

R RTE 29610

Energieversorgung Akkubetrieb

Dienstfahrzeuge und Baumaschinen

Entwurf 1. Lesung
28.02.2025

Herausgeber VöV	Ausgabedatum xx.xx.20xx	Zuordnung —
Erarbeitet durch Projektgruppe VöV	Freigabe PL RTE	Ersatz für —
Verteiler Bahnunternehmen des VöV Bundesamt für Verkehr BAV RTE-Webshop/RTE-Download (rte.voev.ch)	Inkrafttreten Das Inkrafttreten dieser Regelung legt jedes Eisenbahnunternehmen für sich selbst fest.	Sprachfassungen d, f Anzahl Seiten 29

Energieversorgung Akkubetrieb

Dienstfahrzeuge und Baumaschinen



Anwendungsbedingungen für das Regelwerk Technik der schweizerischen Eisenbahnen (RTE)

Bei der Anwendung der Dokumente ist zu beachten, dass sie ausschliesslich für die Bedürfnisse der Schweizer Eisenbahnen und Unternehmen im Bereich öV verfasst und für diesen Gebrauch bestimmt sind. Eine korrekte Anwendung setzt somit eine entsprechende Ausbildung und Praxis voraus. Das Regelwerk RTE beschränkt sich auf zwei Arten von Dokumenten:

- Die R-Regelungen sind Ergänzungen bzw. Lösungsvorschläge zu hoheitlichen Erlassen und Normen mit Regelungs- bzw. Weisungscharakter.
- Die D-Regelungen umfassen Handbücher und Dokumentationen als Empfehlungen und Hilfsmittel zur Arbeitsunterstützung oder bilden in Ausnahmefällen den Stand der Technik und die gelebte Praxis im Hinblick auf eine Standardisierung ab.

Die im Dokument in männlicher Form enthaltenen Formulierungen gelten in gleichem Mass für jegliches Geschlecht.

Der Verband öffentlicher Verkehr (VöV) sowie die an der Erstellung dieser Regelung des Regelwerks Technik Eisenbahn (RTE) beteiligten Personen haften nicht für Schäden, die durch die Verwendung von Informationen aus dieser Regelung entstehen können. Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für die Vollständigkeit oder Richtigkeit

Projektgruppe VöV**Leitung**

Ueli Kramer, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern
Blerim Emini, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern

Mitglieder

Stefan Hofmann, Schweizerische Südostbahn (SOB), Herisau
Christoph Preisig, Appenzeller Bahnen (AB), Herisau
Erich Zürcher, BLS AG, Bern
Otto Wüest, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern
Felix Dschung, Furrer & Frey AG, Bern
Friedrich Thöny, Stadler Rail AG Bussnang
Jorgen Tscheng, Stadler Rail AG, Bussnang
Johannes Wilhelmer, Stadler Rail AG, Bussnang

Projektunterstützung

Werner Kurfess, IROWE Consulting GmbH (bis 31.12.2023)
Ronald Julen, IROWE Consulting GmbH (ab 01.01.2024)

Lektorat

Marcel Schmid, Verband öffentlicher Verkehr (VöV), Bern

Nutzungsrecht Abbildungen

Mit © Juice Technology AG, Gemäss Bestätigung Juice Technologie vom 29.11.2023
Mit © GIFAS, Gemäss Bestätigung von GIFAS vom 12.02.2025

Herausgeber

VöV Verband öffentlicher Verkehr
System Bahn
Dählhölzliweg 12, CH-3005 Bern
www.voev.ch, RTE@voev.ch

RTE-Webshop/RTE-Download

rte.voev.ch

© Verband öffentlicher Verkehr, Bern, **Monat 20xx**

Änderungsgeschichte

**Ausgabe-
datum**

Änderungen

xx.xx.20xx

1. Ausgabe

Vorwort

Der Klimawandel, politische Ziele zur Reduktion von CO₂ sowie der gesellschaftliche Wandel führen zu einer Abkehr von fossilen Antriebssystemen.

Auch die Eisenbahn- und andere öV-Unternehmen richten sich entsprechend aus. Mögliche Lösungen werden derzeit insbesondere im batterieelektrischen (Akku) Antrieb gesehen.

Damit gewinnen verschiedene Speichersysteme, insbesondere Akkusysteme, für die Energiespeicherung zunehmend an Bedeutung. Angefangen von einfachen Elektrowerkzeugen über Schienenfahrzeuge im Personenverkehr, Infrastrukturfahrzeuge oder Baumaschinen aller Art wie Bagger, Dumper oder Radlader bis hin zu Grossspeichern für die Versorgung von Grossbaustellen mit alternativ erzeugter, CO₂-neutraler Energie.

Diese Energiespeichersysteme müssen regelmässig mit Energie versorgt werden. Dazu werden standardisierte und marktübliche Schnittstellen benötigt, welche die verbrauchte Energie zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort nachliefern.

Verstärkt wird dieser Trend durch die hohen Betriebskosten von Druckluft- oder Hydraulikantrieben im Vergleich zu elektrischen Systemen mit Akku. Druckluft ist eine der teuersten Energiearten, hydraulische Antriebe bedürfen einer aufwändigen Wartung und bereiten immer wieder Probleme bei Leckagen.

Der technische Fortschritt bei Energiespeichern war in den letzten Jahren enorm und wird sich in Zukunft weiter beschleunigen.

Damit diese Energiespeicher, sei es auf Bau- oder Rangierfahrzeugen, über eine einheitliche Schnittstelle geladen werden können, wurde diese R RTE 29610 erarbeitet. Die Eisenbahnunternehmen und Lieferanten erhalten damit die Grundlage für Planungssicherheit.

Mit dieser Regelung soll auch die Weiterentwicklung sichergestellt sein. Die Planungs- und Ausführungsbeispiele in den Anhängen sollen den Eisenbahnbetreiberinnen und Projektleitern als Unterstützung für die Zukunft dienen.

Bern, xx. Monat 20xx

Änderungsgeschichte

Ausgabe-Datum	Änderungen
xx.xx.20xx	1. Ausgabe

1	Allgemeines	10
1.1	Ziele der Regelung.....	10
1.2	Anwendung.....	10
1.2.1	Gültigkeitsbereich.....	10
1.2.2	Anwendungsbereich.....	10
1.2.3	Abgrenzung.....	11
1.2.4	Ersatz der bisherigen Regelungen	11
2	Grundlagen	12
2.1	Hoheitliche Regelungen	12
2.2	Normen	12
2.3	RTE-Regelungen und Regelungen der Bahnen	13
3	Abkürzungen und Begriffe	14
3.1	Abkürzungen.....	14
3.2	Begriffe	15
4	Grundsätze	17
4.1	Gesetzliche Vorgaben.....	17
4.1.1	Bewilligungspflicht.....	17
4.1.2	Schutzziele.....	17
4.1.3	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.....	17
4.2	Allgemein.....	17
4.2.1	Neuanlagen.....	17
4.2.2	Bestehende Anlagen.....	18
4.2.3	Sicherheitsabstände.....	18
4.3	Verantwortungsbereiche und Zuständigkeiten	18
4.3.1	Eigentumsverhältnisse und Verantwortlichkeiten.....	18
4.3.2	Zuständigkeiten.....	18
4.4	Kennzeichnung	18
4.5	Überwachung des Ladevorgangs.....	18
4.6	Dokumente	19
4.7	Schulung.....	19
5	Anforderungen an die Bezugsinfrastruktur	20
5.1	Bezugspunkte	20
5.1.1	Positionierung	20
5.1.2	Bezeichnung	20
5.1.3	Sicherung gegen Missbrauch	21
5.2	Elektrische Ausrüstung	21
5.2.1	Erdungsgrundlagen.....	21
5.2.2	Galvanische Trennung	22
5.2.3	Fehlerstromschutz.....	22
5.2.4	Dimensionierung	22
5.3	Stecksysteme	22

6	Planung und Realisierung Bezugsinfrastruktur	23
6.1	Planungskriterien	23
6.2	Checkpunkte Realisierung	23
7	Anforderungen an Dienstfahrzeuge und Baumaschinen.....	25
7.1	Grundanforderungen.....	25
7.1.1	Steckverbindung zur Speisung.....	25
7.1.2	Fehlerstromschutz.....	25
7.1.3	Ergonomie.....	25
7.2	Kabel zum Bezugspunkt	25
7.3	Empfehlungen Verbraucher	25
7.3.1	Lademanagement	25
7.3.2	Überwachung	25
	Anhang A1 (SBB-spezifisch)	26
A1	Beispiele / Musterpläne Bezugspunkte	26
A1.1	Elektrand an FL-Mast.....	26
A1.2	Elektrand mit Ständer Abschliessbar.....	27
A1.3	Elektrand mit Ständer.....	28
A1.4	Schema Stromverteiler.....	29
A1.5	Elektrand Wandmontage.....	30
A1.6	Musterplan 1 Elektroladepunkte.....	31

1 Allgemeines

1.1 Ziele der Regelung

Die starke Zunahme von Akku-Dienstfahrzeugen auf der Schiene sowie der Ersatz von mit Verbrennungsmotoren angetriebenen Dienstfahrzeugen und Maschinen durch Akkusysteme macht eine Regelung zu der dafür notwendigen ortsfesten Schnittstelle dringend erforderlich.

Das Ziel dieser Regelung ist eine branchenweit standardisierte Schnittstelle für die Energieversorgung bzw. das Aufladen von batteriebetriebenen Schienendienstfahrzeugen und Maschinen zur Verfügung zu stellen. Eine standardisierte Schnittstelle vereinfacht den branchenweiten Einsatz dieser Geräte erheblich. Andernfalls besteht die Gefahr, dass eine Vielzahl von Adaptern benötigt wird, die sich einerseits als ungeahnte Störquellen erweisen können und andererseits die Handhabung massiv erschweren.

Mit der Regelung werden die Grundlagen für die Standardisierung geschaffen. Dabei ist neben dem Personen- auch der Sachenschutz zu berücksichtigen.

Die Regelung führt bewährte und weitgehend vorhandene Technik zusammen. Darüber hinaus lässt sich diese Grundlage auch für künftige Projektierungen solcher Versorgungs- bzw. Speisungssysteme anwenden. Aus diesem Grund sind im Anhang auch Ausführungsbeispiele enthalten.

Neu zu errichtende Erweiterungen oder umfangreiche Umbauten sind so zu planen, dass sie dieser Dokumentation entsprechen.

Bei Sicherheitsmängeln, hinsichtlich des Personen- und Anlagenschutzes an bereits ausgeführten Systemen, sind diese gemäss dem Stand der Technik zu beheben.

Nicht Bestandteil dieser Regelung ist die Versorgung und Verteilung der Energie auf den Dienstfahrzeugen selbst oder zwischen einzelnen Dienstfahrzeugeinheiten.

1.2 Anwendung

1.2.1 Gültigkeitsbereich

Diese RTE-Regelung richtet sich an Eisenbahninfrastrukturbetreiberinnen und Betreiber von Schienendienstfahrzeugen und Baumaschinen. Diese werden im Folgenden vereinfacht als Fahrzeuge und Maschinen bezeichnet. Die Regelung dient diesen Unternehmen bei der Projektierung und dem Betrieb der Versorgungs- bzw. Speisungssysteme CEE 3P+N+E 400V/32A (16A) IP44 bei Normalspur-, Meterspur- und Spezialspurbahnen, sowohl für Wechselstrom-, als auch bei Gleichstrom -Traktion.

Es werden dabei Fahrzeuge und Maschinen bis zu einer Bezugsleistung von 22 kW pro Schnittstelle ab dem 3-phasigen 400 V-Netz 50 Hz Energie berücksichtigt. Fahrzeuge oder Maschinen, mit höherem Leistungsbedarf oder einer anderen Spannungsebene werden nicht behandelt.

1.2.2 Anwendungsbereich

Die in dieser Regelung beschriebene Bezugsinfrastruktur bezieht sich auf Bezugspunkte ausgerüstet mit Anschlüssen CEE 3P+N+E 400V/32A 50 Hz IP44.

Die dafür erforderlichen spezifisch notwendigen Elektroinstallationen werden ebenfalls behandelt.

1.2.3 Abgrenzung

Nicht Gegenstand dieser Regelung sind

- die in bestehenden Anlagen vielfach eingesetzten Wallboxen 3-phasig 400V CEE 16A
- andere Systeme für Strassenfahrzeuge (Auto, Lastwagen, etc.).
- Intelligenz wie Lademanagement und Lastmanagement. Diese sind auf dem Verbraucher zu integrieren.
- die Verrechnung des Energiebezugs.

1.2.4 Ersatz der bisherigen Regelungen

Keine.

2 Grundlagen

2.1 Hoheitliche Regelungen

EBV SR 742.141.1	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung)	Stand 01.07.2024
AB-EBV SR 742.141.11	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung	Stand 01.07.2024
NIV SR 734.27	Verordnung über elektrische Niederspannungsinstal- lationen (Niederspannungs-Installationsverordnung)	Stand 01.07.2024
NEV 734.26	Verordnung über Niederspannungserzeugnisse	Stand 25.11.2015

2.2 Normen

SN 411000	Niederspannungs-Installationsnorm (NIN)	Ausgabe 08.2020
SN EN 50122-1	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung	Ausgabe 09.2022
SN EN 50153	Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Schutzmassnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren	Ausgabe 01.2018
SN EN 60309-1	Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen	Ausgabe 06.2022
SN EN 60309-2	Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 2: Anforderungen an die maßliche Kompatibilität von Stift- und Buchsensteckvorrichtungen	Ausgabe 06.2022
SN EN 60309-4	Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 4: Abschaltbare Steckdosen mit oder ohne Verriegelung	Ausgabe 06.2022
SN EN 62196	Stecker, Steckdosen, Fahrzeugkupplungen und Fahrzeugstecker – Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen	Ausgabe 11.2014

2.3 RTE-Regelungen und Regelungen der Bahnen

R RTE 20012	Lichtraumprofil Normalspur	4. Ausgabe 28.02.2022
R RTE 20512	Lichtraumprofil Meterspur	2. Ausgabe 28.03.2014
R RTE 26900	Kontrollen von elektrischen Anlagen und Installationen	2. Ausgabe 18.08.2020
D RTE 27900	Rückleitungs- und Erdungshandbuch	2. Ausgabe 01.07.2014
D RTE 27901	Erdungen in Depots und Werkstätten	1. Ausgabe 26.08.2022

3 Abkürzungen und Begriffe

3.1 Abkürzungen

AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
Akku	Akkumulator
BauAV	Bauarbeitenverordnung
BAV	Bundesamt für Verkehr
CEE	Internationale Kommission für die Regelung der Zulassung elektrischer Ausrüstungen (Commission on the Rules for the Approval of the Electrical Equipment)
DC	Direct Current (Gleichstrom)
EBG	Eisenbahngesetz
EBV	Eisenbahnverordnung
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
ESTI	Eidgenössische Starkstrominspektorat
EU	Europäische Union
FDV	Fahrdienstvorschriften
HAK	Hausanschlusskasten
Hz	Herz
IEC	International Electrotechnical Commission (Internationale Elektrotechnische Kommission)
IP	Schutzart elektrischer Betriebsmittel / International Protection
ISO	International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung)
NIV	Niederspannungsinstallationsverordnung
PE	Protective Earth (Schutzleiter)
PUR	Polyurethane
RCD	Residual Current operated Circuit-Breaker (Fehlerstromschutzschalter)
SN	Schweizer Norm
SN EN	Von der Schweiz übernommene, Europäische Norm
SNG	Schweizer Guideline Electrosuisse
Suva	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TU	Technische Universität
UIC	Union Internationale des Chemins de Fer (Internationaler Eisenbahnverband)
UVG	Unfallverhütungsgesetz
VkF	Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen
VNB	Verteilnetzbetreiber
VUV	Verordnung über die Unfallverhütung

3.2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Regelung gelten folgende Begriffe:

Akku (Wikipedia)	<i>Ein Akkumulator (kurz Akku; auch Sekundärbatterie genannt) ist ein wiederaufladbares galvanisches Element, bestehend aus zwei Elektroden und einem Elektrolyten, das elektrische Energie auf elektrochemischer Basis speichert.</i> Heute wird der Begriff Batterie oft fälschlicherweise als Synonym verwendet. In diesem Dokument wird daher das Wort Akku verwendet.
Batterie	Eine Batterie ist ein Speicher für elektrische Energie auf elektrochemischer Basis. Eine Zusammenstellung von einzelnen elektrischen Zellen bilden eine Batterie. Eine Batterie bezeichnet ein nicht wiederaufladbares System.
Betriebsinhaber (AB-EBV Art. 46)	<i>Verantwortlicher Betreiber (Eigentümer, Pächter, Mieter usw.) einer elektrischen Anlage (Artikel 3 Ziffer 5 Starkstromverordnung).</i>
Betriebsinhaber speisend	Verantwortlicher Betreiber der elektrischen Anlage zwischen Anschlusspunkt des Verteilnetzbetreibers und der letzten ortsfesten Steckvorrichtung.
Betriebsinhaber beziehend	Verantwortlicher Betreiber der Fahrzeuge und Maschinen sowie der notwendigen Leitungen inklusive Anschlusskabel mit Stecker.
Bezugsinfrastruktur	Region oder Bereich für den Energiebezug. Die Bezugsinfrastruktur kann in mehrere Bezugsorte (Gleise, Gebäude, usw.) unterteilt sein.
Bezugsort	Ort mit einem oder mehreren Bezugspunkten. Das kann ein Gebäude, Abstellgruppe, usw. sein.
Bezugspunkt	Technische Einrichtung mit einer oder mehreren Anschlussstellen zum Energiebezug.
CEE 3P+N+E 400V/32A IP44	Hierunter wird der Industriestreckker 3L+N+PE, 6h gemäss IEC 60309 verstanden.
Erde (SN EN 50122-1, Ziff. 3.2.1)	<i>Leitfähiges Erdreich, dessen elektrisches Potential an jedem Punkt vereinbarungsgemäss gleich null gesetzt wird.</i>
Fahrdraht/ Stromschiene (AB-EBV, Anhang 4)	<i>Abnutzbarer Leiter, welcher der Stromübertragung zwischen Fahrleitungsanlage und Fahrzeugen dient.</i>
Gleis (SR 734.31, LeV, Anhang 1)	<i>Schienen, Befestigungsmittel, Schwellen und darunterliegender Schotter- oder Betonkörper. Der Betontrog einer Brücke gehört nicht zum Gleis.</i>
Lademanagement	Ein mögliches Lademanagement beschreibt die Regelung eines Ladevorgangs. Dabei werden für die Steuerung des Ladevorgangs unter anderem Parameter wie der Ladezustand und die Temperatur des Akkus, die Leistung des Ladegeräts und die Anschlussleistung des Ladepunktes berücksichtigt.

Lastmanagement (teilweise Wikipedia)	<i>Das Lastmanagement ist eine Regelung aller Bezugspunkte in denen ein lokales Stromnetz nicht ausreichend Leistung für die angeschlossenen Verbraucher zur Verfügung stellen kann.</i>
PE-Leiter (teilweise Wikipedia)	Ein PE-Leiter, auch Schutzleiter genannt <i>ist ein elektrischer Leiter zum Zweck der Sicherheit, zum Beispiel zum Schutz gegen elektrischen Schlag.</i>
Speisung eines Verbrauchers	Darunter wird die elektrische Speisung eines Verbrauchers, beispielsweise eines elektrischen Schienenfahrzeugs oder einer Baumaschine verstanden.
Verteilnetzbetreiber (Werkvorschriften Elektrizitätsversorger)	Der Verteilnetzbetreiber ist für die Gewährleistung des sicheren und zuverlässigen Betriebs eines Verteilnetzes sowie der technischen Qualität der Stromversorgung verantwortlich. <i>Der VNB stellt u.a. sicher, dass alle notwendigen Verträge, Prozesse und Reglemente für Netzanschluss, Netzbetrieb und Netznutzung für alle Anschlusspunkte seines Verteilnetzes an das Übertragungsnetz vorliegen.</i>

4 Grundsätze

4.1 Gesetzliche Vorgaben

4.1.1 Bewilligungspflicht

Anlagen zur Energieversorgung für akkubetriebene Dienstfahrzeuge und Maschinen im Eisenbahnumfeld dienen in der Regel überwiegend dem Bahnbetrieb und sind somit gemäss Art. 18 EBG bewilligungspflichtig. Ausnahmen sind gemäss Art. 1a VPVE möglich und vorgängig abzuklären.

4.1.2 Schutzziele

Gemäss Art. 2 Absatz 1 EBV müssen alle Anlagen, auch die einer Bezugsinfrastruktur für elektrische Dienstfahrzeuge und Maschinen, so beschaffen sein, dass

- Der Personenschutz zu jeder Zeit gewährleistet ist und
- Der Sach- und Anlagenschutz sichergestellt ist.

4.1.3 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Der Arbeitgeber hat den Mitarbeitenden sichere Arbeits- und Betriebsmittel zur Verfügung zu stellen und dafür zu sorgen, dass diese bestimmungsgemäss verwendet werden.

Arbeitet der Mitarbeiter mit der Energieversorgung für akkubetriebene Dienstfahrzeuge und Maschinen im Eisenbahnumfeld (Kontrolltätigkeiten, Störungsbehebung), hat er die Bestimmungen über die Gefahren des elektrischen Stroms zu beachten.

Jeder Mitarbeitende hat die Sicherheitsregeln einzuhalten und bei kritischen Situationen die Pflicht die Arbeiten zu unterbrechen.

4.2 Allgemein

Die Vorgaben sind standortunabhängig für Aussen- und Innen-Anlagen umzusetzen.

4.2.1 Neuanlagen

4.2.1.1 Ausrüstung Bezugsort

Ein Bezugsort in der Infrastruktur besteht aus mindestens einem Bezugspunkt. Die Schnittstelle ist immer eine CEE 3P+N+E 400V/32A IP44 50 Hz Steckdose.

4.2.1.2 Mehrere Bezugspunkte

Sind pro Abstellung oder Bezugsort mehrere Bezugspunkte vorhanden, kann ein aktives Lastmanagement erforderlich werden. Die Ermittlung der einzelnen Bezugspunkte für die ausreichende Versorgung mit elektrischer Energie ist dabei betrieblich und planerisch zu prüfen und festzulegen.

4.2.1.3 Versorgungsleistung

Alle neuen Anlagen ab Erscheinen dieser Regelung sind vorzugsweise mit einem Leistungsbezug von 22 kW je Bezugspunkt zu planen. Eine Sicherungsüberwachung wird empfohlen, um Störungen oder Überlastungen rechtzeitig zu erkennen und Ausfälle oder Schäden zu vermeiden.

Sofern nicht anders geregelt, ist davon auszugehen, dass der Bezugspunkt mit 3-phasi-gen CEE 3P+N+E 400V/32A IP44 Stecker mit voller Leistung von 22 kW nutzbar ist. Wenn mehrere Bezugspunkte an einem Bezugsort vorhanden sind, ist die nutzbare Leistung betrieblich und planerisch zu regeln.

Ist eine ausreichende Versorgung eines Bezugspunktes mit 32 A nicht möglich, so wird empfohlen, trotzdem immer einen Bezugspunkt mit CEE 3P+N+E 400V/32A IP44 50 Hz Steckdose vorzusehen und diese dann geringer abzusichern. Dabei ist eine entsprechende Beschriftung anzubringen.

4.2.2 Bestehende Anlagen

Bestehende Bezugspunkte können weiter betrieben werden. Die Kompatibilität sowie die Grundinfrastruktur sind situativ zu beurteilen.

4.2.3 Sicherheitsabstände

Bei den Sicherheitsabständen von fest installierten Bezugspunkten zum Gleis sind die am Bezugspunkt geltenden Lichtraumprofile einzuhalten. Die Regelungen R RTE 20012 und R RTE 20512 fassen dazu die geltenden Bestimmungen zum Lichtraumprofil und ihre Anwendung in straffer Form zusammen und können als Vorgaben beigezogen werden.

4.3 Verantwortungsbereiche und Zuständigkeiten

4.3.1 Eigentumsverhältnisse und Verantwortlichkeiten

Die Systemgrenzen sind separat zu regeln, wenn verschiedene Betreiber beteiligt sind oder verschiedene Betreiber zusammentreffen. Die Verantwortung bis zur eigentlichen Schnittstelle von einem Betreibersystem zum anderen unterliegt dem jeweiligen Betriebsinhaber.

Der speisende Betriebsinhaber kann weiterführende Regelungen und Weisungen erlassen, welche vom Leistungsbezüger einzuhalten sind.

Der Halter/Betriebsinhaber der Dienstfahrzeuge/Leistungsbezüger ist für deren sicheren Betrieb verantwortlich.

4.3.2 Zuständigkeiten

Für die gesamte Energieversorgung für akkubetriebene Dienstfahrzeuge und Maschinen im Eisenbahnumfeld ist der jeweilige Betriebsinhaber zuständig.

Der speisende Betriebsinhaber legt die Nutzung der Bezugspunkte oder Bezugsinfrastruktur fest.

4.4 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung an den Bezugspunkten, Anlagenteilen und Einrichtungen sind in örtlicher Sprache anzubringen. Eine spezifische Kennzeichnung kann aus betrieblicher Notwendigkeit erfolgen, dies liegt in der Verantwortung des Betreibers.

4.5 Überwachung des Ladevorgangs

Eine technische Überwachung des Ladevorgangs empfiehlt sich bei hohen Verfügbarkeitsanforderungen und ist fallspezifisch zu lösen. Dies soll fahrzeugseitig erfolgen.

4.6 Dokumente

Die Anlagen-Dokumente sind gemäss den üblichen Vorgaben zu erstellen.

4.7 Schulung

Das Personal ist im Umgang und Handhabung von akkubetriebenen Eisenbahnfahrzeugen zu instruieren und zu schulen.

5 Anforderungen an die Bezugsinfrastruktur

5.1 Bezugspunkte

5.1.1 Positionierung

Bei der Positionierung von fest installierten Bezugspunkten zum Gleis sind die am Bezugspunkt geltenden Lichtraumprofile zu berücksichtigen. In den Anlagen ist weiter zu beachten, dass bei gesteckten Kabeln die Stecker mit Kabel herausstehen und dies bei den Sicherheitsabständen berücksichtigt werden muss.

Die Fundamente der Bezugspunkte sind so zu bemessen, dass sie den Zug- und Druckkräften beim Stecken sowie den Druck- und Sogkräften bei Zugbegegnungen standhalten. In Abstell- und Rangiergruppen herrschen raue Arbeitsbedingungen, die entsprechend zu beachten sind.

Damit die Anlagen zu jeder Jahreszeit genutzt werden können, sind auch die Witterungseinflüsse, insbesondere Eis und Schnee, zu berücksichtigen. Für die Schneerräumung bei grösseren Schneemassen sind die Anlagen so zu kennzeichnen, dass sie durch den Räumdienst nicht beschädigt werden.

Der Zugang zum Bezugspunkt muss bei allen Witterungs- und Lichtverhältnissen leicht möglich sein.

Bei den Bezugspunkten, wird unterschieden zwischen solchen, die einem Gleis und solchen die mehreren Gleisen zugeordnet sind.

5.1.2 Bezeichnung

Die Bezugspunkte und deren Elemente sind gemäss folgendem Beispiel zu bezeichnen. Eine mögliche Abweichung ist zu prüfen, wenn bereits ein bestehendes, aktuelles Bezeichnungssystem eingeführt ist. In diesen Fällen kann die Weiterführung des bestehenden Systems sinnvoll sein.

Bsp. Bahnhof Musterdorf (MDO)

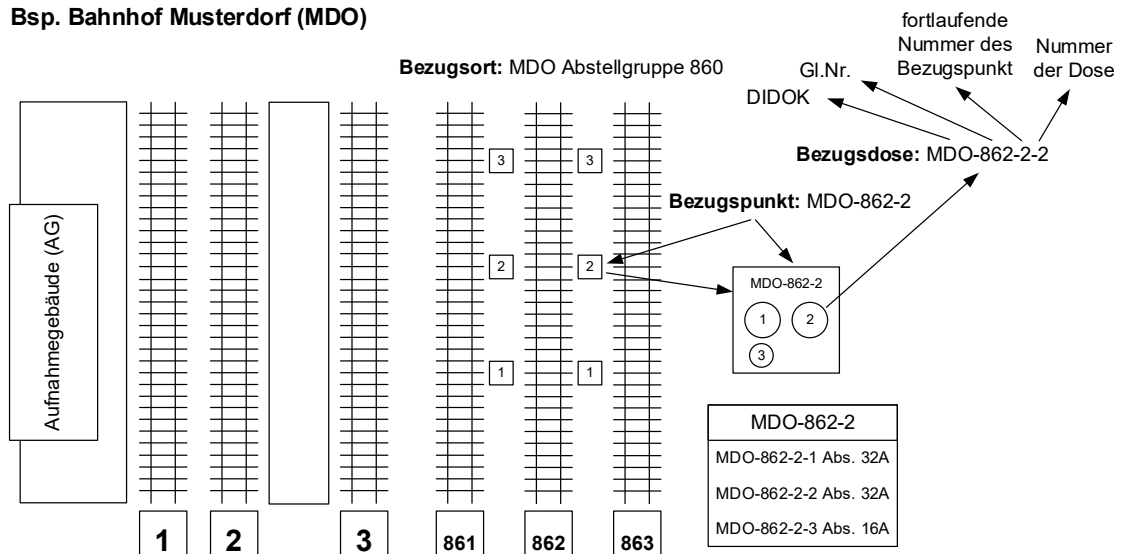


Abbildung 5-1: Beispielbahnhof mit Bezugspunkten im Gleisfeld

5.1.3 Sicherung gegen Missbrauch

Es wird empfohlen, die Bezugspunkte abschliessbar auszuführen. Das Schliesssystem kann entweder ein bahnüblicher Vierkant oder das bahnspezifische Schliesssystem sein. Kabelauslässe sind so vorzusehen, dass auch bei geschlossener Tür der Bezug von Energie möglich ist. Dadurch wird die Gefahr des unbefugten Aussteckens verringert.

5.2 Elektrische Ausrüstung

5.2.1 Erdungsgrundlagen

Grundsätzlich sind die gesetzlichen Vorgaben und hoheitlichen Regeln bei Erdung und Rückleitung umzusetzen. Unterstützend dazu fasst die D RTE 27900 die zu beachtenden Punkte zusammen und zeigt geeignete Lösungen auf.

Liegt der Bezugspunkt für die Versorgung von Schienenfahrzeugen und Baumaschinen in Bereichen, die mit Fahrleitung (Zone besondere Massnahme) ausgerüstet sind, ist folgendes zu beachten. Um eine Erdschleife zu vermeiden und den Fahrleitungskurzschlussstrom nicht über den Schutzleiter der Zuleitung zu führen, ist der Bezugspunkt mittels separaten Erdleiter TT Kabel 1x50mm² gelb/grün direkt mit dem Rückleitersystem zu verbinden. Dabei darf der Schutzleiter der Zuleitung ab UV am Bezugspunkt nicht angeschlossen werden. Dies gilt sowohl für AC- als auch für DC-Bahnen.

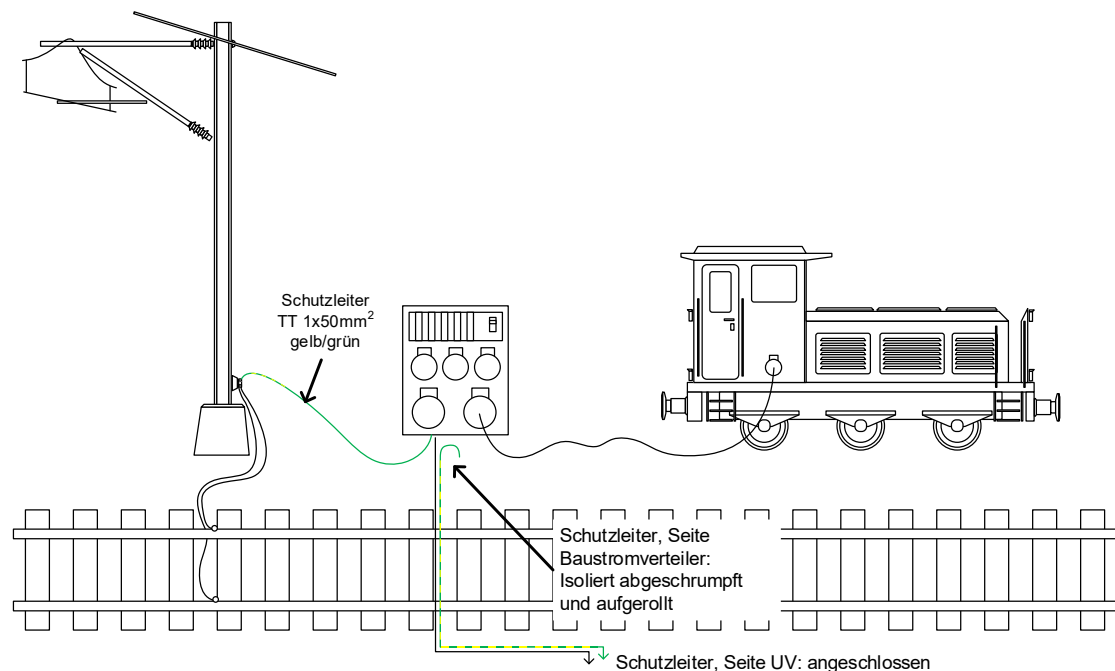


Abbildung 5-2: Schema Erdung Beispiel einer AC-Bahn

Ausnahmen:

- Standorte im Gleisfeld ohne Fahrleitung.
- Bestandschutz: Für bestehende Installationen und Bezugspunkte müssen die Vorgaben dieser Regelung, erst bei einer Erweiterung oder Installationsveränderung an bestehenden Bezugspunkten umgesetzt werden.

5.2.2 Galvanische Trennung

Falls Trenntrafos aufgrund der Bezugsfunktion der Verbraucher notwendig sind, so sind diese verbraucherseitig vorzusehen. Trenntrafos werden nicht infrastrukturseitig bereitgestellt. Dies ist eine Ausnahmesituation, sofern auf bestehender Infrastruktur ohne Bahnerde eine Anlage betrieben wird.

5.2.3 Fehlerstromschutz

In der Regel ist der Fehlerschutz mit RCD Typ A vorzusehen. Fallspezifisch kann der Fehlerschutz mit RCD Typ B verwendet werden.

5.2.4 Dimensionierung

An Standorten, an denen regelmässig eine hohe Anzahl an Verbrauchern auftritt, wird empfohlen, die Anlage mit einem ausreichend hohen Gleichzeitigkeitsfaktor zu dimensionieren.

An Bahnhöfen oder ähnlichen Standorten mit seltener Nutzung ist dies wirtschaftlich nicht sinnvoll. Hier ist unter anderem auch zu berücksichtigen, dass die Verfügbarkeit hoher Anschlusswerte nicht gegeben ist. Es muss daher so dimensioniert werden, dass alle Verbraucher versorgt werden können, ohne dass die Stromversorgung vor Ort "zusammenbricht". Hierzu sind entsprechende technische Massnahmen einzuplanen.

Bei der Dimensionierung ist neben den Bezugspunkten das gesamte Stromversorgungskonzept eines Eisenbahnbetriebspunktes zu berücksichtigen, damit alle bahnrelevanten Anlagen (Stellwerkstechnik, Leittechnik, etc.) mit hohen Verfügbarkeitsanforderungen immer ausreichend mit Energie versorgt werden. Nach möglichen Stromunterbrüchen sind auch zusätzliche Lastspitzen bei Netzurückkehr zu berücksichtigen.

5.3 Stecksysteme

Bei ortsfesten Installationen sind die technischen Vorgaben des Betriebsinhabers einzuhalten.

Die Verkabelung ab dem Bezugspunkt zum Verbraucher ist ortsveränderlich und ist entsprechend den technischen Regeln und Normen auszuführen.

Für kleinere Standorte und Baustellen mit Gleisbaumaschinen (z. B. akkubetrieben Zweibegebagger) wird empfohlen, mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 zu rechnen und eine Steckdose CEE 3P+N+E 400V/32A IP44 zu planen und zu realisieren.

Bei grossen Standorten und Grossbaustellen mit Gleisbaumaschinen und einem Gleichzeitigkeitsfaktor kleiner 1 ist ein Lastmanagement erforderlich. Hier empfiehlt sich ein Stecker CEE 3P+N+E 400V/32A IP44 auf CCS Typ2 in Verbindung mit einer mobilen Ladebox zu verwenden.

Projektspezifisch können in begründeten Ausnahmefällen infrastrukturseitig auch Steckdosen CEE 3P+N+E 400V/16A IP44 50 Hz verwendet werden. Dies kann zum Beispiel bei peripher gelegen Standorten oder bei Standorten mit eingeschränkter Energieversorgung der Fall sein.

6 Planung und Realisierung Bezugsinfrastruktur

6.1 Planungskriterien

Bei der Planung sind unter anderem zu berücksichtigen (Aufzählung nicht abschließend):

- Abstellstandorte / Anzahl und Position der Verbraucher und damit der Bezugspunkte
- Standzeiten inklusive Arbeitsschichtmodelle
- Anzahl der Verbraucher
- Ursprünglicher Verwendungszweck
- Beschaffungsvorhaben plus / minus 5 Jahre
- Art der Verbraucher (Akku-Kapazitäten, Ladezeiten in Korrelation Standzeit)
- Situation und Anforderungen des Betriebspunktes (IST / SOLL)
- Vorgaben (Sicherheitsabstände, Lichtraumprofile, etc.)
- Einbindung des Verteilnetzbetreibers
- Ergonomie, Zugänglichkeit und Beleuchtung
- Fluchtwege, Arbeitswege, Dienstwege, etc.
- Art und Nutzung der Anlage und der Bezugspunkte
- lokale Brandschutzvorgaben

Ein iteratives Vorgehen wird empfohlen:

1. Flächenbesuch zur Aufnahme der Istsituation
2. Nutzerbedürfnisse aufnehmen und Optimierungsmöglichkeiten suchen
3. Analyse (z.B. GPS-Datenbasiert) des effektiven Abstellverhaltens
4. Abgleich mit Standortentwicklungsplänen und Fahrzeugflottenstrategie
5. Analyse der aktuellen Gleis- und Elektropläne und Erstellung Standort-Soll-Konzept
6. Basierend auf erarbeiteten Grundlagen Ausführungsplanung zur Erstellung der Anlage erstellen

6.2 Checkpunkte Realisierung

Für die erfolgreiche Projektumsetzung einer Anlage zur Einspeisung von Dienstfahrzeugen und Maschinen stellen sich folgende Herausforderungen die rechtzeitig angegangen werden müssen. Die nachfolgende Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit kann aber in der Regel für alle Projekte zur Erstellung von Bezugspunkten angewandt werden:

Standort

- Länge der Fahrzeuge, Fahrzeugtypen (einzelne Loks, Bauzüge, etc.)
- Entwicklung in den nächsten fünf Jahren (Aufwärtskompatibilität, Ersatzbeschaffungen, Marktentwicklungen, etc.)
- Eigentümer der Fahrzeuge (Bahn oder Dritte), Schwerpunkt auf eigene Fahrzeuge

Energiebezugsstellen

- Standort Trafostation, Hauptverteilungen (Gebäude Standort HAK)
- Last und vorhandene Anschlusswerte (IST- / SOLL-Vergleich, Kosten-Nutzen der Realisation)
- Leistungserhöhung und Erweiterung des HAK
- Anpassungen der Hauptverteiler, Unterverteiler, Verkabelung, etc.

Erschliessung

- Kosten-Nutzen der Realisation
- Länge der Verkabelungen und Kabelkanäle
- Vorhandene Kabelkanäle, Gleisquerungen, Bestandsgebäude und -anlagen
- Querschnitte, Gewicht der Kabel und Kabelzug
- Einhaltung des Lichtraumprofils (Bestandsgleise mit geringeren Gleisabständen)
- Spannungsabfall und Leitungsverluste

7 Anforderungen an Dienstfahrzeuge und Baumaschinen

7.1 Grundanforderungen

7.1.1 Steckverbindung zur Speisung

Verbraucherseitig ist sicherzustellen, dass die Einspeisung über einen Stecker dreiphasig CEE 3P+N+E 400V/32A IP44 50 Hz möglich ist.

7.1.2 Fehlerstromschutz

Der Verbraucher ist so zu gestalten, dass die Verwendung eines RCD Typ A am Bezugspunkt zulässig ist und der RCD in seiner Funktionsweise nicht beeinträchtigt wird. Die Sättigung durch DC-Fehlerströme muss vermieden werden. Alternativ kann diese Funktion durch den Einsatz von mobilen Ladeboxen erfüllt werden, welche DC-Fehlerströme erkennen und dabei automatisch abschalten kann.

7.1.3 Ergonomie

Bei schienengebundenen Verbrauchern, beispielsweise Bauzügen, sind auf beiden Seiten längsseitig Steckstellen vorzusehen. Andere Lösungen müssen eine vergleichbare Ergonomie bieten.

7.2 Kabel zum Bezugspunkt

Das Kabel und allenfalls die Ladebox liegen in der Verantwortung des Nutzers (Energiebezüger) und sind von diesem bereit zu stellen. Dazu gehört auch, dass sich das Kabel in sicherem Zustand ohne Defekte befindet. Der Kabeltyp muss den örtlichen Einsatzbedingungen sowie den elektrischen und mechanischen Anforderungen entsprechen.

Nach heutigem Stand der Technik wird die Verwendung von Kabeln mit einer PUR-Ummantelung oder gleichwertig empfohlen.

7.3 Empfehlungen Verbraucher

7.3.1 Lademanagement

Um die Bezugspunkte wirtschaftlich optimal nutzen zu können und die Verbraucheranlagen zu schonen, werden auf der Seite der Bezüger Lademanagement-Systeme empfohlen.

Diese können sein:

- Bereitstellungszeiten einstellbar (Ladestart, Ladeende, etc.)
- Ladestromoptimierungen (z. B. kleine Ströme schonen die Akkus)
- Ladestrombegrenzungen (z. B. 11kW/22kW à CEE 16A/CEE 32A)
- Kommunikation der Verbraucher untereinander
- Staffelung und Priorisierung der Verbraucher

7.3.2 Überwachung

Um leere Batterien durch unbeabsichtigtes Ausstecken zu vermeiden, werden auf der Seite der Dienstfahrzeuge und Maschinen Alarmsysteme mit Fernüberwachung empfohlen.

Anhang A1 (SBB-spezifisch)

A1 Beispiele / Musterpläne Bezugspunkte

A1.1 Elektrand an FL-Mast

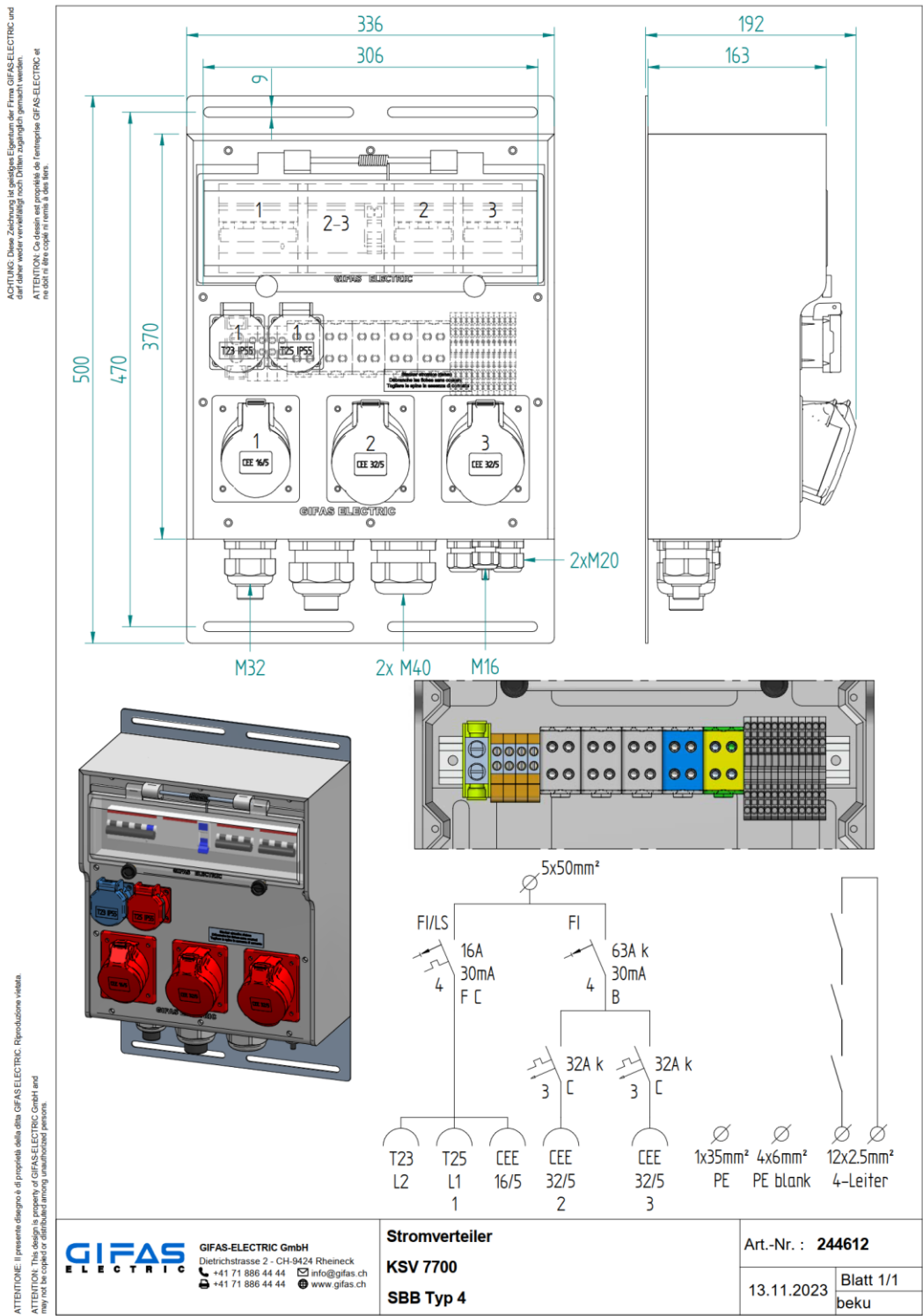


Abbildung A1-1: Stromverteiler SBB Typ 4 (© GIFAS)

A1.2 Elektrand mit Ständer Abschliessbar

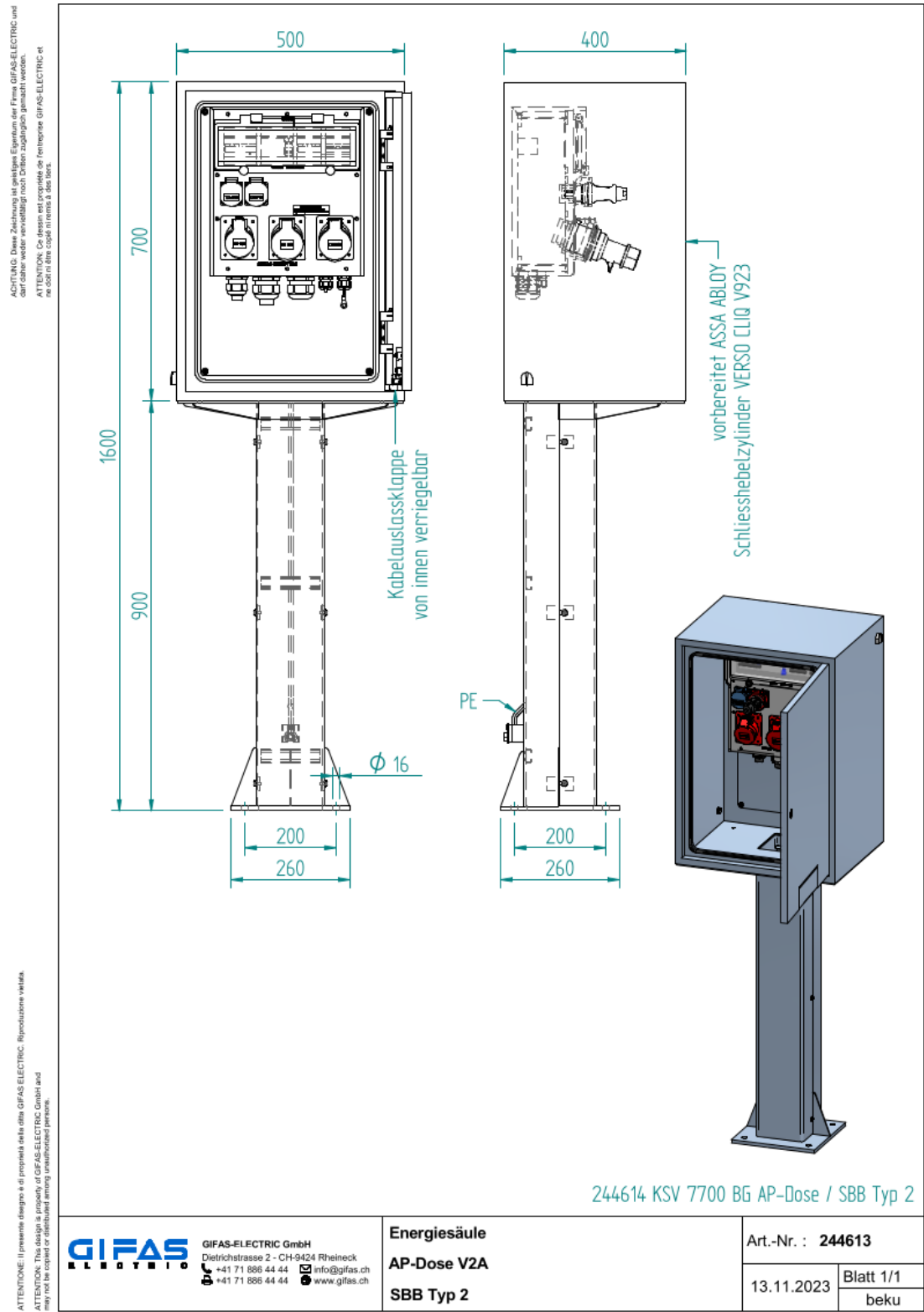


Abbildung A1-2: Energiesäule AP Dose V2A, Typ 2 (© GIFAS)

A1.3 Elektrand mit Ständer

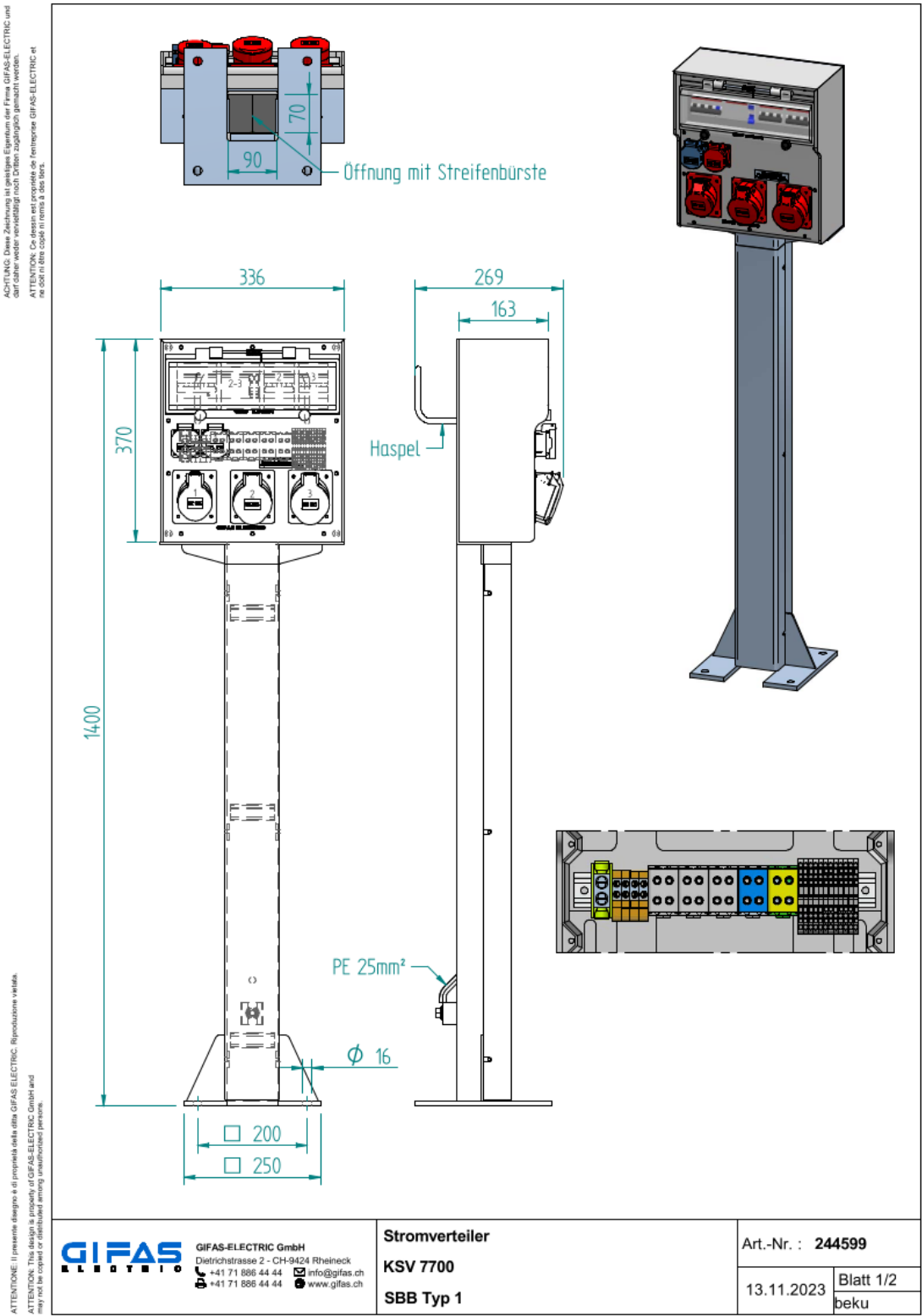


Abbildung A1-3: Stromverteiler KSV 7700., Typ 1 (© GIFAS)

A1.4 Schema Stromverteiler

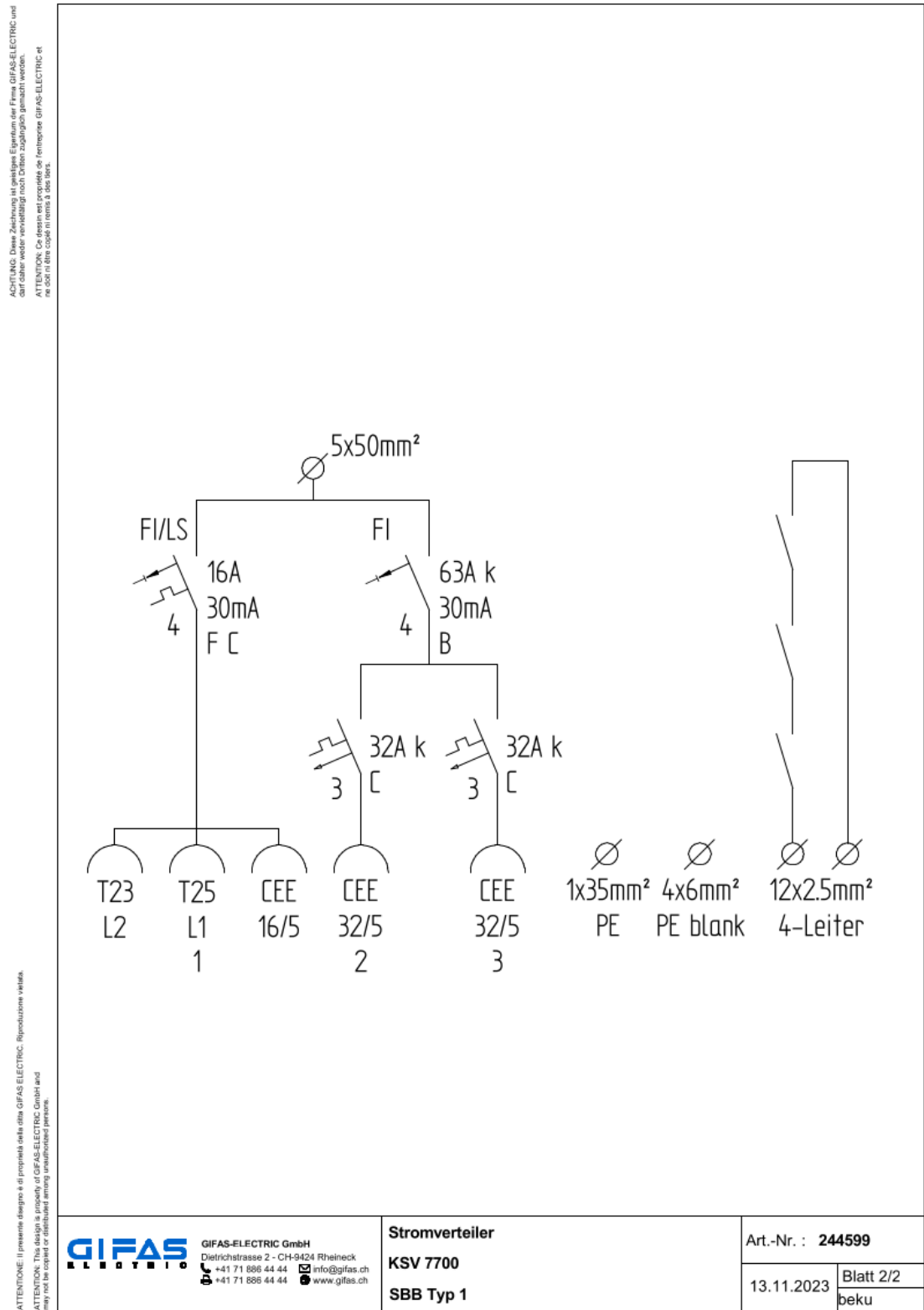


Abbildung A1-4: Stromverteiler, Schaltung KSV 7700 (© GIFAS)

A1.5 Elektrand Wandmontage

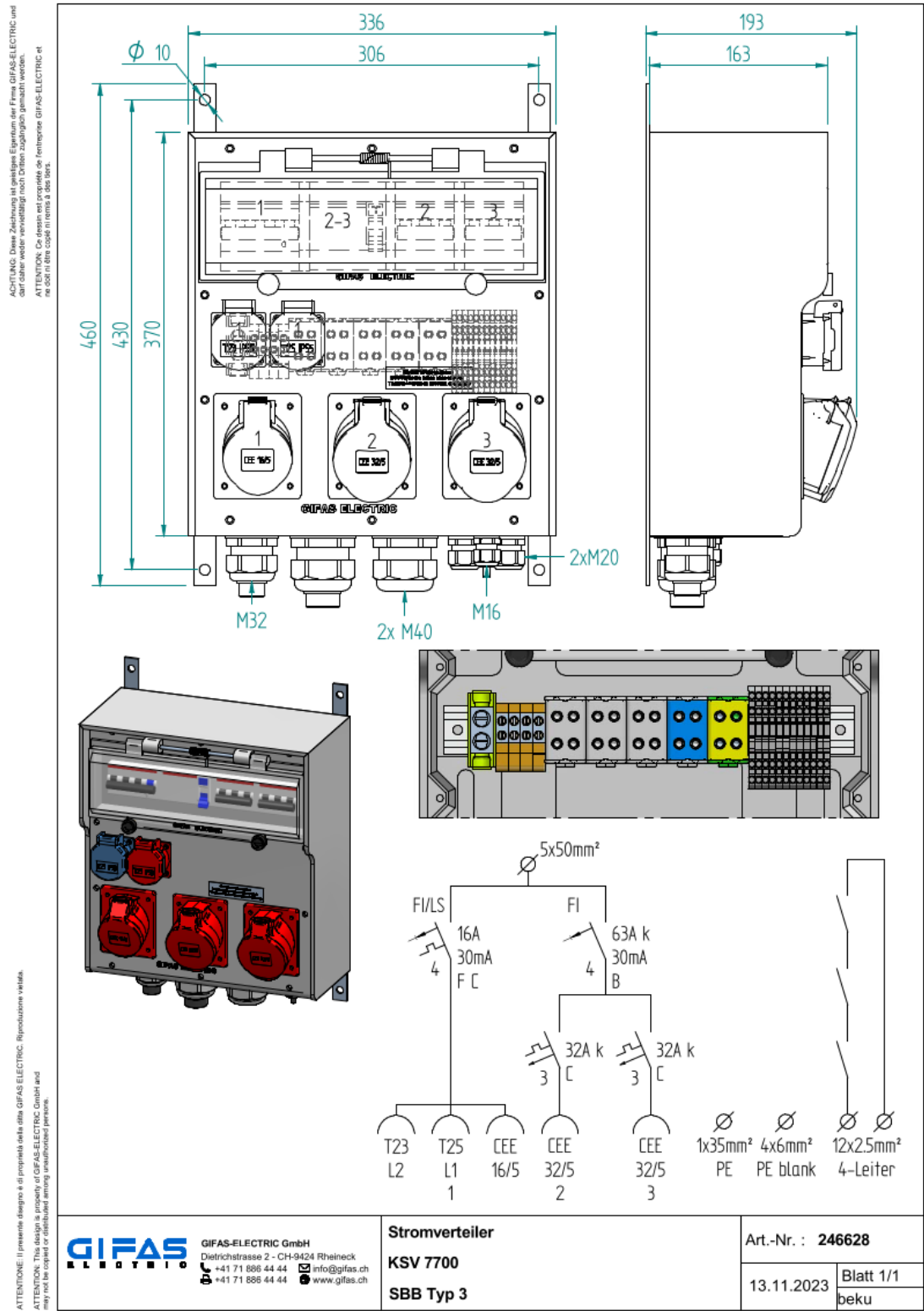


Abbildung A1-3: Stromverteiler KSV 7700, Typ 3 (© GIFAS)

A1.6 Musterplan 1 Elektroladepunkte

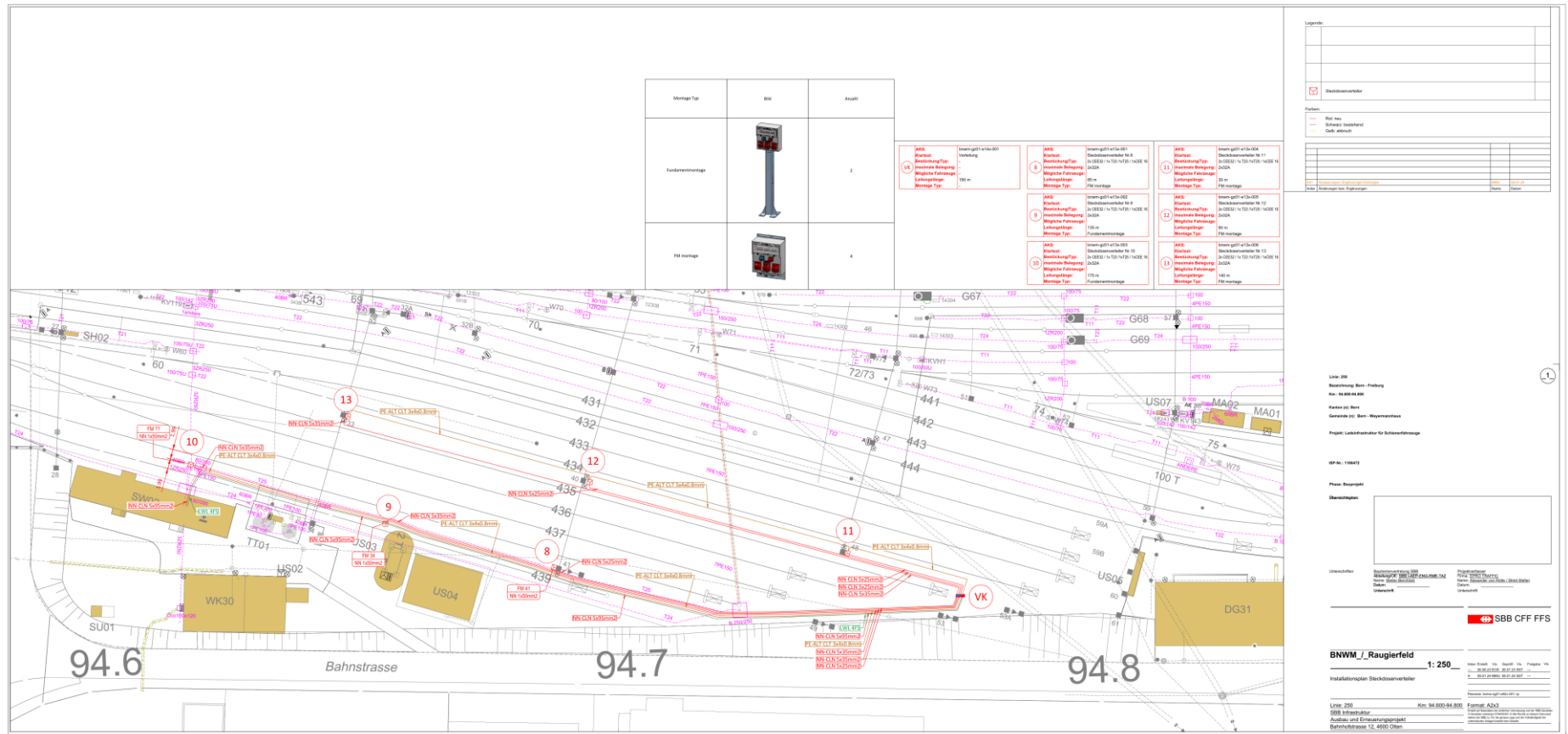


Abbildung A1-4: Beispielplan Elektroladepunkte.(© SBB)