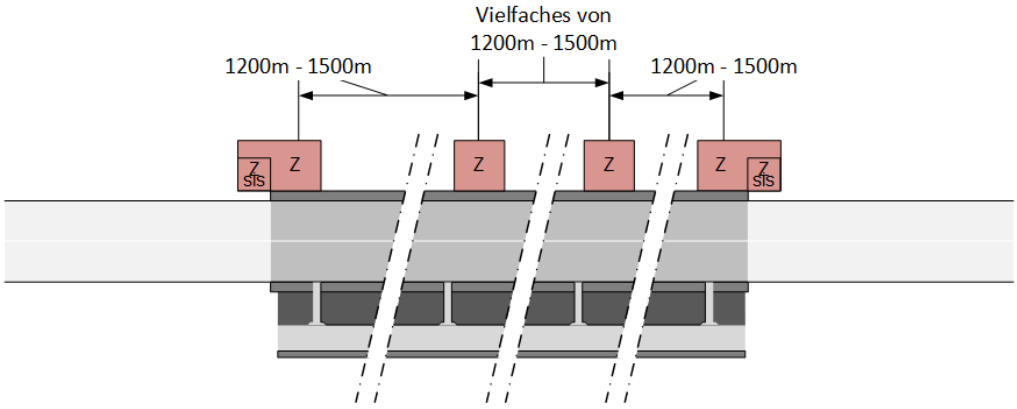

Abbildung 7: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 über 1500m

In Situationen, in denen nachträglich ein SISTO eingebaut wird, kann es erforderlich sein, eigenständige Zentralen für die BSA zu errichten. Dies kann notwendig werden, wenn die vorhandenen Zentralen keinen Raum für zusätzliche Ausrüstungen bieten oder aus geologischen oder Platzgründen eine Erweiterung der bestehenden Zentrale nicht möglich ist.

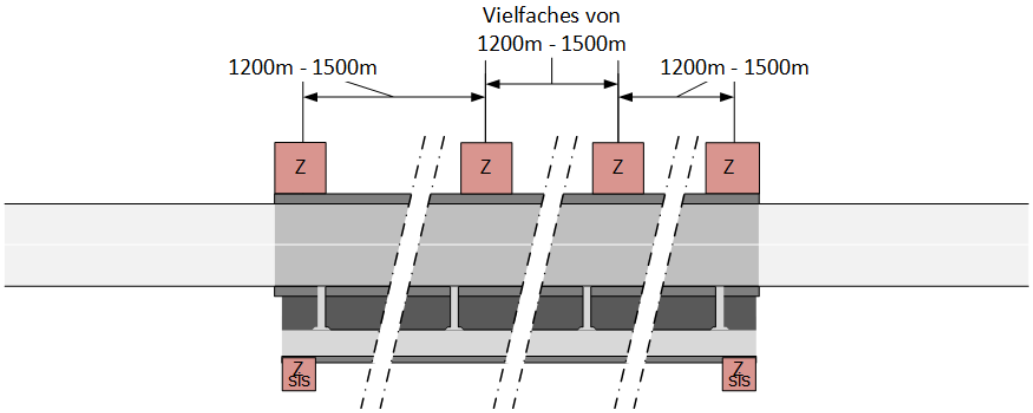

Abbildung 8: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 über 1500m mit SISTO

4.3 Tunnel mit Richtungsverkehr

Für die Anordnung der Zentralen bei richtungsgetrennten Tunneln sind verschiedene Varianten möglich.

4.3.1 Variante Neubau

Bei Neubauten von röhrengetrennten Tunnels sind nach Möglichkeit sämtliche Räume in einer Zentrale unterzubringen. Die Räume sind dabei röhrengetrennt zu erstellen. Die Anzahl der Zentralen wird analog Kap. 4.2 bestimmt. Wo immer möglich ist diese Variante zu bevorzugen.

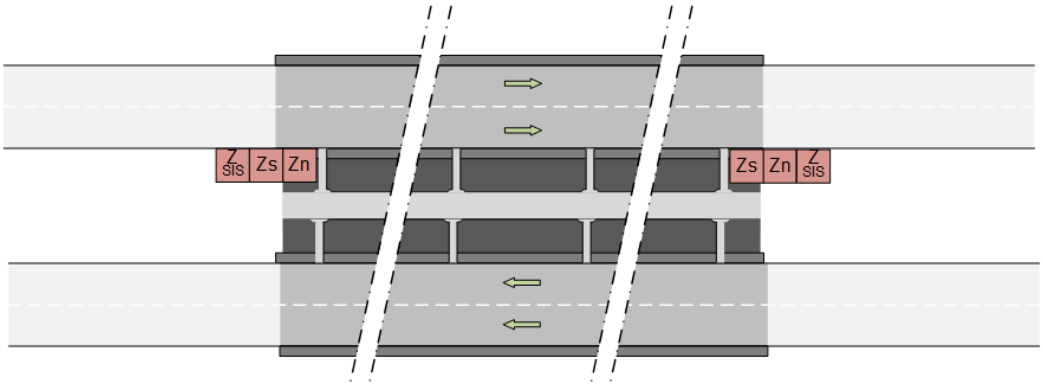

Abbildung 9: Variante Neubau

4.3.2 Erweiterung mit SISTO

In Situationen, in denen nachträglich ein SISTO in bereits getrennten Tunnelröhren eingebaut wird, kann es erforderlich sein, eigenständige Zentralen für die BSA zu errichten. Dies kann notwendig werden, wenn die vorhandenen Zentralen keinen Raum für zusätzliche Ausrüstungen bieten oder aus geologischen oder Platzgründen eine Erweiterung der bestehenden Zentrale nicht möglich ist.

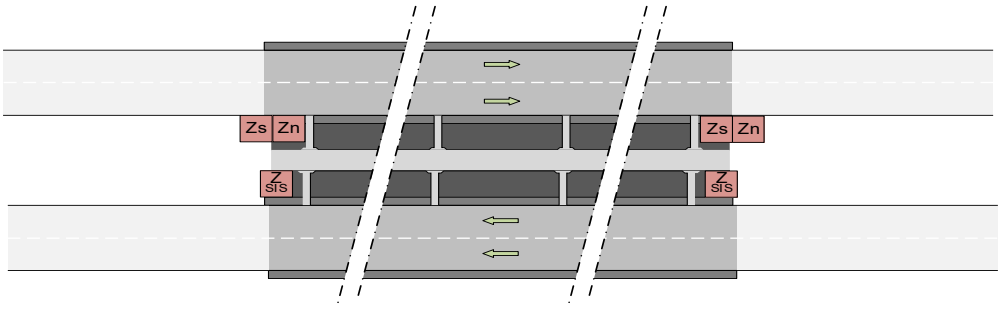

Abbildung 10: Erweiterung mit SISTO

4.3.3 Erweiterung mit Tunnelröhre und SISTO

In Tunnels, die ursprünglich für Gegenverkehr konzipiert waren und später durch den Ausbau mit einer zusätzlichen Tunnelröhre und einem darauffolgenden Sicherheitsstollen erweitert wurden, könnte es aufgrund von Platzmangel oder geografisch-geologischen Gegebenheiten erforderlich sein, die zentralen BSA in separaten eigenständigen Räumlichkeiten zu errichten.

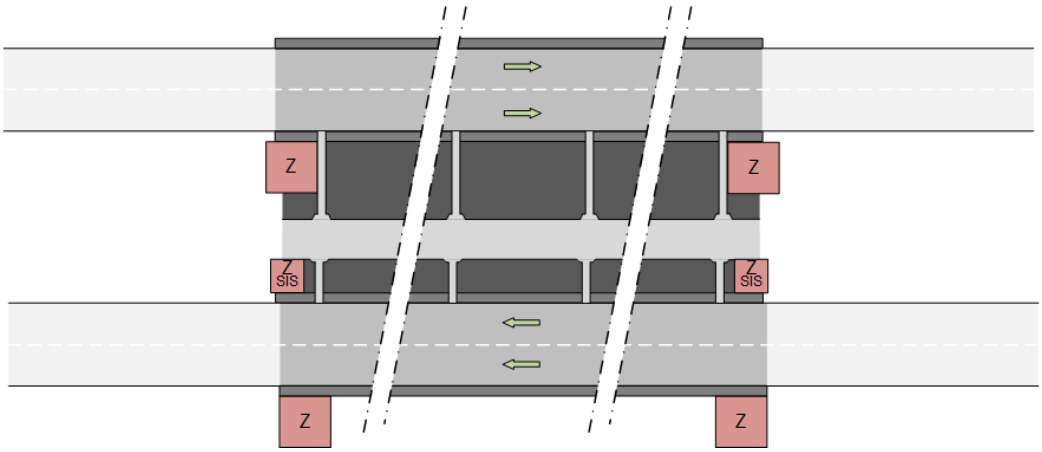

Abbildung 11: Erweiterung mit Tunnelröhre und SISTO

4.4 Raumtypen

Abhängig von der Tunnellänge sind in den jeweiligen Zentralen verschiedene Räume vorgesehen. Die folgende Tabelle dient der Zuteilung der jeweiligen Räume zu den Zentralen und der jeweiligen Schutzzone.

4.4.1 Technikräume

Die folgende Tabelle listet typische Technikräume auf. Neben der Ausrüstung für die BSA können Technikräume noch OT-Infrastruktur für z.B. Abschnittsrechner und für die Kommunikation (Verteilfelder für Patchpanel und Switch) enthalten.

	Schutz-Zone	**Kat. A**	**Kat. B**	**Kat. C1/C2**
Transformatoren-Raum	Z3	nach Bedarf	ja	ja
Mittelspannungs-Raum	Z3	nach Bedarf	ja	ja
Niederspannungs-Raum	Z3	ja	ja	ja
Niederspannungs-Raum mit Server- und Speicherkomponenten	Z4	ja	ja	ja
USV-Raum	Z3	nein	ja	ja
Batterie-Raum	Z3	nein	ja	ja
Raum Dritte	Zx	nach Bedarf	nach Bedarf	ja
HLK Anlagenraum	Z3	nach Bedarf	ja	ja
FU-Raum	Z3	nein	nein	ja
Ventilatorhallen	Z3	nein	nein	ja
Generatoren-Raum	Z3	nein	nach Bedarf ist vom ASTRA zu bewilligen	nach Bedarf ist vom ASTRA zu bewilligen
Pumpenraum / Ex-Raum	Z3	nach Bedarf	nach Bedarf	nach Bedarf

4.4.2 Nebenräume

In Nebenräumen darf keine OT-Infrastruktur untergebracht werden.

	Schutz-Zone	**Kat. A**	**Kat. B**	**Kat. C1/C2**
Lagerraum / Toilette	Z2	nach Bedarf	nach Bedarf	nach Bedarf
~~Toilette~~	~~Z2~~	~~nach Bedarf~~	~~nach Bedarf~~	~~nach Bedarf~~

4.4.3 OT-Technikraum

OT-Technikräume sind in der höchsten Schutzzone. Sie beinhalten unter anderem Systeme der regionalen Management Ebene für Server- und Storage-Infrastruktur für die Basis- und zentralen Dienste sowie die OT-Notsysteme.

Tabelle 2: OT-Technikraum

	Schutz-Zone	
OT-Technikraum	Z5	sind im Normalfall in Werkhöfen untergebracht

4.5 Dimensionen

Die Grösse der einzelnen Räume richtet sich generell nach den Bedürfnissen des einzelnen Projekts, den baustatischen Anforderungen zuzüglich einer bestimmten Reserve.

Tabelle 3: Dimensionen Technikräume

	Raumfläche	**Reservefläche**	**Raumhöhe (Rohbau)**	**Bemerkungen**
Transformatoren-Raum	nach Anzahl Transformatoren	min. ein Platz	3.2 - 3.6 m	Kombination von MS- und Traforaum möglich (für Kat. A und B)
Mittelspannungs-Raum	nach Anzahl benötigte Felder	min. ein Feld	3.2 - 3.6 m	Kombination von MS- und Traforaum möglich (für Kat. A und B)
Niederspannungs-Raum	nach Anzahl benötigte Felder	+50% Schrankfelder	3.2 - 3.6 m	
USV-Raum	nach Anzahl benötigte Felder	min. ein Feld	3.2 - 3.6 m	Kombination von USV- und Batterieraum möglich (für Kat. A und B)
Batterie-Raum	nach Anzahl Batteriegestelle	dreifache Batteriegestellfläche	3.2 - 3.6 m	Kombination von USV- und Batterieraum möglich (für Kat. A und B)
Raum Dritte	nach Anzahl benötigte Felder	Projektspezifisch	3.2 - 3.6 m	
HLK Anlagenraum	gemäss Lüftungsplanung	doppelte Lüftungsanlagenfläche	3.2 - 3.6 m	Bei Verwendung von Monoblock
FU-Raum	nach Anzahl benötigte Felder	+50% Schrankfelder	3.2 - 3.6 m	
Ventilatorhallen	nach Bauplanung	keine	nach Bauplanung	
Generatoren-Raum	nach Bauplanung	keine	nach Bauplanung	
Pumpenraum / Ex-Raum	nach Bauplanung	keine	nach Bauplanung	

Tabelle 4: Dimensionen Nebenräume

	Raumfläche	**Reservefläche**	**Raumhöhe (Rohbau)**	**Bemerkungen**
Lagerraum	Bauplanungsrest / nach Bedürfnis	Bauplanungsrest / nach Bedürfnis	nach Bauplanung	Reserveräume können auch als Lager dienen
Toilette	4 m2	max. +4 m2	nach Bauplanung	Ab Kat. C1/C2 mindestens Waschbecken vorsehen

Tabelle 5: Dimensionen OT-Technikraum

	Raumfläche	**Reservefläche**	**Raumhöhe (Rohbau)**	**Bemerkungen**
OT-Technikraum	Gemäss Kap. 7	Gemäss Kap. 7	nach Bauplanung	

4.6 Raumhöhe

Die spezifizierte Raumhöhe gemäss Kap. 4.5 ist als Rohbaumass zu verstehen. In den Räumen welche mit Doppelboden ausgerüstet werden, ist für die Auslegung bezüglich Höhe folgendes zu beachten:

- Biegeradien von Kabel (LWL, Mittelspannungskabel und NS-Kabel ab 50 mm^2);
- Kabeltrassee;
- HLK-Installationen;
- Stromschienen;
- 0.7 m Abstand von Schrankoberkante zur Decke (Installation HLK, Licht, BMA usw.).

Zusätzlich kann durch eine vorausschauende Koordination der einzelnen Gewerke in BIM Kreuzungen reduziert und optimiert werden. Dadurch kann die Höhe des Doppelbodens weiter reduziert werden (auf 0.4 – 0.8 m).

5 Allgemeine Anforderungen an Zentralenräume

5.1 Bauliche Anforderungen

Für das gesamte Bauvorhaben ist eine Qualitätssicherung Brandschutz (QSV Brandschutz) zu erbringen. Die Qualitätssicherungsstufe richtet sich nach Kap. 8.4.

Generell sind Zentralenräume in der Dichtigkeitsklasse DK 1 (gemäss SIA 270 [8]) zu erstellen.

5.1.1 Fenster

Aus Gründen der Platznutzung, Einbruchschutz und um unnötigen Wärmeeintrag vorzubeugen, soll der Raum nach Möglichkeit fensterlos sein. Ist dies nicht möglich, sind die Fenster mit einem Gitter zu schützen.

5.2 Schliesskonzept

Pro Gebietseinheit existiert ein einheitliches Schliesskonzept gemäss der ASTRA Weisung 73003. Die vorliegende Richtlinie definiert unter anderem, wie das Schliesskonzept für die verschiedenen Raumtypen und als Gesamtanlage des ASTRA auszulegen ist und welche Zutrittskomponenten an welchen Türen oder Räumen zum Einsatz kommen. Mit einer Mischung aus mechanischen und elektronischen (on- und offline) Zutrittskomponenten soll die notwendige Flexibilität und die Sicherheitsbedürfnisse des ASTRA über den Lebenszyklus der Anlage sichergestellt werden.

5.3 Klimatische Bedingungen

Die Richtlinie ASTRA 13008 HLK-Anlagen [3] definiert die klimatischen Anforderungen welche für die Technikräume BSA/OT gelten.

5.4 Personenbelegung

Die Personenbelegung in Zentralenräumen ist kleiner als 0.1 Personen / m2.

5.5 Elektrische Hausinstallationen

5.5.1 Bau

Die notwendigen Steigzonen, Durchbrüche, Verbindungen, Steigzonen, usw. müssen für alle Gewerke berücksichtigt werden inkl. den dafür vorgesehenen Mindestabständen.

Folgende Punkte müssen koordiniert werden:

- Definition der Installationsarten Aufputz (AP) oder Unterputz (UP);
- Durchgänge für HLK-Installationen;
- Erdungskonzept;
- Anschluss VNB.

Beim Übergang in einen anderen Brandabschnitt ist der Brandschutz (Schottung) zu berücksichtigen.

5.5.2 Energieversorgung

Ein Konzept der Energieversorgung der einzelnen Räume muss erstellt werden. Spezielle Geräte (Hebe- und Förderanlagen) sind zu berücksichtigen.

5.5.3 Steckdosen

Pro Raum muss mindestens eine freie Steckdose 230VAC vorgesehen werden.

5.5.4 Beleuchtung

In BSA/OT-Räumen ist die Beleuchtungsstärke auf 300 bis 500 Lux auszulegen. Es sind Deckenbeleuchtungen (LED) vorzusehen.

Es müssen 10% der Leuchten am Not-Netz angeschlossen werden (Bei mehr als 10 Leuchten). Wenn kein Not-Netz (USV-Netz) zur Verfügung steht, sind mobile Batterie-Handlampen vorzusehen.

Die Ein- und Ausschaltung der Beleuchtung muss über Raumschalter und mit einem Impuls-Hauptschalter am Eingang gelöst werden.

Werkleitungskanäle müssen mit geeignetem Leuchtenabstand auf eine minimale Beleuchtungsstärke von 20 Lux (Wegmitte, 80 cm ab Boden) ausgelegt werden.

5.5.5 Türüberwachung

Die Eingangstüren werden mit dem Schliesssystem oder organisatorischen Massnahmen überwacht. Die Ausrüstung der Türen erfolgen nach übergeordneten Vorgaben des Schliesssystems der jeweiligen GE, welche die Personen- und den physischen Schutz der BSA/OT Infrastruktur berücksichtigen.

5.5.6 Kommunikationseinrichtungen

In den Tunnelzentralen ist bis auf weiteres eine kostengünstige Mobiltelefon-Abdeckung oder drahtlose Versorgung sicherzustellen.

5.5.7 Treppen und Korridor

Sollen mit Bewegungsmelder ausgerüstet werden.

5.5.8 Überwachung / Datenpunkte

Für die Überwachung der technischen Zentralen und den Nebeneinrichtungen gelten die Datenpunkte gemäss der ASTRA Richtline 13032 Teil 1 Engineering der BSA-Daten [13].

5.6 Brandmeldeanlage (BMA) Gebäude

Siehe Kapitel 8.12.

5.7 Krananlagen / Hebezeug

Krananlagen werden vorwiegend in den Tunnelkategorien C1/C2 eingebaut. Diese sind insbesondere für die Revision und Austausch der Abluftventilatoren und für Tunnelzentralen, welche sich über mehrere Stockwerke erstrecken, vorzusehen.

Die genaue Platzierung und Auswahl der Krananlagen hängen von der Art der Lasten, den räumlichen Gegebenheiten und den spezifischen betrieblichen Erfordernissen ab. Krananlagen dienen dazu, um schwere Lasten zu heben, zu transportieren und zu positionieren. Krananlagen können auch eingesetzt werden, um Lasten zwischen höher oder tiefer gelegenen Stockwerken zu heben.

5.8 Türen/Tore

Türen sind mit einer Schliessvorrichtung (jederzeit von innen ohne Schlüssel aufschliessbar) auszurüsten. Die Türen müssen immer in Fluchtrichtung aufgehen.

Die Türen müssen darüber hinaus folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Schwellenlose Ausführung;
- Einbruchhemmung für Zentralenzutritt (mindestens RC2 nach SN EN 1627-1630 [11]);
- Brandabschnittstüren müssen die Brandschutzklasse EI30 erfüllen;
- Türen, welche innerhalb eines Brandabschnittes liegen (z.B. Toilette, Abstellraum etc.) müssen keine Brandschutzanforderungen erfüllen;
- Die Materialwahl ist so vorzunehmen, dass den Umgebungsbedingungen entsprechend, ein ausreichender Korrosionsschutz gewährleistet wird;
- An den Türen müssen entsprechende Warnschilder angebracht werden.

5.9 Doppelboden

Die folgende Tabelle definiert den Einsatz von Doppelboden:

Tabelle 6: Doppelboden

Vorgesehen	Nach Bedarf	Nicht vorgesehen
MS-Raum	Trafo-Raum	
NS-Raum	USV-Raum	
		Restliche Räume
NS-Raum mit Server- und Speicherkomponenten	FU-Raum	
HLK Anlagenraum	Raum Dritte	

Für die lichte Höhe des Hohlraums unter dem Doppelboden sind insbesondere die Biegeradien der Kabel (LWL, MS, NS etc.) zu berücksichtigen.

6 Spezifische Anforderungen Zentralenräume

6.1 NS-Raum mit Speicher- und Serverkomponenten (Z4)

Allgemein sind die Sicherheitsmassnahmen gemäss Kap. 3 umzusetzen. Als Zutrittsmassnahmen gelten die gleichen Massnahmen wie für die Schutzzone 5 (siehe Kap. 7.2.3). Je nach Risikobeurteilung ist zusätzlich die Alarmierung an UeLS-CH (Kap. 7.3.9) und die Autonomiezeit (Kap. 7.3.11) umzusetzen.

6.2 Transformatorenraum

Für einen allfälligen Tausch oder eine Erweiterung müssen die Transformatoren in den entsprechenden Raum eingebracht werden können. Die Bodenbelastung ist bis zum Installationsort entsprechend zu beachten. Abmasse und Gewicht des Transformators sind entscheidend für die Planung von Einbringöffnungen, Gänge, Türen und Tore. Nach Möglichkeit sind Trafo- und Mittelspannungsraum auf EG/Fahrbahngeschoss zu planen, damit das Einbringen möglichst einfach ist.

Bei grösseren Anlagen werden Trafo- und Mittelspannungsraum getrennt ausgeführt.

6.3 Mittelspannungsraum

Der Zugang zum Mittelspannungsraum ist so zu gestalten, dass die Anlagenteile ohne Zerlegung eingebracht werden können, d.h. die Vorgaben müssen rechtzeitig erfolgen. Mit dem Bau sind die Rohrkabelanlage und die Kabeleinführungen zu koordinieren. Bei kleinen Räumen ist entsprechend eine Überdruckklappe einzubauen. Falls der Zugang zum MS-Raum nur dem VNB gestattet ist, soll nach Möglichkeit ein vom Rest der Zentrale separater Zugang vorgesehen werden.

6.4 Notstromversorgung

6.4.1 USV-Raum

Der Batterieraum und der USV-Raum sind beim Einsatz von nicht wartungsfreien Batterien örtlich voneinander zu trennen.

6.4.2 Batterieraum

Elektrische Installationen müssen mindestens 1m Abstand zu den Batterien haben (Wasserstoffgas ist leichter als Luft und steigt nach oben). Lichtschalter und Steckdosen sind ausserhalb der Batterieräume zu platzieren. Das Boden-Niveau des Batterieraums muss dem Boden-Niveau der zentralen Räume entsprechen.

6.4.3 Rack USV

USV-Anlagen für die Montage im 19 Zoll-Rack kommen beim OT-Technikraum zum Einsatz, siehe Kapitel 7.3.11.

6.5 Raum für Dritte

Dies sind Räume, welche im ASTRA Eigentum sind und Dritten zur Verfügung gestellt werden, um technische Infrastrukturen zu betreiben (z.B. Provider).

Folgende Punkte müssen beachtet werden:

- Nach Möglichkeit soll ein vom Rest der Zentrale separater Zugang zum Raum Dritte vorgesehen werden;
- Der Raum Dritte ist so zu planen, dass zusätzliche Wärmelasten abgeführt werden können;
- Da dem Raum Dritte ständig Änderungen widerfahren, wird dieser planerisch nicht erfasst (DAW werden nicht nachgeführt);
- Schrankfeldverbindung von Raum Dritte nach Kommunikations-Basisinfrastruktur des ASTRA ist vorzusehen (KEV-KEV Verbindung);
- Grundsätzlich ist eine separate Versorgung ab EVU vorzusehen. Stellt das ASTRA die Energie zur Verfügung, muss diese mit einem separaten Zähler gemessen werden;
- Falls nötig müssen oben genannte Punkte in einer Vereinbarung festgehalten werden, diese ist der jeweiligen Baupolizei vorzulegen.

6.6 BSA/OT-Systeme in Räume Dritter

Falls BSA/OT-Systeme in Räumen von Dritten (z.B. Polizeigebäuden) eingerichtet sind, ist die Schutzzone gemäss Kap. 3.4 zu bestimmen und die Anforderungen sind entsprechend bestmöglich umzusetzen.

6.7 HLK Anlagenraum

Für einen allfälligen Tausch oder Erweiterung müssen die HLK-Anlagen in den entsprechenden Raum eingebracht werden können. Die Bodenbelastung ist bis zum Installationsort entsprechend zu beachten. Die Abmasse und Gewicht der HLK-Anlagen sind entscheidend für die Planung von Einbringöffnungen, Gänge, Türen und Tore.

6.8 Ventilatorhallen / Lüftungszentralen (Rauchabsaugung)

Je nach Grösse der Zuluft- und Abluftventilatoren ist darauf zu achten, dass der Raum bis zu einem allfälligen Kranabladeort (ortsgebunden) mit einem entsprechenden Fahrzeug befahren werden kann. Das Fahrzeug soll angemessen rangiert werden können. Die Torbreite für solche Einfahrten ist mindestens 4 Meter breit und 4.3 Meter hoch zu planen (analog befahrbare Querverbindungen SIA197-2 Kap. 8.8.7.2 [2]). Kran ist zwingend.

7 Anforderungen OT–Technikraum

Für OT-Technikräume gelten erhöhte Anforderungen, welche in diesem Kapitel beschrieben werden. OT-Technikräume befinden sich in der Schutzzone 5. Für Details zur Ausrüstung des OT-Technikraums siehe Anhang Kap. 9.

7.1 Umweltfaktoren und Standortwahl

7.1.1 Standort

Die Rechen- und Speichersysteme werden georedundant ausgelegt. Die geographische Distanz zwischen Primär- und Standby-Systemen soll so gewählt werden, dass ein regionales Ereignis möglichst nicht beide Standorte betrifft. In der Regel müssen die Standorte mindestens 30 km Luftlinie voneinander entfernt sein.

7.1.2 Areal

Bei Neubauten ist auf allfällige Naturgefahren und sonstige Gefahren aus der Nachbarschaft wie z.B. Steinbruch, Bahnverkehr, Chemie, Tankstellen etc. zu achten (Siehe Gefahrenkarten [9]).

7.1.3 Immobilie

Ein hoher Schutz für die Aussenhautsicherung, Raumsicherung, Gebäudetechnik, technischer Brandschutz und die organisatorischen Sicherheitsanforderungen ist zu gewährleisten. Sämtliche zur Immobilie gehörenden Komponenten gemäss nachfolgender Liste müssen ≥RC2 einbruchsgeschützt sein:

- Türelemente;
- Fenster;
- Umgebende Wände, Böden und Decken.

Bei Neubauten sind die technischen Öffnungen der Primäranlagen (z.B. HLK) nach Möglichkeit in den oberen Bereich des Gebäudes zu verlegen (ca. 3-4 m ab begehbarem Terrain).

7.1.4 Erdbeben

Bezüglich Erdbebensicherheit gilt die Zoneneinteilung gemäss SIA 261 [10]. Diese ist mit dem Projektverfasser Bau zu koordinieren. Die folgende Tabelle beschreibt die Massnahmen bezüglich der Schaltschrankbefestigung.

Tabelle 7: Zoneneinteilung Erdbeben

Zone	Massnahmen
Z1a bis Z2	Schränke werden auf Stahlrahmen verschraubt
Z3a bis Z3b	Schränke werden auf Stahlrahmen verschraubt zusätzlich benötigt es die Bewilligung der jeweiligen Filiale

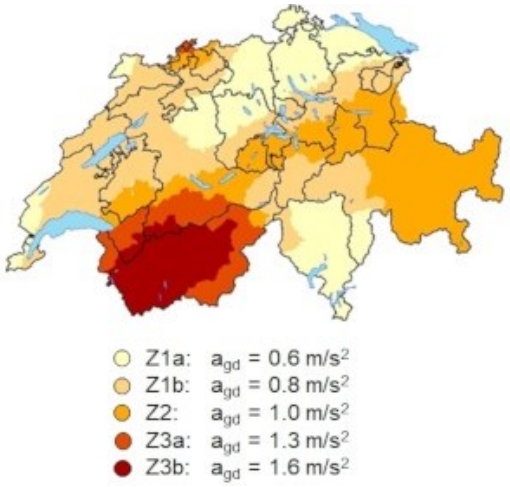

Abbildung 12: Erdbebenzonen

7.1.5 Überschwemmungen

Massgebend für die Beurteilung der Überschwemmungsgefahr sind die Aquaprotect Karten des Bundes. Diese verorten ein mögliches einmaliges Überschwemmungsereignis alle 50, 100, 250 und 500 Jahre. (Gefahrenkarten [9]).

Tabelle 8: Massnahmen Überschwemmungen

Messgrösse	Wert	Massnahme
Aquaprotect 100	Innerhalb Gefahrenzone	Der Standort ist in einer oberen Etage der Immobilie vorzusehen
Aquaprotect 100	Ausserhalb Gefahrenzone	Nach Möglichkeit ist der Standort Parterre oder in einer oberen Etage der Immobilie vorzusehen

Auf eine Realisierung von OT-Räume in Kellergeschossen der Immobilie soll verzichtet werden, da im Falle eines Brandes Löschwasser in die Räumlichkeiten eindringen kann.

7.2 Physischer Schutz

7.2.1 Wasserleitungen

Bei Neubauten dürfen keine, für den Betrieb des Systemraums nicht notwendige, Wasserleitungen durch den Raum geführt werden.

Falls Wasserleitungen oder wasserführende Anlagen vorhanden sind, sind Wasserdetektoren am tiefsten Punkt des Raumes einzubauen.

7.2.2 Aussenhautsicherung

Durchgangsfähige Öffnungen nach ENV 1627-1630 [11] (Bsp. Klima- und Lüftungsanlagen, andere technische Öffnungen) sind bis in eine Höhe von ca. 3-4 m ab begehbarem Terrain gegen Einstieg, Einwurf und Fassadenkletterer gemäss der geforderten Einbruchhemmung abgesichert (z.B. mit einem von Innen fest verschraubten Stahlgitter).

Bei Neubauten sind die technischen Öffnungen der Primäranlagen nach Möglichkeit in den oberen Bereich des Gebäudes zu verlegen.

Aus Gründen der Platznutzung, Einbruchschutz und um unnötigen Wärmeeintrag vorzubeugen soll der Raum nach Möglichkeit fensterlos sein.

7.2.3 Schliessanlage / Zutrittskontrolle

In Gebäuden / Arealen mit einem vorhandenen «online Zutrittskontrollsystem» ist der Zutrittspunkt in den OT-Technikraum mit einer «online Zutrittskontrolle» (zwecks Nachverfolgung der Zutritte) auszurüsten und mit dem «online Zutrittskontrollsystem» zu verbinden.

Die Gebietseinheit regelt selbständig die Zutrittsberechtigung (Zutrittsrichtlinie) zu den OT-Technikräumen. Generell gilt, dass der Zutritt in die Räume nur einem möglichst kleinen definierten Personenkreis zu gewähren ist, welcher darin Arbeiten zu verrichten hat. Externe darf der Zugang zu den OT-Technikräumen nur in Begleitung (ASTRA / GE) gewährt werden.

7.2.4 Bildüberwachungssystem

Die Raumzutritte zum OT-Technikraum werden mit einem Bildüberwachungssystem überwacht. Der OT-Technikraum selbst verfügt über eine Kameraüberwachung.

7.2.5 Klimatische Bedingungen

Um die im OT-Technikraum verbauten Komponenten vor zu hohen Temperaturen zu schützen, gelten folgende Vorgaben:

Tabelle 9: Anforderungen Raumklima OT-Technikraum

	Min.	Max.	Sollwert	Bemerkungen
Temperatur	18º C	27º C	25º C	gemessen an Ansaugseite der OT-Systeme
Feuchtigkeit	30%	60%		

Falls die Batterien der Notstromversorgung im selben Raum untergebracht werden, sind die Temperaturen gemäss Richtlinie ASTRA 13008 HLK-Anlagen [3] für Batterieräume einzuhalten.

7.3 Bauliche Anforderungen

7.3.1 Dimensionen

OT-Technikräume sind mit 50% Platzreserve für zukünftige Ausbauten zu planen. Die Initialbelegung der verfügbaren Fläche von 50% darf nicht überschritten werden. Ausserdem stellen sich folgende Mindestanforderungen:

Tabelle 10: Dimensionen OT-Technikraum

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Raumhöhe	3.2-3.6 m	Inkl. Doppelboden (0.5 m-1.0 m)
Gangbreite	min. 1.2m	Zwischen den Schrankreihen
Reservefelder	max. 50%	

7.3.2 Einbringwege

Damit Paletten mit einem Transportgerät in den OT-Technikraum eingebracht werden können, muss der Transportweg mindestens mit einem Hubwagen inkl. Europalette (1.2 m) befahrbar sein.

Tabelle 11: Einbringwege

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Breite Transportweg	>= 1.2 m	
Länge	1.8 m	Benötigte Länge, um mit einem Hubwagen inkl. Europalette zu manövrieren

7.3.3 Hebevorrichtung

Liegt der OT-Technikraum in einer höheren Etage, ist eine entsprechende Hebevorrichtung (Lift, Kran, usw.) vorzusehen. Die Planung erfolgt gemäss *FHB 23001-11840* [12]. Die Bodendurchführung ist so zu planen, dass die einzubringenden Objekte eingebracht werden können.

Tabelle 12: Hebevorrichtung

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Kranlast	>800 Kg	

7.3.4 Türe zu OT-Technikraum

An die Türen zum OT-Technikraum werden folgende Anforderungen gestellt.

Tabelle 13: Türe zu OT-Technikraum

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Breite	>= 1.2 m	
Höhe	>= 2.4 m	
Widerstandsklasse	RC 3	Nach DIN EN 1627
Brandschutzklasse	EI 60	Rest des Raums EI60
Warnhinweis	Aussen	Warnhinweis Videoüberwachung:

7.3.5 Bodenbelastbarkeit

Schränke mit OT-Technik können bei einem hohen Füllgrad schwere/grosse Gewichte erreichen, deshalb muss die Bodenbelastbarkeit für folgende Mindestanforderung ausgelegt werden:

Tabelle 14: Bodenbelastbarkeit

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Bodenbelastbarkeit	>=3kN/m^2	Bei Bestandsbauten kann dieser Wert abweichen, eine Betrachtung der gesamten Statik ist durchzuführen

Werden Tresorschränke des Kommando Cyber (ca. 400-450 Kg) im Technikraum verbaut, sind diese möglichst nah an tragende Wände zu stellen.

7.3.6 Doppelboden

Wo sinnvoll und zweckmässig sollen OT-Technikräume ohne Doppelboden erstellt werden. Die Verkabelung erfolgt in diesem Fall von oben (s. Kap 4.6).

In begründeten Fällen wie z.B. in Bestandsbauten, grossen Kabelquerschnitten, fehlendem Kabelkeller (Unterbringung LWL-Reserveringe) etc. kann ein Doppelboden eingesetzt werden. Dieser ist gemäss *FHB BSA 23 001-11870* [12] auszuführen. Abweichend dazu:

Tabelle 15: Doppelboden

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Mindesthöhe	>=0.3 m	Hohlraumhöhe

Erfordern es die Umstände (z.B. Wasserleitungen in unmittelbarer Nähe) können Wasserabläufe im Boden vorgesehen werden.

7.3.7 Vibrationsarme Infrastruktur

Bei der Konstruktion und Ausführung der Infrastruktur im Raum ist darauf zu achten, dass eine vibrationsarme Bauweise eingehalten wird. Dies gilt insbesondere für die Stahlkonstruktionen, auf welche die Schränke platziert und verschraubt werden.

7.3.8 EMV

Aufgrund der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) sollen OT-Technikräume nicht in unmittelbarer Nähe von Trafo- oder Aufzugmaschinenräumen und Mittelspannungsleitungen liegen.

7.3.9 Alarmierung an UeLS-CH

Die Alarmierung erfolgt grundsätzlich nach ASTRA *Richtline 13032 Engineering der BSA-Daten [13]*. Zusätzlich werden nachfolgende Alarmmeldungen ans UeLS-CH übertragen.

Tabelle 16: Datenpunkte

	Melde-klasse	Status «0»	Status «1»	Text Status «0»	Text Status «1»	Wertebereich
Wasserdetektor	A	Alarm	In Ordnung	Leckage Alarm	In Ordnung	0/1
Raum-temperatur	A	Störung/Alarm	In Ordnung	Grenzwert überschritten / unterschritten	In Ordnung	0/1
Luft-feuchtigkeit	A	Störung/Alarm	In Ordnung	Grenzwert überschritten / unterschritten	In Ordnung	0/1

Beim Unterschreiten/Überschreiten der minimalen/maximalen Werte erfolgt eine Alarmmeldung an das UeLS-CH.

7.3.10 LWL-Verbindungen

LWL-Verbindungen zwischen Primär- und Standby-Standort sind redundant in getrennten Rohr- und Schachtanlagen zu führen. Im OT-Technikraum sollen diese nach Möglichkeit nicht im selben Trasse geführt werden. Allfällige Providerkabel sind in einem ASTRA-eigenen Technikraum (>Z3) zu führen.

LWL-Kabel können nicht in spezifischen Farben bestellt werden. Die Zonenunterscheidung gilt analog zu Kap. 9.4.5 jedoch wird die Differenzierung mit dem Label erreicht (s. dazu Kap. 9.4.4).

7.3.11 Autonomiezeit

Notstrom USV- und Batterieanlage

Falls am Standort des OT-Technikraums kein USV-Netz zur Verfügung steht und eigens dafür eine USV beschafft wird, sollen Kompaktanlagen im OT-Technikraum eingesetzt werden. Die Autonomiezeit der OT-Technik ist auf 24 Stunden auszulegen. Abweichungen davon sind vom ASTRA zu genehmigen.

Dieselgenerator

Steht ein Dieselgenerator am Standort des OT-Technikraums zur Verfügung kann die USV-Autonomiezeit auf 60 Minuten reduziert werden. Für den Dieselgenerator gilt ebenfalls eine Autonomiezeit von 24 Std.

Erhöhung der Autonomiezeit ≥ 24 Stunden

Bei einer Erhöhung der Autonomiezeit ≥ 24 Stunden ist die Machbarkeit zu prüfen (Variantenvergleich), welche Variante «Batterieanlage» oder «Dieselgenerator» eingesetzt werden soll. Kommt eine grosse Batterieanlage zum Einsatz sollte diese nicht im OT-Technikraum installiert werden.

7.3.12 Überspannungsableiter

OT-Technikräume beinhalten empfindliche Geräte wie Server-, Speicher- und Kommunikations-Komponenten. Diese sind in jedem Fall mit einem Überspannungsableiter zu schützen und in das übergeordnete Überspannungs- und Erdungskonzept einzubeziehen.

7.4 Brandschutzanforderungen

7.4.1 Brandmeldeanlage

Für OT-Technikräume ist eine Brandmeldeanlage zur Ansteuerung der Löschanlage vorzusehen. Diese ist nach Möglichkeit in einem Nebenraum zu installieren. Brandmelder werden im Raum und im Doppelboden platziert. Die Alarmierung erfolgt über das UeLS-CH.

7.4.2 Brandlöschanlage

OT-Technikräume erhalten eine Brandlöschanlage:

Tabelle 17: Feuerlöschanlage

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Löschmittel	Gas-Feuerlöschmittel Ozonabbaupotenzial (Ozone Depletion Potential – ODP) von Null Erderwärmungspotenzial (GWP) von <1 (100 Jahre integrierter Zeithorizont) Sicherheitsmarge von mindestens 60 % Kann gemäss DIN EN ISO 15004 und NFPA 2001 eingesetzt werden	Die Löschanlage muss UL-gelistet, FM- oder VdS-zugelassen sein und das Löschmittel muss eine Komponente sein, die von UL oder FM für die Verwendung im System anerkannt ist. UL: Underwriters Laboratories FM: Factory Mutal Insurance Company VdS: Verband der Schadenversicherer
Position Löschmitteldüsen	Gemäss Brandplanung	Decke und Hohlboden
Position Löschmittelgas	Gemäss Brandplanung	Nach Möglichkeit ist das Löschmittelgas in einem Nebenraum zu platzieren
Elektrische Handauslösung	Gemäss Brandplanung	Handauslösung ist nahe dem Fluchtweg zu platzieren
Alarmsirene	Gemäss Brandplanung	Alarmsirenen mit Schalldruck dürfen nicht eingesetzt werden, da diese in der Lage sind, Erschütterungen der OT-Systeme auszulösen, die schlimmstenfalls zu Festplattenaussetzern führen
Blitzleuchte	Gemäss Brandplanung	Zusätzliche Aufmerksamkeit durch Blitzleuchte

8 Brandschutz

8.1 Grundsatz

Die Evaluation der erforderlichen und anzuwendenden Brandschutzmassnahmen für «Technische Zentralen der BSA» erfolgt objektspezifisch und risikobasiert. Abweichungen von den Vorgaben im Sinne einer objektspezifischen, pragmatischen und wirtschaftlichen Brandschutzlösung sind möglich.

Die Ausarbeitung und Koordination der Brandschutzmassnahmen in den Projekten mit den Planern, Ausführenden und dem ASTRA erfolgt durch einen Fachspezialisten Brandschutz (QSS-Brandschutz).

Der Brandschutz von technischen Zentralen und Betriebsräumen verfolgt zwei generelle Schutzziele:

- Personen- und Sachenschutz:
- Schutz von in Zentralen befindlichen Personen sowie der Zentrale selbst und der sich darin befindlichen Einrichtungen.
- Schutz zur Aufrechterhaltung / Verfügbarkeit des Verkehrsträgers:
- Schutz der Zentrale als Bestandteil der Betriebs- und Sicherheitsausrüstung des Verkehrsträgers.

8.2 Rechtliche Grundlage

Das ASTRA ist als Bundesbetrieb Selbstversicherer. Darunter fällt auch der Bereich Brandschutz. Kantonale und kommunale Vorschriften über Versicherungspflichten gelten nicht für das ASTRA.

Das ASTRA übernimmt für die technischen Zentralen der Tunnel auf freiwilliger Basis die VKF-Richtlinien (Stand der Technik) und stellt das gleiche Sicherheitslevel sicher ausser dies ist technisch / wirtschaftlich nicht verhältnismässig umsetzbar.

Diese Richtlinie regelt im vorliegenden Kapitel 8 relevante Brandschutzthemen zu den spezifischen Gegebenheiten der technischen Tunnelzentralen abweichend oder ergänzend zu den VKF-Richtlinien.

8.2.1 Schweizerische Brandschutznorm

Die Schweizerische Brandschutznorm wird als Basisdokument von der VKF erstellt. Die VKF-Richtlinien bauen auf der Brandschutznorm auf und beschreiben im Detail, wie die Brandschutznorm umgesetzt werden soll. Die Brandschutznorm kann ohne Anpassungen und Ergänzungen übernommen werden.

8.2.2 Explosionsgefährdete Örtlichkeiten

In Tunnelzentralen und technischen Lokalen kann es zu Explosionsgefahren kommen. Die Beurteilung und Definition der EX-Zonen muss durch eine Fachperson nach ATEX 137 [14] beurteilt werden.

Dies sind beispielsweise Pumpenräume (Brennstoffe, Vergärung, etc.) und Batterieräume. Die Massnahmen richten sich nach den Dokumenten SUVA; Explosionsschutz, 2153.d [15] und Suva; Lüftungsmassnahmen für Bleibatterien, SUVA-Checkliste 67119 [16].

8.3 Organisatorisch

Das ASTRA tritt im Sinne der Brandschutzvorschriften als Brandschutzbehörde und oberstes Brandschutzorgan auf.

In den Projekten ist anhand der erforderlichen QS-Stufen, siehe Kap. 8.4, ein für den Brandschutz verantwortlicher Fachplaner erforderlich. Dieser koordiniert die Projektierung und Ausführung des Brandschutzes ganzheitlich innerhalb der BSA sowie mit dem Bau und dem ASTRA als Brandschutzbehörde.

8.4 Qualitätssicherung Brandschutz

Tunnelbauten sind in der VKF-Richtlinie nicht aufgeführt. Sie werden der Nutzung Gewerbe und Industrie zugeordnet mit einer Brandlast <1000MJ/m^2. Es gilt folgende Ergänzung:

Tabelle 18: Qualitätssicherungsstufen (QSS) gemäss VKF

QSS1	Einfache Umbauten in maximal drei Räumen
QSS2	Neubauten von Tunnelzentralen Grössere Umbauten ab drei Räumen
QSS3	Neubauten und Gesamtsanierungen von Tunnelanlagen

8.5 Baustoffe und Bauteile

Für Tunnelzentralen und technische Lokale sollen grundsätzlich nicht brennbare Baustoffe (RF1) eingesetzt werden. Nicht betroffen von dieser Vorgabe ist das Mobiliar und die technischen Einrichtungen. Es gelten folgende Definitionen:

Tabelle 19: Anforderungen an das Brandverhalten von Fluchtwegen und Innenräumen

Wände, Decken und Stützen mit Feuerwiderstandsanforderung	RF1
Dämm- / Zwischenschichten	RF1
Wand- und Deckenbekleidungen, abgehängte Decken	RF1
Doppelböden, Bodenbeläge, Fluchtwege	RF1 / RF2 [1]
Treppen- und Podestkonstruktionen	RF1

Die Räume sind ausschliesslich zur zweckbestimmten Tätigkeit zu nutzen.

[1] Gemäss FHB BSA 23001-11870:

In Standardzentralen (Übertags, Gebäudehöhe <11 m, trockene Umgebung) ist eine Doppelbodenplatte im Baustoff RF2 ausreichend.

In begründeten Fällen (Untertags oder Gebäudehöhe >11 m oder feuchte Umgebung) ist der Einsatz einer Doppelbodenplatte im Baustoff RF1 zu bevorzugen.

Doppelbodenplatten in Fluchtwegen im Baustoff RF2 ist ausreichend, wenn diese Punkte erfüllt sind:

- Nutzung: Serverraum und Nebenraum (Standardnutzung);
  Gebäudegeometrie: Übertrags, Gebäudehöhe < 11 m.

8.6 Brandabschnitte

Geht aus der Risikobeurteilung des Objektes (Faktoren wie Verfügbarkeit der Strasse, Dimension der Zentrale, Übergeordnete Bedeutung der Zentrale z.B. Netzwerkknoten und die Verkehrssituation) eine hohe Verfügbarkeit hervor, sind separate Brandabschnitte folgender Räume erforderlich:

- Transformatoren-Räume;
- Batterieräume;
- Ventilatorhallen;
- HLK-Anlagenräume (bei grossen Zentralen mit mehreren Lüftungsabschnitten);
- Korridore (als Fluchtwege);
- Treppenhäuser.

Mehrere Niederspannungsräume können als Nutzungseinheit zu einem Brandabschnitt zusammengefasst werden.

Die Brandabschnitte sind projektspezifisch und sinngemäss gemäss den Grundsätzen oben festzulegen.

Die maximale Brandabschnittsfläche einer Nutzungseinheit ist unter Terrain auf maximal 600 m2 beschränkt.

8.7 Lufttechnische Anlagen

Die Anforderungen an die lufttechnischen Anlagen (z.B. Brandschutzklappen, Verhalten im Brandfall) sind in der Richtlinie ASTRA 13008 HLK-Anlagen definiert.

8.8 Brandschutzabstände Tragwerke

Folgende Ergänzung erfolgt zu den Brandschutzabständen, Tragwerken und Brandabschnitten:

- Installationsschächte sind in EI60 zu erstellen und geschossweise horizontal mit RF1 zu unterteilen;
- Horizontale Revisionsöffnungen in Installationsschächten sind in EI30 (Treppenhäuser EI30-RF1) zu erstellen. Die maximale Grösse von Revisionsöffnungen inkl. Rahmenverbreiterungen beträgt 9m^2.

Tabelle 20: Feuerwiderstand

Tragwerk	min. R60
Brandabschnittsbildende Geschossdecken	min. R60
Brandabschnittsbildende Wände und horizontale Fluchtwege	min. EI60
Fluchtweg vertikal	min. REI60
Revisionsöffnungen vertikal in Böden / Decken	min. REI60

8.9 Flucht- und Rettungswege

Führen Fluchtwege nur zu einem vertikalen Fluchtweg oder einem Ausgang an einen sicheren Ort im Freien, darf deren Gesamtlänge 35 m nicht übersteigen.

Führen sie zu mindestens zwei voneinander entfernten vertikalen Fluchtwegen oder Ausgängen an einen sicheren Ort im Freien, darf die Gesamtlänge des Fluchtwegs 50m nicht übersteigen.

In der Nutzungseinheit beträgt die maximale Fluchtweglänge 35m.

Für Tunnelzentralen und technische Lokale an den Tunnelportalen können die maximalen Fluchtwegdistanzen nach VKF im Allgemeinen eingehalten werden.

An einzelnen Standorten sind die Tunnelzentralen und technischen Lokale nur über die Tunnelröhre erreichbar oder die maximalen Fluchtwegdistanzen können nicht eingehalten werden.

In diesem Fall ist ein objektspezifisches Fluchtkonzept zu erstellen und durch das ASTRA bewilligen zu lassen. Es ist bei der Erstellung des Konzeptes immer nur von einem Ereignis (Brand im Tunnel oder Brand in der Tunnelzentrale) auszugehen. Die Tunnelröhre, resp. der SISTO werden aus Sicht Tunnelzentralen und technische Lokale als Evakuierungsraum betrachtet.

Mögliche Ansätze sind zwei örtlich voneinander getrennte Ausgänge in die Tunnelröhre / SISTO (unterschiedliche Lüftungsabschnitte in der Tunnelröhre), der Bau von Schleusen oder Ausbildung von horizontalen Fluchtwegen mit der Anforderung an vertikale Fluchtwege REI60-RF1.

8.10 Fluchtwege aus Tunnel

In den Fluchtwegen aus Tunnel (z.B. Querstollen) werden keine Schaltgerätekombinationen platziert. Daher ist es notwendig, für die Unterbringung der Schaltschränke in Querstollen, Werkleitungskanäle (falls Fluchtweg) und SISTO, eigene Räume für dessen Unterbringung zu erstellen. Diese müssen von Fluchtwegen getrennt werden und erfüllen die Dichtigkeitsklasse DK 1.

Bei Bestandsbauten können diese Vorgaben unter Umständen nicht eingehalten werden. In solchen Fällen sollen die Schaltgerätekombinationen in Schränken untergebracht werden, welche die Feuerwiderstandsklasse EI30 und mit rauchhemmendem Abschluss ausgestattet sind. Falls mit erhöhter Luftfeuchtigkeit / Verschmutzung zu rechnen ist, sind die Schaltgerätekombinationen mit geeigneten Massnahmen zu schützen.

8.11 Kennzeichnung von Fluchtwegen

Für Tunnelzentralen und technische Lokale sind folgende Kennzeichnung der Fluchtwege erforderlich:

- Sicherheitsbeleuchtete Rettungszeichen am Ausgang der Nutzungseinheit und in Fluchtwegen;
- Nicht sicherheitsbeleuchtete Rettungszeichen (nachleuchtend) für Räume in den Nutzungseinheiten. Diese Räume müssen über eine Beleuchtung verfügen, damit sich die nachleuchtenden Rettungszeichen aufladen können;
- Sicherheitsbeleuchtung für Fluchtwege.

In Tunnelzentralen und technischen Räumen sind Flucht- und Rettungswegpläne nach VKF-Richtlinie 17-15 [7], resp. ISO 23601 [17] zu installieren.

8.12 Löscheinrichtung

Die Tunnelzentralen werden als Industriebauten eingestuft. Es sind Handfeuerlöscher mit CO2 Löschmittel einzusetzen. Die Anzahl und Aufstellungsorte richten sich nach der VKF-Richtlinie 18-15, Kap. 3.1.1 [7].

In OT-Technikräumen werden zusätzlich Löschanlagen eingebaut, siehe dazu Kap. 7.4.2.

8.13 Sprinkleranlagen

Sprinkleranlagen sind in Tunnelzentralen und technischen Lokalen verboten.

8.14 Brandmeldeanlage (BMA) Gebäude

Geht aus der Risikobeurteilung des Objektes (Faktoren wie Verfügbarkeit der Strasse, Dimension der Zentrale, Übergeordnete Bedeutung der Zentrale z.B. Netzwerkknoten und die Verkehrssituation) eine hohe Verfügbarkeit hervor, sind Brandmeldeanlagen erforderlich.

Es kommen die folgenden Varianten zum Einsatz.

8.14.1 Einfache Alarmierung

Als Brandmeldeanlage für ein technisches Lokal, einen Elektrostützpunkt oder eine kleine Zentrale sind einzelne Kontakte (Sensoren) vorzusehen; normalweise mit 1 Rauchmelder pro Raum. Es braucht keine eigene Anlagesteuerung. Die Daten sind in die Diversanlage zu integrieren (siehe TMB Divers).

8.14.2 Brandmeldeanlage

Falls die Risikobeurteilung eine Brandmeldeanlage erfordert, gilt folgendes:

Als Brandmeldeanlage für grosse Zentralen ist eine Gebäudebrandmeldeanlage vorzusehen, welche mit 1 bis 2 Rauchmelder pro Raum ausgerüstet werden. Es braucht keine zusätzliche Anlagensteuerung, sondern die Gebäudebrandmeldeanlage ist über die Diversanlage ins UeLS-CH zu integrieren.

Die Ausführung erfolgt gemäss TMB 23001-11830.

8.15 Beförderungsanlagen

In den technischen Zentralen sind für Personen keine Beförderungsanlagen vorzusehen.

Die Anforderungen an Beförderungsanlagen (z.B. Lastenlifte) in Tunnelzentralen und technischen Lokale richten sich nach den gültigen Brandschutzvorschriften. Die Lage von Tunnelzentralen und technischen Lokalen wird als Untergeschoss definiert.

Das Zugangsgeschoss wird als Brandhalt bestimmt.

8.16 Gefährliche Stoffe

In Tunnelzentralen dürfen keine gefährlichen Stoffe gelagert werden. Abweichungen davon sind mit dem ASTRA abzuklären und von diesem zu bewilligen.

8.17 Nachweisverfahren Brandschutz

Nachweisverfahren sind für Tunnelzentralen und technische Lokale nicht notwendig. Die Anforderungen an den Brandschutz können immer durch Standardkonzepte (VKF) und die in diesem Dokument beschriebenen Ergänzungen abgedeckt werden.

8.18 Anerkennungsverfahren

Das ASTRA akzeptiert Produkte, welche durch ein Anerkennungsverfahren des VKF bewilligt wurden. Einzelzulassungen können durch das ASTRA bewilligt werden.

9 Anhang

9.1 Schrankgestaltung OT-Technikraum

9.1.1 Allgemeine Spezifikationen

An die Schränke werden folgende Anforderungen gestellt:

Tabelle 21: Schrankspezifikationen

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Breite	800 mm	
Tiefe	1000 mm 1200 mm	Kommunikationsschrank Server- und Speicherschrank
Zugänglichkeit		Von vorne und hinten zugänglich für Server- und Speicherschrank
Ausführung		Robuste Bauweise, konzipiert, um die entsprechenden Lasten zu tragen
Türen	optional	Abhängig von Gesamt-, Schliess- und Kühlkonzept
HE-Kennzeichnung	Beidseitig gegenläufig	durchnummeriert
Initialfüllgrad	Min. 30-60%	40% soll für zukünftige Ausbauten verfügbar sein

9.1.2 Schrankbelüftung

Die Schränke erhalten keine Aktivlüftung (Lüfter in Schrank). Die Durchlüftung der Schränke erfolgt durch die Lüfter der installierten Komponenten im Schrank. Zwischen den Aktivkomponenten sind nach Möglichkeit Freiräume (1-2 HE) für die Durchlüftung vorzusehen. Höhere Packungsdichten im Schrank können mit geeigneten Kühlkonzepten erreicht werden.

9.1.3 Kabeleinführung

Die Kabelinstallationen können von unten (durch Doppelboden) wie auch von oben in die Schranksysteme eingeführt werden. Bei der Installation von oben kommen Kabeltrasse zum Einsatz. Die Verlegung der Kabel erfolgt in jedem Fall ordnungsgetrennt.

9.1.4 Kabelführung im Schrank

Horizontal und vertikal werden Rangierbügel für das Führen der Netzwerkkabel angebracht. Links und rechts werden für die Befestigung der Kabel jeweils Trag- und Bindeschienen (z.B. Galip) montiert.

9.1.5 PDU in Schrank

Für ein weitergehendes Monitoring der eingebauten Speicher-, Server- und Kommunikationskomponenten sollen die Schränke mit intelligenten «Power Distribution Units» ausgerüstet werden.

Beispiel:

Abbildung 13: PDU

Tabelle 22: Ausführung PDU

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Modell	230V	8x C13 Ausgänge
Alternativ Modell	400V (3x 230V) 16 A	20x C13 Ausgänge
Monitoring NMS	Spannung, Storm, Wirkleistung, Scheinleistung, Energie, Leistungsfaktor	Gesamtaufnahme Pro Ausgangskanal Phasenausgleich Energie Monitoring / Messungen Ausgangskanäle separat von fern schaltbar Störmeldungen (Ausfall, Überlast, Temperatur, weitere…)
Schnittstelle	HTM, JSON-RPC SSH, Telnet, Modbus/TCP SNMP	Die Einbindung erfolgt über das NMS-System Wichtige Alarmmeldungen sollen direkt an das UeLS-CH erfolgen (Überlast, Ausfall, Sammelstörung)
Vorortanzeige	230V	Anzeige des Energie Monitorings

USV und Normalnetz
In den OT-Technikräumen werden die Server- und Kommunikationsschränke mit 3 Stk. Power Distribution Unit (PDU) Steckdosenleisten «ab Normalnetz» auf der linken Schrankseite und jeweils 3 Stk. PDU Steckdosenleisten «ab USV-Netz» auf der rechten Seite ausgerüstet. Mobile Steckdosenleisten sind nicht zugelassen.

Die Endgeräte sollen jeweils möglichst auf die identischen Steckerpositionen des Normal- und des Not-Netzes angeschlossen werden.

Werden 400V/16 A Steckdosenleisten eingesetzt, so ist auf eine möglichst symmetrische Belastung der Phasen zu achten.

9.1.6 Server- / Speicherschrank Einteilung

Komponenten mit hohen Eigengewichten (Blade- und Speichersysteme) sind nach Möglichkeit in der unteren Hälfte des Schranks einzubauen. Komponenten mit weniger Gewicht (Router, Firewall, Standardserver) welche nicht höher als 2 HE sind, sind eher in der oberen Hälfte des Schranks zu platzieren.

9.2 Musterschrank Kommunikation

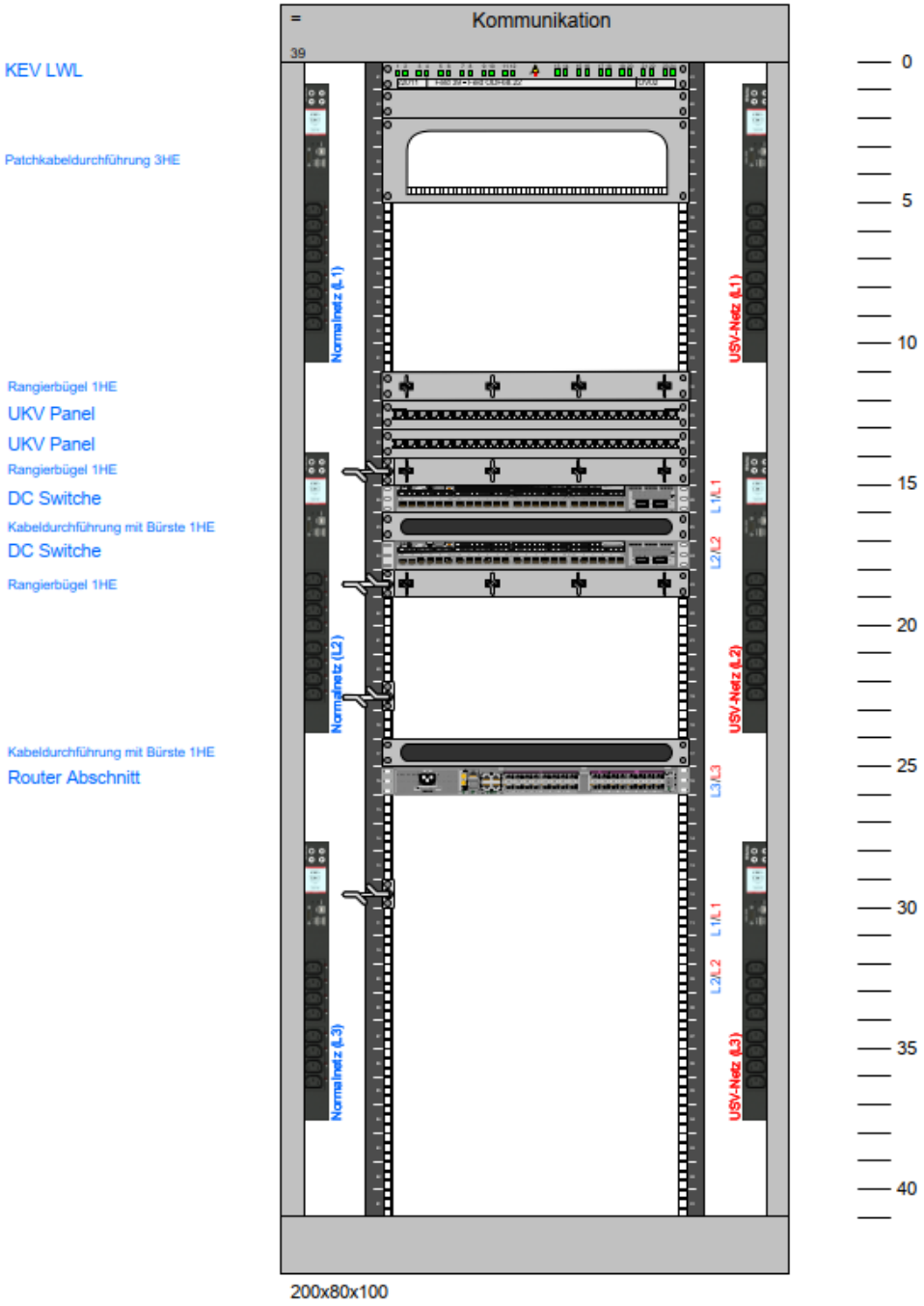

Abbildung 14: Musterschrank Kommunikation

9.3 Musterschrank Server- / Speicherkomponenten

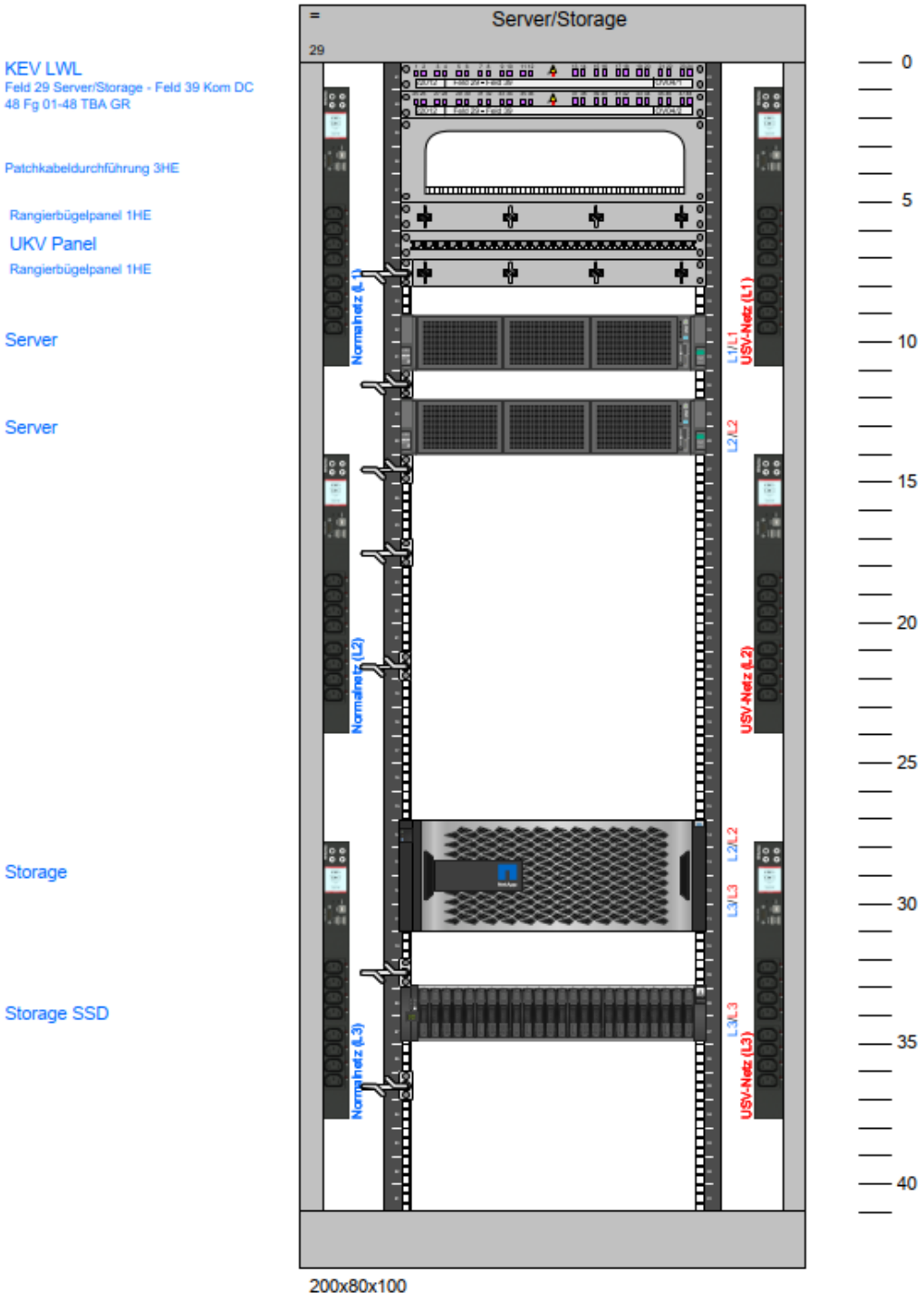

Abbildung 15: Musterschrank Server- und Speicherkomponenten

9.4 Beschriftungen OT-Technikraum

Die Beschriftungen vor Ort gemäss AKS-CH müssen für eine schnelle Fehlersuche optimiert sein. Daher kann der Hostname gemäss IP-Adressierung verwendet werden.

9.4.1 Geräte

Die Bezeichnung der Geräte in den Racks erfolgt mit dem jeweiligen Hostnamen. Die Beschriftung erfolgt mittels beschreibbaren Klebern (z.B. P-Touch) direkt auf das Gerät oder mit einer zusätzlichen Gerätebeschriftungsplatte welche z.B. unter die Gerätebefestigung (Schraube) geklemmt werden kann.

Beispiel:

Abbildung 16: Gerätebeschriftungsplatte

9.4.2 Kabelbeschriftung

Die Kabelbeschriftung erfolgt nach dem Modell von Quell- und Zieladresse, dabei werden als Quelle und Ziel jeweils die Hostnamen der Endgeräte angegeben (ohne Zwischenpatchungen):

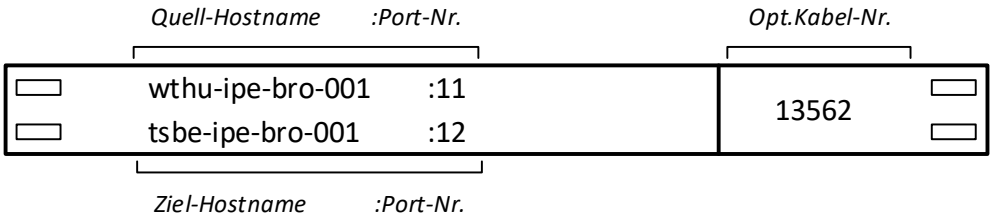

Abbildung 17: Kabelbeschriftung mit Kabelbinderbefestigung

9.4.3 Patchkabel Kupfer

Alternativ zu Kap. 9.4.2 können Patchkabel zum Beispiel mit einer Wickeletikette beschriftet werden.

Quell-Hostname	*:Port-Nr.*	wthu-ipe-bro-001 :11
Ziel-Hostname	*:Port-Nr.*	tsbe-ipe-bro-001 :12
	Opt.Kabel-Nr.	13562

Abbildung 18: Patchkabel Beschriftung Wickeletikette

Beispiel:

Abbildung 19: Beispiel Beschriftung Patchkabel

9.4.4 LWL-Kabel

LWL-Kabel müssen vor zu hohen mechanischen Beanspruchungen geschützt werden, daher eignen sich Beschriftungsträger mit Kabelbinderbefestigung nicht. Beispielsweise können LWL-Kabel mit Kabelfahnen beschriftet werden:

Quell-Hostname	*:Port-Nr.*	wthu-ipe-bro-001 :11
Ziel-Hostname	*:Port-Nr.*	tsbe-ipe-bro-001 :12

Abbildung 20: Beispiel Beschriftung LWL-Kabel

Beispiel:

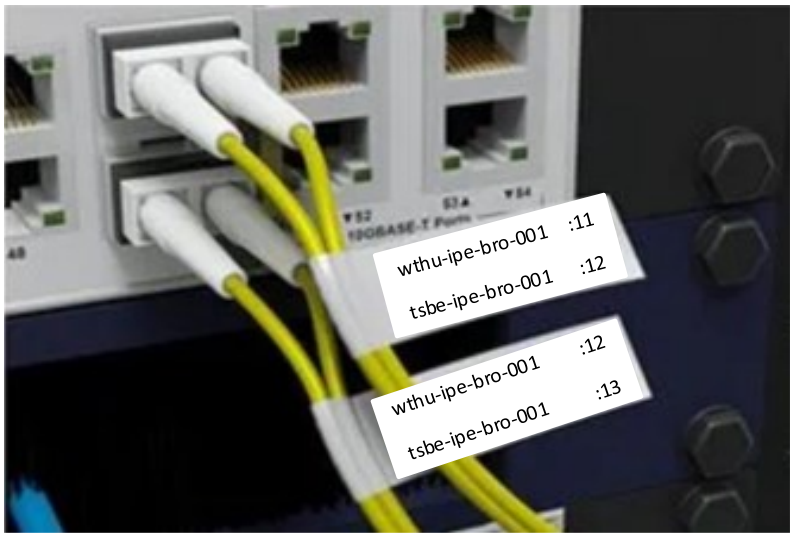

Abbildung 21: Beispiel Beschriftung LWL-Kabel

Zwecks Unterscheidung zwischen den verschiedenen Netzwerkzonen soll der Schriftzug auf den Kabelfahnen analog Farbkodierung aus Kapitel 9.4.5 erfolgen. Mit der Ausnahme, dass die übrigen Zonen mit einem schwarzen Schriftzug zu versehen sind.

9.4.5 Patchkabel Kupfer

Zusätzlich zu den oben verwiesenen Vorgaben aus dem Fachhandbuch gelten für Patchkabel folgende Farbkodierungen, abgeleitet aus dem Zonenmodell gemäss Weisung ASTRA NSP IP-Netz 83042 [18]:

Tabelle 23: Farben Patchkabel

Messgrösse	Wert	Messmethode/Bemerkungen
Farbe Patchkabel	Rot	Netze von Dritten
	Braun	IP-Netz BSA Backbone
	Dunkelgrau	PEZ Jump Host (PEZJ-BSA) PEZ Proxy Server (PEZP-BSA) PEZ (PEZ-BSA)
	Grün	Adminzone (ADMIN-BSA) Servicezone (SERV-BSA)
	Grau	Client Zone (DESK-BSA) Technikzone (TEZ-BSA) Migrationszone (MIG-BSA)
	Violett	Gästezone (GUEST-BSA)
	Orange	Prozess Zone (PROC-BSA)
	Gelb	Serverzone (SZ-BSA)

Glossar

Begriff/Abkürzung	Bedeutung
AP	Aufputz
ATEX	Explosionsfähige Atmosphären
AKS-CH	Struktur und Kennzeichnung der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
BIM	Building Information Modeling
BMA	Brandmeldeanlage
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DAW	Dokumentation des ausgeführten Werks
DIN	Deutsche Industrie Norm
DK	Dichtigkeitsklasse
EMV	Elektro Magnetische Verträglichkeit
ENV	Energieverordnung
EX	Explosionsgefährdet
FHB	Fachhandbuch
FU-Raum	Frequenzumrichter Raum
GE	Gebietseinheit
GWP	Erderwärmungspotenzial
HE	Höheneinheit
HLK	Heizung Lüftung Klima
IP-Netz BSA GE GE Abschnitt BD VMZ Backbone	Ein IP-Netz für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung der Nationalstrassen mit folgenden Elementen (Teilnetzen): - 11 IP-Netze BSA GE - dem IP-Netz BSA Backbone (Backbone der Bundesverwaltung) - Verbindungen zur VMZ-CH - Verbindungen zu den Rechenzentren BSA - Verbindungen zu den BD (Basisdiensten des IP-Netz BSA)
ISBO	Informatiksicherheitsbeauftragter der Organisation
ISO	Information Security Officer
ISO	International Organisation for Standardization
KEV	Kabel Endverschluss
LED	Light Emitting Diode (Leuchtdiode)
LWL	Lichtwellenleiter
MS	Mittelspannung
NFPA	National Fire Protection Association
NS	Niederspannung
NSP	Network Security Policy
NMS	Network Management System
PDU	Power Distribution Unit
ODP	Ozone Depletion Potential
QSS	Qualitätssicherungsstufe
OT	Operational Technology

Begriff/Abkürzung	Bedeutung
RC	Resistenz Class
RF	Brandverhaltensgruppe
SA-CH	Systemarchitektur Schweiz
SISTO	Sicherheitsstollen
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SN	Schweizer Norm
SUVA	Schweizerische Unfall Versicherungsanstalt
TMB	Technisches Merkblatt
UeLS-CH	Übergeordnetes Leitsystem
UL	Underwriters Laboratories
UP	Unterputz
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VdS	Verband der Schadenversicherer
VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
VNB	Verteilnetzbetreiber
WELK	Werkleitungskanal

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zwiebelschalen-Prinzip 12
Abbildung 2: Schutzzonen 13
Abbildung 3: Zentralen Tunnel Kat. A bis 300m 16
Abbildung 4: Zentralen Tunnel Kat. B 300m-800m 16
Abbildung 5: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 bis 1500m 16
Abbildung 6: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 bis 1500m mit SISTO 17
Abbildung 7: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 über 1500m 17
Abbildung 8: Zentralen Tunnel Kat. C1/C2 über 1500m mit SISTO 17
Abbildung 9: Variante Neubau 18
Abbildung 10: Erweiterung mit SISTO 18
Abbildung 11: Erweiterung mit Tunnelröhre und SISTO 19
Abbildung 12: Erdbebenzonen 30
Abbildung 13: PDU 42
Abbildung 14: Musterschrank Kommunikation 43
Abbildung 15: Musterschrank Server- und Speicherkomponenten 44
Abbildung 16: Gerätebeschriftungsplatte 45
Abbildung 17: Kabelbeschriftung mit Kabelbinderbefestigung 45
Abbildung 18: Patchkabel Beschriftung Wickeletikette 46
Abbildung 19: Beispiel Beschriftung Patchkabel 46
Abbildung 20: Beispiel Beschriftung LWL-Kabel 47
Abbildung 21: Beispiel Beschriftung LWL-Kabel 47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Schutzzonen 13
Tabelle 2: OT-Technikraum 21
Tabelle 3: Dimensionen Technikräume 22
Tabelle 4: Dimensionen Nebenräume 22
Tabelle 5: Dimensionen OT-Technikraum 22
Tabelle 6: Doppelboden 26
Tabelle 7: Zoneneinteilung Erdbeben 30
Tabelle 8: Massnahmen Überschwemmungen 30
Tabelle 9: Anforderungen Raumklima OT-Technikraum 31
Tabelle 10: Dimensionen OT-Technikraum 31
Tabelle 11: Einbringwege 32
Tabelle 12: Hebevorrichtung 32
Tabelle 13: Türe zu OT-Technikraum 32
Tabelle 14: Bodenbelastbarkeit 32
Tabelle 15: Doppelboden 33
Tabelle 16: Datenpunkte 33
Tabelle 17: Feuerlöschanlage 35
Tabelle 18: Qualitätssicherungsstufen (QSS) gemäss VKF 37
Tabelle 19: Anforderungen an das Brandverhalten von Fluchtwegen und Innenräumen 37
Tabelle 20: Feuerwiderstand 38
Tabelle 21: Schrankspezifikationen 41
Tabelle 22: Ausführung PDU 42
Tabelle 23: Farben Patchkabel 47

Literaturverzeichnis

Richtlinien und Dokumentation des ASTRA

[1]	Bundesamt für Strassen ASTRA, **„OT Security“**, *Richtlinie ASTRA 13030*, www.astra.admin.ch.
[2]	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, **„Projektierung Tunnel - Strassentunnel“,** *SIA 197/2,* www.sia.ch.
[3]	Bundesamt für Strassen ASTRA, **„HLK-Anlagen Tunnelzentralen“**, *Richtlinie ASTRA 13008*, www.astra.admin.ch.
[4]	Bundesamt für Strassen ASTRA, **„OT-Security Governance“**, *Weisung ASTRA 73006*, www.astra.admin.ch.
[5]	International Organisation for Standardization, **„Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements“,** *ISO/IEC 27001/2*, www.iso.org.
[6]	Bundesamt für Strassen ASTRA, „**Energieversorgungen der Nationalstrassen“**, *Richtlinie ASTRA 13020,* www.astra.admin.ch.
[7]	Vereinigung Kantonaler Feuerschutzversicherungen, „**VKF-Brandschutzrichtlinien “**, *Brandschutzvorschriften 2015,* www.bsvonline.ch.
[8]	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, **„Abdichtungen und Entwässerungen“,** *SIA 270,* www.sia.ch.
[9]	Schweizerische Eidgenossenschaft, **„Gefahrenkarten“,** *Naturbedingte Risiken,* www.map.geo.admin.ch.
[10]	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, **„Einwirkungen auf Tragwerke“,** *SIA 261,* www.sia.ch.
[11]	Europäische Normen, **„Einbruchhemmung“,** *ENV 1627-1630*, www.cencenelec.eu/.
[12]	Bundesamt für Strassen ASTRA, „Fachhandbuch BSA“, *ASTRA 23001* www.astra.admin.ch.
[13]	Bundesamt für Strassen ASTRA, **„Engineering der BSA-Daten“**, *Richtlinie ASTRA 13032*, www.astra.admin.ch.
[14]	EG-Richtlinie ATEX, **„ATEX Betriebsrichtlinie 1999/92/EG“.**
[15]	SUVA, **„Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen“,** *Checkliste 2153.D*, www.suva.ch/
[16]	SUVA, **„Lüftungsmassnahmen und Instandhaltung bei Bleibatterien“,** *Checkliste 67119.D*, www.suva.ch/
[17]	International Organisation for Standardization, **„Information technology“,** *ISO/IEC 23006-1*, www.iso.org/
[18]	Bundesamt für Strassen ASTRA, **„Network Security Policy IP-Netz BSA (NSP IP-Netz BSA)“**, *Dokumentation ASTRA 83042*, www.astra.admin.ch.

Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
2025	1.00	22.05.2025	Inkrafttreten Ausgabe 2025.