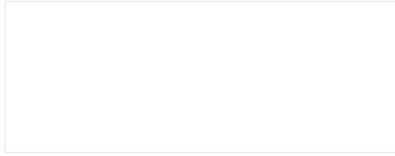


PROJEKTVERANTWORTUNG

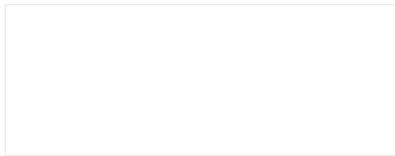
Verkehrsbetriebe Zürich
8048 Zürich



(Urs Feuz / Direktion Vize Direktor)

PROJEKTLEITUNG

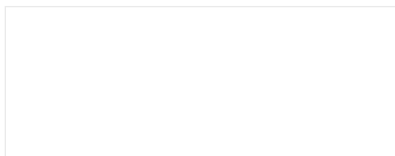
Verkehrsbetriebe Zürich
8048 Zürich



(Riccardo Vegezzi / Projektleiter)

PLANER

Verkehrsbetriebe Zürich
8048 Zürich



(Samuel Staub / Projektingenieur)



Kanton: Zürich

Gemeinde: Stadt Zürich

Plangenehmigungsprojekt



Infrastruktur
Bauprojektmanagement

Verkehrsbetriebe Zürich
Luggwegstrasse 65
Postfach 8048 Zürich
www.vbz.ch

VBZ Wendeschleife Rehalp

14.01

Erweiterung und Instandsetzung Tramhaltestelle

Sicherheitsbericht elektrische Anlagen

D RTE 27100-V1-1

Sicherheitsbericht

Elektrische Anlagen

Phase Planung und Ausführung

Vorhaben

Bahn:

VBZ Verkehrsbetriebe Zürich

Ort:

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp

Objekt:

Ausbau Doppelwendeschleife

Auftrag:

Forchstrasse

Erstellt durch Verkehrsbetriebe Zürich / Samuel Staub

Änderungsgeschichte:

Version	Datum	Ersteller	Reviewer	Änderungshinweise
0.1	24.07.2025	IBV-SS	IBF	

Basis: VöV-Vorlage D RTE 27100 V1-1-2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Zweck dieses Dokumentes	7
2	Definition des Vorhabens (Systemdefinition)	8
2.1	Projektziele	8
2.2	Referenzdokumente	8
2.3	Gesetzesgrundlage und Stand der Technik	9
2.4	Projektumfang	10
2.5	Bahnstromerzeugungs und –umformungsanlagen	12
2.6	Bahnstromverteilungsanlagen	12
2.7	Fahrleitungsanlagen	12
2.8	Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen	20
2.9	Bahnspezifische elektrische Anlagen	26
2.10	Nicht bahnspezifische elektrische Anlagen	33
2.11	Schutztechnik und Leittechnikanlagen	33
2.12	Umweltaspekte im Zusammenhang mit elektrischen Anlagen	33
3	Qualitätsmanagementbericht	34
3.1	Phase Planung (RAMS-Phasen "Konzept bis Planung")	34
3.2	Phase Ausführung (RAMS-Phasen "Ausführung bis Inbetriebsetzung")	34
4	Sicherheitsmanagementbericht	35
4.1	Phase Planung (RAMS-Phasen "Konzept bis Planung")	35
4.2	Phase Ausführung (RAMS-Phasen " Ausführung bis Inbetriebsetzung")	37
4.3	Typenzulassungen	39
5	Technischer Sicherheitsbericht	40
5.1	Ziel und Zweck dieses Sicherheitsberichts	40
5.2	Nachweis des korrekten Entwurfs	40
5.3	Gefährdungskatalog ('Gefährdungen / Massnahmen / Beurteilung')	41
5.4	Sicherheitsbezogene Anwendungsbedingungen	50
5.5	Einschätzung der Sicherheitsrelevanz	52
6	Einbezug von weiteren Nachweisen und Erklärungen	53
6.1	Beziehungen zu anderen Sicherheitsnachweisen	53
7	Zusammenfassung (Erklärung des Antragstellers)	54

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Abkürzungsverzeichnis

AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung
BAV	Bundesamt für Verkehr
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BBS	Benannte beauftragte Stelle
BBw	Betriebsbewilligung
BI	Bestehende Infrastruktur. Ortsfeste Einrichtungen, die nicht dem EG-Prüfverfahren unterliegen
BS	Benannte Stelle
BWE	Bauwerkserde
EA	Elektrische Anlagen
EBV	Eisenbahnverordnung
EN	Europäische Norm
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmung
ewz	Elektrizitätswerk Stadt Zürich
ewz-ÖB	Elektrizitätswerk Stadt Zürich, öffentliche Beleuchtung
FDV	Fahrdienstvorschriften
K	Kelvin
IBN	Inbetriebnahme
IBS	Inbetriebsetzung, ganzer Abnahmeprozess mit (allen Teil-) IBN
IOP	Interoperabilität
IK	Interoperabilitätskomponente
lx	Lux
NNTV	Notifizierte Nationale Technische Vorschrift
PGV	Plangenehmigungsverfahren
PGVf	Plangenehmigungsverfügung
QM	Qualitätsmanagement
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety
RBS	Risikobewertungsstelle
RL	Rückleitungssystem der Bahn
RL UP-EB	Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen des BAV
RL VPVE	Richtlinie des BAV zu Art. 3 der VPVE: Anforderungen an Planvorlagen
RTE	Regelwerk Technik Eisenbahn
SAS	Schweizerische Akkreditierungsstelle
SiBer	Sicherheitsbericht
SiNa	Sicherheitsnachweis
SiP-Ber	Sicherheitsprüfbericht
SN	Schweizer Norm
SN EN	Von der Schweiz übernommene Europäische Norm
SV	Sachverständiger
SvP	Sachverständigen-Prüfung
SvP-Ausf	Sachverständigenprüfung Phase Ausführung
SvP-Plan	Sachverständigenprüfung Phase Planung
TSI	Technische Spezifikation für Interoperabilität
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich
VLD	Voltage Limitig Device
VPVE	Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen

Tabelle 1111, Abkürzungsverzeichnis

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe Zürich Verkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp 8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Summary

Gesuchsteller und fachliche Ansprechperson

Verkehrsbetriebe Zürich / Unternehmensbereich Infrastruktur / Rico Vegezzi

Streckenzuordnung gem. Art. 15a, EBV (s. Kap. 2.4.1)

Nicht IOP-Netz

Vorhaben

Beim Projekt handelt es sich um Vorhaben der Art:

(N) Neubau, (U) Umrüstung (Umfangreiche Änderung mit Leistungsverbesserung), **(E) Erneuerung** (Umfangreiche Änderung ohne Leistungsveränderung) oder **(nuÄ) nicht umfangreiche Änderung** mit / ohne **signifikante Änderung** gem. Art. 4 Abs.2 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 402/2013 in folgenden Teilbereichen gemäss Art. 5m Abs. 3 EBG

(E) Erneuerung einer Fahrleitungsanlage, ohne signifikante Änderung:

(Teilersatz eines Fahrleistungssektors mit punktueller Erweiterung, bestehend aus Doppelwendeschleife, ohne Leistungsveränderung)

(nuÄ) nicht umfangreiche Änderung einer Bahnrückstrom- und Erdungsanlage, ohne signifikante Änderung:

(Wenige Erdungsmassnahmen im Haltestellenbereich, ohne Leistungsveränderung)

(E) Erneuerung einer bahnspezifischen el. Anlage, ohne signifikante Änderung:

(Installation von zwei elektrischen Weichen, einer Schmierstelle, acht Weichenheizungen sowie einer Standard-Haltestellenausrüstung, ohne Leistungsveränderung)

Sicherheitsrelevanz

Die Sicherheitsrelevanz (s. Kap. 5.5) des Vorhabens wird als akzeptierbar eingestuft.

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) beabsichtigen bei der Wendeschleife Rehalp in 8008 Zürich ein zusätzliches Gleis (Doppelwendeschleife) sowie eine Erneuerung der Gleisanlage in der Forchstrasse zu realisieren. Wegen steigenden Fahrgastfrequenzen, vor allem im Bereich der Kliniken Hirslanden, stösst die heutige Wendeschleife an ihre Kapazitätsgrenze. Im Rahmen der Einführung des Tramnetz-Süd werden anstelle der heute verkehrenden Linie 11 die Linie 4 sowie zusätzlich die Linie 5 bis Rehalp verkehren. Durch den Ausbau zur Doppelwendeschleife muss die Fahrtrichtung in der Wendeschleife geändert werden, was zu einer Umplatzierung des Halteortes in der Wendeschleife führt. Die beiden neuen Haltekanten (Doppelgleis) sollen gemäss Behindertengleichstellungsgesetz umgesetzt werden. Die Haltekanten werden mit entsprechender Haltestellenausrüstung (Wartehalle, Ticketautomat, Abfalleimer, Bänken, usw.) ausgerüstet. Für die Erschliessung der neuen Haltekanten werden neue Werkleitungen und Schächte benötigt. Für die Fahrleitung in der Wendeschleife müssen neue Masten und Querspanner gebaut werden, sowie die bestehende Fahrleitungsgeometrie ausgebaut werden.

Die Weichen und Kreuzungen in der Forchstrasse werden im Rahmen dieses Projektes ebenfalls ersetzt. Dazu müssen gewisse Anpassungen an den bestehenden Werkleitungen und Schächten vorgenommen werden. Die Gleisgeometrie wird der neuen Situation (Fahrtrichtungswechsel) angepasst und für die Doppelwendeschleife erweitert. In diesem Zusammenhang muss auch die Signalisation und Verkehrsführung für MIV, Rad- und Fussverkehr zusammen mit DAV und TAZ neu projektiert werden.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Die Forchstrasse liegt auf stadtzürcherischem Gebiet (8008 Zürich), während sich die Wendeschleife auf dem Gebiet der Gemeinde Zollikon befindet. Das Grundstück, auf dem die Wendeschleife realisiert wird, ist im Eigentum der Stadt Zürich VBZ.

Im Rahmen des Umbaus wird die Strassen- und Platzbeleuchtung in Koordination mit ewz (öB) neu geplant.

Auf der Forchstrasse wird weiterhin die Forchbahn bis nach Esslingen weitergeführt.

Siehe auch Situationsplan, PGV-Dok. 04.01

Beantragte Ausnahmegewilligung

Im Rahmen des SiNa wird ein Antrag zur Abweichung gestellt (s. Kap. 5.2.3).

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

1 Einleitung

1.1 Zweck dieses Dokumentes

Der vorliegende Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen, "Phase Planung und Ausführung", basiert in Inhalt und Struktur auf D RTE 27100 „Nachweisführung Elektrische Anlagen; Sicherheit und Interoperabilität“. Er stellt somit einen **integrierenden Bestandteil der Nachweisdokumentation im Plangenehmigungsverfahren** für den Bereich Elektrische Anlagen dar.

Dieser Bericht dient dem Nachweis, dass das geplante Vorhaben den massgebenden Rechtserlassen und Normen entspricht und einen sicheren Betrieb erlauben wird.

Dieser Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen, "**Phase Planung und Ausführung**", dokumentiert die Ergebnisse der **RAMS-Phasen "Konzept bis und mit Inbetriebsetzung"** (Phasen 1-10 gemäss **EN 50126:1999**).

2 Definition des Vorhabens (Systemdefinition)

2.1 Projektziele

Im vorliegenden Projekt sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Gleisersatz in der Forchstrasse zwischen Forchstrasse 384 und Wendeschleife Rehalp.
- Umsetzung Behindertengleichstellungsgesetz bei beiden Haltekannten der Haltestelle Wendeschleife Rehalp. Einbau eines möglichst langen 30 cm Bords auf beiden Haltekannten damit beim Tram ein niveaugleicher Einstieg gewährleistet werden kann.
- Realisierung einer Doppelwendeschleife (zweites Gleis)
- Teilrückbau und Neubau der Haltestelleninfrastruktur.
- Anpassung und Erweiterung der Fahrleitungsanlage.
- Optimierung des Strassenraums für MIV, Rad- und Fussverkehr gemäss neuer Gleislage und Fahrtrichtung Tram mit Anpassung der Signalisation.
- Anpassung der Beleuchtung (öB) im Raum der Wendeschleife Rehalp.
- Realisierung neuer Schächte und Werkleitungen mit Querungen unter den Gleisen.

2.2 Referenzdokumente

Als Basis für das vorliegende Vorhaben dienen folgende Vorgaben, Unterlagen und Pläne. Sie bilden die Grundlage für diesen Sicherheitsbericht.

Nr.	Dokument	Nr. / Vers	Datum	Autor	Empfänger					Bemerkungen
					BAV	SV	BS	BBS	RBS	
PGV 04.01	Technischer Bericht	-	03.07.2025	SNZ	X					
PGV 01.03	Übersichtsplan	-	03.07.2025	VBZ	X					
PGV 04.01	Situation Oberfläche	-	07.07.2025	SNZ	X					
PGV 04.02	Situation Werkleitungen	-	17.07.2025	SNZ	X					
PGV 11.03	Situationsplan Lichtraumprofil	-	17.07.2025	VBZ	X					
PGV 14.03	Situationsplan Fahrleitung	-	16.05.2025	VBZ	X					
PGV 06.01	Normalprofile	-	17.07.2025	SNZ	X					
PGV 12.09.02	Statik Fahrleitungsfundamente	-	-	SNZ	X					
PGV 01.05	Umweltbericht	-	04.07.2025	SNZ	X					
PGV 14.01	Dokumentation der Fahrleitungskomponenten	-	16.05.2025	VBZ	X					
Beilage 1	Sicherheitskonzept für elektrische Anlagen RLV230017	8.0	23.04.2026	VBZ	X					
Beilage 2	Sicherheitsweisung Arbeiten im Gleis- und Fahrleitungsbereich RLV230003	6.0	-	VBZ	X					
Beilage 3	Katalog elektrische Anlagen RLV230022	3.0	16.07.2018	VBZ	X					
Beilage 4	Schutzmassnahmen Kranbetrieb in Nähe der Fahrleitung HAV230515	2.0	04.05.2023	VBZ	X					

Info, keine Beilage	Periodische Erhaltungsmassnahmen Infrastruktur RLV230021	9.0	08.03.2022	VBZ															
Tabelle 2222, Referenzdokumente																			

2.3 Gesetzesgrundlage und Stand der Technik

Für den Bau und Betrieb von elektrischen Anlagen von Eisenbahnen sind die nachfolgenden Vorschriften massgebend. Nach Artikel 2 EBV gelten zudem als anerkannte Regeln der Technik die einschlägigen EN- und IEC-Normen sowie die Richtlinien des SEV.

Ref.	Nummer	Bezeichnung
1	SR 742.101 / EBG	Eisenbahngesetz
2	SR 742.141.1 / EBV	Verordnung über Bau- und Betrieb der Eisenbahnen
3	SR 742.141.11 / AB-EBV	Ausführungsbestimmungen der EBV
4	SR 734.1	Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen
5	SR 734.2	Verordnung über elektrische Starkstromanlagen
6	SR 734.26 / NEV	Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse
7	SR 734.24 / NIV	Niederspannungs-Installationsverordnung
8	SR 734.31 / LeV	Leitungsverordnung
9	SR 734.5 / VEMV	Verordnung über elektromagnetische Verträglichkeit
10	SR 814.710 / NISV	Verordnung zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung
11	SR 742.142.1 / VPVE	Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen
12	EN50121-1 bis 4	Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit
13	EN50122-1	Bahnanwendungen – Erdung & Rückleitung
14	EN50122-2	Bahnanwendungen – Schutzmassnahmen gegen die Auswirkungen von Streuströmen verursacht durch Gleichstrombahnen
15	EN50123 1 bis 7	Bahnanwendungen - Gleichstromschalteinrichtungen
16	EN50162	Prozess, Schutzmassnahmen und Nachweisführung für die Sicherheit in der Bahnstromversorgung
17	EN61439	Niederspannungsschaltgerätekombinationen
18	EN61641	Geschlossene Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen - Leitfaden für die Prüfung unter Störlichtbogenbedingungen infolge eines inneren Fehlers
19	NIN 2015	Niederspannungsinstallationsnorm
20	RTE20100	Sicherheit bei Arbeiten im Gleisbereich
21	RTE20600	Sicherheit bei Arbeiten im Bahnstrombereich
22	RTE27100	Nachweisführung elektrische Anlagen
23	RTE27900	Rückleitungs- und Erdungshandbuch
24	RTE27960	Sicherheitskennzeichnung von Bahnstromanlagen
25	SGK C3	Richtlinien zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen
26	2014/35/EU	Niederspannungsrichtlinie
Tabelle 3333, Gesetzesgrundlage und Stand der Technik		

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp

2.4 Projektumfang

2.4.1 Projekt- und Systemgrenzen

Innerhalb des Projektperimeters wird die Gleisanlage erneuert und mit neuen Weichen und Kreuzungen sowie einem zweiten Gleis in der Wendeschleife realisiert. Im Rahmen dieses Ersatzes wird die Fahrleitung des Sektors Rehalp (Tram und Forchbahn) zurückgebaut und durch eine adäquate Fahrleitungsanlage ersetzt. Die Masten und Tragwerke für die Fahrleitung innerhalb des Projektperimeters werden ersetzt und mit zusätzlichen Masten und Querspanner ergänzt. Die Einspeisung des Fahrleitungssektors bleibt unverändert bestehen.

Die neuen Weichen werden teilweise elektrisch angetrieben, teilweise mechanisch aufgestossen. Alle neuen Weichen sind elektrisch beheizt. Für die neuen Weichen wird eine neue Steuerkabine an einem neuen Ort an der Forchstrasse installiert. Diese neue Steuerkabine kombiniert Weichensteuerung, Weichenheizung sowie die Ansteuerung der neuen Schmierstellen.

Die neue Wartehalle erhält eine Standardausrüstung mit elektrischen Installationen. Für die Erschliessung der neuen Wartehalle wird ein neuer Sipf neben der Wartehalle gebaut. Des Weiteren wird ein Personal-WC an der inneren Haltekante der Wendeschleife realisiert. Das Mittelperron wird nur mit einer Sitzbank und Abfalleimer ausgerüstet (siehe PGV-Dokument 04.02).

Das Vorhaben befindet sich in Zürich auf dem nicht IOP-Netz.

Basis des Vorhabens bilden die aktuellen, bei der VBZVBZ eingeführten Systeme, Komponenten, Schnittstellen oder Funktionalitäten und Prozesse (Betrachtungsgegenstände) für elektrische Anlagen. Für diese Betrachtungsgegenstände besteht die Gewähr, dass die notwendigen Voraussetzungen (Zulassung, bedienerseitige Vorschriften und damit Abstimmung mit den Betriebsprozessen/Betriebskonzept, Wissensbasis auf Seiten der Bediener / Unterhaltsdienste) erfüllt sind.

Alle bei der VBZVBZ noch nicht eingeführten Betrachtungsgegenstände werden mit den massgebenden Angaben unter Kap. 4.3.2 aufgelistet.

2.4.2 Ecktermine

Die wichtigsten Termine und Meilensteine des Vorhabens sind (detaillierte Aufstellung siehe Kap.4.1.3):

Zeitpunkt	Tätigkeit	Datum
T0	Projektstart	Q1 / 2020
T1	Start des PGV: Abgabe der Planvorlage an das BAV	Aug. 2025
T2	Plangenehmigungsverfügung des BAV liegt vor	Aug. 2026
T3	Baubeginn / Montagebeginn der EA	Sep. 2026
T4	Fertigstellung / Inbetriebnahme	Mai. 2027

Tabelle 4444, Ecktermine

2.5

Bahnstromerzeugungs und –umformungsanlagen

Ist im Projekt nicht tangiert.

2.6

Bahnstromverteilungsanlagen

Ist im Projekt nicht tangiert.

2.7

Fahrleitungsanlagen

2.7.1

Grundlagen

2.7.1.1

Ergänzende Beilagen:

Nachfolgende Dokumente und Pläne bilden einen integrierenden Bestandteil des Kapitels "Fahrleitungsanlagen":

Dokument	Bezeichnung	Nummer Plan / Dokument	Autor
PGV 14.03	Situationsplan Fahrleitung	4540B-18508-851	VBZ
PGV 12.90.02	Statik Fahrleitungsfundamente	-	SNZ
PGV 14.01	Dokumentation der Fahrleitungskomponenten	4540B-18508-880	VBZ
Beilage 1	Sicherheitskonzept für elektrische Anlagen	RLV230017	VBZ
Beilage 2	Sicherheitsweisung Arbeiten im Gleis- und Fahrleitungsbereich	RLV230003	VBZ
Beilage 3	Katalog elektrische Anlagen	RLV230022	VBZ
Beilage 4	Schutzmassnahmen Kranbetrieb in Nähe der Fahrleitung	HAV230515	VBZ
Info, keine Beilage	Periodische Erhaltungsmassnahmen Infrastruktur	RLV230021	VBZ

Tabelle 5555, Grundlagen Fahrleitungsanlagen

2.7.1.2

Projektumfang:

Im vorliegenden Projekt werden folgende Anlagenbestandteile erstellt, welche unter dem Kapitel "Fahrleitungsanlagen" (EBV, Anhang 4 Bst. c) zusammengefasst und beschrieben werden:

- Rückbau und adäquater Ersatz der bestehenden Fahrleitungsanlage in der Wendeschleife (Tram)
- Umbau und der bestehenden Fahrleitungsanlage in der Forchstrasse (Forchbahn/ Tram)
- Erstellung neuer Tragwerke und Querspanner zur Befestigung der Fahrleitung.

2.7.1.3 Perimeter:



Abbildung 1111; Perimeter Fahrleitungsanlagen

2.7.1.4 Abgrenzungen:

Folgende Anlagenbestandteile des Anlagenteils "Fahrleitungsanlagen" werden im vorliegenden Projekt nicht tangiert und bleiben unverändert bestehen:

- Transformatoren- und Gleichrichterstation
- Speisemasten (nicht im Projektperimeter)
- Fahrleitungsschalter / Trennmesserkasten

2.7.2 Ist-Zustand

Im Projektperimeter besteht heute die eingleisige Wendeschleife mit entsprechender Fahrleitungsanlage. Die Fahrleitung ist an Querspannern aufgehängt und im Projektperimeter nicht abgefangen. Die Fahrleitung der Forchbahn wird auf Höhe Forchstrasse 383 fest abgefangen. Es sind keine Fahrleitungstrenner im Projektperimeter verbaut.

Die Maststandorte der Fahrleitungsanlage liegen teilweise in angrenzenden Parzellen. Teilweise sind die Fahrleitungsmasten im Eigentum von EWZ, da an deren oberen Spitze Seilleuchten befestigt sind. Die Fahrrichtung der Wendeschleife verläuft im Gegenuhrzeigersinn.

2.7.3 Soll-Zustand:

2.7.3.1 Rückbau und adäquater Ersatz der Fahrleitungsanlage in der Wendeschleife (Tram):

Die Fahrleitungsanlage in der Wendeschleife Rehalp wird komplett demontiert und neue gebaut. Durch die Erweiterung der Wendeschleife auf zwei Gleise mit zwei Haltekanten muss auch die Fahrleitungsanlage entsprechend erweitert werden. Dadurch entstehen zusätzliche Kreuzungen in der Fahrleitungsanlage. Die neuen Fahrleitungen der Schleifen-Gleise werden fest abgefangen.

Entlang der Schützenstrasse werden neue Masten gebaut, um die Wartung und Nutzungsrechte zu vereinfachen.

- Rückbau (7 Stk. Fahrleitungsmasten): <ul style="list-style-type: none"> ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.304a ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.308a 	- Neubau (13 Stk. Fahrleitungsmasten): <ul style="list-style-type: none"> ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.304 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.306
--	--

<ul style="list-style-type: none"> ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.313a ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.314a ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.315a ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.316a ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.318a 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.307 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.308 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.310 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.313 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.314 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.315 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.316 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.318 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.319 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.320 ○ Fahrleitungsmast Nr. 06.321
--	---

Tabelle 6666: Übersicht Mastanpassungen

- 2.7.3.2

Umbau der bestehenden Fahrleitung in der Forchstrasse (Tram & Forchbahn):

Die durchgehende Fahrleitung in der Forchstrasse, die durch VBZ und Forchbahn genutzt wird, muss der neuen Gleisgeometrie angepasst werden. Im Weiteren sind die Fahrleitungen, die in die Wendeschleife geführt werden an bestehenden Masten neu abzufangen. Dafür müssen die heutigen Querspanner in der Forchstrasse abgebrochen und mit neuer Geometrie ersetzt werden. Im Bereich der Forchstrasse 384 werden die neuen Fahrleitungen mit der bestehenden Fahrleitungsanlage verbunden. Die Fahrleistungssektoren bleiben bestehen.
- 2.7.3.3

Anpassung der öffentlichen Beleuchtung (öB) an die neuen Maststandorte:

Im Rahmen des Umbaus der Wendeschleife Rehalp wir die öffentliche Beleuchtung gemäss den neuen Maststandorten angepasst und mit dem VBZ-Projekt koordiniert. (PGV-Dok. 14.03)
- 2.7.4

Provisorien:

Sämtliche Arbeiten erfolgen im Rahmen einer Vollsperrung. Für das Bauvorhaben werden keine Provisorien benötigt.
- 2.7.5

Bauablauf / Bauphasen

Sämtliche Arbeiten erfolgen im Rahmen einer Vollsperrung, es bestehen keine Bauphasen.

Zur Sicherung des Baustellenbereichs werden vor dem Start der Bautätigkeiten die nachfolgenden Massnahmen umgesetzt. Diese Arbeiten erfolgen gem. Richtlinien der VBZ (vgl. Beilagen) und ewz sowie der RTE 20600:

 - Ausserbetriebnahme des Fahrleistungssektors Rehalp durch die Fachdienste von ewz und VBZ auf Höhe Forchstrasse 362.
 - Sicherung des neutralen Fahrleistungssektors auf Höhe Forchstrasse 399.
 - Verkürzung der Feederdrähte vor Bauperimeter.
 - Allseitige Absicherung der angrenzenden Fahrleitungen mittels Erdungsstangen. Dies betrifft sämtliche Fahrleitungen, welche zwar zum betroffenen Fahrleitungsabschnitt gehören, jedoch nicht im Projektperimeter liegen resp. an diesen angrenzen. Der Arbeitsplatz ist somit allseitig gem. RTE20600, Kap. 7.5 ff. gesichert.

Die oben beschriebenen Massnahmen werden erst vor Wiederinbetriebnahme nach Bauabschluss aufgehoben.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

2.7.6 Systembeschreibung

2.7.6.1 Kurzbeschreibung

Installiert wird ein Fahrleitungssystem für Tram mit Typenzulassung (vgl. Kap. 2.7.8).

2.7.6.2 Tragwerke

Im vorliegenden Projekt kommen Querspanner sowie ein Auslegerrohr zur Anwendung. Die Querspanner sind aus feuerverzinkten Stahlseilen (35 resp. 50 mm², je nach mechanischer Beanspruchung), Isolierschlaufen und einem Spannschloss zusammengesetzt, welche mit lösbaren Verbindungen, mittels Schäkel, verbunden sind. Die Querspanner werden mit Mastbriden an den Masten befestigt.

2.7.6.3 Fahrleitungsaufhängungen

Strassenbahn (Tram)

Auf geraden Strecken kommen Pendel (bis max. 4° Fahrdrähtablenkungswinkel) zum Einsatz. Bei grösseren Fahrdrähtablenkungswinkel werden Aufhängungen mit einem (bis max. 9°) oder zwei Spurhaltern (bis max. 30°) eingesetzt.

Für die Aufhängung der Feederdrähte kommen starre Aufhängungen (bis max. 15° Fahrdrähtablenkungswinkel) zum Einsatz, welche auch für die Aufhängung der Fahrdrähte genutzt werden können, z.B. bei niedrigen Systemhöhen.

2.7.6.4 Kreuzungen und Weichen

Bei kreuzenden Strassenbahnfahrdrähten (bis 55° Kreuzungswinkel) wird ein Fahrdrahtstück mit Hilfe von zwei Fahrdrahtkreuzungsklemmen auf den unteren Fahrdraht montiert. Die dadurch entstehende Klemmwirkung verhindert das durch die Schwingungen der Fahrdrähte (bei Strassenbahndurchfahrten) entstehende Aufeinanderschlagen der Fahrdrähte und gewährleistet einen optimalen Stromfluss.

Bei den kreuzenden Strassenbahnfahrdrähten (ab 50° Kreuzungswinkel) wird eine aus Kupferblech gefertigte Lauffläche unter den Fahrdrähten montiert. Durch die grosse, konvexe Auflagefläche wird die Materialabnutzung am Kupferblech, wie auch am Pantographen, geringgehalten.

2.7.6.5 Streckentrenner

Eingesetzt werden Streckentrenner ohne Schutzstrecke. Im vorliegenden Projekt werden keine Streckentrenner ersetzt oder neu gebaut.

2.7.6.6 Feeder / Querverbinder

Zur Verstärkung des Fahrdrahtes werden in der Mitte der Strassenbahn - Doppelspur zwei Feederdrähte am Tragwerk befestigt. Ca. alle 60 - 90 Meter werden die Feederdrähte mittels Querverbinder (min. 95 mm²) mit dem Fahrdraht beider Spuren verbunden.

Die isolierten Kabel der Querverbinder werden an den Querspannern oder Rohauslegern befestigt. Dieses Konzept garantiert eine optimale Stromführung und -verteilung und minimiert den Spannungsabfall.

2.7.6.7 Isolation

Querspanner

Bei Querspannern aus Stahlseilen ist die Fahrleitungsanlage elektrisch dreifach isoliert. Die erste Isolation befindet sich an der Fahrdrahtaufhängung. Die zweite Isolation ist im Querspanner und mittels Isolierschlaufen ausgeführt. Die dritte Isolation ist bei der Befestigung am Stützpunkt. Wenn der Stützpunkt ein Abspannmast ist, wird die dritte Isolation ebenfalls mittels einer Isolierschleife ausgeführt. Wenn der Stützpunkt ein Mauerbolzen ist, wird die dritte Isolation mittels eines Kunststoffseils (Parafilseile Ø 13mm) ausgeführt. Das Kunststoffseil am Mauerbolzen dient gleichzeitig als Schalldämpfer.

Bei Querspannern aus Kunststoffseilen ist die Fahrleitungsanlage elektrisch doppelt isoliert. Die erste Isolation befindet sich an der Fahrdrahtaufhängung und die zweite ist der Querspanner selbst.

Details können den Normalprofilen (PGV-Dokument g) entnommen werden.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

2.7.6.8 Nachspanneinrichtungen

Im Projektperimeter befinden sich keine Nachspanneinrichtungen. Alle Fahrdrähte werden im Projektperimeter fest abgefangen.

2.7.7 Kontrolle, Prüfung und Wartung

Die periodischen Erhaltungsmassnahmen der VBZ sind in der RLV 230021 geregelt. Die nachfolgende Tabelle beschreibt die für das vorliegende Projekt wichtigsten Massnahmen.

Prüfung	Typ	Intervall	Verantwortung
Abnahmekontrolle	Abschlussprüfungen (optische Kontrolle, Funktionsprüfung etc.), gem. VBZ Abnahmeprotokoll FO230090_SM_SR	Bei Fertigstellung	VBZ
Periodische Erhaltungsmassnahmen Fahrleitung	Periodische optische und mechanische Prüfungen	3 Monate	VBZ
Periodische Kontrolle Masten / Mauerbolzen	Visuelle Kontrolle	6 Monate	VBZ

Tabelle 7777, Kontrolle, Prüfung und Wartung von Fahrleitungsanlagen

2.7.8 Technische Daten

In den nachfolgenden Tabellen werden nur diejenigen Bauelemente aufgelistet, welche einen Projektbestandteil bilden. Der Nachweis der Einhaltung der Anwendungsbedingungen (Kap. 5.4.4) ist abgebildet.

Bauelement	Eigenschaft	Projektanforderung	Erfüllung Projektanforderung
FAHRLEITUNGSSYSTEM			
Typ	KUTRAS Vollelastische Einfachfahrleitung fest abgespannt und nachgespannt	-	-
Hersteller	Kummler + Matter AG	-	-
Typenzulassung gem. EBV, Art. 7 (StB):	Nr.: ZR44TZ2015-10-0009	Typenzulassung	JA
Typenzulassung gem. EBV, Art. 7 (TB):	Nr.: ZR44TZ2015-10-0004	Typenzulassung	JA
Betriebsspannung	600VDC	600 – 750VDC	JA
Max. Geschwindigkeit:	60km/h	48km/h	JA
Elektrische Isolation	mind. doppelt, sonst dreifach	doppelt	JA
Regelfahrdrahthöhe (StB):	5.80m über Schienenoberkante	-	-
Zugspannung Fahrdraht:	Fest abgespannt: 9.63 kN bei -20°C Nachgespannt: 8.00 kN	-	-
Spannweiten:	max. 28m	-	-
Nachspannlängen:	max. 1000m	-	-
Zickzack (Desaxement) in Geraden	+/- 30cm	-	-
Zickzack (Desaxement) in Kurven	+ 25 / - 35cm	-	-

Tabelle 8888, Technische Daten Fahrleitungssystem

Bauelement	Eigenschaft	Projektanforderung	Erfüllung Projektanforderung
FAHRLEITUNG (FAHRDRAHT)			
Typ	Rillenfahrdraht AC, Cu-ETP Profil SBB	-	-
Hersteller	Bspw. Elcower	-	-

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe Zürich

Verkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Typenzulassung gem. EBV, Art. 7	nein	-	-
Querschnitt	107mm ² , ohne Abnutzung	-	-
Bemessungsstrom I _n , einzeln	511 A	-	-
Bemessungsstrom I _n , wie ausgeführt (4 Fahrdrähte)	2'044 A	~1'000A	JA
Relevante Normen	AB-EBV, Art 44, AB 44.c	-	-

Tabelle 9999, Technische Daten Fahrdraht

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

2.7.9 Sicherheitsbeurteilung

Die nachfolgende Sicherheitsbeurteilung stützt sich massgebend, jedoch nicht ausschliesslich, auf die Angaben in Art. 44, AB 44c der AB-EBV. Werden einzelne Ziffern nicht erwähnt, so sind diese für das vorliegende Projekt nicht relevant.

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 1:

- Keine Ziffer für das vorliegende Projekt relevant.

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 2:

- Keine Ziffer für das vorliegende Projekt relevant.

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 3:

- Das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer entspricht AB-EBV, Art. 44, AB 44b, Ziff. 3ff, ausgenommen ist Ziff. 3.3 (kein interoperables System).

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 4:

- Die Vorgaben bzgl. Unterteilung und Abschaltbarkeit gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44.c, Ziff. 4.1.1 sind eingehalten.
- Die Standorte von elektrischen Trennstellen in der Fahrleitung sind gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44.c, Ziff. 4.1.2 so gewählt, dass es zu keinen Beschädigungen an Fahrleitung und Stromabnehmer kommen kann.
- Das Befahren kurzgeschlossener und geerdeter Sektoren gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44.c, Ziff. 4.1.3 ist nicht möglich. Die Fahrleistungssektoren werden nicht durch Schaltvorgänge kurzgeschlossen bzw. geerdet, dies kann nur mittels Erdungsstange erfolgen. Das Einfahren in einen solchen Sektor wird aufgrund der gem. RTE20600 platzierten Erdungsstangen verhindert.
- Die Isolation des Fahrleitungssystems und der eingesetzten Komponenten entsprechen AB-EBV, Art. 44, AB 44.c, Ziff. 4.2 ff. den elektrischen Spannungsbeanspruchungen. Es bestehen keine verschiedenen Spannungen (keine Mischsysteme). Die Aufhängung erfolgt mindestens doppelt isoliert. Die Isolatoren sind als Einzelteile dafür ausgelegt, den Spannungsbeanspruchungen zu genügen (Kap. 2.7.8).

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 5:

- Die Speiseabschnittslänge ist im vorliegenden Projekt unverändert und ist mit dem Schutzkonzept abgestimmt.
- Die minimalen Fahrdrathöhen gem. AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 5.2 ff. sind im gesamten Projektperimeter eingehalten (PGV Dok. 14.03).
- Die Spannweite und Geometrie gem. AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 5.3 ff. sind im gesamten Projektperimeter eingehalten (PGV-Dok. 14.03).
- Die elektrischen Schutzabstände zu nicht unter Spannung stehenden, ganz oder teilweise leitfähigen Anlageteilen sind gem. AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 5.9 eingehalten (PGV-Dok. 14.03).
- Das eingesetzte Fahrleitungssystem stellt für Vögel keine Stromschlaggefahr dar, AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 5.10 ist eingehalten. In diesem Vorhaben werden keine speziellen Vogelschutzmassnahmen getroffen, da es sich um Niederspannungsanlagen im städtischen Gebiet handelt. Die eingesetzten Isolatoren halten den gem. Kap. 3.1 der Richtlinie des BAV zum Vogelschutz bei Fahrleitungsanlagen definierten Mindestabstand von 3.5cm ein. Alle Fahrleitungen sind mindestens doppelt isoliert installiert.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 6:

- Alle eingesetzten Fahrleitungstragwerke sind gem. AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 6 ff. sicher bemessen (vgl. Beilage 1).

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 7:

- Die Fahrleitungen sind gem. AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 7 ff. elektrisch korrekt dimensioniert (Kap. 2.7.8).

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 8:

- Sämtliche Einrichtungen an oder in der Nähe von Fahrleitungsanlagen beeinträchtigen den Eisenbahnbetrieb nicht. Dies gilt sowohl für bahneigene Kabel (AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 8.1, bahnfremde Kabel werden nicht an Fahrleitungstragwerken installiert) sowie für Signale (AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 8.2). Elektrische Telekommunikationseinrichtungen werden keine installiert. Im Perimeter werden Beleuchtungskörper installiert, diese entsprechen AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 8.3 ff. und sind gem. SN EN 50122-1, Ziff. 7.3 Schutzisoliert (Schutzkasse II).
- Im Projektperimeter werden keine Isolationen der Fahrleitungsanlage überbrückt, AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 8.3.4 ist eingehalten.
- Verkehrssignale werden so installiert, dass die Instandhaltung der Fahrleitungsanlage nicht behindert wird, AB-EBV, Art 44, AB 44.c, Ziffer 8.3.6 ist eingehalten.

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 9:

- Keine Ziffer für das vorliegende Projekt relevant.

AB-EBV, Art. 44, AB 44c, Ziff. 10:

- Keine Ziffer für das vorliegende Projekt relevant.

Diverse normative Vorgaben oder spezielle Angaben bzgl. Stand der Technik:

- Die Berücksichtigung der Resonanzfrequenzproblematik bei (umfangreichen) Verkabelungen im 15 kV-Netz ist nicht relevant. Des Weiteren tangieren die geplanten Baumassnahmen nicht die Planung von SBB-Energie.

2.7.10Fazit

Aus obiger Beschreibung leitet sich ab, dass es sich bei diesem Vorhaben um eine (E) Erneuerung handelt.

Das Vorhaben beinhaltet keine signifikante Änderung sowie keine Leistungssteigerung.

2.8 Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen

2.8.1 Grundlagen

2.8.1.1 Ergänzende Beilagen

Nachfolgende Dokumente und Pläne bilden einen integrierenden Bestandteil des Kapitels "Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen":

Dokument	Bezeichnung	Nummer Plan / Dokument	Autor
Beilage 2	Sicherheitskonzept für elektrische Anlagen	RLV230017	VBZ
Beilage 3	Sicherheitsweisung Arbeiten im Gleis- und Fahrleitungsbereich	RLV230003	VBZ
Beilage 4	Katalog elektrische Anlagen	RLV230022	VBZ
Beilage 5	Schutzmassnahmen Kranbetrieb in Nähe der Fahrleitung	HAV230515	VBZ
Info, keine Beilage	Periodische Erhaltungsmassnahmen Infrastruktur	RLV230021	VBZ

Tabelle 10101010, Grundlagen Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen

2.8.1.2 Projektumfang

Im vorliegenden Projekt werden folgende Anlagenbestandteile erstellt, welche unter dem Kapitel "Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen" (EBV, Anhang 4d) zusammengefasst und beschrieben werden (vgl. Abbildung 2222Abbildung 22):

- Erdungsmassnahmen neue Wartehalle Rehalp
- Erstellung neuer Gleisanlage als Teil der Rückstromführung

2.8.1.3 Perimeter



Abbildung 2222; Perimeter Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen

2.8.1.4 Abgrenzungen

Folgende Anlagenbestandteile des Anlagenteils "Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen" werden im vorliegenden Projekt nicht tangiert und bleiben unverändert bestehen:

- Rückleiterkabel

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

2.8.2 Ist-Zustand

Im Projektperimeter bestehen folgende, für das vorliegende Projekt relevante, Teilanlagen des Anlagen-
teils " Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen":

- Der Bahnrückstrom wird vollständig über die Schienen geführt.
- Die bestehenden Fahrleitungsmasten sind erdfühlig (eingesandet) installiert und nicht mit dem Rückleitungssystem der VBZ verbunden. Die Fahrleitungen ist doppelt oder dreifach isoliert.
- Die bestehende Wartehalle ist nicht mit der Bahnrückstromanlage verbunden und wird durch das städtische Netz geerdet (EWZ).

2.8.3 Soll-Zustand:

2.8.3.1 Erdungsmassnahmen neue Wartehalle Rehalp

Der Bahnrückstrom wird wie im Bestand über die neue Gleisanlage zurückgeführt.

In der Wendeschleife Rehalp werden zwei neue, vollwertige Haltekanten realisiert, wovon die innere Haltekante mit elektrischen Installationen ausgerüstet wird. Die äussere Haltekante wird nur mit einer Sitzbank und Abfalleimer ausgerüstet. Zusätzlich wird nahe der neuen Wartehalle ein Personal-WC gebaut. Diese Installationen sind nicht mit der Bahnrückstromanlage verbunden und werden über die Erdung des öffentlichen Netzes (EWZ) geerdet.

2.8.4 Provisorien:

Sämtliche Arbeiten erfolgen im Rahmen einer Vollsperrung. Für das Bauvorhaben werden keine Provi-
sorien benötigt.

Die Rückleiteranbindungen der an den Projektperimeter angrenzenden Gleisabschnitte sind weiterhin
über benachbarte Rückleiteranbindungen ausreichend sichergestellt.

Es grenzt nur der ausserhalb des Perimeters liegende Abschnitt des Fahrleistungssektors der Forchbahn
an den Baustellenbereich. Zwischen dem Fahrleistungssektor der Forchbahn und dem Fahrleistungssektor
Rehalp befindet sich eine Umschaltstrecke für die Forchbahn. Diese Teilstücke sind dauerhaft abge-
schaltet und geerdet und werden nicht befahren. Im Bereich der Perimetergrenzen werden die Vorga-
ben gem. RTE20600, Kap. 7.5 ff., angewendet.

2.8.5 Systembeschreibung

2.8.5.1 Traktionsstromrückleitung

Rückleiteranschlussleiter und Rückleiterkabel

Massgebend ist AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 1 ff. Die Traktionsstromrückleitung im Projektperimeter
bildet keinen Bestandteil des vorliegenden Projektes.

2.8.5.2 Erdungsmassnahmen Strecke

Gleis und Gleiskomponenten

Die Gleisanlage wird im gesamten Projektperimeter isoliert installiert (vgl. PGV-Dok. 14.06, Kap. 3.3.1
und 3.3.2). Dies gilt ebenfalls für Spurstangen, Weichen sowie die dazugehörigen Gleiskomponenten.
Im vorliegenden Projekt sind dies Weichenantriebe, Weichenheizung und Schmieranlage.

Speisemasten, Masten und Mauerbolzen

Nicht relevant für das vorliegende Projekt

Steuerkabine für Weichen und Schmieranlage

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Die neue Steuerkabine besteht aus glasfaserverstärktem Polyester und ist von aussen elektrisch nicht leitfähig. Im inneren der Kabine besteht ein Einbaurahmen aus feuerverzinktem Stahl. Dieser Metallrahmen ist fest mit dem Rückleitungssystem der Bahn mittels 1x50mm² Kabel verbunden (vgl. Kap. 2.9.5.1). Die Kabine resp. der Metallrahmen der Kabine elektrisch isoliert vom Erdreich installiert.

Zäune, Geländer, Einfriedungen o. dgl.

Im Projektperimeter sind keine Zäune und Geländer vorhanden.

2.8.5.3 Erdungsmassnahmen neue Wartehalle Wendeschleife Rehalp

Abstimmung der verschiedenen Erdungssysteme untereinander:

Massgebend ist AB-EBV, Art. 44, Ab 44.d, Ziff. 1.3. Im Projektperimeter bestehen folgende Erdungssysteme:

- Rückleitungssystem der VBZ (RL)
- Erde des speisenden Werkes ewz (EWE)

Das Vorhandensein von mehreren Betriebsinhabern setzt eine gemeinsame Vereinbarung voraus. Sämtliche Erdungsmassnahmen wurden mit den Betriebsinhabern aufeinander abgestimmt und von diesen freigegeben:

- Rückleitungssystem (RL): Verkehrsbetriebe Zürich, Fach-Lead elektrische Anlagen
- Erde des speisenden Werkes (EWE): ewz

Die Einspeisung der Wartehalle erfolgt mit Netzsystem TN-S (2.9.5.1) die beiden Erdungssysteme werden nicht verbunden.

Oberleitungs- und Stromabnehmerbereich (Zone 1)

Massgebend ist AB-EBV, Art. 44, AB44.d, Ziff. 4 ff. Innerhalb der Zone 1 werden generell keine elektrisch leitfähigen Elemente sowie keine elektrischen Betriebsmittel installiert.

Zone gleichzeitiger Berührbarkeit (Zone 2)

Massgebend ist AB-EBV, Art. 44, AB44.d, Ziff. 2.3. Stadtweite Messungen haben ergeben, dass in den Haltestellenbereichen im Normalbetrieb zu keiner Zeit unzulässig hohe Berührungsspannungen gem. SN EN 50122, Tabellen 9 & 10, auftreten.

Die Erdungsmassnahmen sind wie folgt ausgelegt:

- Die Wartehalle vom Typ WN 5 wird erdfühlig installiert und bildet eine elektrische Einheit (Schweiss und Schraubverbindungen).
- Die Energieversorgung der Wartehalle sowie die dazugehörenden Komponenten erfolgt mit Netzsystem TN-S (Kap. 2.9.5.2) ab Stammkabel ewz.
- Die an der Wartehalle installierten elektrischen Betriebsmittel entsprechen Schutzklasse I (ausgenommen Beleuchtungskörper).
- Die Beleuchtungskörper der Wartehalle und der Leuchtvitrine entsprechen Schutzklasse II
- Die Erdungssysteme EWE und RL sind elektrisch nicht miteinander verbunden.
- Der gesamte Haltestellenbereich ist rohauseitig für das Nachrüsten einer Spannungsbegrenzungseinrichtung vorbereitet (Typ VLD-O, TVL 70-70, Raycap). Hierfür wird ein Gleisanschluss mit Erdungskasten sowie die nötige Feinverschlauchung realisiert.

2.8.5.4 Massnahmen zum Schutz gegen Streuströme

Sämtliche Gleise und Gleiskomponenten werden elektrisch isoliert verlegt. Weil die Ableitbeläge planarisch nicht vernünftig genau ermittelt werden können, erfolgt nach Einbau eine Überprüfung anhand einer Ableitbelagsmessung, ob die normativ geforderten Werte $\leq 0.5S/km$ (zweigleisige Strecke) eingehalten wurden.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Im Perimeter besteht keine Notwendigkeit für aktive Schutzmassnahmen (SGK C3, Kap. 33) wie Drainagen, Soutiragen o. dgl.

Masten und Mauerbolzen sind aufgrund der mind. doppelten Isolation der Fahrleitungsanlage nicht mit dem Rückleitungssystem verbunden.

Die Steuerkabine wird mit Traktionsenergie betrieben. Diese Kabine wird zum Schutz gegen Streuströme elektrisch isoliert gegenüber dem Erdreich installiert.

Die Wartehalle mit den dazugehörenden elektrischen Installationen verfügt über keine elektrische Verbindung zum Rückleitungssystem der VBZ. Die Installationen sind so vorbereitet, dass eine Spannungsbegrenzungseinrichtung nachgerüstet werden könnte.

Im Projektperimeter befinden sich keine kritischen Bauwerke, keine permanenten Bodenanker, keine Kunstbauten, Brücken, Stützmauern, Galerien o. dgl. Ebenfalls bestehen keine Einfriedungen, Geländer oder Gitterzäune.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

2.8.6 Kontrolle, Prüfung und Wartung

Die periodischen Erhaltungsmassnahmen der VBZ sind in der RLV 230021 geregelt. Die nachfolgende Tabelle beschreibt die für das vorliegende Projekt wichtigsten Massnahmen.

Prüfung	Typ	Intervall	Verantwortung
Baubegleitende Erstprüfung Elektroinstallationen	Einmalige Elektrokontrolle vor Inbetriebnahme, Art. 24 NIV	Bei Fertigstellung / vor Inbetriebnahme	Elektroinstallateur
Akkreditierte Kontrolle Elektroinstallationen	Einmalige Elektrokontrolle unmittelbar nach Inbetriebnahme, Art. 32, Abs. 2, Sicherheitsnachweis (SiNa)	Bei Fertigstellung / vor Inbetriebnahme	Akkreditiertes Kontrollorgan
Kontrolle Elektroinstallationen	Periodische Kontrolle	5 Jahre	Akkreditiertes Kontrollorgan
Elektrokontrollen Unterverteilung Warthallen	Periodische Kontrolle und Reinigung	12 Monate	VBZ
Messung Ableitbelag Gleisanlage	Einmalige Messung nach Fertigstellung, SN EN 50122-2:2022, Anhang A.4.	Messprotokoll	Externe Beauftragung (ausstehend)
Blitzschutz	Periodische Kontrolle gem. RLV 230021	12 Monate	VBZ

Tabelle 11111111, Kontrolle, Prüfung und Wartung von Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen

2.8.7 Sicherheitsbeurteilung

Die nachfolgende Sicherheitsbeurteilung stützt sich massgebend, jedoch nicht ausschliesslich, auf die Angaben in Art. 44, AB 44d der AB-EBV. Werden einzelne Ziffern nicht erwähnt, so sind diese für das vorliegende Projekt nicht relevant.

AB-EBV, Art. 44, AB 44d, Ziff. 1:

- Das Bahnrückstromkonzept ist gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 1 ff. ausgelegt. Es führt den Bahnrückstrom vollständig und zuverlässig zurück und ist auf die erwartete Strombelastung ausgelegt (Kap. 2.8.7).
- Die Grenzwerte der Ableitungsbeläge sind gemäss SN EN 50122-2, Ziff. 5.2 eingehalten. AB-EBV, Art. 44, AB 44d, Ziff. 1.2 ist erfüllt (Kap. 2.8.5.4).
- Das vorliegende Projekt bildet hinsichtlich Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen ein einfaches Vorhaben. Auf die Erstellung eines Rückleitungs- und Erdungskonzeptes in zeichnerischer Form gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44d, Ziff. 1.3 wird verzichtet. Die getroffenen Massnahmen werden im Erdungskonzept (PGV-Dok. 14.06) beschrieben.
- Die Fahrschienen werden bis zu den Gleisanschlüssen für die Rückleiteranschlussleiter als Rückleiter mitbenutzt. Der Rückstrompfad entspricht AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 1.4 ff. und besteht immer aus zwei unabhängigen Strompfaden, d. h. zwei zweischienig isolierte Gleise (Kap. 2.8.5.1)
- Die Kennzeichnung der Rückstrom- und Erdleiter gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 1.7.2.1 und ist eindeutig und dauerhaft.

AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 2:

- Die zulässigen Berührungsspannungen werden gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 2 ff. eingehalten (Kap. 2.8.5.3).

AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 3:

- Der Bahnrückstrom stört oder gefährdet weder Anlagen der Eisenbahnen noch Anlagen Dritter unzulässig gem. AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d, Ziff. 3 ff.

AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 4:

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

- Die im Projekt getroffenen Erdungsmassnahmen entsprechen den Vorgaben zu den Zonen besonderer Massnahmen gem. AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d, Ziff. 4.1 ff. (Kap. 2.8.5.3).

AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 5:

- Keine Ziffer für das vorliegende Projekt relevant.

AB-EBV, Art. 44, AB 44.d, Ziff. 6:

- Die eingesetzten Kabelleitungen entsprechen AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d, Ziff. 6.

2.8.8 Fazit

Aus obiger Beschreibung leitet sich ab, dass es sich bei diesem Vorhaben um eine (nuÄ) nicht umfangreiche Änderung handelt.

Das Vorhaben beinhaltet keine signifikante Änderung sowie keine Leistungssteigerung.

2.9 Bahnspezifische elektrische Anlagen

2.9.1 Grundlagen

2.9.1.1 Ergänzende Beilagen

Nachfolgende Dokumente und Pläne bilden einen integrierenden Bestandteil des Kapitels "Bahnspezifische elektrische Anlagen":

Dokument	Bezeichnung	Nummer Plan / Dokument	Autor
PGV 01.03	Übersichtsplan	-	SNZ
PGV 04.02	Situationsplan Werkleitungen	5505.3-18508-211	SNZ
Beilage 2	Sicherheitskonzept für elektrische Anlagen	RLV230017	VBZ
Beilage 3	Sicherheitsweisung Arbeiten im Gleis- und Fahrleitungsbereich	RLV230003	VBZ
Beilage 5	Schutzmassnahmen Kranbetrieb in Nähe der Fahrleitung	HAV230515	VBZ
Info, keine Beilage	Periodische Erhaltungsmassnahmen Infrastruktur	RLV230021	VBZ

Tabelle 12121212, Grundlagen bahnspezifische elektrische Anlagen

2.9.1.2 Projektumfang

Im vorliegenden Projekt werden folgende Anlagen erstellt, welche unter dem Kapitel "Bahnspezifische elektrische Anlagen" (EBV, Anhang 4e) zusammengefasst und beschrieben werden. Elektrische Anlagen, welche für den Bahnbetrieb nötig sind oder mit dem Bahnbetrieb zusammenhängen, werden ebenfalls in diesem Kapitel behandelt:

- Rückbau des bestehenden Weichenschrankes
- Rückbau der elektrischen Komponenten der Weichen
- Rückbau von drei Schmierstellen
- Neubau von zwei elektrischen sowie zwei mechanischen Weichen
- Neubau von zwei neuen Gleiskreuzungen
- Neubau von drei neuen Schmierstellen
- Neubau einer zentral angeordneten Steuerkabine für Weichensteuerung, Steuerung Schmieranlage und Weichenheizung sowie Fettanlage.
- Elektrische Ausrüstung der neuen Wartehalle

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe Zürich Verkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp 8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

2.9.1.3 Perimeter

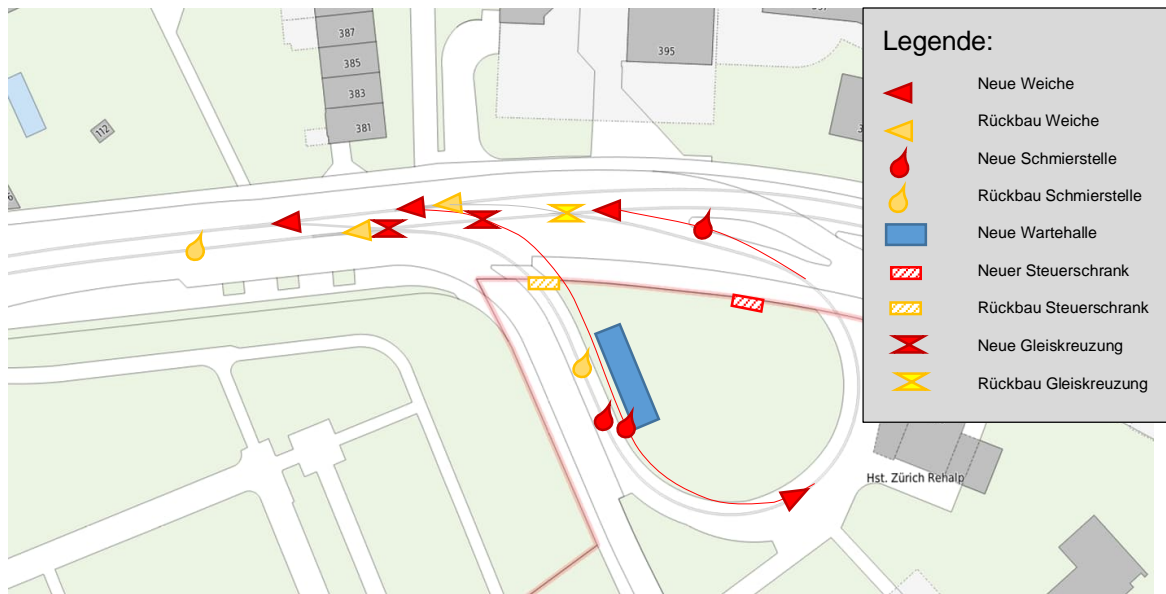


Abbildung 3333; Perimeter bahnspezifische elektrische Anlagen

2.9.1.4 Abgrenzungen

Folgende Anlagenbestandteile des Anlagenteils "bahnspezifische elektrische Anlagen" werden im vorliegenden Projekt nicht tangiert und bleiben unverändert bestehen:

- Der Steuerschrank für die Forchbahn ist durch die Baumassnahmen nicht betroffen und bleibt bestehen.
- Es sind keine Sicherungsanlagen oder Telematikanwendungen im Projektperimeter vorhanden

2.9.2 Ist-Zustand

Im Projektperimeter bestehen folgende bahnspezifische elektrische Anlagen:

- Ein Steuerkasten für Weichen- und Weichenheizungen sowie Schmieranlagen
- Zwei Schmierstellen
- Elektrische und mechanische Weichen, alle Weichen sind beheizt

Zudem bestehen folgende elektrische Anlagen und Installationen:

- Bestehende Haltestelle Wendeschleife Rehalp mit elektrischer Grundinstallation, mit Wartehallengebäude
- Strassenbeleuchtung und öffentliche Beleuchtung

2.9.3 Soll-Zustand:

2.9.3.1 Weichen- und Schmieranlage

Im Rahmen der Umgestaltung der Gleisanlage werden sämtliche bestehende Weichen abgebrochen. Es werden zwei neue elektrische Weichen sowie zwei neue mechanische Weichen für die neue Doppelwendeschleife realisiert. Der bestehende Weichensteuerkasten wird vollständig zurückgebaut. Für die Weichensteuerung wird eine neue Steuerkabine an neuer Lage erstellt. In dieser Steuerkabine werden nebst der Weichensteuerung auch die Ansteuerung der Weichenheizungen sowie der Schmieranlage integriert.

Die bestehende Schmierstelle in der Forchstrasse wird zurückgebaut. Vor der Schleifeneinfahrt wird eine neue Schmierstelle erstellt, da die Fahrtrichtung in der Wendeschleife geändert wird. Die bisherige

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Schmierstelle in der bestehenden Schleife wird durch zwei neue Schmierstellen im Bereich der neuen Haltepositionen ersetzt. Die neuen Schmierstellen werden ab der neuen Steuerkabine angesteuert.

2.9.3.2 Wartehalle mit elektrischen Installationen

Durch den Wechsel der Fahrrichtung in der Wendeschleife kann das bestehende Wartehallengebäude nicht mehr genutzt werden. Daher wird eine neue Wartehalle am inneren Gleis der Wendeschleife mit elektrischer Grundausstattung der VBZ realisiert.

Die Haltekante des äusseren Gleises der Doppelwendeschleife wird mit einer Sitzbank und Abfalleimer ausgerüstet.

2.9.3.3 Strassenbeleuchtung

Die gesamte öffentliche Beleuchtung (Strassenbeleuchtung Forchstrasse und öffentliche Beleuchtung der Wendeschleife) wird im Rahmen dieses Projektes neu erstellt. Die Projektierung der Beleuchtungsanlage liegt bei EWZ und wird mit VBZ koordiniert.

2.9.4 Provisorien:

Sämtliche Arbeiten erfolgen im Rahmen einer Vollsperrung. Für das Bauvorhaben werden keine Provisorien benötigt.

2.9.5 Systembeschreibung

2.9.5.1 Weichen- und Schmieranlage

Steuerkabine für Weichen- und Schmieranlage

Eingesetzt wird eine Steuerkabine des Typs BG24 der Firma BERGER Protechnic GmbH, die mittlerweile durch die Firma Daniel Heusser Modellbau AG übernommen wurde. Die Kabinen bestehen aus glasfaserverstärktem Polyester und verfügen über einen innenliegenden vollverschweissten und feuerverzinkten Stahlrahmen. Innerhalb der Kabine werden die folgenden Anlagen kombiniert:

- Steuerspannung (600VDC auf 24VDC)
- Steuerung Weichen
- Steuerung Weichenheizung
- Steuerung Schmieranlage
- Fettbehälter Schmieranlage

Die Einspeisung erfolgt direkt ab Fahrleistungssektor "Rehalp" über einen Fahrleistungsmasten. An diesem Fahrleistungsmasten wird ein Steigrohr installiert, sodass das Speisekabel (TT-Litze, 1*16mm², Grau, Rot markiert) vom Fahrdrabt bis zur Kabine geführt werden kann. In der Speiseleitung ist nach den Einspeiseklemmen ein dreipoliger Sicherungsautomat (40A, Charakteristik B) eingebaut. Dem Sicherungsautomaten nachgeschaltet ist ein Überspannungsableiter (DEHNguard 600, Typ A1). Für jede installierte Steuerung innerhalb der Steuerkabine wird der Einspeisung erneut ein dreipoliger Sicherungsautomat mit niedrigerem Auslösestrom sowie ein Überspannungsableiter nachgeschaltet.

Die Rückleitungs- und Erdungsanbindungen erfolgen über einen naheliegenden zur Kabine installierten Erdungskasten. Für die Rückleitungsanbindung wird ein Rückleiterkabel (TT-Litze, 1*50mm², Grau, Gelb markiert) verlegt. Für Erdung und Potentialausgleich wird ein Installationskabel (TT-Litze, 1*50mm², Grau, Gelb/Grün markiert) eingesetzt.

Die Erdungsmassnahmen sind in Kap. 2.8 beschrieben.

Im vorliegenden Projekt wird die neue Weichensteuerung des Typs WST301 eingesetzt. Siehe detaillierte Ausführungen hierzu in Kap. 4.3.2.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Weichen

Die Weichen und deren Antriebe, unabhängig ob elektrisch oder mechanisch stellbar, sind analog den Gleisen vollumfänglich isoliert installiert. Eingesetzt werden nur typenzugelassene Weichenantriebe HW61.1 von Hanning & Kahl (elektrische Weiche) sowie CSV34 von Contec (mechanische Weiche).

Die Ansteuerung der elektrischen Weichen und der Weichenheizungen erfolgt ab der neuen Steuerkabine mit Traktionsspannung 600VDC. Die Steuerkabel für Antennen und Sperrkreise sind allesamt geschirmt, wobei die Kabelschirme anlagenseitig isoliert und nur in der Steuerkabine angeschlossen sind. Die übrigen Kabel verfügen über keine Abschirmung.

Die Heizstäbe werden von der Steuerkabine erschlossen (TT-Kabel, 2*1.5mm², Grau).

Schmieranlage

Um den Verschleiss an Rad und Schiene zu minimieren und durch die Reibung entstehendes Kurvenquietschen zu reduzieren, werden durch die VBZ-Schmieranlagen eingesetzt.

Bei den Schmieranlagen handelt es sich um Schmierstellen (Radlenker), die direkt mit den Gleisen verbunden und entsprechend adäquat zum Erdreich isoliert installiert sind. Dasselbe gilt für die für den Fetttransport nötigen Rohrleitungen. Die Ventile zur Ansteuerung der Schmierstellen werden ab der Steuerkabine mit 24VDC gespeist. Die Steuer- und Speisekabel sind nicht geschirmt.

2.9.5.2 Neue Wartehalle

Installiert wird eine Standard-Wartehalle der VBZ vom Typ WN 5 mit folgenden elektrischen Installationen:

- Wartehallenbeleuchtung
- Leuchtvitrinen
- Billetautomat
- optische und akustische Fahrgastinformationsanzeige
- Abfalleimer
- Sitzbank
- Personal-WC

Einspeisung

Die 230VAC Energieversorgung für die Wartehalle erfolgt ab Stammkabel ewz mit Netzsystem TN-C bis zum Sicherungsposten (SIPF). Ab SIPF wird die Unterverteilung der Wartehalle mit Netzsystem TN-S eingespeist (TT-Kabel, 5*6mm², Grau). Die Erdungssysteme von ewz sowie der VBZ sind galvanisch getrennt. Zwischen der Potentialausgleichsschiene in der Unterverteilung (BWE) und dem Rückleitungssystem kann bei Bedarf eine Spannungsbegrenzungseinrichtung nachgerüstet werden (vgl. Kap. 2.8.5.3). Im Falle eines Einbaus einer Spannungsbegrenzungseinrichtung (vgl. Kap. 2.8.5.3) wird die Zuleitung ab SIPF hinsichtlich einer möglichen Strombelastung bei einer defekten Spannungsbegrenzungseinrichtung (dauerhafte Verbindung der Erdungssysteme) geprüft und bei Bedarf erhöht.

Beleuchtung Haltekanten und Wartehalle

Derzeit erarbeitet eine Arbeitsgruppe, zusammengesetzt aus mehreren Bahnbetrieben, sowie in enger Zusammenarbeit mit BAV und BAFU, einheitliche Vorgaben für die Beleuchtung von Tram- und Trolleybusanlagen im städtischen Bereich. Dies ist im Merkblatt unter Anhang 1 dargelegt.

Die Strassenbeleuchtung im öffentlichen Raum der Stadt Zürich wird durch ewz-ÖB verantwortet. Die Strecke wie auch die Haltekanten im vorliegenden Projekt liegen im Bereich der Strassenbeleuchtungsanlage.

Der Bereich der Wartehalle wird durch die Wartehallenbeleuchtung erhellt. Die Spezifikation der Leuchten findet sich im Anhang 1 dieses Dokumentes. Aus Gründen der nachhaltigen Energienutzung und

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Begrenzung der Lichtverschmutzung wird die Wartehalle im vorliegenden Projekt mit dimmbaren Leuchten ausgestattet. Die max. Beleuchtung erfolgt nach der Vorgabe in Anhang 1. Wenn sich keine Person aufhält, wird heruntergedimmt.

2.9.5.3 Strassenbeleuchtung

An mehreren Masten werden neue Seilleuchten oder Auslegerleuchten der öffentlichen Beleuchtung installiert. Die Planungsverantwortung obliegt ewz-ÖB.

Die Strassenbeleuchtung im öffentlichen Raum der Stadt Zürich wird durch ewz-ÖB verantwortet und gem. den Vorgaben der SN EN 13201 sowie unter Berücksichtigung der SLG202 ausgelegt. Die Strecke wie auch die Haltekannten im vorliegenden Projekt liegen im Bereich der Strassenbeleuchtungsanlage. Die lichttechnische Auslegung der Strassenbeleuchtung erfolgt in Abstimmung mit der oben genannten Stelle.

Die eingesetzten Leuchtmittel entsprechen der Schutzklasse II.

2.9.6 Kontrolle, Prüfung und Wartung

Die periodischen Erhaltungsmassnahmen der VBZ sind in der RLV 230021 geregelt. Die nachfolgende Tabelle beschreibt die für das vorliegende Projekt wichtigsten Massnahmen.

Prüfung	Typ	Intervall	Verantwortung
Baubegleitende Erstprüfung Elektroinstallationen	Einmalige Elektrokontrolle vor Inbetriebnahme, Art. 24 NIV	Bei Fertigstellung, vor Inbetriebnahme	Elektroinstallateur
Akkreditierte Kontrolle Elektroinstallationen	Einmalige Elektrokontrolle unmittelbar nach Inbetriebnahme, Art. 32, Abs. 2	Bei Fertigstellung, vor Inbetriebnahme	Akkreditiertes Kontrollorgan
Inbetriebnahmeprüfung Weichenanlagen	Standardisierter Inbetriebnahmeprozess nach Fertigstellung	Inbetriebnahmeprotokoll	VBZ
Wartung Schmieranlagen	Periodische Wartung	alle 2 - 3 Monate	RTS
Wartung Radlenker Schmieranlagen	Periodische Wartung	24 Monate	RTS
Wartung Weichen	Periodische Kontrolle	6 Monate	VBZ
Weichenheizung	Periodische Kontrolle	6 Monate	VBZ
SIPF	Periodische Kontrolle	Gem. Kontrollplan ewz	ewz
Elektrokontrollen Unterverteilung Wartehallen	Periodische Kontrolle und Reinigung	12 Monate	VBZ
Blitzschutz	Periodische Kontrolle gem. RLV 230021	12 Monate	VBZ

Tabelle 13131313, Kontrolle, Prüfung und Wartung von bahnspezifischen elektrischen Anlagen

2.9.7 Technische Daten

Bauelement	Eigenschaft	Projektanforderung	Erfüllung Projektanforderung
STEUERKABINE			
Typ	HW61	-	-
Hersteller	Daniel Heusser Modellbau AG	-	-
Typenzulassung gem. EBV, Art. 7	ja	471.03.03	-
Korrosionsbeständigkeit Gehäuse	Polyester	Aussenaufstellung Strassenbereich	JA
Korrosionsbeständigkeit Stahlrahmen	Stahl, feuerverzinkt	Aussenaufstellung Strassenbereich	JA
Durchschlagfestigkeit	55kV/mm	600VDC	JA

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Schutzart	IP65	Aussenaufstellung Strassenbereich	JA
Temperaturbereich	-60°C bis +130°C	-15°C bis +40°C	JA
Relevante Normen	VDE 0471 DIN 4102 EN 61439-1	-	-

Tabelle 14141414, Technische Daten Steuerkabine

Bauelement	Eigenschaft	Projektanforderung	Erfüllung Projektanforderung
Weichenantrieb			
Typ	HW61.1	-	-
Hersteller	Hanning & Kahl	-	-
Typenzulassung gem. EBV, Art. 7	nein	-	-
Weichentyp	Rille	Rille	JA
Stellkraft	5000 N	5000 N	JA
Anpresskraft des Federpakets	3000 N	3000 N	JA
Betriebsspannung	600/750 V DC	600VDC	JA
Schutzart	IP67	Aussenaufstellung Strassenbereich	JA
Temperaturbereich	-25°C bis +70°C	-15°C bis +40°C	JA
Relevante Normen	EN 50129	-	-
Typ	CSV34	-	-
Hersteller	Contec	-	-
Typenzulassung gem. EBV, Art. 7	nein	-	-
Weichentyp	Rille	Rille	JA
Anpresskraft des Federpakets	2800 N	2800 N	JA
Handumstellkraft	180 – 240 N	Max. 250 N	JA
Schutzart	IP67	Aussenaufstellung Strassenbereich	JA
Temperaturbereich	-25°C bis +80°C	-15°C bis +40°C	JA
Relevante Normen	EN 50129	-	-

Tabelle 15151515, Technische Daten Weichenantriebe

2.9.8 Sicherheitsbeurteilung

Die nachfolgende Sicherheitsbeurteilung stützt sich massgebend, jedoch nicht ausschliesslich, auf die Angaben in Art. 44, AB 44d der AB-EBV. Werden einzelne Ziffern nicht erwähnt, so sind diese für das vorliegende Projekt nicht relevant.

AB-EBV, Art. 44, AB 44e, Ziff. 1:

- Niederspannungsinstallationen werden gem. der Niederspannungsinstallationsverordnung geplant, erstellt und geprüft, AB-EBV, Art. 44, AB 44e, Ziff. 1.1 ist eingehalten (Kap. 2.9.6).
- Die Spannungsfestigkeit der installierten Komponenten entspricht den installierten Spannungen bis 750VDC, AB-EBV, Art. 44, AB 44e, Ziff. 1.2.1.1 ist eingehalten.

AB-EBV, Art. 44, AB 44e, Ziff. 2:

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

- Die Anlagen der bahnspezifischen elektrischen Anlagen werden gem. AB-EBV, Art. 44, AB 44.e, Ziff. 2 vollumfänglich in das Bahnrückstrom- und Erdungskonzept integriert. Die Koordination der Massnahmen ist sichergestellt (vgl. 2.8.5).

Diverse normative Vorgaben oder spezielle Angaben bzgl. Stand der Technik:

- Die Anlagen werden so erstellt, dass das ausführende Personal gem. EBV, Art. 45, Ziff. 1 vor Gefährdungen durch den elektrischen Strom geschützt ist.
- Alle Niederspannungsinstallationen werden gem. der Niederspannungsinstallationsverordnung NIV geplant, ausgeführt und überprüft. Eine Kontrolle gem. Art. 24 NIV wird aufgrund der bahnspezifischen Anwendungen durch eine unabhängige, akkreditierte Inspektionsstelle durchgeführt und ein entsprechender Sicherheitsnachweis (SiNa) ausgestellt.
- Die Beleuchtung der Haltekanten und Wartehalle ist derzeit noch nicht ausgelegt (vgl. Kap. 2.9.5.2).

2.9.9 Fazit

Aus obiger Beschreibung leitet sich ab, dass es sich bei diesem Vorhaben um eine (E) Erneuerung handelt.

Das Vorhaben beinhaltet keine signifikante Änderung.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

2.10 Nicht bahnspezifische elektrische Anlagen

Nicht bahnspezifische elektrische Anlage sind im Projekt nicht tangiert.

2.11 Schutztechnik und Leitechnikanlagen

Schutztechnik und Leitechnikanlagen sind im Projekt nicht tangiert.

2.12 Umweltaspekte im Zusammenhang mit elektrischen Anlagen

Die Umweltaspekte werden vollumfänglich im PGV-Dok. 01.05 (Umweltbericht) behandelt.

3 Qualitätsmanagementbericht

3.1 Phase Planung
(RAMS-Phasen "Konzept bis Planung")

Das Vorhaben wird nach den Grundsätzen und Prozessvorgaben des bahninternen Qualitätsmanagements geplant.

Verantwortlich für die (Gesamt-)Planung der "Elektrischen Anlagen" in diesem Vorhaben ist:

Verkehrsbetriebe Zürich, VBZ

Die Planung des Vorhabens (inkl. Prüfung) erfolgte nach den Grundsätzen eines Qualitätsmanagements (QM). Alle an der Planung der elektrischen Anlage beteiligten Firmen besitzen eine der folgenden Arten, ihre QM-Massnahmen zu beschreiben:

- (1) die Firma besitzt ein QM-Zertifikat
- (2) die Firma besitzt eine gleichwertige Beschreibung ihrer Qualitätssicherung
- (3) die QM-Anforderungen wurden über vertragliche Bestimmungen definiert

Firma	(1)	(2)	(3)	i.O	Zert.Stelle	gültig bis	Bemerkungen
Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich Gesamtleitung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	Interner QM-Prozess
Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich Elektrische Anlagen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	Interner QM-Prozess
SNZ Ingenieure und Planer AG Werkleitungs- und Tiefbauplanung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SQS ISO	Monat Jahr	9001:2015

Tabelle 16161616, Qualitätsmanagementbericht, Phase Planung

3.2 Phase Ausführung
(RAMS-Phasen "Ausführung bis Inbetriebsetzung")

Die Ausführung des Vorhabens (inkl. Prüfung und Begutachtung) erfolgt ebenfalls nach den Grundsätzen eines QM; diese schliesst ein Projektmanagement ein.

Alle an der Ausführung der elektrischen Anlage beteiligten bzw. vorgesehenen Firmen besitzen ein QM-Zertifikat oder eine der folgenden Arten, ihre QM-Massnahmen zu beschreiben:

Firma	(1)	(2)	(3)	i.O	Zert.Stelle	gültig bis	Bemerkungen
Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbe- triebe Zürich Wartehalle mit El. Inst.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	Interner QM-Prozess
Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbe- triebe Zürich Elektrische Anlagen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	Interner QM-Prozess
Anbieterfirma xxx Fahrleitungsbau	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SQS ISO	Monat Jahr	Unternehmen derzeit noch ausstehend, wird im Rahmen des Ausschreibungsprojekte beauftragt
Anbieterfirma xxx Gleisbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SQS ISO	Monat Jahr	Unternehmen derzeit noch ausstehend, wird im Rahmen des Ausschreibungsprojekte beauftragt

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen
 VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich
 8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

Anbieterfirma xxx Werkleitungsbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SQS ISO	Monat Jahr	Unternehmen derzeit noch ausstehend, wird im Rahmen des Ausschreibungsprojekte beauftragt
Tabelle 17171717, Qualitätsmanagementbericht, Phase Ausführung							

(1), (2), (3) siehe Legende in Kap. 3.1

4 Sicherheitsmanagementbericht

4.1 Phase Planung (RAMS-Phasen "Konzept bis Planung")

4.1.1 Sicherheitsorganisation

Für die Bewertung der geforderten Sicherheit bzw. der Konformität zu relevanten Rechtserlassen hat die VBZVBZ, nach Prüfung der je nach Aufgabenstellung relevanten Anforderungen, nachstehend aufgeführte Projektstellen und unabhängige Prüfstellen, gem. der RL UP-EB des BAV, beauftragt.

Die Verantwortung für die Belange der elektrischen Anlagen in der "Phase Planung" wird von folgenden Fachleuten federführend wahrgenommen:

	Teilgebiet	Verantwortlich
1	bahnseitige Projektleitung: - Projektgesamtverantwortung: - Technische Projektleitung: - Fachplanung Fahrleitungsanlage: - Fachleitung el. Anlagen: - Fachplanung Weichensteuerung: - Fachplanung 600VDC-Anlagen:	VBZVBZ, Riccardo Vegezzi VBZVBZ, Samuel Staub VBZVBZ, Martin Schnüriger VBZVBZ, Daniel Steger VBZVBZ, Markus Besse VBZVBZ, Markus Besse
2	externe Projektbegleitung, Fachgebiet Werkleitungs- und Tiefbau: - Projektleiterin:	SNZ, Projektleiterin, Marco Vedruccio
3	externe Projektbegleitung, - EWZ: - WVZ: - ERZ: - DAV: - TAZ: - Gemeinde Zollikon:	Giovanni Badalamenti Tanja Heck Julia Granziani Marcel Friedli Jürg Neubert Peter Stucki
Tabelle 18181818, Sicherheitsmanagementbericht, Phase Planung		

4.1.2 Einbezug unabhängiger Prüfstellen (Phase Planung)

Gegenstand des Projekts sind Anlagen im Sinne von Tabelle 7 Ziffern 4.3., sowie 4.5 bis 4.6 der Richtlinie UP-EB. Im vorliegenden Projekt sind keine Sachverständigenprüfungen bzw. Bewertungen notwendig. Begründung:

- RL UP-EB, Kap. 4.3, Fahrleitungsanlagen im Publikumsbereich:
 - o Keine innovative oder neuartige oder komplexe Lösung
 - o Keine Erstelektrifizierung einer Strecke
 - o Keine Überbauten
 - o Keine echten Ausnahmen von hoheitlichen Vorschriften
- RL UP-EB, Kap. 4.5, Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen:
 - o Keine innovative oder neuartige oder komplexe Lösung
 - o Kein Zusammentreffen von Gleich- und Wechselstrombahnen
 - o Keine automatischen Erdungseinrichtungen
 - o Keine echten Ausnahmen von hoheitlichen Vorschriften

- RL UP-EB, Kap. 4.6, bahnspezifische elektrische Anlagen:

o Keine innovative oder neuartige oder komplexe Lösung

o Keine Einspeisung ohne Rückleitung im gleichen Anschluss

o Keine echten Ausnahmen von hoheitlichen Vorschriften

4.1.3

Meilensteine im Sicherheitsprozess (Phase Planung und Ausführung)

Folgende sicherheitsrelevanten Meilensteine sind vorgesehen:

Zeitpunkt	Tätigkeit	Datum
1	PGV-Unterlagen erstellt (Bahn und Planungsfirmen), inkl. Sicherheitsbericht Phase Planung und Ausführung	Mai / 2025
2	Prüfung Gesamtdossier durch Fachlead der Verkehrsbetriebe Zürich	Juli / 2025
3	geplante Inbetriebnahme	Mai / 2027
4	geplante Bestätigung gem. Art.8, Abs.5, EBV	Mai / 2027
5	Nachreichung von zZt. fehlenden Unterlagen	Aug. / 2027

Tabelle 19191919, Meilensteine Sicherheitsprozess

4.2

Phase Ausführung

(RAMS-Phasen " Ausführung bis Inbetriebsetzung")

4.2.1 Sicherheitsorganisation

Für die Bewertung der geforderten Sicherheit bzw. der Konformität zu relevanten Rechtserlassen wird die VBZVBZ, nach Prüfung der je nach Aufgabenstellung relevanten Anforderungen, nachstehend aufgeführte Projektstellen und unabhängige Prüfstellen, gem. der RL UP-EB des BAV, beauftragen.

Die Verantwortung für die Belange der elektrischen Anlagen in der **Phase Ausführung** wird von folgenden Fachleuten federführend wahrgenommen:

	Teilgebiet	Verantwortlich
A	bahnseitige Projektleitung: - Projektgesamtverantwortung: - Fachleitung elektrische Anlagen: - Fachleitung Fahrleitungsanlage: - Oberbauleitung	VBZVBZ, Riccardo Veggezi VBZVBZ, Durim Pirku VBZVBZ, Durim Pirku VBZVBZ, Albert Barboric
B	externe Projektbegleitung, Erstellung Fachgebiet Werkleitungs- und Tiefbau: - Projektleiterin:	SNZ, Projektleiterin, Marco Vedruccio
C	Sicherheitsnachweis: - Fachgebiet el. Anlagen: - Fachgebiet Fahrleitung: - Fachgebiet el. Installationen:	VBZ, noch nicht bestimmt noch nicht bestimmt noch nicht bestimmt
Tabelle 20202020, Sicherheitsmanagementbericht, Phase Ausführung		

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

4.2.2 Einbezug unabhängiger Prüfstellen (Phase Ausführung)

Gegenstand des Projekts sind Anlagen im Sinne von Tabelle 7 Ziffern 4.3., sowie 4.5 bis 4.6 der Richtlinie UP-EB. Im vorliegenden Projekt sind keine Sachverständigenprüfungen bzw. Bewertungen notwendig. Begründung:

- RL UP-EB, Kap. 4.3, Fahrleitungsanlagen im Publikumsbereich:
 - o Keine innovative oder neuartige oder komplexe Lösung
 - o Keine Erstelektrifizierung einer Strecke
 - o Keine Überbauten
 - o Keine echten Ausnahmen von hoheitlichen Vorschriften
- RL UP-EB, Kap. 4.5, Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen:
 - o Keine innovative oder neuartige oder komplexe Lösung
 - o Kein Zusammentreffen von Gleis- und Wechselstrombahnen
 - o Keine automatischen Erdungseinrichtungen
 - o Keine echten Ausnahmen von hoheitlichen Vorschriften
- RL UP-EB, Kap. 4.6, bahnspezifische elektrische Anlagen:
 - o Keine innovative oder neuartige oder komplexe Lösung
 - o Keine Einspeisung ohne Rückleitung im gleichen Anschluss
 - o Keine echten Ausnahmen von hoheitlichen Vorschriften

4.2.3 Meilensteine Phase Ausführung im Sicherheitsprozess

In Kapitel 4.1.3 zusammengefasst.

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Dop-

4.3 Typenzulassungen

4.3.1 Typenzugelassene Betrachtungsgegenstände

Fahrleitungsanlagen:

Im Vorhaben werden nur typenzugelassene sicherheitsrelevante Systeme, Komponenten, Schnittstellen oder Funktionalitäten und Prozesse (Betrachtungsgegenstände) eingesetzt:

- Fahrleitung: System KUTRAS (Kummler + Matter AG), ldn. Nr. ZR44TZ2015-10-0009

Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen:

Nicht relevant, Einsatz von Standardprodukten

Bahnspezifische, elektrische Anlagen:

Nicht relevant, Einsatz von Standardprodukten, ausgenommen siehe Kap. 4.3.2.

Die VBZ verwendet typenzugelassene Weichensteuerungen vom Typ WST301 der Firma C+S (Typenzulassung Nr. 471 03 03)

4.3.2 Noch nicht typenzugelassene Betrachtungsgegenstände

Keine

5 Technischer Sicherheitsbericht

5.1 Ziel und Zweck dieses Sicherheitsberichts

Teil des PGV bildet dieser auf einer Risikoanalyse basierende technische Sicherheitsbericht. Darin wird nachgewiesen, dass das Vorhaben, unter der Voraussetzung einer korrekten Umsetzung, sicher in die bestehenden Anlagen bzw. Anlagenteile integriert werden kann, zu den Umsystemen kompatibel ist und somit einen sicheren Betrieb über die gesamte zu erwartende Betriebsdauer erlaubt. Er zeigt zudem die vorgesehenen Massnahmen zur Risikoreduktion und deren Bewertung auf.

5.2 Nachweis des korrekten Entwurfs

5.2.1 Angewendete Grundlagen

Die zum Zeitpunkt des Eingangs des vollständigen Gesuchs (Art. 8 Absatz 2 VPVE) gültigen nationalen Rechtserlasse und Normen bzw. für die VBZVBZ gültigen Dokumente des Regelwerks Technik der Eisenbahn werden angewendet.

Ebenso wird die VBZ-interne Weisung «Vorschriften und Richtlinie Tram (VR-Tram)» berücksichtigt.

5.2.2 Definition der Systemanforderungen

Für sicherheitsrelevante Systeme, Komponenten, Schnittstellen oder Funktionalitäten und Prozesse (Betrachtungsgegenstände), die über keine Typenzulassung verfügen, werden im Zuge dieser anlagen-spezifischen Sicherheitsnachweisführung die entsprechenden Anforderungen pro Anlagenteil definiert.

Im Gefährungskatalog ('Gefährdungen / Massnahmen / Beurteilung') wird nachgewiesen, dass nebst den durch die generischen Produkte abgedeckten Anforderungen auch für alle weiteren Risiken in diesem Vorhaben geeignete Massnahmen zu deren Reduktion ergriffen werden.

5.2.3 Ausnahmebewilligungen von Rechtserlassen

Für das vorliegende Vorhaben sind keine Ausnahmebewilligungen des BAV notwendig.

5.2.4 Ausnahmebewilligungen von Bahnvorschriften (RTE und bahninterne Regelungen)

Für das vorliegende Vorhaben sind Genehmigungen in Einzelfall notwendig. Die Thematik der Ausnahmebewilligungen sind nachfolgend aufgeführt.

- Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen bahneigener Kabelleitungen mit Gleisanlagen

Das entsprechende Gesuch um technische Genehmigung im Einzelfall ist im PGV-Dok. 02.02 abgehandelt.

5.3 Gefährdungskatalog ('Gefährdungen / Massnahmen / Beurteilung')

In der Tabelle werden vor allem Gefährdungen aufgeführt, welche nicht durch Einhalten von Rechtserlassen, Normen oder von RTE-Regelungen abgedeckt werden können. Im Weiteren sind Risiken aufzulisten, welche trotz Einhaltung von Rechtserlassen, Normen oder von RTE-Regelungen entstehen können. (s. D RTE 27100 Kap. 5.1.4.3) Das Eisenbahnunternehmen begründet in der Tabelle zudem die aus seiner Sicht akzeptierten Restrisiken.

Erläuterungen zur nachfolgenden Gefährdungsanalyse- und Minderung:

Die, in den nachfolgenden Tabellen erörterten Risikobeurteilungen und Risikominderungen, sind mittels dreistufigen, iterativen Prozessen nach EN ISO 12100 eruiert worden. Die Erörterung erfolgte in Zusammenarbeit mit den Fachdiensten der VBZ.

Die Grundlage für die anschliessende Risikobeurteilung / Risikominderung bildet die untenstehend dargestellte Risikoakzeptanzmatrix. In dieser werden Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmass kategorisiert. Auf dieser Basis erfolgt nachfolgend die Beurteilung der einzelnen Gefährdungen und der Massnahmen zur Risikominderung.

Schadensausmass	bis oder > 5 Mio CHF Zahlreiche Schwerverletzte oder Todesopfer	VI	6	12	18	24	30	36
	Bis 2.5 Mio CHF Zahlreiche Schwerverletzte	V	5	10	15	20	25	30
	bis 1.25 Mio CHF Mehrere Schwerverletzte	IV	4	8	12	16	20	24
	bis 0.5 Mio CHF Eine schwerverletzte Person	III	3	6	9	12	15	18
	bis 0.1 Mio CHF Eine leicht verletzte Person	II	2	4	6	8	10	12
	< 10'000 CHF Kein Personenschaden	I	1	2	3	4	5	6
			F	E	D	C	B	A
			Unvorstell- bar 1x 100 Jahre	Unwahr- scheinlich 1x 50 Jahre	Selten 1x10 Jahre	Gelegent- lich 1x Jahr	Wahr- scheinlich 1x Quartal	Häufig 1x Monat
			Eintretenswahrscheinlichkeit					

PROJEKTPHASE "ERSTELLUNG / BAU"

ANLAGETEIL "FAHRLEITUNGSANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häu- figkeit:	Gefah- renstufe:		Häu- figkeit:	Gefah- renstufe:
Mechanische Gefährdung Unfall bei Transport und Logistik	Mechanische Gefährdungen aufgrund Materialtransporte bei Auf- und Abladen sowie Materiallogistik (Klemmen, Quetschen, grosse Lasten wegen Nichteinhalten der Vorgaben der SUVA	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	D	VI	Nur Einsatz von geschultem Personal, Einhalten der Vorgaben der SUVA	D	II
Mechanische Gefährdung Unfall bei Montage / Absturz	Nichteinhalten der Vorgaben der SUVA bei Arbeiten in der Höhe. Unsachgemässer Einsatz von Leitern oder Hebevorrichtungen.	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	D	VI	Einsatz von konformen Hubarbeitsbühnen. Nur Einsatz von geschultem Personal, Einhalten der Vorgaben der SUVA	D	II
Mechanische Gefährdung Unfall bei Montage durch herabfallende Fahrleitungskomponenten	Ungesicherter Arbeitsplatz, ungesicherter öffentlicher Raum	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	D	VI	Sicherung der gefährdeten Arbeitsplätze, dauerhafte Überprüfung durch örtliche Bauleitung	D	II
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Elektrounfall bei Kabelarbeiten	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Einhalten der Vorgaben von ewz	E	III
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Unsachgemässe Montage / Installation und Betriebsmittelwahl	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Qualitätssicherung durch Bauleitung und Fachplaner mit definierter Prüfung und Protokollierung.	E	II
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Berühren der Fahrleitungen durch lange Gegenstände, Werkzeuge oder Maschinen	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Die Bauarbeiten erfolgen unter Vollsperrung. Der Fahrleitungsabschnitt wird gem. Schutzkonzept VBZ (RLV230017) sowie Sicherheitsweisung (RLV230003) abgeschaltet und allseitig sichtbar und dauerhaft mit der Rückleitung verbunden Schnittstelle zu angrenzenden Fahrleitungssektoren (Standorte jeweils ausserhalb Projektperimeter): Erstellen eines Sicherheitsdispositivs gem. interner RLV RLV230003_SMS_SR, Unterweisung der am Bau involvierten Mitarbeitenden vor Ort, Kontrolle der Umsetzung durch örtliche Fach- und Bauleitung	E	II
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Elektrounfall bei Demontage, Trennung von Nebensektoren, Streckentrennern o. dgl., Berühren von unter Spannung stehenden Teilen	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Einhalten des Sicherheitsdispositivs gem. interner RLV RLV230003_SMS_SR sowie der 5+5 Sicherheitsregeln, Arbeiten im Fahrleitungsbereich erfolgen nur durch geschultes und an den Anlagen instruiertes Personal	E	II

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

Planung und Ausführung

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau DoppelwendeschleifeAusbau

Elektrische Gefährdung Elektronenfall durch elektrischen Strom	Elektronenfall aufgrund von getrennten und nicht ordnungsgemäss gesicherten Kabelzuleitungen	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Einhaltung der 5+5 Sicherheitsregeln, Kontrolle der Umsetzung durch örtliche Fach- und Bauleitung	E	II
Elektrische Gefährdung Elektronenfall durch elektrischen Strom	Elektronenfall aufgrund von frühzeitig eingeschalteter Fahrleitung	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Vor dem Zuschalten der 600VDC Anlage muss die Gesamtanlage über die notwendige technische / bauliche Reife verfügen sowie die notwendige Abnahme und Inbetriebnahme-Protokolle vorliegen Schalthandlungen erfolgen nur durch das Fachpersonal der VBZ mit explizitem Schaltauftrag	E	II
Elektrische Gefährdung Elektronenfall durch elektrischen Strom	Elektronenfall innerhalb Gleichrichterstation (Sammelposition), bspw. Kontakt zu spannungsführenden Teilen o. dgl.	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Alle Arbeiten innerhalb der Gleichrichterstation obliegen der Aufsicht und Verantwortung vom ewz und erfolgen erst nach Arbeitsplatzsicherung gem. Sicherheitsdispositiv ewz.	E	II

Tabelle 21212121, Gefährdungskatalog Fahrleitungsanlagen, Phase Bau

ANLAGETEIL "BAHNRÜCKSTROM- UND ERDUNGSANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häufigkeit:	Gefahrenstufe:		Häufigkeit:	Gefahrenstufe:
Elektrische Gefährdung Unzulässige Berührungsspannungen	Unsachgemässe Montage / Installation und Betriebsmittelwahl	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Qualitätssicherung durch Bauleitung und Fachplaner mit definierter Prüfung und Protokollierung	E	II
Elektrische Gefährdung Unzulässige Berührungsspannungen	Elektronenfall durch Potentialdifferenzen aufgrund Gleisauffrennung	Personenschaden, Stromschlag	D	II	Die Bauarbeiten erfolgen unter Vollsperrung. Der Gleisabschnitt ist nicht in Betrieb, somit sind keine Gleisüberbrückungen notwendig. Die Rückleiteranbindungen der angrenzenden Gleisabschnitte ist während der gesamten Bauzeit weiterhin vollumfänglich und ausreichend sichergestellt. Bei Arbeiten in der Nähe der angrenzenden Gleisabschnitte sind die Massnahmen gem. RTE 20600, Kap. 7.5ff vollständig umzusetzen.	E	I
Elektrische Gefährdung Unzulässige Berührungsspannungen	Elektronenfall durch frühzeitige Inbetriebnahme der Anlage ohne Prüfung des Rückleitungssystems	Personenschaden, Stromschlag	D	II	Vor dem Zuschalten der 600VDC Anlage muss die Gesamtanlage über die notwendige technische / bauliche Reife verfügen sowie die notwendige Abnahme und Inbetriebnahme-Protokolle vorliegen Schalthandlungen erfolgen nur durch das Fachpersonal der VBZ mit explizitem Schaltauftrag	E	I

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

Planung und Ausführung

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau DoppelwendeschleifeAusbau

Elektrische Gefährdung Unzulässige Berührungsspannungen	Elektronfall durch Potentialdifferenzen	Personenschaden, Stromschlag	D	II	Umsetzen Baustellenerdungskonzept gem. RTE 20600. Periodische Prüfung durch die örtliche Bauleitung. Die Rückleiteranbindungen der angrenzenden Gleisabschnitte ist während der gesamten Bauzeit weiterhin vollumfänglich und ausreichend sichergestellt. Bei Arbeiten in der Nähe der angrenzenden Gleisabschnitte sind die Massnahmen gem. RTE 20600, Kap. 7.5ff vollständig umzusetzen.	E	I
---	---	------------------------------	---	----	--	---	---

Tabelle 22222222, Gefährdungskatalog Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen, Phase Bau

ANLAGETEIL "BAHNSPEZIFISCHE ELEKTRISCHE ANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häufigkeit:	Gefahrenstufe:		Häufigkeit:	Gefahrenstufe:
Elektrische Gefährdung Elektronunfall durch elektrischen Strom	Unsachgemässe Montage / Installation und Betriebsmittelwahl	Personenschaden mit möglicher Todesfolge, Stromschlag	D	VI	Qualitätssicherung durch Bauleitung und Fachplaner mit definierter Prüfung und Protokollierung	E	II
Elektrische Gefährdung Unfall durch Arbeiten in der Höhe / Absturz	Unsachgemässe Verwendung von Aufstiegshilfen, Nicht Einhaltung der Arbeitsschutzmassnahmen gem. SUVA	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	D	V	Überprüfung der Einhaltung der Sicherheitsmassnahmen am Bau durch örtliche Bauleitung	E	II

Tabelle 23232323, Gefährdungskatalog bahnspezifische elektrische Anlagen, Phase Bau

PROJEKTPHASE BETRIEB

ANLAGETEIL "FAHRLEITUNGSANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häu- figkeit:	Gefah- renstufe:		Häu- figkeit:	Gefah- renstufe:
Mechanische Gefährdung Unfall durch herabfallende Fahrlei- tungskomponenten	Schäden am Fahrleitungssystem oder am Stromabnehmersystem des Fahrzeugs	Personen- und / oder Sachschaden	C	IV	Konsequente Instandhaltung der Fahrzeuge insbeson- dere des Stromabnehmersystems gem. Wartungs- und Instandhaltungsanleitung Periodische Kontrolle und bei Bedarf Instandhaltung der Fahrleitungsanlage	E	III
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Befahren eines ausgeschalteten und mit der Rückleitung verbundenen Fahrleitungssek- tors	Funkenregen (ggf. Personenscha- den), Sachschaden	C	II	Setzen des Signals für geerdete Sektoren gem. Fahr- dienstvorschriften der VBZ, bei Arbeiten im Gefahrenbe- reich der Fahrleitung ist der Sektor vorgängig auszu- schalten und das Erdungsmodul zu betätigen resp. den abziehbaren codierten Schlüssel "auf Mann" zu tragen	D	II
Elektrische Gefährdung / Mechanische Gefährdung Elektrounfall / durch elektrischen Strom, Kurzschluss, Unfall durch herabfallenden Fahrdrabt	Fahrdrabtbruch, Materialermüdung Decken- stützen, Streckentrenner, Kabelanschlüsse o. dgl.	Personen- und / oder Sachschaden	C	III	Konsequente Instandhaltung der Fahrzeuge insbeson- dere des Stromabnehmersystems gem. Wartungs- und Instandhaltungsanleitung Periodische Kontrolle und bei Bedarf Instandhaltung der Fahrleitungsanlage	E	III
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Schäden am Fahrleitungssystem (bspw. ge- rissener Fahrdrabt) oder am Stromabneh- mersystem des Fahrzeugs	Personen- und / oder Sachschaden	C	IV	Konsequente Instandhaltung der Fahrzeuge insbeson- dere des Stromabnehmersystems gem. Wartungs- und Instandhaltungsanleitung Periodische Kontrolle und bei Bedarf Instandhaltung der Fahrleitungsanlage	E	III

Tabelle 24242424, Gefährdungskatalog Fahrleitungsanlagen, Phase Betrieb

ANLAGETEIL "BAHRÜCKSTROM- UND ERDUNGSANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häu- figkeit:	Gefah- renstufe:		Häu- figkeit:	Gefah- renstufe:
Elektrische Gefährdung Unzulässige Berührungsspannun- gen	Elektrounfall durch fehlende Rückleitungs- anbindung aufgrund Materialermüdung, feh- lerhafte Anschlüsse o. dgl.	Personenschaden mit möglicher To- desfolge	C	VI	Umsetzung eines vernetzten und redundant ausgeführ- ten Rückleitungs- und Potentialausgleichssystems, peri- odische Überprüfung der Massnahmen durch ein akkre- ditiertes Kontrollorgan (2 Jährig)	E	II

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

Planung und Ausführung

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe Zürich Verkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp 8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Doppelwendeschleife Ausbau

Elektrische Gefährdung Unzulässige Berührungsspannungen	Elektrounfall durch Potentialdifferenzen aufgrund fehlender Rückleitungsanbindungen an leitfähigen Elementen	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	C	VI	Umsetzung eines vernetzten und redundant ausgeführten Rückleitungs- und Potentialausgleichssystems, periodische Überprüfung der Massnahmen durch ein akkreditiertes Kontrollorgan (2 Jährig)	E	II
---	--	--	---	----	--	---	----

Tabelle 25252525, Gefährdungskatalog Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen, Phase Betrieb

ANLAGETEIL "BAHNSPEZIFISCHE ELEKTRISCHE ANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häufigkeit:	Gefahrenstufe:		Häufigkeit:	Gefahrenstufe:
Mechanische Gefährdung Gefährdung durch Klemmen, Quetschen	Verletzung durch Einklemmen / Quetschen / unsachgemässes Bedienen der Erdungsstange	Personenschaden	B	II	Einhaltung der normativen Grundlagen EN ISO 13854	E	II
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Durch direktes oder indirektes Berühren von unter Spannung stehenden Teilen kann es im schlimmsten Fall zum Tod des Bedieners/ Wartungspersonals kommen	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	C	VI	Einsatz einer gegen aussen voll isolierten Steuerkabine für Weichen und Schmieranlagen. Einbindung in das Rückleitungs- und Erdungssystem. Die el. Installationen der Warthalle entsprechen den Vorgaben der NIV.	E	II
Elektrische Gefährdung Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	Durch unkontrollierte Zustände auf Grund wechselseitiger Beeinflussung der Maschinenkomponenten können Gefahrensituationen auftreten. Medizinische Implantate können durch elektromagnetische Strahlung beeinträchtigt werden	Leichter Personenschaden	I	B	Einsatz von geprüften und entsprechenden EMV-tauglichen Komponenten Normative Grundlagen: EN 60204-1 EN55011.	E	I
Ergonomische Gefährdungen Gefährdungen durch nicht Beachtung ergonomischer Gestaltungsgrundsätze	Durch Nichtbeachtung ergonomischer Gestaltungsgrundsätze, kann es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Bediener und des Wartungspersonals kommen. Falsche Platzierung oder Kenntlichmachung von Stellteilen und Leuchtmeldern kann zu Fehlverhalten führen. Ungeeignete Anordnung optischer/ akustischer Signale, sowie eine unangepasste örtliche Beleuchtung oder übermässiger Kraftaufwand zur Betätigung der Erdungsstange können zu Gefährdungen führen.	Leichter Personenschaden	C	I	Ergonomische Gestaltung der Anlage gem. normativen Anforderungen: EN 6014-1 sowie EN 1005-2 und EN 60204-1	E	I
Kombinationen von Gefährdungen Energiefreisaltung (Revisions-schalter)	Bei unerwarteter Energiefreisetzung z. B. durch beschädigte Elektrokabel, besteht Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag.	Leichter Personenschaden	C	I	Umsetzung der EN ISO 14118	C	I

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen

Planung und Ausführung

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe Zürich Verkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp 8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau Doppelwendeschleife Ausbau

Kombinationen von Gefährdungen Dokumentation und Kennzeichnung	Eine unvollständige oder fehlerhafte Dokumentation und Kennzeichnung der Steuerkabine kann zu gefährlichen Situationen führen, z. B.: • durch unsichere Handlungen; • durch Unterschätzung oder Unkenntnis der Restrisiken; • durch falsche Bedienung und Handhabung	Leichter Personenschaden	C	I	Umsetzung der Dokumentation, bspw. gem. MRL 2006/42/EG	C	I
--	---	--------------------------	---	---	--	---	---

Tabelle 26262626, Gefährdungskatalog bahnspezifische elektrische Anlagen, Phase Betrieb

PROJEKTPHASE INSTANDHALTUNG

ANLAGETEIL "FAHRLEITUNGSANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häufigkeit:	Gefahrenstufe:		Häufigkeit:	Gefahrenstufe:
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Elektrounfall durch Annäherung an den Gefahrenbereich	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	C	VI	Grundsätzlich erfolgen keine Arbeiten im eingeschalteten Zustand der Fahrleitungsanlage. Instandhaltungsarbeiten setzen das korrekte Ausschalten und Erden der Anlage voraus. Die Arbeiten erfolgen nur durch geschultes und an der Anlage instruiertes Personal, Einhalten der RLV RLV230003_SMS_SR	E	II
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Befahren eines ausgeschalteten und mit der Rückleitung verbundenen Fahrleitungssektors	Funkenregen (ggf. Personenschaden), Sachschaden	C	II	Setzen des Signals für geerdete Sektoren gem. Fahrdienstvorschriften der VBZ, bei Arbeiten im Gefahrenbereich der Fahrleitung ist der Sektor vorgängig auszuschalten und das Erdungsmodul zu betätigen resp. den abziehbaren codierten Schlüssel "auf Mann" zu tragen	D	II

Tabelle 27272727, Gefährdungskatalog Fahrleitungsanlagen, Phase Instandhaltung

ANLAGETEIL "BAHNRÜCKSTROM- UND ERDUNGSANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häufigkeit:	Gefahrenstufe:		Häufigkeit:	Gefahrenstufe:
Elektrische Gefährdung Elektrounfall durch elektrischen Strom	Elektrounfall durch Entfernen von Rückleitungsanbindungen ohne entsprechende Schutzmassnahmen gem. 5+5 Sicherheitsregeln	Personenschaden mit möglicher Todesfolge	C	VI	Einhalten der 5+5 Sicherheitsregeln sowie der RLV RLV230003_SMS_SR	E	II

Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen**Planung und Ausführung**

VBZVBZ / Verkehrsbetriebe ZürichVerkehrsbetriebe Zürich

8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp8008 Zürich, 8702 Zollikon / Wendeschleife Rehalp / Ausbau DoppelwendeschleifeAusbau

					Umsetzung eines vernetzten und redundant ausgeführten Rückleitungs- und Potentialausgleichssystems, periodische Überprüfung der Massnahmen durch ein akkreditiertes Kontrollorgan (zweijährig).		
--	--	--	--	--	---	--	--

Tabelle 28282828, Gefährungskatalog Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen, Phase Instandhaltung

ANLAGETEIL "BAHNSPEZIFISCHE ELEKTRISCHE ANLAGEN"							
Gefährdung durch: (Beschreibung)	Ursache: (Beschreibung)	Folge: (Beschreibung)	ohne Risikominderung		Massnahme (Risikominderung)	mit Risikominderung	
			Häufigkeit:	Gefahrenstufe:		Häufigkeit:	Gefahrenstufe:
Kombinationen von Gefährdungen Energiefreischaltung (Revisions-schalter)	Bei unerwarteter Energiefreisetzung z. B. durch beschädigte Elektrokabel, besteht Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag. Bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten besteht die Gefahr durch unerwarteten Anlauf oder unerwarteter Energiefreisetzung.	Leichter Personenschaden	C	I	Umsetzung der EN ISO 14118	C	I

Tabelle 29292929, Gefährungskatalog bahnspezifische elektrische Anlagen, Phase Instandhaltung

ÜBERPRÜFUNG WEITERER GEFÄHRDUNGSEREIGNISSE GEM. EN ISO 12100

Thermische Gefährdungen

Bei bestimmungsgemässer Verwendung bzw. bei bestimmungsgemäsem Betrieb sind keine thermischen Gefährdungen bekannt oder zu erwarten.

Gefährdungen durch Lärm

Bei bestimmungsgemässer Verwendung bzw. bei bestimmungsgemäsem Betrieb sind keine Gefährdungen durch Lärm bekannt oder zu erwarten.
Gemäss Maschinenrichtlinie wird die Schallpegelmessung nur für "Maschinen" gefordert, hier handelt es sich genaugenommen um ein Sicherheitsbauteil (Steuerung mit Sicherheitsfunktionen), von daher kann auf eine Schallpegelmessung verzichtet werden.

Gefährdung durch Vibration

Bei bestimmungsgemässer Verwendung bzw. bei bestimmungsgemäsem Betrieb sind keine Gefährdungen durch Vibrationen bekannt oder zu erwarten.

Gefährdung durch Strahlung

Bei bestimmungsgemässer Verwendung bzw. bei bestimmungsgemäsem Betrieb sind keine Gefährdungen durch Strahlung bekannt oder zu erwarten.

Gefährdung durch Materialien und Substanzen

Bei bestimmungsgemässer Verwendung bzw. bei bestimmungsgemäsem Betrieb sind keine Gefährdungen durch Materialien und Substanzen bekannt oder zu erwarten.

5.4 Sicherheitsbezogene Anwendungsbedingungen

5.4.1 Projektierung

Der Lieferant resp. die mit der Projektierung beauftragte Planungsfirma wird verpflichtet, die systemkonforme Umsetzung (Verwendung von Projektierungsgrundlagen / Projektierungsrichtlinien) und die übrigen sicherheitsbezogenen Anwendungsbedingungen in der Projektierung zu erfüllen.

5.4.2 Ausführung

Die mit der Ausführung beauftragte Unternehmung wird zur vorschrifts- und plankonformen Umsetzung und zur Einhaltung der Montagerichtlinien verpflichtet.

5.4.3 Bedienung und Unterhalt

Der fachverantwortliche Projektleiter trägt die Verantwortung für die Weitergabe der sicherheitsbezogenen Anwendungsbedingungen an den Betrieb und die technischen Dienste.

Aufgrund von Kontrollen hat der Projektleiter der VBZVBZ geprüft, dass die massgebenden Rechtserlasse und anderen Vorgaben (z.B. bahninterne Anweisungen, Dienstvorschrift, Checklisten, Unterhalts- und Wartungsvorschriften) eingehalten und das Vorhaben anhand der Anwendungsbedingungen und Auflagen an den Betreiber erstellt oder angepasst wurde und die entsprechenden Instruktionen stattgefunden haben.

5.4.4 Nachweis der Einhaltung der Anwendungsbedingungen durch das Projekt

Nachweistabelle für Fahrleitung:

Die Nachweise zur Einhaltung der Projektanforderungen sind in der Tabelle in Kap. 2.7.8 ausgewiesen.

Nachweistabelle für Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen:

Die Nachweise zur Einhaltung der Projektanforderungen sind in der Tabelle in Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ausgewiesen.

Nachweistabelle für bahnspezifische elektrische Anlagen:

Die Nachweise zur Einhaltung der Projektanforderungen sind in der Tabelle in Kap. 2.9.7 ausgewiesen.

5.4.5 Nachweis der Erfüllung der sicherheitsbezogenen Anwendungsbedingungen

Der entsprechende Nachweis wird durch die Konformitätserklärungen gem. Sicherheitsplan (s. Kap. 4.1) dokumentiert.

5.5 Einschätzung der Sicherheitsrelevanz

Die Sicherheitsrelevanz der einzelnen Vorhaben wird wie folgt eingestuft:

	Vorhaben / Anlagenteil	Vor der Massnahme	Nach der Massnahme
c	Fahrleitungsanlage	akzeptierbar	akzeptierbar
d	Bahnrückstrom- und Erdungsanlage	akzeptierbar	akzeptierbar
e	Bahnspezifische elektrische Anlage	akzeptierbar	akzeptierbar

Eintretens-wahrscheinlich- keit	1/Monat				
	1/Jahr				
	1/10 Jahre				
	1/100 Jahre				
	1/1000 Jahre				
<i>Risikobewertungsbeispiel aus R RTE 25000.</i>		1 Leichtverletzter / 10' 000 CHF Sach- schaden	Mehrere Verletzte / 10 kCHF - 1 Mio CHF Sachschaden	1 Toter / 1 - 10 Mio CHF Sachschaden	Mehrere Tote / 10 Mio - 1 Mia CHF Sachschaden
		Schadensausmass			



akzeptierbar

kritisch

nicht akzeptierbar



Vor der Massnahme



Nach Treffen der Massnahmen

6 Einbezug von weiteren Nachweisen und Erklärungen

6.1 Beziehungen zu anderen Sicherheitsnachweisen

Es bestehen keine direkten Beziehungen zu anderen Sicherheitsnachweisen.

System	generische Produkte	generische Anwendungen	spezifische Anwendungen
Fahrleitungsanlagen	Fahrleitungssystem	Typenzulassung BAV	Betriebserprobung: Alle Fahrleitungsanlagen in der Stadt Zürich
Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen	Rückleitungssystem	Standardanlage VBZ	Betriebserprobung: Tramdepot Oerlikon, Tramdepot Kalkbreite etc.
bahnspezifische elektrische Anlagen	Weichensteuerung	Standardanlage VBZ	Betriebserprobung: Bereits neu gebaute Weichensteuerungen in der Stadt Zürich

Tabelle 30303030, Beziehungen zu anderen Sicherheitsnachweisen

Es bestehen keine zusätzlichen Beziehungen oder Schnittstellen zu untergeordneten Nachweisen.

7 Zusammenfassung (Erklärung des Antragstellers)

Das vorliegende Vorhaben hält die massgebenden Rechtserlasse, das Regelwerk Technik Eisenbahn (RTE) sowie die bahninternen Vorschriften der VBZVBZ ein.

Aufgrund der Sicherheitsrelevanz des Vorhabens wurde für das Vorhaben keine Sachverständigenprüfung Planung/Sachverständigenprüfung Ausführung durchgeführt.

Aufgrund der erforderlichen Risikobeurteilungen wurde für das Vorhaben kein Sicherheitsbewertungsbericht eingeholt.

Die Unterzeichner dieses Sicherheitsberichtes bewerten das technische, betriebliche und das terminliche Risiko als gering. Für die erkannten Risiken wurden entsprechende Massnahmen zur Risikominimierung ergriffen. Sie erklären zudem Konformität mit allen relevanten Rechtserlassen und Normen. Sie sind überzeugt, dass das projektierte und ausgeführte Vorhaben einen sicheren Betrieb erlauben wird.

Einer Plangenehmigung steht demzufolge aus Sicht des Projektleiters nichts im Wege.

Ort, Datum: *Zürich, 27.08.2025*

Zürich, 27.08.2025

Die Verantwortlichen: Projektverantwortliche Person
der Bahn:
Verkehrsbetriebe Zürich
Verkehrsbetriebe Zürich

Bericht erstellt durch:

Verkehrsbetriebe Zürich
Verkehrsbetriebe Zürich oder Firma

Rico Vegezzi

Samuel Staub

Beilagen:

- Referenzdokumente gem. Kap. 2.2 (Spalte BAV)

Anhang 1: Lichttechnische Grundlagen

VBZ Merkblatt Beleuchtung Wartehallen und Haltekanten



VBZ Merkblatt Beleuchtung Wartehallen und Haltekanten

Aus Mangel an bahnspezifischen Beleuchtungsvorgaben gelten Grenzwerte aus der Arbeitsstätten-Norm [3]. Das Regelwerk Technik der schweizerischen Eisenbahnen [5] präzisiert die normativen Vorgaben, bezieht sich aber aus vorgenanntem Grund auf dieselben Grenzwerte. Beiden Regelwerken gemein ist, dass sie die besonderen Anforderungen an den städtischen Nahverkehr ungenügend abbilden. Das betrifft nicht die Grenzwerte, sondern vielmehr die genauen Begrifflichkeiten.

Für die kommende Version der RTE hat eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Fachpersonen verschiedener Verkehrsbetriebe, und in Zusammenarbeit mit dem BAV und BAFU, ein Arbeitspapier entwickelt, welches die Begrifflichkeiten genau abbildet, siehe [1]. Weiterhin sind die Beleuchtungs-Kennwerte detailliert aufgeschlüsselt. Auf dieses Papier stützt sich die VBZ bei der Auslegung der zurzeit in der Projektierung befindlichen Gewerke, bis zum definitiven Inkrafttreten des neuen Regelwerks R RTE 26201.

Dieses hier vorliegende Dokument beschreibt die generellen Vorgaben, nach denen die VBZ die Beleuchtung für Wartehallen und Haltekanten ausführt. Im Anhang [2] sind die entsprechenden Kennwerte eines spezifischen Projekts aufgeführt.

Zur Beleuchtungsstärke / Gleichmässigkeit / Blendwirkung

Die im Anhang [2] aufgeführten projektspezifischen Beleuchtungsvorgaben beruhen auf die darin genannten Fahrgastzahlen. Die Klassifizierung der Haltestelle erfolgt nach [5] sowie den normativen Vorgaben aus [3] und [5].

Zur Farbtemperatur

Grundsätzlich werden alle neuen Wartehallen im warmweissen Spektrum mit 3'000K beleuchtet. Ausnahme: Gemäss [1] darf die Lichttemperatur der Strassenbeleuchtung angepasst werden, wenn diese nach früheren Vorgaben mit z.B. 4'000K beleuchtet wird. Das trifft i.d.R. bestehende Anlagen.

Zur Dimmbarkeit

Es werden generell in der Beleuchtungsstärke programmier- und dimmbare Leuchtkörper eingesetzt. Wenn technisch möglich kommen dynamische Anlagen zum Einsatz (Beleuchtungsstärke nach Bedarf).

Zum Einsatz von Constant Lumen Output (CLO) Technologie (Wartungsfaktor / -wert)

Normativ ist auf den Wartungsfaktor bzw. Wartungswert zu dimensionieren.

Für die Ermittlung des Wartungsfaktors WF gemäss [5] werden folgende Werte angesetzt:

- LLWF = 1.00 (Keine signifikante Alterung, siehe Passage folgend)
- LLF = 1.00 (LED-Beleuchtung, defekte Leuchten werden umgehend ersetzt)
- LWF ≥ 0.93 (Abhängig vom Schutzgrad der Leuchte und Reinigungsintervall: Da Reinigung 2- bis 11-mal pro Jahr erfolgt, sind Schutz- und Verschmutzungsgrad vernachlässigbar)
- FWF = 1.00 (Vorgabe gemäss Norm)
- WF ≥ 0.93 ($LLWF \cdot LLF \cdot LWF \cdot FWF \geq 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.93 \cdot 1.00$)

Die von der VBZ/ewz betriebenen Leuchten in den Normwartehalle werden in der Regel mit 50% des möglichen Leuchten-Lichtstroms betrieben, und auf 5% abgedimmt, wenn sich keine Fahrgäste im Bereich befinden - dies in allen Betriebszeiten mit eingeschalteter Beleuchtung. Dadurch erfährt die moderne LED-Beleuchtung keine signifikante lichttechnische Alterung.

Dies, und die häufige Reinigung, erklärt den hohen Wartungsfaktor von $\geq 93\%$, nach welchem die Beleuchtungsstärke zu dimensionieren ist.

Die VBZ/ewz setzt Beleuchtungskörper ein, welche mit CLO-Technologie ausgerüstet sind, obschon der Regelbereich von 7% nicht merkbar ist.

Definition unabhängiger Bahnkörper nach [1]

Ein Eigentrassee ist in [2] dem unabhängigen Bahnkörper gleichgesetzt, da eine Befahrung, z.B. durch MIV, nicht vorgesehen ist.

Beilagen:

- [1] "v4.1 Konsolidierung zwischen AGr und UAGr" (Stand 2024-11-12) vom BAV und BAFU genehmigter Vorschlag zur Überarbeitung der R RTE 26201
- [2] Projektspezifisch: Haltestellenbeleuchtung, mit Kennwerten aus der SN EN 12464-2

Literatur, Referenzen:

- [3] SN EN 12464-2 "Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 2: Arbeitsplätze im Freien" (Stand 2014-04)
- [4] UV-2117-D "Lichtemissionen" "Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen" (Stand 2021)
- [5] R RTE 26201 "Beleuchtung Bahninfrastruktur" (Stand 2020-11-04)

VBZ Merkblatt Beleuchtung Wartehallen und Haltekanten - Vers. 1.0 - 2025-07-01

v4.0, 20240925_Rückmeldung von BAFU

v4.1 Konsolidierung zwischen AGr und UAGr, Stand per 12.11.2024

3.2 Begriffe

Haltekante	Nahverkehr: Ein-/Aussteigebereich.
Mischverkehrsfläche	Nahverkehr: Kann von schienengebundenen Fahrzeugen und anderen Verkehrsteilnehmern wie Rettungsfahrzeuge, Motorfahrzeuge, Velos etc. befahren und von Fussgängern auch mit Gehhilfen aller Art begangen respektive befahren werden.
Nahverkehr	Öffentlicher Nahverkehr wie Strassenbahn, Trambahn, Trolleybus etc.
Perrondach	Horizontaler Wetterschutz über Perron
Unabhängiger Bahnkörper	Nahverkehr: Kann nur von schienengebundenen Fahrzeugen befahren werden
Wartehaus	Bereich / Baukonstruktion mit horizontalem und mehrseitigem vertikalem Wetterschutz

5.3 Beleuchtung von überdachten Aussenanlagen

Bereich	E_m HF [Lux]	E_m NF [Lux]	E_m BS [Lux]	U_0 [-]	U_d [-]	R_{UGL} [-]	R_s [-]	Quelle
Haltekante überdacht (Nahverkehr) ^{1) 2)} und Perron überdacht (Eisenbahn)								
Klasse [1]	100	50	0 / 5	≥ 0.50	-	-	≥ 40	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.19
Klasse [2a] [2b]	50	50	0 / 5	≥ 0.40	-	-	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.17/19
Klasse [3]	50	50	0 / 5	≥ 0.40	-	-	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.17
Klasse [4]	50	50	0 / 5	≥ 0.40	-	-	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.17
Wartehaus unter oder maximal 5 m entfernt von dem Perron-/Haltekantendach								
Nahverkehr alle Klassen ^{1) 2)}	50	50	0 / 5	-	-	-	-	-
Bahn alle Klassen	100	50	0 / 5	≥ 0.40	-	≤ 22	≥ 70	-

- 1) Die Lichtfarbtemperatur darf derjenigen der angrenzenden öffentlichen Beleuchtung entsprechen, wenn der nicht überdachte Bereich der Haltestelle über keine eigenen Leuchten verfügt, sondern von der angrenzenden öffentlichen Beleuchtung beleuchtet wird.
- 2) In begründeten Fällen kann es vereinzelt sinnvoll sein (beispielsweise in innerstädtischen Situationen wie «Bellevue, Zürich»), die Beleuchtungsstärke aufgrund der örtlichen Umgebungshelligkeit zu erhöhen. Im Falle einer solchen Erhöhung sind die Gründe und die angestrebten Werte detailliert in den Planungsunterlagen anzuführen (Bsp. PGV).

5.4 Beleuchtung von nicht überdachten Aussenanlagen

Bereich	E_m HF [Lux]	E_m NF [Lux]	E_m BS [Lux]	U_0 [-]	U_d [-]	R_{GL} [-]	R_{UGL} [-]	Quelle
Haltekante nicht überdacht (Nahverkehr wenn Bahnkörper in Mischverkehrsfläche) ¹⁾	5	5	0 / 5	≥ 0.20	-	-	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. 5.12.1
Haltekante nicht überdacht (Nahverkehr im unabhängigen Bahnkörper) ¹⁾ und Perrons nicht überdacht (Eisenbahn)								
Klasse [1]	50	20	0 / 5	≥ 0.40	-	-	≥ 40	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.16
Klasse [2a] [2b]	20	10	0 / 5	≥ 0.30	-	-	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.9
Klasse [3]; [4]	10	5	0 / 5	≥ 0.25	-	-	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.6
Wartehaus in nicht überdachten Bereichen								
Nahverkehr alle Klassen ²⁾	50	20	0 / 5	-	-	-	-	-
Bahn alle Klassen	50	20	0 / 5	≥ 0.40	-	≤ 22	≥ 70	-

- 1) Bei Haltekanten, die von Leuchten der öffentlichen Beleuchtung beleuchtet werden, dürfen die Beleuchtungsstärke und die Lichtfarbtemperatur derjenigen der angrenzenden öffentlichen Beleuchtung entsprechen.
- 2) In begründeten Fällen kann es sinnvoll sein, die Beleuchtungsstärke aufgrund der örtlichen Umgebungshelligkeit zu reduzieren. Im Falle einer solchen Reduktion sind die Gründe und die angestrebten Werte detailliert in den Planungsunterlagen anzuführen (Bsp. PGV). Die Lichtfarbtemperatur darf derjenigen der Beleuchtung der Haltekante entsprechen, wenn diese gemäss Fussnote 1) von der öffentlichen Beleuchtung beleuchtet wird.

[illegible]

Hauptfrequenz 06⁽³⁾ · 22⁽³⁾
Nebenfrequenz 22⁽³⁾ · 06⁽³⁾

E_a	Mittlere Belichtungsdosis	
U_a	Gleichmässigkeit	$\geq 20\,000$ Passagiere / Tag
U_g	Ungleichmässigkeit	$10\,000 - 19\,999$ Passagiere / Tag
UGR_L	Blendungsbegrenzungs Innenraum	$1\,500 - 9\,999$ Passagiere / Tag
UGR_L	Blendungsbegrenzung im Freien	$50 - 1\,499$ Passagiere / Tag
R_a	Farbwiedergabeindex	< 50 Passagiere / Tag

Bahnhofsklassen

Bemerkungen

Ausleuchtung der Haltekante durch öffentliche Beleuchtung / angrenzende Strassen- und Gehwegbeleuchtung