

Hochleistungsstrassennetz

Richtlinie
EMV Erdung Blitzschutz

Teil 4: Ausführungsrichtlinien: Offene Strecken und Brücken

Auftrags-Nr.: 120184.06

Version: 1.0

Hardturmstrasse 161
Postfach
CH-8037 Zürich

Luppenstrasse 1
CH-8320 Fehraltorf

Im Hasliacher 6
Postfach
CH-5626 Hermetschwil

Inhaltsverzeichnis		Seite
4	Ausführungsrichtlinien offene Strecken und Brücken	1
4.1	Erdung und Potenzialausgleich	1
4.1.1	Prinzipschema	1
4.1.2	Bauliche Massnahmen Erdung und Potenzialausgleich	2
4.1.2.1	Fundamenterder für Brücken, Trafostationen und weitere Bauten	2
4.1.2.2	Dilatationsverbindungen an Wänden	6
4.1.2.3	Anschlussfahnen für Erdungsfestpunkte und weitere Verbindungen	6
4.1.2.4	Erdungsfestpunkt	6
4.1.2.5	Erdungsanschluss mit Anschlussgarnitur	6
4.1.2.6	Nachträglich installierte Erdungsfestpunkte (Sanierungen)	6
4.1.3	---	6
4.1.4	---	6
4.1.5	Ausführung Erdung / Potenzialausgleich	7
4.1.5.1	Hauptpotenzialausgleichsleiter	7
4.1.5.2	Hoch- und Höchstspannungs-Anlagen	11
4.1.5.3	Mittelspannungsanlagen	11
4.1.5.4	NS-Hauptverteilung	11
4.1.5.5	Stromschienensysteme als Verbindung zwischen Trafo und NS HV	12
4.1.5.6	Vernetzung des Potenzialausgleichs	12
4.1.5.7	---	12
4.1.5.8	Raumlüftung	12
4.1.5.9	Hohlböden	12
4.1.5.10	Offene Trassierung	12
4.1.5.11	USV-Anlagen	12
4.1.5.12	Schaltgerätekombinationen SK	12
4.1.5.13	Verteilkabinen und Verteilkästen	13
4.1.5.14	Elektrokasten und Metall-Verteildosen	15
4.1.5.15	Steckdosenkasten	16
4.1.5.16	---	17
4.1.5.17	---	17
4.1.5.18	Kandelaber für Beleuchtung	17
4.1.5.19	Masten	18
4.1.5.20	Signalbrücken und Hinweisschilder	19
4.1.5.21	Leitplanken, Zäune, Geländer im Fahrbahnbereich	21
4.1.5.22	Bautechnische Komponenten in Zentralen und Nebenräumen	22
4.1.5.23	Nebeneinrichtungen	23
4.1.6	Vorkehren für Messungen und Nachweis	24
4.2	Äusserer Blitzschutz	24
4.3	Trassierung	25
4.3.1	Ordnungstrennung	25
4.3.2	Offene Trassierung	25
4.3.3	Rohrbündel	25
4.3.4	Rohrblöcke	25

4.3.5	Kabelschächte	25
4.3.6	Single Point Entry	25
4.3.7	Steigzonen	25
4.4	Hohlböden	26
4.4.1	Einbindung in den Potenzialausgleich	26
4.4.2	Kabelführung: Ordnungstrennung und Vermeidung von Schlaufen	26
4.4.3	Ableitfähigkeit von Bodenbelägen und Bodenplatten	26
4.5	Kabel	27
4.5.1	Fiberoptik-Kabel / Lichtwellenleiter	27
4.5.1.1	Kabeltypen	27
4.5.1.2	Kabelverlegung	27
4.5.1.3	Kabeleinführung und -Anschluss	27
4.5.2	Steuer-, Signal- und Telekommunikationskabel aus Cu	27
4.5.2.1	Kabeltypen	27
4.5.2.2	Kabelverlegung	27
4.5.2.3	Kabeleinführung und -Anschluss von Telekommunikationskabeln	27
4.5.2.4	Kabeleinführung und -Anschluss von Steuer- und Signalkabeln	27
4.5.3	Niederspannungskabel	28
4.5.3.1	Kabeltypen	28
4.5.3.2	Kabelverlegung	28
4.5.3.3	Kabelanschluss	28
4.5.4	Mittelspannungskabel (1 - 50 kV)	28
4.5.4.1	Kabeltypen	28
4.5.4.2	Kabelverlegung	28
4.5.4.3	Kabelanschluss	28
4.5.5	Hoch- und Höchstspannungskabel (50kV - 150 kV resp. 150 - 400 kV))	28
4.5.5.1	Kabelverlegung	28
4.6	Schaltgerätekombinationen SK	29
4.6.1	EMV-Richtlinien für die Schrankauslegung	29
4.6.2	Einbindung in den Potenzialausgleich	29
4.6.3	Überspannungsschutz	29
4.6.4	Detailmassnahmen	29
4.6.4.1	Schutz gegen elektrostatische Entladung	29
4.6.4.2	Trennung der Leitungsgruppen bei Relais oder Schützen	29
4.6.4.3	Leitungsführung bei Motoren mit Leistungselektronik	29
4.6.4.4	Leitungsführung bei Netzfiltern	29
4.6.4.5	Leitungsführung bei Netzdrosseln	29
4.6.4.6	Leuchtstofflampen	29
4.6.4.7	Verkabelung Schaltschrank - Schaltschrank	30
4.6.4.8	Verkabelung Schaltschrank - Terminal	30
4.6.4.9	Analoge Ein- /Ausgabe-Baugruppen	30
4.6.4.10	Digitaleingänge	30
4.6.4.11	Digitalausgänge	30

4.7	Überspannungsschutz der Elektromechanischen Einrichtungen	31
4.7.1	Energieversorgung	31
4.7.2	Beleuchtung	32
4.7.3	---	32
4.7.4	Signalisationsmittel	33
4.7.5	Mess- und Überwachungsanlagen	34
4.7.6	Ausrüstungen in Werkhöfen und Polizeistützpunkten (Nationalstrassenbedingt)	34
4.7.7	Kabelanlagen	34
4.7.8	Nebeneinrichtungen	34
4.8	Spezialfälle	35
4.8.1	Antennenanlagen	35
4.8.2	Nicht-ionisierende Strahlung	35
4.8.3	Drahtlose Kommunikation	35
4.8.4	Elektrische Schweissarbeiten	35
4.8.5	Eisenbahnen	35
4.9	Prüfungen und Nachweise	36
4.9.1	Vor dem Betonieren der Bauwerke	36
4.9.2	Prüfung und Überwachung des Potenzialausgleichs	36
4.10	Planungs- und Realisierungsablauf	36
4.11	Sanierungen	36
4.11.1	Vorgaben und Konzepte von Sanierungen	36
4.11.2	Erdung und Hauptpotenzialausgleich	36
4.11.3	Vorhandener Netztyp TN-C	36

Revisionen:

Status:	Datum:	Änderungsveranlassung
Version 1.0	26.06.2006	Erstausgabe

Copyright © Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt Verkehrsmanagement

Alle Rechte vorbehalten. Die Richtlinie darf weder gesamthaft noch teilweise ohne die schriftliche Genehmigung der Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt Verkehrsmanagement vervielfältigt werden.

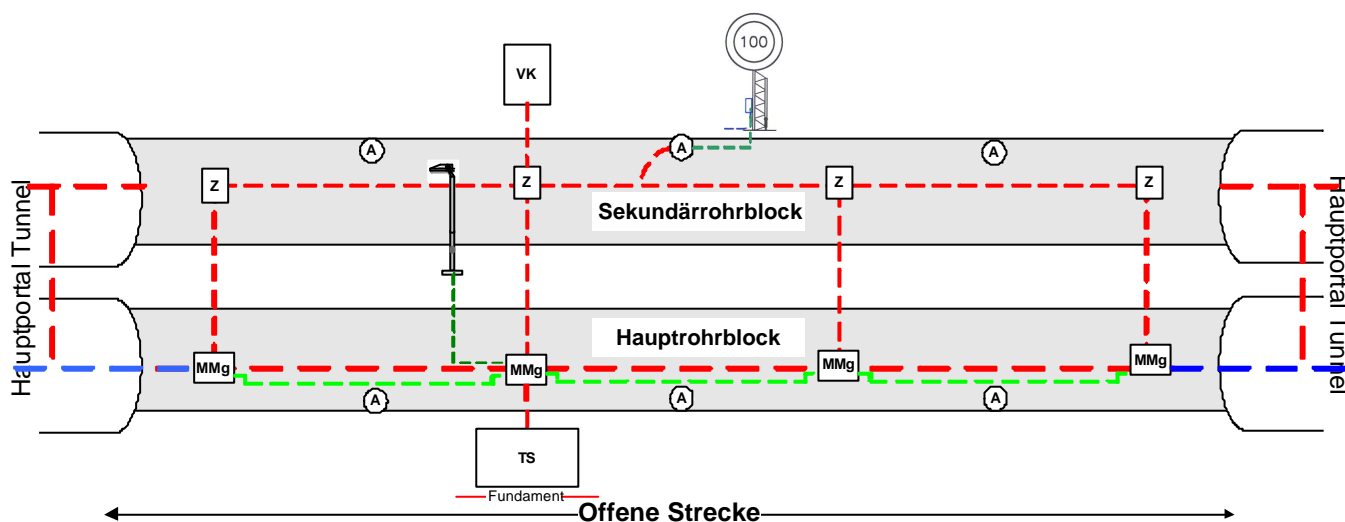
4 AUSFÜHRUNGSRICHTLINIEN OFFENE STRECKEN UND BRÜCKEN

4.1 Erdung und Potenzialausgleich

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

Der Potenzialausgleich zwischen Armierungseisen und Widerlager ist durch den Brückenplaner (Bauingenieur) genau abzuklären, damit durch die Verbindung von Wasser und Streusalz keine galvanischen Elemente gebildet werden.

4.1.1 Prinzipschema



Legende

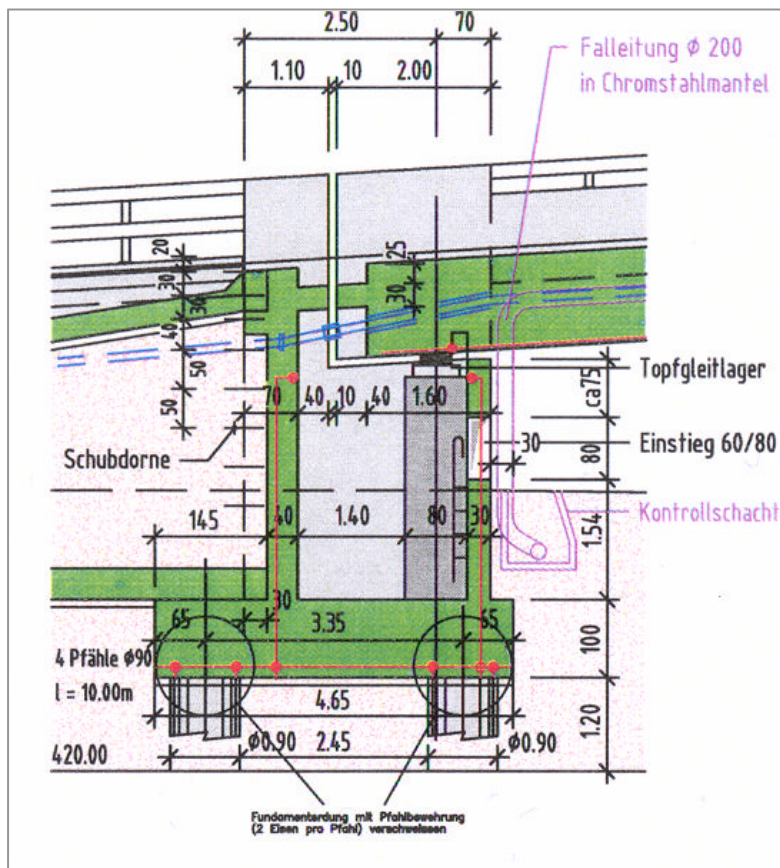
	Cu-Seil 120mm ²
	Cu-Seil 50mm ²
	Cu-Seil 50 mm ²
	Cu-Seil 16 mm ²
	Cu-Bänder 30x3 mm
	Schacht Typ A
	Schacht Typ Z
	Schacht Typ MMg
	Verteilkabine
	Trafostation

4.1.2 Bauliche Massnahmen Erdung und Potenzialausgleich

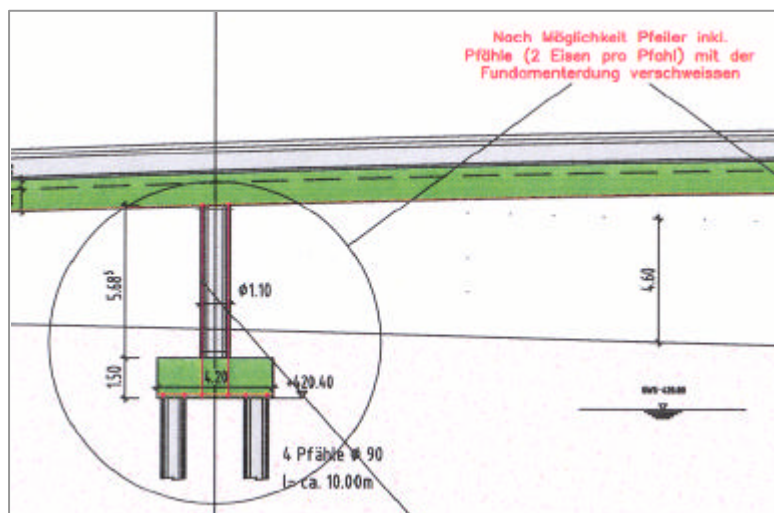
4.1.2.1 Fundamenterder für Brücken, Trafostationen und weitere Bauten

Da diese Massnahmen nach der Bauvollendung kaum mehr nachgerüstet werden können, ist der frühzeitigen Planung und der fachmännischen Realisierung besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Vor Einbringen des Betons sind die Erdungen durch den Elektrofachplaner zu kontrollieren (siehe Teil 3, Kapitel 3.9.1).

Brückenkopf



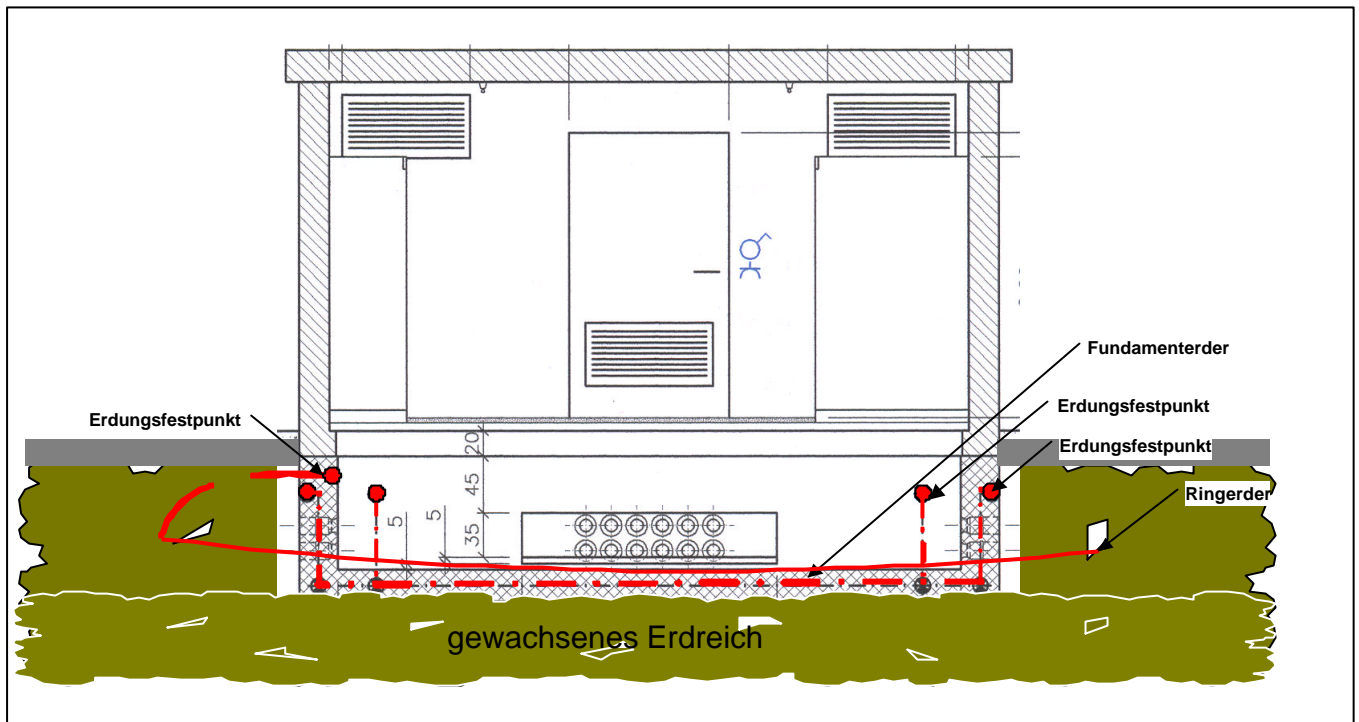
Als Erder werden jeweils die Armierungseisen der nicht-isolierten Betonfundamente der Brückenköpfe und wo möglich der Brückenpfeiler verwendet.



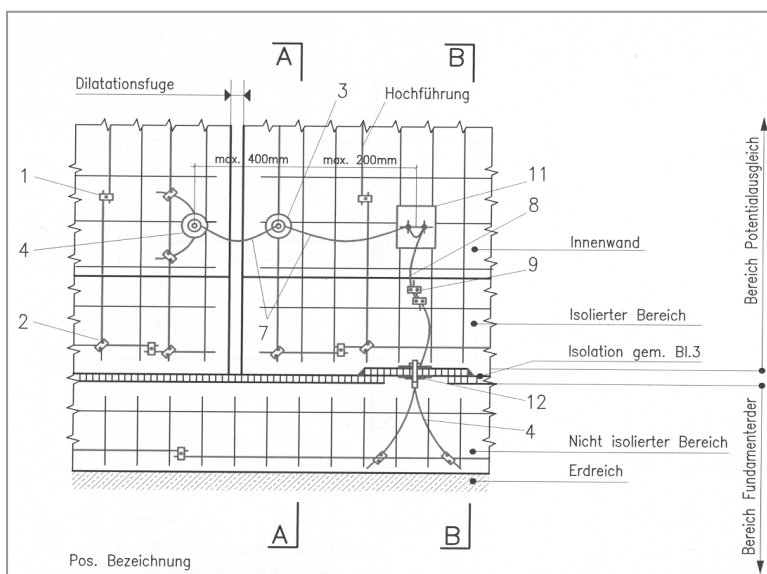
Beispiel:

WSP W. Schefer+Partner
 Ingenieurbüro AG

Trafostation und begehbare Verteilkabinen



Das Fundament von Trafostationen und begehbaren Verteilern ist ebenfalls mit einem Fundamenterder auszurüsten. Der maximale Erdübergangswiderstand wird durch den Netzbetreiber bestimmt (je nach Schutzsystem). Es ist möglich, dass noch zusätzliche Erder eingebaut werden müssen. Dazu verwendet man einen Ringerder (Cu 30 x 3 mm) und - falls erforderlich - als weitere Massnahme einen ca. 30 m langen Bänderder (Cu 30 x 3 mm) entlang des Rohrblocks. Die genaue Ausführung bestimmt der Fachplaner in Zusammenarbeit mit dem Netzbetreiber.



Als Maschennetz werden ausgewählte Armierungseisen oder speziell verlegte Leiter aller Gebäude und Bauwerke des Tag- und Untertagbaus mittels Parallel- oder Kreuzklemmen elektrisch leitend miteinander verbunden. Auf diese Armierungseisen werden punktuell die vorgesehenen Erdungs-Wandplatten kontaktiert. Von da aus erfolgt der Anschluss an die Kupfer-Potentialausgleich-Schiene. Durch diese Vermaschung von Armierung und Potentialausgleich entsteht pro Objekt ein Faradayscher Käfig.

Verwendung der Armierungseisen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.1

Ausführung mit speziell verlegtem Bandstahl oder Seil

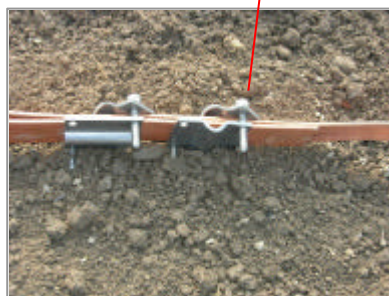
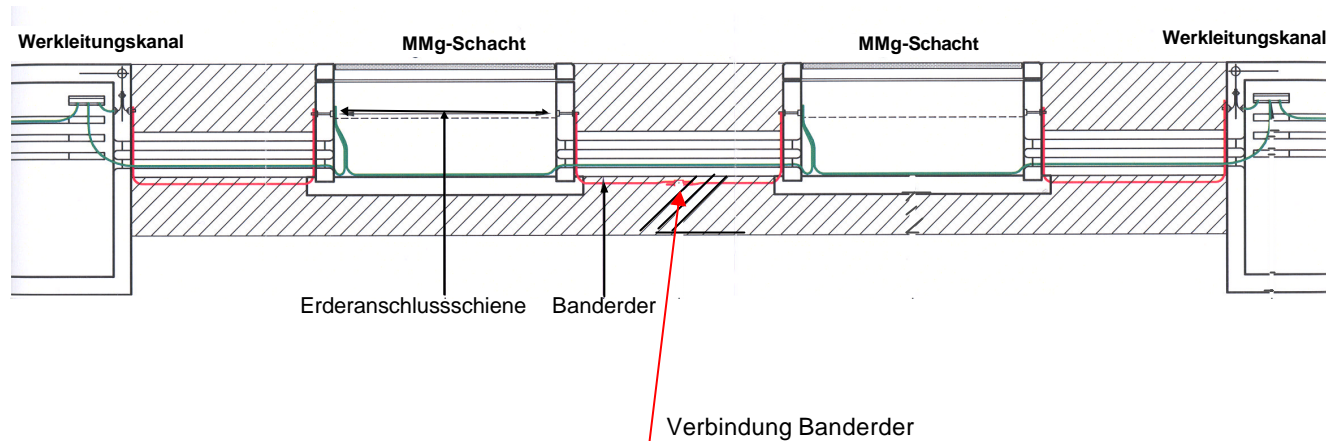
Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.1

Dilatationsverbindungen in Fundamenten

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.1

Erder für Verteilkabinen und Verteilschächte

Im Gegensatz zu grösseren Bauten, die mit Fundamenterdern ausgestattet sind, werden Verteilkabinen und Verteilschächte (z.B. Typ MMg im Hauptrohrblock) mit Banderdern ausgerüstet.



- Mindestens 0.7 m tief in möglichst dauerfeuchten Boden verlegen.
- Cu-Band blank mindestens 30 x 3 mm

Das Cu-Band muss hochkant verlegt werden.

- Verbindungen müssen geschraubt werden.
- Das Verbindungsmaterial muss aus Cu blank oder nicht rostendem Stahl V4A bestehen.
- Beide Enden des Banderders müssen sich ca. 15 cm überlappen.



Werden Banderder nicht im Verbund mit Fundamenterdern verlegt, sollte der Erdungswiderstand 20Ω nicht überschreiten (SEV Regeln 3755). Das entspricht im Erdreich einer Länge von ca. 15 m.

4.1.2.2 Dilatationsverbindungen an Wänden

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.2

4.1.2.3 Anschlussfahnen für Erdungsfestpunkte und weitere Verbindungen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.3

4.1.2.4 Erdungsfestpunkt

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.4

4.1.2.5 Erdungsanschluss mit Anschlussgarnitur

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.5

4.1.2.6 Nachträglich installierte Erdungsfestpunkte (Sanierungen)

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.2.6

4.1.3 ---

Kapitel ohne Inhalt (Platzhalter für Teil 3)

4.1.4 ---

Kapitel ohne Inhalt (Platzhalter für Teil 3)

4.1.5 Ausführung Erdung / Potenzialausgleich

4.1.5.1 Hauptpotenzialausgleichsleiter

Brücken

Als massgebender Potenzialausgleichsleiter wird ein Kupfer-Draht, -Band oder -TT-Seil, von mindestens 50 mm^2 verwendet. Dieser Leiter wird durchgehend in allen Werkleitungskanälen, in den Zentralen wie auch in den Rohranlagen der gesamten Strecke verlegt.

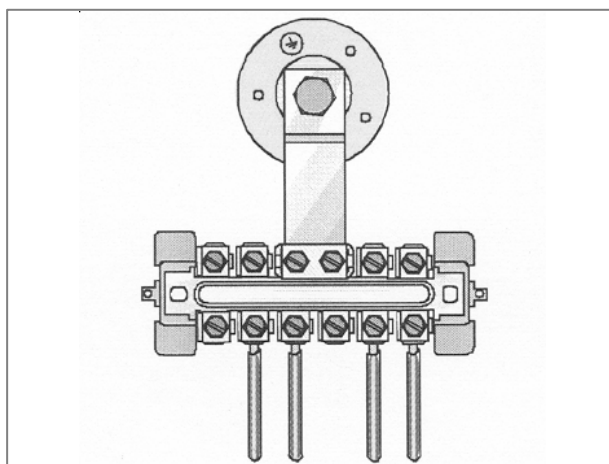


Für jede einzelne Fahrbahn wird ein separater Potenzialausgleichs-Leiter geführt. Diese parallel laufenden Leiter werden jeweils bei den Querverbindungen und im Bereich der Zentralen miteinander verbunden.

Ausführungsvarianten:

- Mindestquerschnitt immer $\text{Cu } 50 \text{ mm}^2$
- Die Ausführung erfolgt mit Cu-Draht, Cu-Seil oder Cu-Band.

An die Haupt-Potenzialausgleichsleiter werden alle schutzrelevanten Elemente der elektromechanischen Ausrüstungen angeschlossen.



Zentrale Erdpunkte (ZE) dienen dem Potenzialausgleich von elektronischen Systemen. Im Gegensatz zur allgemeinen Erdung sind die Potenzialausgleichsverbindungen für elektronische Systeme sternförmig aufzubauen.

Jeder Systemlieferant bildet in seiner Verantwortung seine eigene, isolierte Systemerdung. Diese Erde wird dann sternförmig mit dem zugeordneten ZE verbunden. Die Erderabgänge sind auf den Leitern zu beschriften.

Bei Dilatationsübergängen von Brücken muss mit verhältnismässig grossen Bewegungen gerechnet werden. Die Verbindung muss deshalb mit einer genügend grossen Reserveschleife vorgenommen werden.



Ausführung:

- Mindestquerschnitt immer $\text{Cu } 50 \text{ mm}^2$
- Die Verbindung erfolgt mit Cu-Geflecht. Die Verschraubung ist gegen Selbstlockerung zu sichern (Brückenvibrationen).

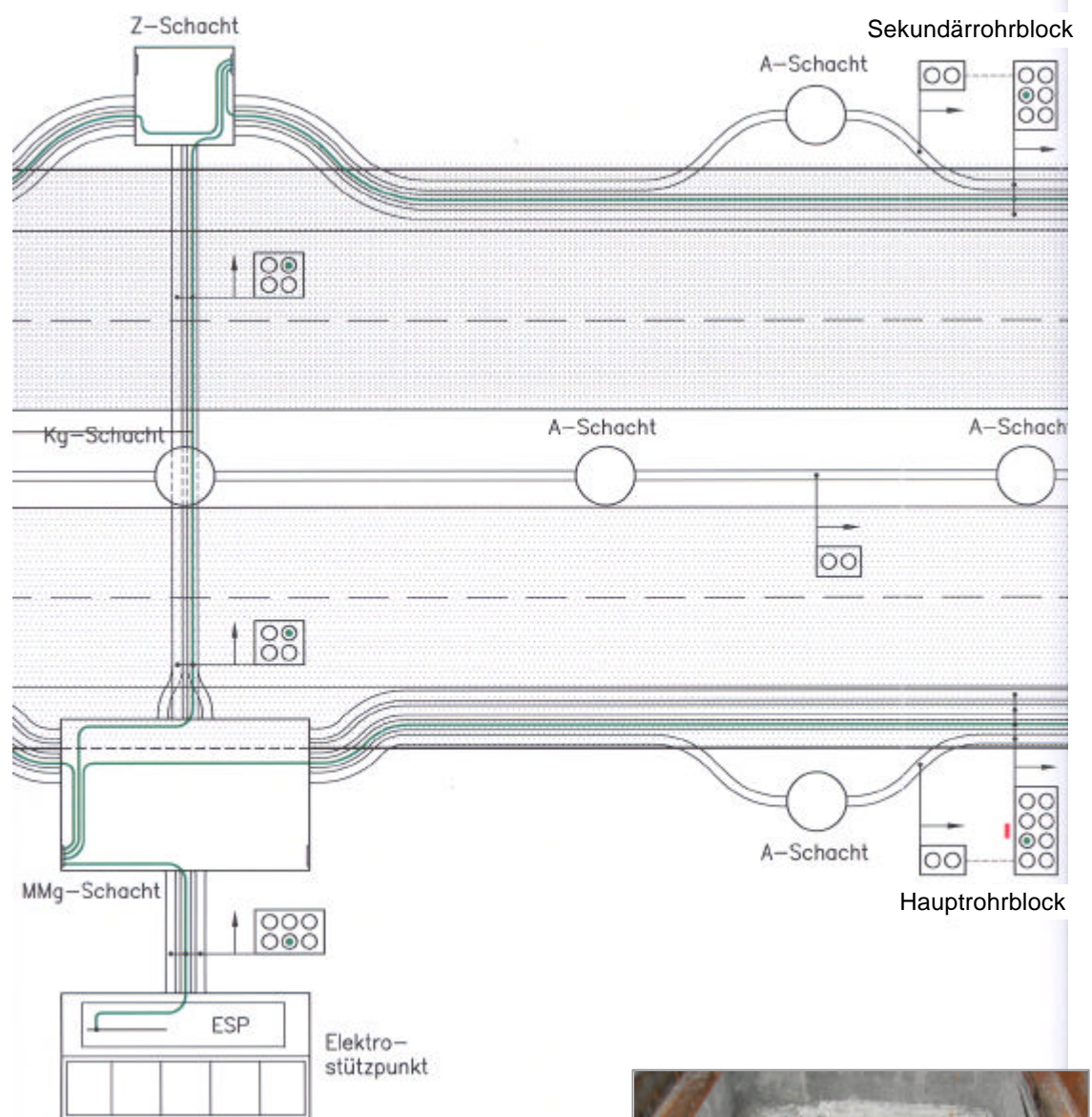
Hauptpotenzialausgleich in Rohrblöcken

Als massgebender Potenzialausgleichsleiter im Hauptrohrblock wird ein Kupfer-Seil isoliert von mindestens 50 mm^2 verwendet. Dieser Leiter wird durchgehend im Hauptrohrblock verlegt und in den MMg-Schächten auf die Potenzialausgleichsschiene geführt. Zusätzlich zu diesem 50 mm^2 -Potenzialausgleichsleiter wird im Erdreich ein Bänderder Cu $30 \times 3 \text{ mm}$ verlegt.

In Sekundärrohrblöcken (Z-Schächten) wird ein Potenzialausgleichsleiter aus isoliertem Kupfer-Seil von mindestens 50 mm^2 verwendet. Bei den jeweiligen Querverbindungen des Haupt- mit dem Nebenrohrblock werden die Potenzialausgleichsleiter miteinander verbunden.

(Abbildungen nächste Seite)

Abbildungen zum Hauptpotenzialausgleich in Rohrblöcken



Leiterquerschnitte siehe
Prinzipschema im
Kapitel 4.1.1



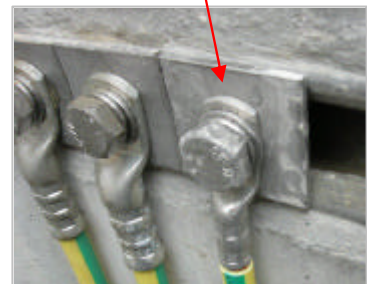
Hauptpotenzialausgleich in MMg-Schächten



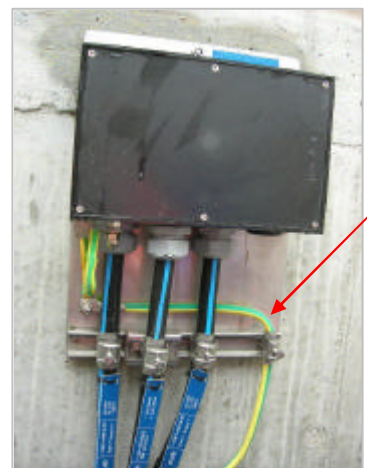
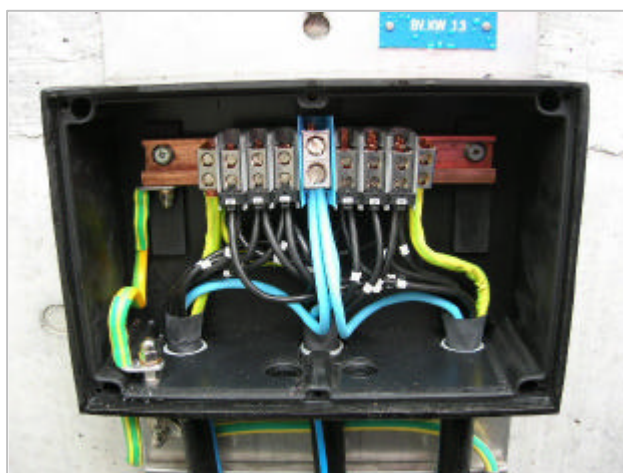
Ausführung:

- Mindestquerschnitt immer Cu 50 mm² isoliert
- Die Verschraubung ist gegen Selbstlockerung zu sichern (Vibrationen).

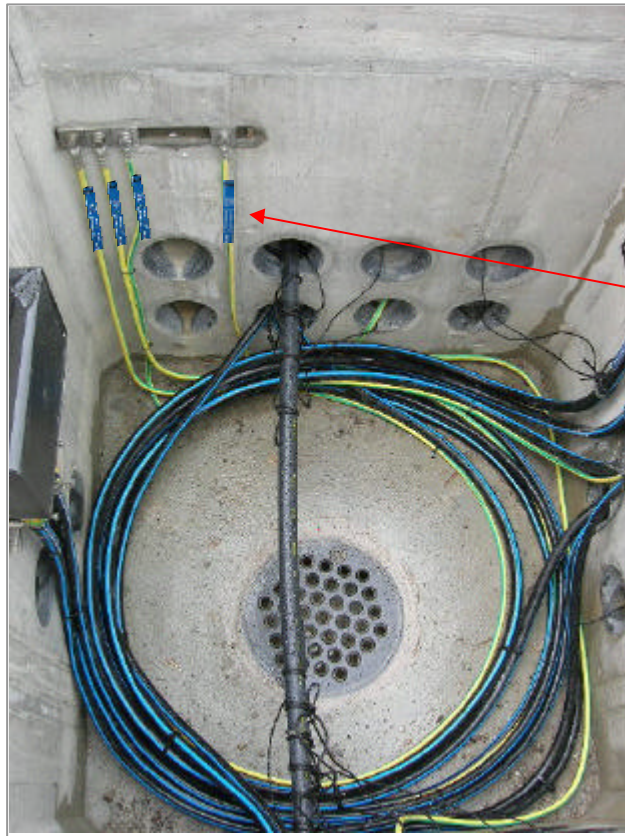
Die Erderabgänge sind auf den Leitern zu beschriften.



- Muster einer Verbindungsdose mit Anschluss des Potenzialausgleichsleiters mind. Cu 16 mm² isoliert



Hauptpotenzialausgleich in Z-Schächten



- Die Erderabgänge sind auf den Leitern zu beschriften.

4.1.5.2 Hoch- und Höchstspannungs-Anlagen

Die Transit-Hochspannungskabel (50 - 150 kV) und -Höchstspannungskabel (150 - 400 kV) werden über die gesamte Länge baulich abgetrennt (ausserhalb der Werkleitungskanäle) geführt, d.h. ohne jegliche Verbindung zum Strassen- und Tunnel-Erdungssystem.

4.1.5.3 Mittelspannungsanlagen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.3

4.1.5.4 NS-Hauptverteilung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.4

4.1.5.5 Stromschienensysteme als Verbindung zwischen Trafo und NS HV

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.5

4.1.5.6 Vernetzung des Potenzialausgleichs

Die Vernetzung des Potenzialausgleichs wird durch den Elektrofachplaner konzipiert. Das Konzept und die Ausführungspläne sind dem TBA-VM zur Genehmigung vorzulegen. Es muss eine möglichst hohe Vermaschungsdichte erreicht werden.

4.1.5.7 ---

Abschnitt ohne Inhalt (Platzhalter für Teil 3)

4.1.5.8 Raumlüftung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.8

4.1.5.9 Hohlböden

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.9

4.1.5.10 Offene Trassierung

Ausführung von Erdung / Potentialausgleich für Trassees:
siehe Teil Kapitel 3.3.2 „Offene Trassierung“

4.1.5.11 USV-Anlagen

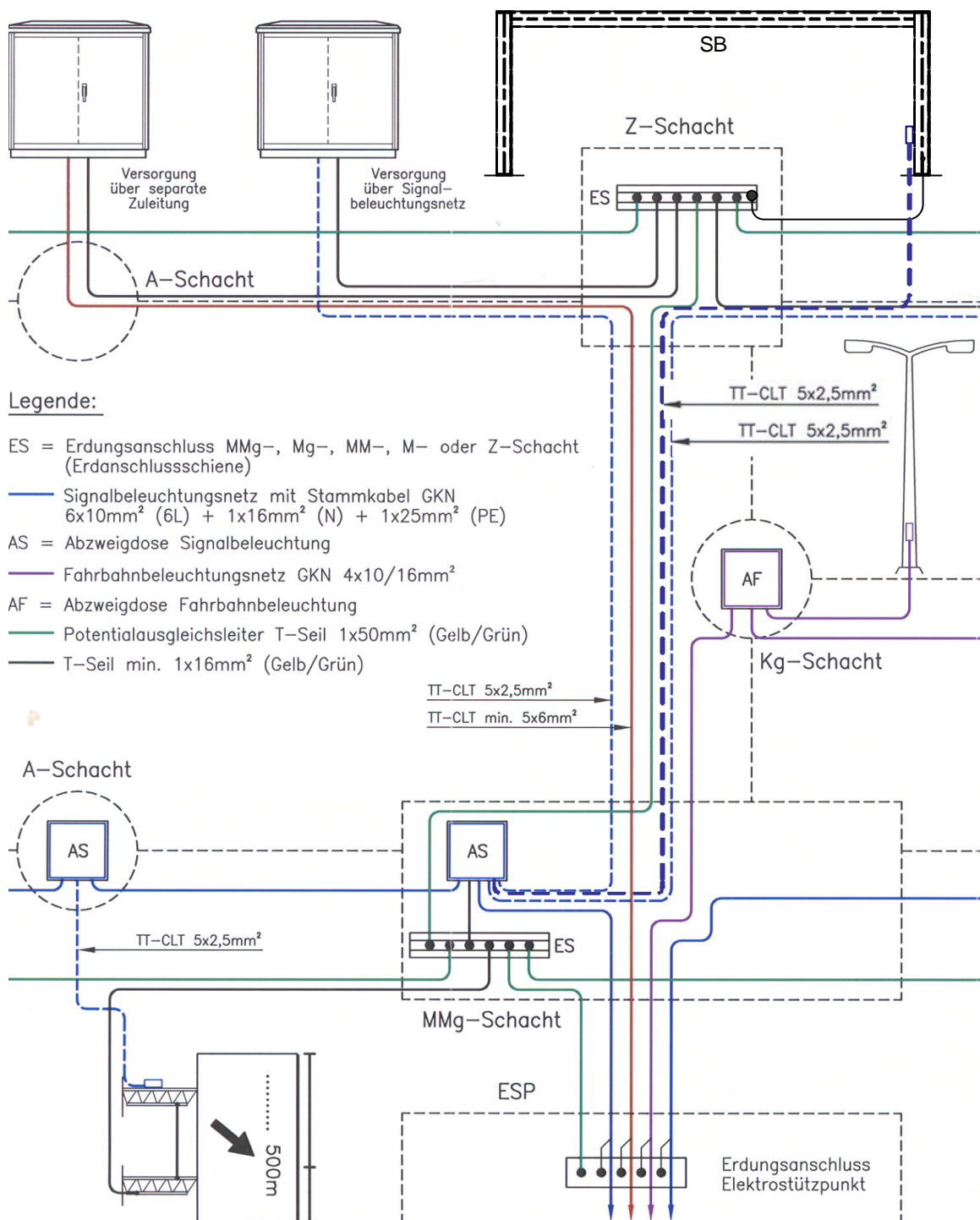
Siehe Teil Kapitel 3.1.5.11 „USV-Anlagen“

4.1.5.12 Schaltgerätekombinationen SK

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.12

4.1.5.13 Verteilkabinen und Verteilkästen

Für Verteilkabinen und Verteilkästen (sowie auch für Signalbrücken und Strassenbeleuchtungen) werden keine separaten Erder erstellt. Ein isoliertes Kupfer-Seil wird als Potenzialausgleichsleiter resp. als Erdleiter verwendet.



Verteilkabine Beleuchtung / Signalisation

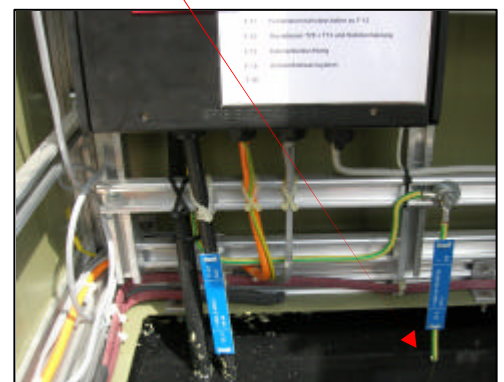


- Erderanschluss mit Kupfer T-Seil isoliert mind. 16 mm² (Dieser reduzierte Querschnitt von 16 mm² ist als Ausnahme nur bei Beleuchtung und Signalisation zulässig. Anzustreben ist 50 mm².)

Übrige Verteilungen



- Erderanschluss mit Kupfer T-Seil isoliert mind. 50 mm²





- Erderanschluss mit Kupfer T-Seil
isoliert mind. 50 mm²



4.1.5.14 Elektrokasten und Metall-Verteildosen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.14

4.1.5.15 Steckdosenkasten



- Es ist kein separater Potenzialausgleich zu erstellen.
- Gehäuse an den PE-Leiter der Zu-
leitung anschliessen.



4.1.5.16 ---

Abschnitt ohne Inhalt (Platzhalter für Teil 3)

4.1.5.17 ---

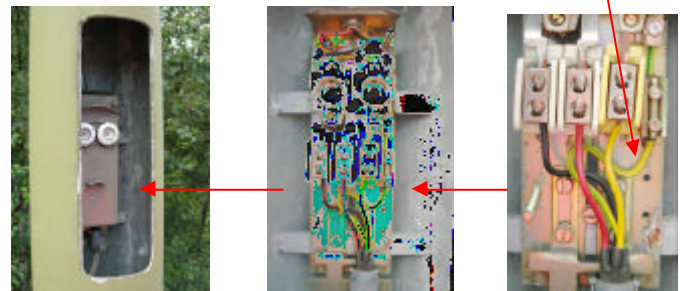
Abschnitt ohne Inhalt (Platzhalter für Teil 3)

4.1.5.18 **Kandelaber für Beleuchtung**

Für Strassenbeleuchtungen werden keine separaten Potenzialausgleichsleiter erstellt



Der metallene Kandelaber wird mit dem Schutzleiter des Zuleitungskabels verbunden. Der minimale Querschnitt des Schutzleiters beträgt 16 mm^2 . Dies gilt auch für Kandelaber, die aus Tunnelzentralen gespeist werden.



Je nach Elementtyp erfolgt die Verbindung über die leitende Rückwand des Sicherungselementes, oder über eine separate Verbindung.

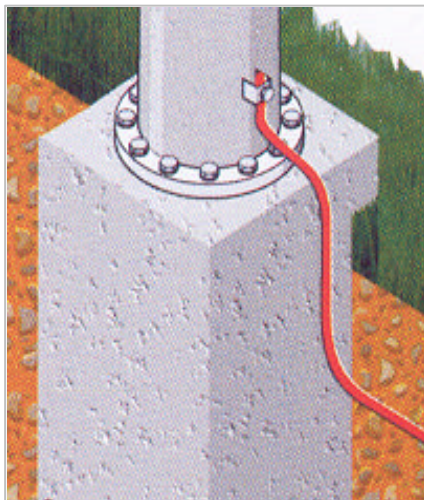
4.1.5.19 Masten

Masten für Kameras, Sensoren, Antennen



Masten für Kameras, Sensoren, Antennen usw. müssen mit dem lokalen Potenzialausgleich und mit dem Mastfundament sichtbar verbunden werden.

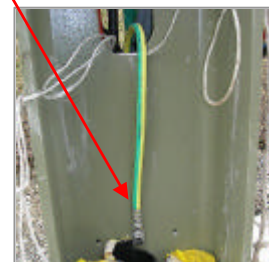
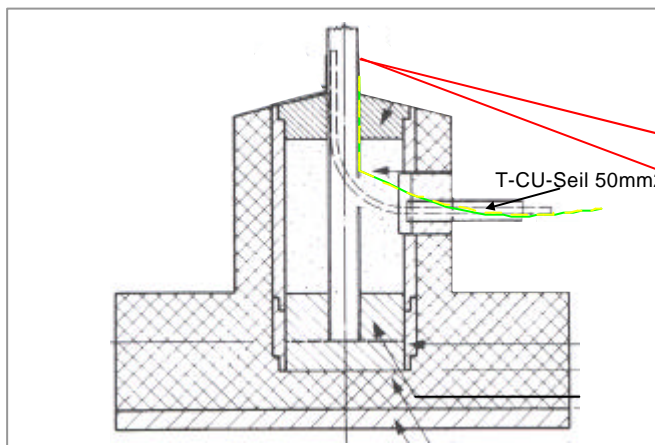
- Verbindungen mit Cu-Seil, -Litze oder -Band ausführen.
- Querschnitt Cu 50 mm²
- Ist ein armiertes Fundament vorhanden, so ist ein Fundamenteerder zu erstellen und mit dem Potenzialausgleichsleiter Cu 50 mm² zu verbinden.



4.1.5.20 Signalbrücken und Hinweisschilder



Für Signalbrücken werden keine separaten Erder erstellt. Ein separates isoliertes Cu-Seil von 50 mm² wird als Potenzialausgleichsleiter mitgeführt.



Signalbrücken müssen mit dem Potenzialausgleich durch ein Cu-Seil von mind. 50 mm² sichtbar verbunden werden.



Wenn als Schutz gegen Korrosion durch Streusalz keine Blechabdeckung angebracht werden kann, ist der Anschluss mit plastischer Dichtungsmasse abzudecken, die alterungsresistent gegen Aushärten und Rissbildung sein muss.

Hinweisschilder

Weisen Hinweisschilder einen Steckdosenverteiler auf, so ist ein separater Erdanschluss vorzusehen.



- Erdanschluss mit Kupfer T-Seil isoliert mind. 16 mm²



Hinweisschilder die nur mit Beleuchtungseinrichtungen versehen sind, benötigen keinen separaten Erdleiter.



4.1.5.21 Leitplanken, Zäune, Geländer im Fahrbahnbereich

Leitplanken, Zäune, Geländer im Fahrbahnbereich von Tunnels müssen nicht mit dem Potenzialausgleich verbunden werden. Sind jedoch grössere elektrische Installationen in unmittelbarer Nähe, so sind entsprechende Abklärungen durchzuführen. Das gleich gilt im Bereich von Hochspannungsmasten, Unterwerken und Trafostationen.



- Sofern absenkbar Leitplanken keine elektrischen Komponenten an den Leitplanken aufweisen, sind sie nicht an den Potenzialausgleich anzuschliessen.

4.1.5.22 Bautechnische Komponenten in Zentralen und Nebenräumen

Sämtliche „ausgedehnten“ elektrisch leitenden Anlageteile wie Türen, Fenster, Gitter, Krananlagen, Treppengeländer, Liftanlagen usw. sind mit dem Potenzialausgleich zu verbinden.

Türen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.22

Fenster / Entlüftungsgitter

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.22

Geländer

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.22

Personen-Aufstiegsleitern

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.22

4.1.5.23 Nebeneinrichtungen

Krananlagen, Hebezeuge

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.23

Liftnanlagen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.23

Luken

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.23

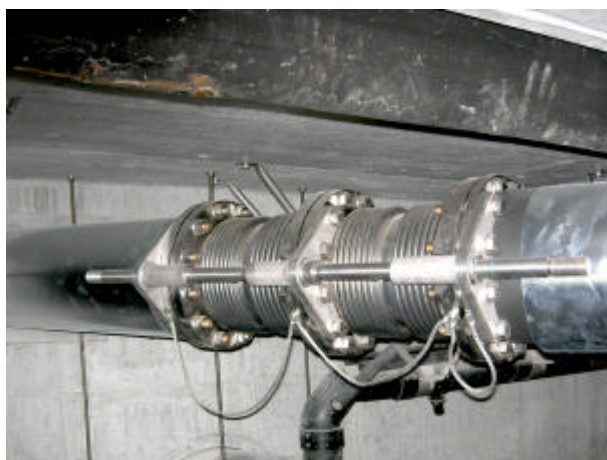
Akkumulatorengeestelle USV-Anlage und Akkumulatoren-sicherungskasten

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.5.23

Wasserversorgung

Die Zuständigkeit für die Planung der Erdung der Wasserversorgung ist im Teil 2 Kapitel 2.1.3.1 'Single Point Entry in Gebäude und Erdung der Gas-/Wasserversorgung' erläutert.

Bei Dilatationsübergängen von Brücken muss mit verhältnismässig grossen Bewegungen gerechnet werden. Die Verbindung muss deshalb mit einer genügend grossen Reserveschleife vorgenommen werden.



Ausführung:

- Mindestquerschnitt immer Cu 50 mm²
- Die Verbindung erfolgt mit Cu-Geflecht.

Im Übrigen gelten die Ausführungen im Teil 3 Kapitel 3.1.5.23 'Ausführung Erdung / Potenzialausgleich: Nebeneinrichtungen: Wasserversorgung'

4.1.6 Vorkehren für Messungen und Nachweis

Siehe Teil 3 Kapitel 3.1.6

4.2 Äusserer Blitzschutz

Siehe Teil 3 Kapitel 3.2

4.3 Trassierung

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

4.3.1 Ordnungstrennung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.3.1

4.3.2 Offene Trassierung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.3.2

4.3.3 Rohrbündel

Siehe Teil 3 Kapitel 3.3.3

4.3.4 Rohrblöcke

Siehe Teil 3 Kapitel 3.3.4

4.3.5 Kabelschächte

Siehe Teil 3 Kapitel 3.3.5

4.3.6 Single Point Entry

Siehe Teil 3 Kapitel 3.3.6

4.3.7 Steigzonen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.3.7

4.4 Hohlböden

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

4.4.1 Einbindung in den Potenzialausgleich

Siehe Teil 3 Kapitel 3.4.1

4.4.2 Kabelführung: Ordnungstrennung und Vermeidung von Schlaufen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.4.2

4.4.3 Ableitfähigkeit von Bodenbelägen und Bodenplatten

Siehe Teil 3 Kapitel 3.4.3

4.5 Kabel

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

4.5.1 Faseroptik-Kabel / Lichtwellenleiter

4.5.1.1 Kabeltypen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.1.1

4.5.1.2 Kabelverlegung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.1.2

4.5.1.3 Kabeleinführung und -Anschluss

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.1.3

4.5.2 Steuer-, Signal- und Telekommunikationskabel aus Cu

4.5.2.1 Kabeltypen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.2.1

4.5.2.2 Kabelverlegung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.2.2

4.5.2.3 Kabeleinführung und -Anschluss von Telekommunikationskabeln

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.2.3

4.5.2.4 Kabeleinführung und -Anschluss von Steuer- und Signalkabeln

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.2.4

4.5.3 Niederspannungskabel

4.5.3.1 Kabeltypen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.3.1

4.5.3.2 Kabelverlegung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.3.2

4.5.3.3 Kabelanschluss

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.3.3

4.5.4 Mittelspannungskabel (1 - 50 kV)

4.5.4.1 Kabeltypen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.4.1

4.5.4.2 Kabelverlegung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.4.2

4.5.4.3 Kabelanschluss

Siehe Teil 3 Kapitel 3.5.4.3

4.5.5 Hoch- und Höchstspannungskabel (50kV - 150 kV resp. 150 - 400 kV))

4.5.5.1 Kabelverlegung

Die Transit-Hochspannungskabel (50 - 150 kV) und -Höchstspannungskabel (150 - 400 kV) werden über die gesamte Länge baulich abgetrennt (ausserhalb des Werkleitungskanals) geführt, d.h. ohne jegliche Verbindung zum Strassen- und Tunnel-Erdungssystem.

4.6 Schaltgerätekombinationen SK

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

Hinweis: EN 60439 und EN 62204 sind anzuwenden.

4.6.1 EMV-Richtlinien für die Schrankauslegung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.1

4.6.2 Einbindung in den Potenzialausgleich

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.2

4.6.3 Überspannungsschutz

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.3

4.6.4 Detailmassnahmen

4.6.4.1 Schutz gegen elektrostatische Entladung

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.1

4.6.4.2 Trennung der Leitungsgruppen bei Relais oder Schützen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.2

4.6.4.3 Leitungsführung bei Motoren mit Leistungselektronik

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.3

4.6.4.4 Leitungsführung bei Netzfiltern

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.4

4.6.4.5 Leitungsführung bei Netzdrosseln

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.5

4.6.4.6 Leuchtstofflampen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.6

4.6.4.7 Verkabelung Schaltschrank - Schaltschrank

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.7

4.6.4.8 Verkabelung Schaltschrank - Terminal

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.8

4.6.4.9 Analoge Ein- /Ausgabe-Baugruppen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.9

4.6.4.10 Digitaleingänge

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.10

4.6.4.11 Digitalausgänge

Siehe Teil 3 Kapitel 3.6.4.11

4.7 **Überspannungsschutz der Elektromechanischen Einrichtungen**

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

Siehe Teil 3 Kapitel 3.7

4.7.1 **Energieversorgung**

Siehe Teil 3 Kapitel 3.7.1

NS-Hauptverteilung mit TS innerhalb der baulichen Anlage

Siehe Teil 3 Kapitel 3.7.1

Unterverteilungen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.7.1

Verteilkabinen und Verteilkästen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.7.2 'Beleuchtung' und
siehe Teil 3 Kapitel 3.7.5 'Mess- und Überwachungsanlagen'

Steckdosen/ Endgeräte

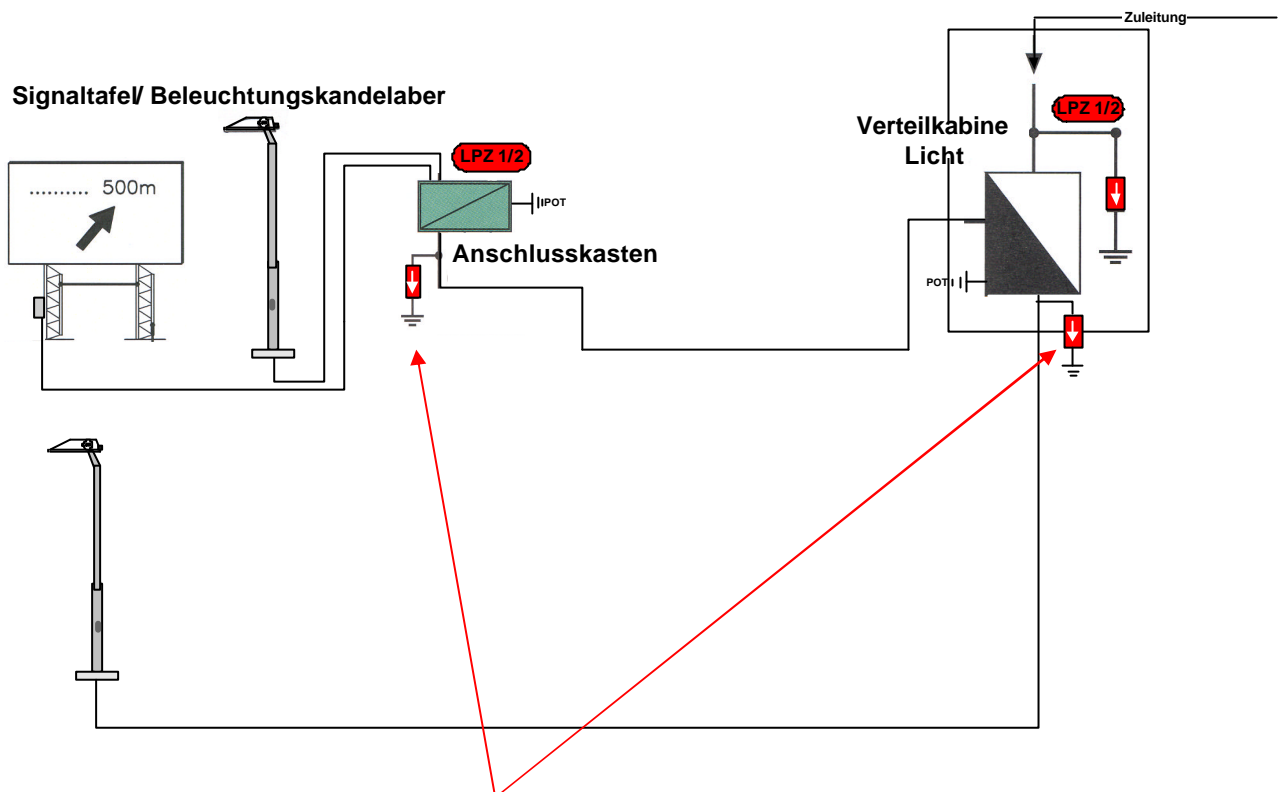
Siehe Teil 3 Kapitel 3.7.1

4.7.2 Beleuchtung

Gemäss ASTRA-Kontenplan gehören zu diesen elektromechanischen Einrichtungen: Beleuchtungsarmaturen inkl. Zuleitungen, Lampen, Brandnotleuchten, Aufhängungen, Mess-, Steuer-, Regel- und Kontrolleinrichtungen

Die Beleuchtungsarmaturen inkl. Zuleitungen und Beleuchtungsmasten befinden sich in der **Schutzzone 2**. Die Schutzeinrichtung ist bereits in der SK eingebaut (Unter-verteiler) und bedarf keines zusätzlichen Schutzes (siehe Teil 3 Kapitel 3.7.1 ‚Energieversorgung‘).

Durchgehende Beleuchtungsanlagen die vom Tunnelinnern nach aussen vor das Tunnelportal führen sind besonders zu schützen.



In diesem Fall sind Kombiableiter einzusetzen. Sie ermöglichen Blitzschutz und koordinierten Endgeräteschutz mit nur einem Schutzelement.

Die Verbindungsleitung zwischen Anschlusskasten und Leuchte sollte in metallenen Masten resp. unter Flur verlegt werden.

Die Ausfallsignalisierung der Überspannungsschutzelemente ist auf das Übergeordnete Leitsystem (ÜLS) des TBA Kt. Zürich aufzuschalten. Siehe auch Teil 2 Kapitel 2.1.2.6 „Überwachung der Blitzstrom- und Überspannungsschutzelemente“.

4.7.3 ---

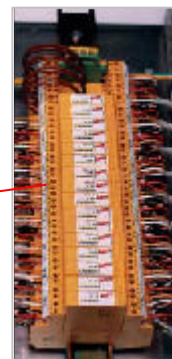
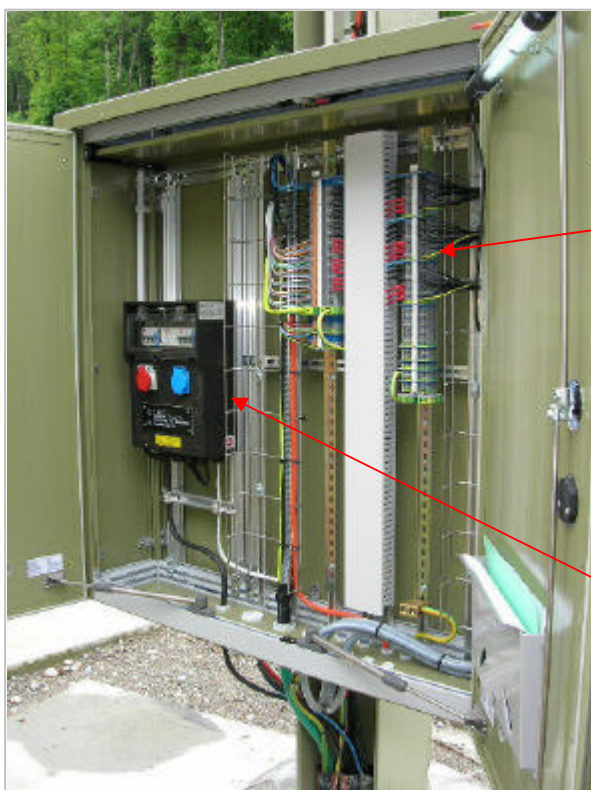
Kapitel ohne Inhalt (Platzhalter für Teil 3)

4.7.4 Signalisationsmittel

Gemäss ASTRA-Kontenplan gehören zu diesen elektromechanischen Einrichtungen: Portale, Standrohre, Aufhängungen, Ampeln, Fahrstreifensignalisation, feste Signale, Wegweiser, Barrieren, Hinweisschilder, Wechselsignale, Antriebe, Steuergeräte



Für Signalisationsmittel gilt der gleiche Schutz wie für Beleuchtungsanlagen (siehe Kapitel 4.7.2 'Beleuchtung' samt dem dortigen Prinzipschema).



Die Ausfallsignalisierung der Überspannungsschutzelemente ist auf das Übergeordnete Leitsystem (ÜLS) des TBA Kt. Zürich aufzuschalten. Siehe auch Teil 2 Kapitel 2.1.2.6 „Überwachung der Blitzstrom- und Überspannungsschutzelemente“.

4.7.5 Mess- und Überwachungsanlagen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.7.5

4.7.6 Ausrüstungen in Werkhöfen und Polizeistützpunkten (Nationalstrassenbedingt)

Gemäss ASTRA-Kontenplan gehören zu diesen elektromechanischen Einrichtungen: Kommunikationsanlagen (Netzwerke), Fernwirkzentralen, Verkehrsrechner, Notruf- und Telefonzentralen, Funkzentralen (inkl. Link- und Relaisstationen, Überwachungsanlagen, SMT-Anlagen (Feuerwehr), Peripheriegeräte

Es gelten die Ausführungen im Teil 3 unter Kapitel 3.7.1 „Energieversorgung“ und 3.7.5 „Mess- und Überwachungsanlagen“.

4.7.7 Kabelanlagen

Gemäss ASTRA-Kontenplan gehören zu diesen elektromechanischen Einrichtungen: Kabelrohranlagen, Kabelkanäle (inkl. Aufhängung), Hoch- und Niederspannungskabel, Steuer-, Signal- und Telefonkabel, Erdungsanlagen, Kabinen, Schalttafeln, Elektro-schränke, Masten

Kabelanlagen sind im Teil 3 Kapitel 3.5 detailliert beschrieben.

4.7.8 Nebeneinrichtungen

Gemäss ASTRA-Kontenplan gehören zu diesen elektromechanischen Einrichtungen: Heizungs-, Klima- und Raumbelüftungsanlagen, elektrische Hausinstallation (z.B. in den Tunnelzentralen), Schachtbahnen, Lifte, Krananlagen, Hebezeuge, Wasserversorgung

Es gelten die Ausführungen im Teil 3 unter Kapitel 3.7.8 „Nebeneinrichtungen“

4.8 Spezialfälle

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

4.8.1 Antennenanlagen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.8.1

4.8.2 Nicht-ionisierende Strahlung

Die Verordnung über Nicht-ionisierende Strahlen NISV ist einzuhalten.

Weitere Informationen siehe Teil 2 Kapitel 2.8.1 „Nicht-ionisierende Strahlung“

4.8.3 Drahtlose Kommunikation

Die Auswirkungen des Betriebs von Funkgeräten und Mobiltelefonen in der Nähe von elektronischen Systemen sind im Teil 2 Kapitel 2.8.2 „Drahtlose Kommunikation“ erläutert.

4.8.4 Elektrische Schweissarbeiten

Siehe Teil 3 Kapitel 3.8.4

4.8.5 Eisenbahnen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.8.5

4.9 Prüfungen und Nachweise

Diese Richtlinie ist bei Neubau und Ausbau verbindlich. Für Sanierungen sind allfällige Abweichungen von dieser Regel im Teil 3 Kapitel 4.11 „Sanierungen“ aufgeführt.

4.9.1 Vor dem Betonieren der Bauwerke

Siehe Teil 3 Kapitel 3.9.1

4.9.2 Prüfung und Überwachung des Potenzialausgleichs

Siehe Teil 3 Kapitel 3.9.2

4.10 Planungs- und Realisierungsablauf

Der verbindlich einzuhaltende Ablauf der Planungs- und Realisierungsphase ist im Teil 1 Kapitel 1.7 aufgeführt.

4.11 Sanierungen

4.11.1 Vorgaben und Konzepte von Sanierungen

Siehe Teil 3 Kapitel 3.11.1

4.11.2 Erdung und Hauptpotenzialausgleich

Siehe Teil 3 Kapitel 3.11.2

4.11.3 Vorhandener Netztyp TN-C

Ab der Hauptverteilung sind vorhandene Netze vom Typ TN-C auf TN-S umzurüsten.

Siehe auch Teil 2 Kapitel 2.2.2 „Netzformen und Erdungssysteme“.