



# Planungshandbuch - Licht und Kraft

## (KG 440/480)

### NT34.3

**Aktuelle Ausgabe:** Version 1.0

Version	Datum	Name / Signatur	Org. Einheit
Erstellt	18.07.2024	Planerteam Licht und Kraft	NT34.31
Geprüft	18.07.2024	Delic	NT34.3
Freigegeben	18.07.2024	Delic	NT34.3

### Änderungsmanagement

Version	Datum	Änderung	Bearbeiter(in) / Org. Einheit
1.0	18.07.2024	Erstversion	NT34.31

### Aufbewahrungsfrist

Fünf Jahre nach Widerruf.

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	Planungshandbuch - Licht und Kraft (KG 440/480)
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	
Copyright ©Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main Vertraulichkeitsstufe: 2			Seite 1 von 36

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Vorwort.....	4
1.2	Anwendungsbereich.....	4
1.3	Normative Verweisungen, Rechtsgrundlagen und Literatur .....	5
1.4	Generelle und besondere Planungsanforderungen .....	6
1.5	Zuständigkeitsbereiche und Schnittstellentechnik .....	7
<b>2</b>	<b>Allgemeingültig</b>	<b>8</b>
2.1	Mittelspannungsschaltanlagen und Transformatoren .....	8
2.2	Niederspannungsschaltanlagen .....	9
2.2.1	ZV- Zählerverteilungen .....	10
2.2.2	NSHV - Niederspannungshauptverteilung.....	10
2.2.3	Blindstromkompensation.....	11
2.2.4	UV - Unterverteilungen .....	11
2.2.5	UUV - Unter-Untererteilungen.....	11
2.2.6	UV - BAS-Schrank .....	12
2.3	Sicherheitsstromversorgung.....	13
2.3.1	Netzersatzaggregat (NEA).....	14
2.3.2	Batterieanlagen.....	15
2.3.3	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).....	16
2.4	Meldungen und Steuerungen .....	17
2.5	Verlegesysteme und Bauliche Anforderungen.....	18
2.5.1	Doppelboden / Hohlraumboden .....	18
2.5.2	Kabel und Leitungen.....	18
2.5.3	Kabeltragsysteme .....	18
2.5.4	Kabelführung in Außenanlagen.....	20
2.6	Erdung, Potentialausgleich und EMV-Schutzmaßnahmen.....	22
2.6.1	Unterirdische Bereiche.....	22
2.6.2	Oberirdische Bereiche .....	23
2.6.3	Blitzschutz .....	24
2.6.4	Anlagenübersicht zu EMV Schutzmaßnahmen .....	24
2.7	Allgemeine Installationsanforderungen.....	25
2.8	Beleuchtungsanlagen.....	25
2.8.1	Allgemeines .....	25
2.8.2	Sicherheitsbeleuchtung.....	27
<b>3</b>	<b>Besonderheiten unterirdisch</b>	<b>29</b>
3.1	Tunnelanlagen .....	29
3.1.1	Tunnel-Steckdosen-Kombinationen (TSK).....	29
3.1.2	Tunnel Sicherheitsbeleuchtung.....	30

3.1.3	Notausgänge im Tunnel (Notausstiege).....	30
3.2	Bahnsteige.....	31
3.3	SH14 – Arbeiten auf der Strecke Schild.....	31
3.4	Zugangssperrschild & Blitzleuchte.....	31
3.5	Wegeleitsystem.....	32
<b>4</b>	<b>Besonderheiten oberirdisch</b>	<b>34</b>
4.1	Allgemeines.....	34
<b>5</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>35</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Vorwort

Das vorliegende Planungshandbuch dient sowohl internen als auch externen Fachplanern als Unterstützung. Es enthält auf das Gewerk bezogene Hinweise und Vorgaben und soll dazu beitragen, Fehlplanungen zu vermeiden bzw. die Grundlage für eine effiziente Realisierung zu bilden. Insbesondere im Umgang mit VGF- und bahnspezifischen Vorschriften. Ferner sind einheitliche Standards und Qualitäten beschrieben, die insbesondere aus Erfahrungswerten resultieren.

Gleichzeitig ist die VGF bestrebt, die elektrische Infrastruktur weitreichend zu standardisieren. Um die Standardisierung bereits in die Planung mit einfließen zu lassen, sind Abweichungen von diesem Planungshandbuch möglichst zu vermeiden. Sollten Abweichungen erforderlich und begründet sein, sind diese mit dem zuständigen Sachgebiet Licht und Kraft (NT34.3) abzustimmen und zur Entscheidung vorzulegen.

Das Planungshandbuch entbindet den Planenden keinesfalls von seiner planerischen Aufgabe zur Lieferung einer ausgewogenen technischen und wirtschaftlichen Lösung, auch hinsichtlich der anfallenden Betriebs- und Instandhaltungskosten.

Eventuelle inhaltliche Widersprüche zwischen dem vorliegenden Planungshandbuch, Richtlinien, Regeln, Normen, etc. und den Handbüchern/Vorgaben anderer Gewerke, bedürfen der Klärung und sind durch den Planenden aufzuzeigen und mit den Fachabteilungen der VGF abzustimmen.

## 1.2 Anwendungsbereich

Die technischen Hinweise und/oder Vorgaben sind grundsätzlich als Planungsgrundlage heranzuziehen und gelten für alle Flächen, Gebäude und Infrastruktur der VGF. Sie gelten für die Errichtung einer neuen Anlage, sowie für jede Änderung (in Form von z.B. Umbau, Erweiterung, Modernisierung, Austausch, Anschluss, Änderung des Versorgungskonzeptes) von bestehenden Anlagen.

Die im Planungshandbuch erläuterten technischen Anforderungen sind Standardanforderungen der Fachabteilung Elektrische Anlagen – Licht und Kraft (NT34.3) bzw. der Kostengruppen 440/480 gemäß HOAI.

### 1.3 Normative Verweisungen, Rechtsgrundlagen und Literatur

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

[1]	BOStrab	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung
[2]	TRStrab EA	Technische Regeln für Straßenbahnen Elektrische Anlagen
[3]	VDV-Schrift 505	Aufbau und Schutzmaßnahme von Gleichrichter-Unterwerken von Gleichstrom Nahverkehrsbahnen
[4]	VDV-Schrift 506	Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischen Energieanlagen in Betriebshöfen
[5]	VDV-Schrift 507	VDV-Schrift 507 Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischen Energieanlagen an Strecken von Gleichstrom-Nahverkehrsbahnen
[6]	VDV-Schrift 509	Einsatz von Fehlerstrom (FI)-Schutzschaltung in elektrischen Energieanlagen von Gleichstrom-Nahverkehrsbahnen
[7]	VDV-Schrift 535	Planung und Bau von Beleuchtungsanlagen im Gleisbereich von Bahnen gemäß BOStrab
[8]	DIN EN 50122-1	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag
[9]	DIN EN 50122-2	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 2: Schutzmaßnahmen gegen Streustromwirkungen durch Gleichstrombahnen
[10]	DIN EN 50122-3	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 3: Gegenseitige Beeinflussung von Wechselstrom- und Gleichstrombahnen
[11]	DIN EN 12464-1	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen
[12]	DIN EN 12464-2	Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 2: Arbeitsplätze im Freien
[13]	DIN EN 1838	Angewandte Lichttechnik - Notbeleuchtung
[14]	DIN VDE V 0108-100-1	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen – Teil 100-1: Vorschläge für ergänzende Festlegungen zu EN 50172:2004

Diese Auflistung ist nicht abschließend.

Die Einhaltung allgemeingültiger und ohnehin zu erfüllenden Bestimmungen, Richtlinien und Vorschriften, sowie anerkannter Regeln der Technik, ist sicher zu stellen. Sie gelten neben den einschlägigen Regelwerken wie z.B. IEC-, DIN-EN-, DIN-VDE-, DIN-, VDV, Unfallverhütungs- sowie Behördlichen- und sonstigen Vorschriften.

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	Planungshandbuch - Licht und Kraft
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	(KG 440/480)
Copyright ©Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main			Seite 5 von 36
Vertraulichkeitsstufe: 2			

## 1.4 Generelle und besondere Planungsanforderungen

Für jede Anlage ist zumindest eine vollständige Leistungsbilanz, Netzberechnung sowie eine Lichttechnische Berechnung zu erstellen. Alle Daten sind im „Speicherformat“ sowie als „pdf“ in der entsprechenden Ordnerstruktur von NT34.3 abzulegen bzw. zu übermitteln. Bereits vorhandene Berechnungen werden entsprechend angepasst. Der Planende ist im Verlauf seiner Planung aufgefordert, eventuell entstehende Abweichungen schriftlich anzuzeigen bzw. Veränderungsvorschläge zu unterbreiten.

Darüber hinaus müssen je nach Projekterfordernis folgende Leistungen erbracht werden:

### Generelle Planungsanforderungen

- a) Abstimmung des Meldespektrums mit:
  - NT32.1 Zentrale Leittechnik
  - NT34.32 Licht und Kraft
- b) Abstimmungen und Koordination für Teilbereiche mit:
  - Stadtplanungsamt Frankfurt  
(z.B. Vorgaben zu Beleuchtungsanlagen, Verteilerstandorte, etc.)
- c) Anfertigen einer vollständigen Liste aller elektrischen Betriebsmittel
- d) Anfertigen einer vollständigen Kabelliste
- e) Ermittlung des elektrischen Leistungsbedarfs, unter Zugrundelegung der verschiedenen Versorgungskategorien und der Berücksichtigung der Einzelgleichzeitigkeits-Faktoren und des Gesamtgleichzeitigkeits-Faktors.
- f) Anfertigen einer vollständigen Netzberechnung in SIMARIS design 10 professional oder höher. Das schließt die Betrachtung aller Betriebsarten (i.d.R. AV, SV, USV) sowie die Kurzschluss- und Selektivitätsberechnung mit ein.

Insofern durch Dritte Leistungen im „Planungspaket“ erbracht werden, werden neben den Leistungen gem. HOAI folgende besondere Anforderungen gestellt:

### Besondere Leistungen gemäß HOAI:

- a) Detaillierter Wirtschaftlichkeitsnachweis
- b) Anfertigen von allpoligen Stromlaufplänen
- c) Leistungsermittlung über die Gesamtanlage
- d) Abstimmen eines Mess- und Zählkonzepts VNB mit:
  - NA03, Sicherheitstechnischer Dienst, Brand- und Umweltschutz
  - NT34.1 Fahrstrom
  - NT34.3 Licht und Kraft
- e) Nachweis über die zu erwartende Höchsttemperatur (Wärmelastberechnung) von Schaltschränken, insofern sich innerhalb elektronische Komponenten befinden
- f) Ermittlung der Störlichtbogenkenngrößen gemäß den Normenreihen VDE 0102 und VDE 0103 sowie die DGUV Information 203-077.

Die Planung der Niederspannungsverteilungen ist in allen Leistungsphasen der HOAI mit der Fachabteilung Licht und Kraft abzustimmen. Dem AN liegt die Koordinationsverpflichtung und terminliche Steuerung für die rechtzeitige Erbringung der vollständigen Planungsunterlagen.

## 1.5 Zuständigkeitsbereiche und Schnittstellentechnik

Für die technischen Anlagen der VGF internen Gewerke/Fachabteilungen sind Strom- und/oder ggf. IT/TK- Versorgungen und Erdungsanschlüsse zu berücksichtigen und planen. Dazu gehören unter anderem:

Fachbereiche und Sachgebiete der VGF	Technische Anlagen/Schnittstellen (Bsp.)
<b>NT3 - Betriebstechnik</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NT31 - Fahrweg</b></li> </ul>	Krananlagen;
- NT31.1 - Instandhaltung Fahrweg	Weichenanlagen;
- NT31.2 - Planung und Bau	Schmieranlagen;
- NT31.3 - Technische Dienste	<i>div. Maschinen;</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NT32 - Systemtechnik</b></li> </ul>	BOS-Gebädefunk und Betriebsfunk;
- NT32.1 - Zentrale Leittechnik	Zentrale Leittechnik (ZLT);
- NT32.2 - Signaltechnik	Brandmeldeanlagen (BMA);
- NT32.3 - Prozessnetzwerk und Kommunikationstechnik	Prozessnetzwerk (PNW);
- NT32.4 - Fahrgastinformation- und Funktechnik	Dynamische Fahrgastinformation (DyFIS); <i>weiteres: ELA, FG, IFE, OBJ, SAA, SuS;</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NT34 - Elektrische Anlagen</b></li> </ul>	Fahrstromanlagen;
- NT34.1 - Fahrstrom	Ladeinfrastruktur;
- NT34.2 - Fahrleitung	Drittverbraucher (Ladengeschäfte, Automaten, Werbeeinrichtungen);
- NT34.3 - Licht und Kraft	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NT36 - Stadtbahnwerkstätten</b></li> </ul>	<i>diverse Maschinen und Anlagen;</i>
<b>NT5 - Projekt- und Gebäudemanagement</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NT53 - Infrastrukturprojekte</b></li> </ul>	Architektur;
- NT53.1 - Neubaustrecken	Bauprovisorische Anlagen;
- NT53.2 - Haltestellen und Stationen	Büro- und Toiletten-Container;
- NT53.3 - Externe Projekte und Objektplanung	Photovoltaik-Anlagen (PV);
- NT53.4 - Brandschutz- und Umbauprojekte	Feststellanlagen (FSA);
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NT55 - Gebäudemanagement</b></li> </ul>	Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär-, Kältetechnik;
- NT55.1 - Heizung Klima Lüftung Sanitär (HKLS)	Aufzüge und Fahrsteppen;
- NT55.2 - Fördertechnik	Feuerlöschanlagen;
- NT55.3 - Bauunterhaltung und Brandschutz	Trinkwassertrennstationen;
- NT55.4 - Objektservice	Rauch-/Wärmeabzugsanlagen (RWA);
<b>NA2 – Vertrieb und Kundendienst</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NA21 - Vertrieb und Kundenmanagement</b></li> </ul>	Verkaufstechnik;
- NA21.3 - Verkaufstechnik	Stationäre Ticketautomaten (STA);

## 2 Allgemeingültig

Um eine Standardisierung der elektrischen Infrastruktur zu gewährleisten, ist das folgende Kapitel 2 für alle Anlagen allgemeingültig. Besonderheiten sind den Kapiteln 3 „Besonderheiten unterirdisch“ und 4 „Besonderheiten oberirdisch“ zu entnehmen. Die für die Planungsaufgabe relevanten Kapitel sind je nach Aufgabenstellung selbstständig zu ergründen.

### 2.1 Mittelspannungsschaltanlagen und Transformatoren

Auf Grundlage der ermittelten Leistungsbilanz ist in Abstimmung mit dem VNB die Notwendigkeit einer Mittelspannungsschaltanlage abzustimmen. Hieraus ergeben sich die Schnittstellen zum Gewerk Licht und Kraft und deren Verantwortlichkeit.

Die Auslegung der Transformatoren hat unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte mit einer Mindestleistungsreserve von 20 % zu erfolgen. Die Nennleistungen der Transformatoren sind mit dem zuständigen VNB zwingend abzustimmen, da im späteren Betrieb der Ersatz für Komponenten bei dem Versorger verfügbar sein muss. Für einen störungsfreien Weiterbetrieb ist die Versorgung grundsätzlich so auszulegen, dass im Wartungsfall ein Transformator als vollständige Reserve dient (n+1). Vorzugsweise sind luftisolierte Mittelspannungsschaltanlagen einzusetzen.

Zur Minimierung der Abstrahlung von magnetischen Feldern der Transformatoren, sind geeignete Positionen in der Planung zu berücksichtigen, um Auswirkungen auf Personen und Anlagen zu vermeiden. Die Einhaltung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) (Verordnung über elektro-magnetische Felder - BImSchV) ist zu beachten. Die Verortung von Transformatoren, in der Nähe von Betriebs- oder Aufenthaltsräumen, ist zu vermeiden. Der Nachweis für die Einhaltung der Grenzwerte ist rechnerisch oder durch eine Messung zu erbringen.

Für alle Transformatoreinheiten ist der Transport zur Verwendungsstelle, im Rahmen der Planung, nachzuweisen. Der Transportweg ist auch im zukünftigen Gebäudebetrieb für ggf. erforderliche Ersatzmaßnahmen sicher zu stellen.

Grundlagen für die Planung bilden unter anderem die EltBauVO, sowie die TAB des jeweiligen VNB.

## 2.2 Niederspannungsschaltanlagen

Der Aufbau der Verteilerhierarchie der Fachabteilung Licht und Kraft hat grundsätzlich wie nachfolgend aufgeführt zu erfolgen:

### Einspeise- / Versorgungsquelle

- HVZV (00)            Zählerverteilung VNB
- NSHV (00)            Niederspannungshauptverteilung
- NEA (00)            Steuerschrank NEA / Umschaltung-AV/SV
- USV (00)            Steuerung USV-Anlage

### Standardverteilungen

- UVZV                Zählerverteilung VNB (für Direktmessungen, z.B. für Drittverbraucher)
- UV                    Unterverteilung
- UUV                 Unter-Unterverteilung (bis 63A)

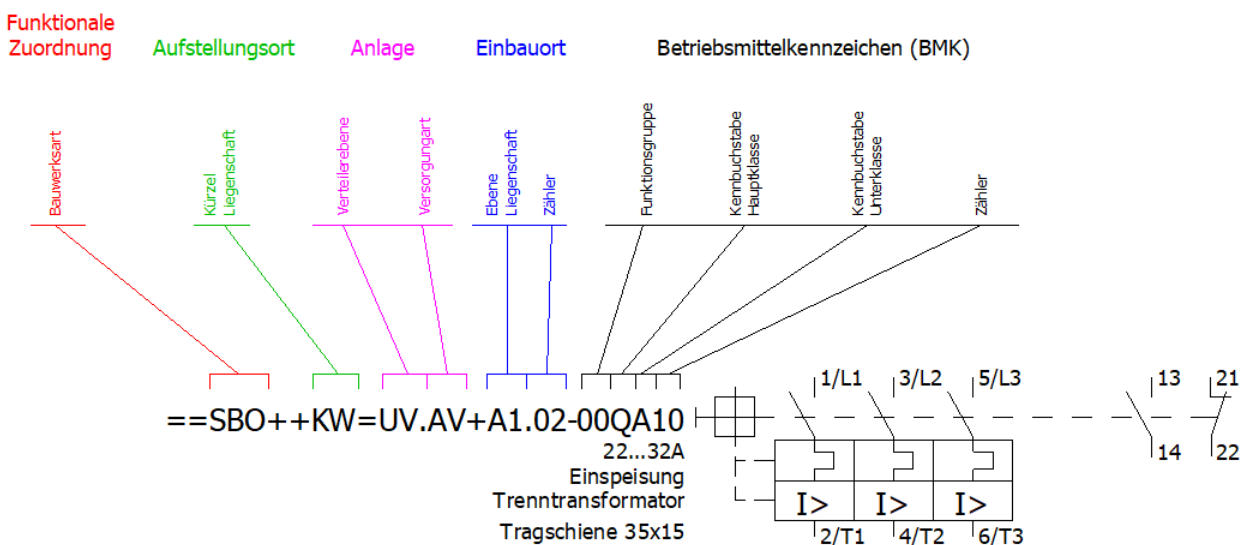
### Sonderverteilungen

- BAS                 (s. Kap. 2.2.6)
- SiBe                Sicherheitsbeleuchtung

Die Schaltschränke sind, unabhängig ob sie in Betriebsräumen oder im Außenbereich aufgestellt werden, mit einer Vorrichtung für Halbzylinder zu planen. Schaltschränke mit Zutrittsberechtigung des VNB müssen entsprechend mit einer Doppelschließung für zwei separate Halbzylinder vorgesehen werden.

Im Allgemeinen gilt es die Besonderheiten von leitfähigen Teilen im Gleisbereich, Im Hinblick auf ggfs. erforderliche Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit der Netzform, wie bspw. den Einsatz von Bahn RCD, oder die Wahl eines Trenntransformators zu beachten.

Die NS-Installationen sind wie folgt zu bezeichnen:



Anlagen:

- 2.2.\_A.\_ELT\_Funktionsgruppen
- 2.2.\_B.\_Eltr01-Leitfähige Teile\_im\_Gleisbereich
- 2.2.\_C.\_Eltr02-Bahnstrom-RCD

### 2.2.1 ZV- Zählerverteilungen

Alle Zählerverteilungen sind gemäß der TAB des Netzbetreibers zu planen und zu errichten. Allgemein gilt es die Integration des Zählers in die NSHV zu prüfen und mit dem VNB abzustimmen. Ist dies nicht möglich, werden sie als separate Einheit errichtet. Die Zählerverteilung des VNB wird als HVZV bezeichnet. Sind zudem Drittverbraucher (z.B. Werbevitriolen oder Snackautomaten) vorhanden, wird eine weitere Unterverteilung Zählerverteilung für Drittverbraucher (UVZV) errichtet.

### 2.2.2 NSHV - Niederspannungshauptverteilung

Die Einspeisung der Hauptverteilungen erfolgt im TN-C-S-System mit 400 V, 50 Hz.

Alle Niederspannungs-Hauptverteilungen für Allgemeinstromversorgung (AV) und Sicherheitsstromversorgung (SV) sind mit folgenden Spezifikationen zu planen:

- a) Einspeisefelder
- b) teilweise mit motorisch betriebenen Leistungsschaltern
- c) Sammelschienen-Längskupplungsfeldern
- d) Leistungsschalter\* für Großverbraucher (>100A)  
*\*in möglichst gleicher Baugröße*  
*\*Aus- und Umbau sollte vorzugsweise ohne Abschaltung der Sammelschiene möglich sein*
- e) Multifunktionsmessgerät zur Messung von Strom, Spannung, Leistung, Frequenz, Leistungsfaktor „cos phi“

Folgende Betriebsdaten und Störungsmeldungen sind mindestens zu erfassen:

- a) Schalterstellungen
- b) Sicherungszustände
- c) Differenzstrom
- d) Betriebsstrom
- e) Netzspannung
- f) Temperaturüberwachung der Verteilung

Es ist eine Übernahme von Einstellwerten aus dem Berechnungsprogramm SIMARIS (jeweils aktuelle Version) zu ermöglichen.

Die Schaltschränke sind für die Möglichkeit zur thermographischen Überwachung gut einsehbar aufzubauen.

Um Stauhitze in den Schaltschränken zu vermeiden sind interne Kühl- und/oder Lüftungssysteme vorzusehen. Falls sich innerhalb der Schaltschränke elektronische Komponenten befinden, ist ein Nachweis über die zu erwartende Höchsttemperatur zu erbringen (Wärmelastberechnung).

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024

Planungshandbuch - Licht und Kraft (KG 440/480)
--

### 2.2.3 Blindstromkompensation

Zur Vermeidung von Blindströmen sind verdrosselte, automatische Kompensationsanlagen nach Projekterfordernis zu planen. Die Festlegung der Abstufung und Ausbau der Schaltgruppen erfolgt, im Bedarfsfall, nach der Inbetriebnahme des Gebäudes und Messungen im Betrieb. Die Aufstellung der Blindstromkompensations-Anlage ist separiert von der Niederspannungsverteilung zu planen.

An ausgewählten Stellen ist ein Netzanalysator zur kontinuierlichen Erfassung der Netzqualität und Weiterleitung an eine zentrale Stelle vorzusehen.

### 2.2.4 UV - Unterverteilungen

Je nach Versorgungsbereich sind separate Unterverteiler zu errichten. Diese orientieren sich, wie schon die NSHV an der Netzart bzw. Versorgungsebene Allgemeinstromversorgung (AV) und Sicherheitsstromversorgung (SV).

Neben den Anforderungen gemäß VDE, müssen alle Verteilungen folgenden mit Anforderungen geplant und errichtet werden:

- a) Spannungsüberwachung mit Meldekontakt
- b) Einspeisesicherungen und Hauptschalter
- c) Überspannungsschutz
- d) Leitungsschutzschalter bzw. Fehlerstromschutzschalter
- e) ausgebaute Platzreserve von > 20%
- f) zusammenhängende Platzreserve >20% für einen späteren Ausbau

Die Reservefelder sind so aufzubauen, dass eine Erweiterung des Elektroverteilers ohne eine Abschaltung des gesamten Verteilers ausgeführt werden kann (Einbau von Gruppenvorsicherungen).

Falls sich innerhalb der Schaltschränke elektronische Komponenten befinden, ist ein Nachweis über die zu erwartende Höchsttemperatur zu erbringen (Wärmelastberechnung).

### 2.2.5 UUV - Unter-Unterverteilungen

Für komplexere/größere Versorgungsbereiche, wie bspw. Unterirdische Stationen sind UUVs vorzusehen. Diese sind Unterverteilungen nachgelagert und auf maximal 63A ausgelegt. Auch hier ist nach der Art des Energienetzes/Versorgungsebene, wie AV und SV zu unterscheiden. Die weiteren fachtechnischen Anforderungen entsprechen sonst denen der Unterverteilungen (siehe Kapitel 2.2.4).

## 2.2.6 UV - BAS-Schrank

Der BAS-Schrank wird aus der Station über einen Trenntrafo versorgt. Der leitfähige Korpus des Schrankes wird mittels Isolierplatten von dem Umgebungspotential erdfrei potentialgetrennt aufgebaut. Sämtliche Verbraucher werden auf diesen Isolierplatten befestigt. Die leitfähigen Gehäuseteile werden mit einem örtlichen erdfreien potentialausgleich miteinander verbunden. Ein Isolationswächter überwacht permanent die Anlage. Bei abnehmenden Isolationswerten meldet der Wächter in Stufe 1 an die Technische Leitzentrale (TLZ). In Stufe 2 wird die Anlage allpolig Spannungsfrei geschaltet.

Die Zuständigkeit des BAS-Schranks selbst obliegt dem Fachbereich Systemtechnik und ist in der separaten Fachplanung des Sachgebietes Kommunikationstechnik enthalten. Die Stromversorgung dieses BAS-Schranks erfolgt durch einen BAS-Kabelverteiler, der als Einbauteil im BAS-Schrank verortet ist. Detaillierte Angaben über die vom BAS-Kabelverteiler herzustellende Stromversorgung befinden sich in den Anlagen. Die Einspeisung wird seitens Licht und Kraft aus einer SV-Verteilung mittels einem Trenntransformator in Abstimmung mit der zuständigen Abteilung zu Verfügung gestellt.

Anlagen:

2.2.6.A. \_\_ EltR06-BAS-Schränke

2.2.6.B. \_\_ Stellungnahme\_BAS-Schrank\_Station-Dom-Römer

2.2.6.C. \_\_ UV-BAS-Schrank

## 2.3 Sicherheitsstromversorgung

Zur Sicherstellung einer zuverlässigen Energieversorgung durch elektrischen Strom werden durch Genehmigungsbehörden, Versicherer, sowie den Betreiber der jeweiligen baulichen Einheit Anforderungen an eine vom öffentlichen Netz unabhängige Energiequelle gestellt.

In Abhängigkeit der zugrunde liegenden Verordnung oder Richtlinie - Forderung des Baurechts - der technischen Anwendungsrichtlinie - z.B. das Regelwerk des Gesamtverbandes der Versicherungswirtschaft, der VdS-Richtlinien - oder eben auch die Bedürfnisse aus der Sicht des Betreibers beachtend, ergeben sich unterschiedliche, im Einzelfall festzulegende Eigenschaften der Sicherheitsstromquelle, bzw. der Ersatzstromquelle. Darüber hinaus wird gem. BOStrab eine netzunabhängige Stromversorgung für alle unterirdischen Bauwerke (wie z.B. Tunnelanlagen, unterirdische Stationen) gefordert.

Beim Ausfall der Allgmeinstromversorgung erfolgt eine automatische Umschaltung auf die Sicherheitsstromversorgung. Die Verteilung der Sicherheitsstromversorgung hat über separate Verteiler, sowie separate Leitungsnetze zu erfolgen.

Es gilt darzulegen welche Art der netzunabhängigen Stromversorgung (z.B. Netzersatzaggregat und/oder USV-Anlage) technisch alle Anforderungen erfüllt und dabei am wirtschaftlichsten ist.

Berechtigte Verbraucher für die Energieversorgung aus einer netzunabhängigen Energiequelle sind beispielsweise:

- a) Sicherheitsbeleuchtungsanlagen;
- b) Beleuchtungsanlagen, welche die Fortsetzung betrieblicher Tätigkeiten sicherstellen (Ersatzstromversorgung)
  - mind. 50% der Stationsbeleuchtung im öffentlichen Bereich
  - 100% Beleuchtung für Treppen, Nebenräume, Kabelkeller, Notausstiege)
  - mind. 50% der Tunnelbeleuchtung
- c) Blitzleuchten und Zugangssperrschilde
- d) Anlagen zur Löschwasserversorgung;
- e) Anlagen zur Rauchableitung (RWA, Nachstromöffnungen, Rauchschürzen);
- f) Feststelanlagen
- g) Lüftungsanlage (Trafostation, Batterieräume, Gleichrichterwerke, Relais-Räume)
- h) Aufzüge mit Brandfallsteuerung;
- i) Feuerwehraufzüge;
- j) CO-Warnanlagen;
- k) Einrichtungen zur Alarmierung und Erteilung von Anweisungen (SAA; Notrufsäulen);
- l) Informationstechnische Einrichtungen (ELA, Funk, ZLT);
- m) Zugsicherungsanlagen;
- n) Entwässerungspumpen;
- o) Rollgitter
- p) Sonstige Anlagen und/oder Betriebsmittel, deren Ausfall die betriebliche Sicherheit oder einen wirtschaftlichen Schaden bedeuten würde;

### 2.3.1 Netzersatzaggregat (NEA)

Bei der Planung eines Netzersatzaggregat wird empfohlen, es so zu platzieren, dass es im Netzersatzfall zu möglichst keiner Beeinträchtigung Dritter - hinsichtlich Schall und Abgas (TA-Luft, TA-Lärm) - kommt. Das Aggregat ist nach den letztgültigen Abgasvorschriften (BImSchG) auszustatten, gleichfalls sind allgemeine Anwendungsrichtlinien wie z. B. die VDE AR-N4105 etc. zu beachten.

Für den Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen und dem Netz, gilt die Technische Richtlinie „Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen mit dem Mittelspannungsnetz des Elektrizitätsversorgungsunternehmens“ sowie die Vorgabe des zuständigen VNB (NRM, Syna, etc.). Es gilt, bei Bedarf, u. a. Einrichtungen zur Begrenzung des Kurzschlussstromes im Netzparallelbetrieb vorzusehen.

Für die Auslegung des Aggregates gilt die DIN 6280-13, ferner gilt es die nachfolgenden Nachweise zu erbringen:

- a) Ereignisbezogene Leistungsbilanzen (1. Netzausfall VNB seitig, 2. komplexer Havarie Fall (Netzausfall VNB + Brandfall, Wassereinbruch, dynamische Brandfallsteuerung, Entrauchungsanlagen, etc.))
- b) Gleichzeitigkeitsfaktoren
- c) Einschaltverhalten der Verbraucher, ggfs. Kaskadierung in Abstimmung mit dem Brandschutzkonzept
- d) Dynamisches Verhalten und Lastaufschaltverhalten des Netzersatzaggregates inkl. Lastwechsel
- e) Umgebungsbedingungen am Aufstellungsort des Aggregates
- f) Reserven für Erweiterungen, ca. 20%
- g) Abgasrohrberechnung
- h) Nachweis zur Führung der Abgasleitung in Abstimmung mit dem Stadtplanungsamt
- i) Nachweis der ausreichenden Kühl- und Verbrennungsluft
- j) Baurechtliche Nachweise z. B. Statik, Prüfstatik
- k) Nachweis der Vollselektivität im Netzersatzbetrieb
- l) Beim Netzparallelbetrieb ist eine Netzverträglichkeitsuntersuchung beim örtlichen VNB durchzuführen

Besondere Anforderungen:

- a) Kurzschlussverhalten mit fünffachem Dauerkurzschlussstrom
- b) Es ist ein Zweilagengenerator mit hochelastischer Flanschkupplung einzusetzen.
- c) Das Aggregat ist für eine variable Aggregate Dauerleistung PRP auszulegen
- d) Berücksichtigung der Leistungsminderung nach Aufstellhöhe inkl. Nachweiserbringung
- e) Aggregate- Kompaktsteuerung vom Typ DEIF AGC4-GER
- f) Ausführungsklasse 1 gemäß DIN 6280-13
- g) Bis 300 kVA: 33% Schiefllast, ab 300 kVA 15 % Schiefllast (mit Prüfung beim Werksprobelauf)
- h) Kraftstoffversorgung für eine Betriebszeit von 12 Stunden bei Volllast
- i) Die Steuerung der NEA muss für den speziellen Betrieb der Sprinklerschaltung gemäß VdS CEA 4001 geeignet sein

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	Planungshandbuch - Licht und Kraft
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	(KG 440/480)
Copyright ©Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main			Seite 14 von 36
Vertraulichkeitsstufe: 2			

- j) Handflügelpumpe mit Fass Stecher mit 20 mm Durchmesser
- k) Externe mobile Not-Reserveeinspeisung auf der A – Ebene (Ausführung mit einem zusätzlichen Generatorschalter mit separaten Leistungsschalter im Steuerleistungsschrank inkl. Zugehöriger Meldeleitung
- l) Die Generatorschalter sind im Raum der NSHV-SV einzubauen
- m) Der Netzkuppelschalter ist Bestandteil der Sicherheitsstromversorgung und daher in den Lastschrank neben der NSHV-SV einzubauen. Er darf nicht in Räumlichkeiten der allgemeinen Stromversorgung angeordnet werden.
- n) Prüfung einer externen Betankung der NEA mit Tankplatz und Überfüllstutzen auf der A-Ebene
- o) Überwachung der Absperrhähne in den Kraftstoffleitungen
- p) Weiterleitung der Stör- und Betriebsmeldungen an die Zentrale Leittechnik, über potentialfreie Kontakte, sowie zusätzlich alle Meldungen der DEIF – Steuerung mittels eines mit der ZLT abzustimmenden Bussystems

Die Möglichkeit einer zeitlich gestaffelten Zuschaltung von Verbrauchern, sowie alle verfügbaren Möglichkeiten zur Verringerung der Anlaufleistung von installierten Verbrauchern, sind auszuschöpfen, um die erforderliche Aggregatleistung (und damit die Investitionskosten) begrenzen zu können. Als Kraftstoff ist Dieselkraftstoff einzusetzen, der Einsatz von Biodiesel ist hierbei nicht zulässig. Zur Abgasführung haben vor Errichtung der Anlage die Abstimmungen mit dem zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister und wegen möglicher gestalterischer Auflagen mit den städtischen Ämtern zu erfolgen. Die Abgasführung ist innerhalb des Gebäudes über besondere Leitungen bis zum Austritt ins Freie 4-seitig I90 zu umkleiden. Sofern Kraftstoffleitungen in nicht einsehbaren Bereichen oder verschlossenen Schächten bzw. im Erdreich installiert werden, ist die Ausführung doppelwandig mit Leck Überwachung auszuführen.

Anlagen:

2.3.1.A.\_\_NEA\_NSHV-SV\_Trennung\_Räumlich

## 2.3.2 Batterieanlagen

Für die Planung und Errichtung von Batterieanlagen ist die durch die VGF erstellte Elektrotechnische Regel „Planen, Ändern, Warten und Errichten von Batterieanlagen“ (EltR04) zu beachten. Der Nachweis des Sicherheitsabstands von Batterien und der Be- und Entlüftung von Batterieräumen (VDE 0510-485-2:2019-04) ist zu erbringen. Geschlossene Batterien z.B. vom Typ OPZs sind aufgrund ihrer Wartungsmöglichkeit und höheren Lebensdauer gegenüber Verschlussenen zu bevorzugen. Bei geschlossenen Brandschutzklappen ist die Starkladung der Batterieanlage zu unterbrechen. Der Ausfall der Lüftung im Batterieraum muss meldungstechnisch überwacht und der Rufbereitschaft Licht und Kraft gemeldet werden, damit diese erforderliche Ersatzmaßnahmen vornehmen kann.

Anlagen:

2.3.2.A.\_\_EltR04-Batterieanlagen

2.3.2.B.\_\_Lüftung\_Sicherheitsabstand\_für\_Batterieräume

### 2.3.3 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Bei Ausfall der Stromversorgung sind alle sicherheits-technischen und betriebsrelevanten Anlagen und Komponenten über diese USV zu versorgen, bis zur Übernahme der Stromversorgung durch die NEA (sofern vorhanden), bzw. der Wiederschaltung der Allgemeinversorgung. Eine zentrale USV-Anlage ist nach Möglichkeit zu bevorzugen, sofern dies aus wirtschaftlichen und technischen Aspekten realisierbar ist. Hierfür bedarf es einer Variantenuntersuchung gegenüber der dezentralen Lösung. Ferner gilt es zu untersuchen, ob Techniken, welche der DIN EN 50171 unterliegen durch diese versorgt werden muss. Darüberhinausgehende Anforderungen sind mit den zuständigen Fachbereichen der VGF abzustimmen. Anlagen welche betriebsbedingt nicht freigeschaltet werden dürfen z.B. das Prozessnetzwerk benötigen neben ihrer USV-Einspeisung eine zusätzliche Einspeisung aus der Allgmeinstromversorgung.

USV berechnete Verbraucher wären beispielsweise DyFIS, Prozessnetzwerk, MOFIS, Kamera, Notrufinformationssäulen, ZLT, Stationssperrschilder, Blitzleuchten, Rauchschürzen, Feststelleinrichtungen etc.. Verbraucher wiederum, welche über eine eigene zertifizierte USV verfügen müssen, wären beispielsweise Verbraucher wie die BMA, sowie die SAA.

Die Dimensionierung der USV ist für eine Überbrückungszeit von mind. 5 Minuten auszulegen, sofern behördlich keine längeren Überbrückungszeiten gefordert sind und die SV-Stromversorgung nachfolgend die automatisch anlaufende NEA übernimmt.

Insofern der Einsatz einer NEA aus Projektumständen nicht möglich sein sollte, muss die USV-Anlage alle notwendigen Versorgungen für sicherheitsrelevante Anlagentechnik übernehmen.

Eine entsprechende gesonderte Leistungsermittlung für betroffene Anlagen, mit gesonderter Risikobewertung für den möglichen Anlagenausfall, ist aufzubereiten und während der Planungsphase abzustimmen.

Es sind modulare unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen der Klassifizierung VFI-SS-111 nach IEC 62040-3 einzusetzen. Ein Bypass-Schalter für Wartungsmaßnahmen ist vorzusehen.

Die Batterien sind mit Frontterminal im Schrank oder auf Stufengestell auszuführen.

Dynamische USV-Anlagen müssen für die betriebssichere Aufschaltung, sowie den Dauerbetrieb an einer Ersatzstromversorgung, mittels Dieselaggregate, geeignet sein. Aus Gründen der Betriebssicherheit ist die Versorgung grundsätzlich immer in „n+1“ gefordert.

## 2.4 Meldungen und Steuerungen

Im Zuge einer zukunftsweisenden Digitalisierung sind alle technischen Neuanlagen an die vorhandene Zentrale Leittechnik (ZLT) anzubinden. Dies dient beispielsweise der Datenerfassung, Steuerung der Beleuchtung (DALI), dem Energie-Monitoring, der Überwachung/Steuerung des Sicherheitslichtgerätes.

Entsprechend der technischen Ausstattung gilt es die nachfolgenden Meldungen je Anlage anzuzeigen und weiterzuleiten:

- a) Vorwarnung – ausgelöst bei Transformatoren; (gilt für unterirdische Stationen)
- b) Überschreitung von zulässigen Anlagentemperaturen
- c) Feuchtesensor
- d) Türüberwachung
- e) Unterspannung, Überspannung
- f) Überlast, Kurzschluss, Sicherung ausgelöst
- g) Betriebsart, Betriebsstellung
- h) Blindleistung „cos phi“
- i) Leistung, Energieverbrauch

Mögliche Meldungen pro Funktionsgruppe sind in der Anlage aufgelistet, diese gilt es projektbezogen mit dem AG abzustimmen.

Anlage:

2.4.\_.A.\_ELT\_Meldungen

## 2.5 Verlegesysteme und Bauliche Anforderungen

### 2.5.1 Doppelboden / Hohlraumboden

In elektrischen Betriebsräumen sind, nach Möglichkeit, durchgängig Schaltwart-Doppelböden einzusetzen. Die Doppelböden sollen nicht brennbar sowie für eine Punktlast von mindestens 5.000 N, schubsicher, für Mittel- und Niederspannungsräume geeignet sein. Der Nachweis über die ausreichende Tragfähigkeit des Bodensystems ist zu erbringen.

Für die Installation der Schaltschränke, in den elektrischen Betriebsräumen, ist grundsätzlich eine metallene Rahmenkonstruktion zu planen und auszuführen. Auf dieser sind die Schaltschränke bzw. Elektroverteilungen zu positionieren. Die genauen Abmessungen der jeweiligen Schaltschränke bzw. der Rahmenkonstruktionen sind während der Ausführungsplanung festzulegen und während der Werks- und Montageplanung zu präzisieren. Eine Anordnung von Reservefeldern ist bei der Planung zu berücksichtigen.

Die Planung des Doppelbodens ist brandmeldetechnisch zu berücksichtigen, ggfs. sind hierbei Brandmeldeeinrichtungen erforderlich.

### 2.5.2 Kabel und Leitungen

Die VGF spezifischen Informationen bzgl. dem Einsatz von Kabel und Leitungen sind der Kabelrichtlinie (siehe Anlage) zu entnehmen.

Insofern redundante Kabel und Leitungen erforderlich werden, sind diese auf separaten Wegen und räumlich getrennt zu installieren. Ist dies baulich bedingt nicht umsetzbar, so gilt es den Sachverhalt entsprechend abzustimmen.

Die Planung/Ausführung von Parallelkabeln, gleichen Querschnittes, ist grundsätzlich möglich, insofern es die elektrischen Leistungen erforderlich machen und/oder Erleichterungen in der Ausführung zu erwarten sind.

Anlage:

2.5.2.A.\_\_AAW\_01-24\_Kabel und Leitungen

### 2.5.3 Kabeltragsysteme

Die Verlegung der Energiekabel erfolgt, je nach baulicher Anforderung, in unterschiedlicher Art und Weise. Vorrangig sind bei Planung und Ausführung folgende Anordnungen zu wählen:

- 1) Es sind Kabeltrassen für eine horizontale Führung und Steigtrassen für eine vertikale Kabelanordnung zu wählen. Kabelsammelhaltersysteme, oder Profilschienen sind nur bei baulich schwierigen Bedingungen einzusetzen, wenn Kabeltrassen nicht über längere Distanzen, ohne den Einsatz vieler Formteile wie Bögen, gerade geführt werden können. Im öffentlichen Bereich und insbesondere in Flucht- und Rettungswegen sind Kabeltragsysteme aller Art aus Kunststoff nicht zulässig.

- 2) In Außen- und Innenliegenden Bahnsteiganlagen oder gleichartigen Bauwerken sind Kabelschutzrohre und Kabelzugschächte vorzusehen. Siehe hierzu auch nachfolgenden Punkt 2.5.4.

Aus Gründen der Beeinflussung, sind die Kabel und Leitungen für Starkstrom und Schwachstrom auf getrennten Wegen/Trassen mit Abstand zu verlegen.

Die Kabel- und Leitungen für unterschiedliche Versorgungsanforderungen sind je nach Art der Versorgung, getrennt zu verlegen. Dies gilt für bspw. die Allgemeinstromversorgung, Sicherheitsstromversorgung, Fahrstromtechnik und die System- und Nachrichtentechnik.

Neben den in Absatz 1.3 genannten einschlägigen Regelwerken, hat die Errichtung der elektrischen Leitungsanlage insbesondere den Anforderungen der Leitungsanlagen-Richtlinie, sowie der Landesbauordnung und deren Schutzziele zu genügen.

Trassen für Kabel und Leitungen mit Funktionserhalt (SV-Trassen) sind grundsätzlich immer an höchster Stelle anzuordnen. Sollte in vereinzelt Fällen dies nicht möglich sein, sind geeignete Maßnahmen festzulegen, um den Funktionserhalt zu gewährleisten. Der Nachweis ist im Rahmen der Entwurfsplanung zu führen und während der Ausführungsplanung zu verifizieren.

Auf allen Trassen ist eine nutzbare Platzreserve von mindestens 30 % vorzuhalten. Dies gilt (insofern erforderlich) auch für entsprechende Brandschotts und/oder Reservevorhaltungen in Kabelschächten.

Trassen sind so zu planen und zu errichten, dass jederzeit die Zugänglichkeit für Montage und Nachinstallationen gewährleistet ist.

Alle Kabeltragsysteme sind vorzugsweise aus feuerverzinktem Stahl, gemäß DIN EN ISO 1461, gefordert.

Die Planung und Dimensionierung der Gewerkeübergreifenden Kabeltragsysteme obliegt dem Planenden und führt darüber hinaus die übrigen Kabelzuggewerke wie z.B. Fahrstromtechnik, System- und Nachrichtentechnischen Gewerke, sowie der Gebäudeautomation.

Weiterführende Kabeltragsysteme, Sammel- oder Einzelbefestigungen sind durch die Gewerke eigenständig zu planen und zu errichten.

Durchgängige Kabeltragsysteme sind in den Potentialausgleich mit einzubinden. Ferner sind systemspezifische Bauteile des Herstellers zu verwenden, welche die niederohmige Verbindung gewährleisten.

Die Belastung, sowie prozentuale Belegung der Kabeltrassen inkl. zugehöriger Durchbrüche und deren Schottungen gilt es im Rahmen der Ausführungsplanung nachzuweisen.

## 2.5.4 Kabelführung in Außenanlagen

### Planung und Ausführung

Die Trassenplanung in den Haltestellen und Stationsbereich obliegt dem Planenden Licht und Kraft. Der Trassenbau muss mit dem AG abgestimmt werden, da je nach Umfang der Baumaßnahme verschiedene Zuständigkeiten existieren.

Die Trassenplanung im Bereich der Gleisstrecke obliegt der Fachplanung der betroffenen Gewerke, welche die Trasse für ihre Kabelverlegung nutzen.

Der Trassenbau im Bereich der Gleisstrecke obliegt dem Fachbereich Fahrweg.

### Kabelschutzrohre

Als Kabelschutzrohre sind Rohre mit glatter Innenfläche einzusetzen. Die Leerrohre sind bis zur Innenkante von Schächten zu führen, um eine ordnungsgemäße Abdichtung zu ermöglichen. Im Allgemeinen sind Rohröffnungen vor dem Eindringen von Fremdkörpern zu schützen, dies gilt auch im Sockelbereich von Schaltschränken.

Übergänge/Verbindungen/Anschlüsse sind mit Steck- oder Klebemuffen sowie glatte bzw. fließende Übergänge ohne Kanten zu realisieren. Bögen sind in möglichst großen Radien zu realisieren. Wenn mehrere Rohre verlegt werden müssen, sind diese grundsätzlich mit Abstandshaltern einzuplanen bzw. einzubauen. In jedem Kabelzugrohr ist ein Zugseil vorzusehen.

### Kabelschächte

An den folgenden Punkten müssen Kabelschächte vorhanden sein, um die Verkabelung bzw. eine Nachverkabelung und Wartung der Kabelzugrohre zu ermöglichen:

- an Kreuzungspunkten
- überall, wo der Trassenverlauf eine Richtungsänderung erfährt
- entlang geschlossener Trassen sind spätestens nach 25m Kabelschächte einzuplanen

Bei der Auswahl der Schächte gilt es das vorliegende Bodengutachten zu berücksichtigen.

Die Fertigungsklasse der Schächte/Schachtabdeckungen ist entsprechend der Befahr-/Begehbarkeit festzulegen, siehe hierzu aktuelle Zulassung beim Eisenbahn-Bundes-Amt ([www.eba.bund.de](http://www.eba.bund.de)).

Im öffentlichen Bereich und bei Schächten/Trassen mit erhöhten Sicherheitsanforderungen, sind nach Rücksprache mit der VGF, Schachtdeckel mit „Sicherheitsverschluss“ einzusetzen.

Bei Schachtabdeckungen mit Lüftungsöffnungen ist eine korrosionsfeste Schmutzfangschale vorzusehen.

Die Aufnahme der Schachtabdeckung ist aus korrosionsbeständigem Material auszuführen.

Der Einsatz von tagwasserdichten Schächten ist zu prüfen.

Im Bereich von oberirdischen Haltestellen und Stationen gilt es die VGF Normalie in den Anlagen zu beachten

### Kabeldurchführungen

Gebäudeseitig ist ein geprüftes Kabeldurchführungssystem = 25 m Wassersäule (wie z.B. Hauff Baureihe HSI 150) zu verwenden.

Zur Führung der Kabel durch Außenwände von Gebäuden, sind Kabeldurchführungen vorzusehen. Diese sind gas- und wasserdicht auszuführen. Ebenfalls ist der Brandschutz zu gewährleisten.

Bei Neubauten sind Doppeldichtpackungen entsprechend der Wandstärke in die Schalung der Außenwand eingebracht und bündig einzubetonieren. In diese Dichtpackungen werden beidseitig Dichteinsätze eingeschraubt. Die Sicherheitsschotts sollen bis zu einem Druck von 2,5 bar gas- und wasserdicht sein. In Abhängigkeit zur Wandstärke der Außenwand sollen die Schotts der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-9 entsprechen.

Anlagen:

2.5.4.A. \_\_Normalie\_Leerrohreinführung\_Lichtmast\_mit\_Köcherfundament

2.5.4.B. \_\_Betonschächte-VGF\_(Kabelschächte)

## 2.6 Erdung, Potentialausgleich und EMV-Schutzmaßnahmen

Bei der Planung von Erdungs-, Potentialausgleichs- und EMV-Schutzmaßnahmen ist das Gesamterdungskonzept zu beachten. Sollte kein Erdungskonzept existieren ist dieses durch einen zugelassenen Sachverständigen zu erstellen. Insofern Teilbauwerke an einen Bestand anschließen, sind Maßnahmen/Verbindungen zu dem bestehenden Erdungssystem erforderlich.

### Rückleiteranbindung

Generell muss eine Erdung aller leitfähigen Teile erfolgen, welche im Rissdreiecksbereich (des gerissenen Fahrdrahtes, siehe hierzu auch die Zeichnung in der Anlage) liegen. Diese sind in den Potentialausgleich (120mm<sup>2</sup> Cu) mit einzubeziehen. Der entsprechende zulässige Widerstandswert zur Leitfähigkeit wird vom Sachgebiet Fahrstrom festgelegt und ist dort zu hinterfragen. Der angegebene, zulässige Widerstandswert ist in der Ausschreibung aufzuführen.

Wegen der Gefahr einer Spannungsverschleppung sind flächige Metallteile (wie z.B. eine Metallvorhangfassade o.Ä.), die länger als 15 m (parallel zum Gleis), oder breiter als 2 m sind (quer zum Gleis), elektrisch zu unterbrechen (lichter Abstand 4 cm), oder mit in den Potentialausgleich einzubinden.

Weitreichendere allgemeine Anforderungen sind in der VDE 0115-3 geregelt.

Anlagen:

2.6.\_A.\_Oberleitungs- & Stromabnehmerbereich nach DIN EN 50122-1

2.6.\_B.\_VDV-Schrift 507-Schutzmaßnahmen\_el.\_Energieanlagen\_an\_Strecken

### 2.6.1 Unterirdische Bereiche

Erdungsfestpunkte sind in „Kurschlussstrom tragfähiger Ausführung“ als 120mm<sup>2</sup> CU zu planen und auszuführen.

Für Erdungslängsseile im Tunnel, sind nach Vorgabe der VGF, generell Querschnitte von 120 mm<sup>2</sup> Cu gefordert (Hinweis: gemäß Vorschrift wäre hier ein Querschnitt von mindestens 35 mm<sup>2</sup> Cu ausreichend). Gleichfalls wird empfohlen, Erdungslängsseile nicht in Kabeltrögen zu planen/auszuführen, sondern oberhalb (der Kabeltröge) „ca.“ in Handlaufhöhe zu platzieren/führen. Dadurch ist eine bessere Revisionsbarkeit der Erdungslängsseile, sowie eine komfortablere Anbindung von Bauteilen gewährleistet.

Aufzugsanlagen sind immer in die Erdungsmaßnahmen einzubinden.

## 2.6.2 Oberirdische Bereiche

Die Erdungsanlagen beider Bahnsteigsseiten müssen potentialgleich miteinander verbunden werden. Der Anschluss dieser Verbindung mittels Kupferkabel erfolgt auf beiden Bahnsteigseiten an die am nächsten gelegenen PAS-Potentialausgleichsschienen.

Zur besseren Erreichbarkeit der Erder sind pro Bahnsteig an beiden Enden der Bänder separate Schächte vorzusehen. In allen vier Schächten ist der Bänder an eine PAS anzuschließen, um zu einem späteren Zeitpunkt weitere Bauteile des Bahnsteiges anschließen zu können.

Weitere Details können der Anlage entnommen werden.

Elektrisch leitfähige Bauteile, wie z.B. Möblierungen Auf- und Einbauten sind grundsätzlich in die Erdungsmaßnahme einzubeziehen, insofern sie im Rissdreiecksbereich der Fahrleitung liegen.

Für Beleuchtungsmaste, Fahrleitungsmaste, oder Mülleimer sind keine gesonderten Erdungsmaßnahmen erforderlich, da sie als leitfähige Bauteile mit „geringer Abmessung“ betrachtet werden und die Beleuchtungskörper generell in „Schutzklasse II“ vorzusehen sind. Sofern ausschließlich Schutzklasse II Geräte zum Einsatz kommen, endet der in der Zuleitung mitgeführte PE-Leiter im Kabelübergangskasten (KÜK) welcher ebenfalls über die Schutzklasse II verfügt.

Jeder Erder muss gemäß den folgenden Anforderungen errichtet werden:

- 1) Alle Bauteile des Erders müssen aus Edelstahl (Werkstoff: Molybdänstahl V4A, Werkstoffnummer 1.45.71) bestehen, um dauerhaft Materialkorrosion so gut wie möglich entgegenzuwirken bzw. zu vermeiden.
- 2) Der Erder ist erdfühlig zu verlegen. Es wird empfohlen, den Erder als Bänder unter dem Niveau der Sauberkeitsschicht des Bahnsteigkantenprofils zu verlegen und mittels geeigneter Anschlussfahnen an die Potentialausgleichsschiene der 400V-Anlage anzuschließen. Zweckmäßigerweise soll sich dieser Anschluss in einem Schacht in der Nähe der PAS-Schiene befinden, um Verbindungswege kurz zu halten und den elektrischen Widerstand zu verringern. Der Bänder ist hochkant zu verlegen und mittels der vorgesehenen Erdspeie im Erdreich zu befestigen.
- 3) Nachweis des tatsächlichen Erdungswiderstandes mittels Messung der elektrischen Anlage bei Verlegung des Erders während der Errichtung vor Ort. Die Wirksamkeit eines jeden Erders ist abhängig von den örtlichen Bodenverhältnissen und dem Aufbau des Erders. Es müssen ein oder mehrere Erder entsprechend den Bodenverhältnissen und dem geforderten Wert des Erdungswiderstandes ausgewählt werden.“ Als Richtwert sind <10 Ohm anzustreben, Abweichungen gilt es mit dem zuständigen Projektleiter Licht und Kraft abzustimmen.
- 4) Sollte der erforderliche Erdungswiderstand damit nicht erreicht werden, kann ein zusätzlicher Erder bspw. Tiefenerder, oder Strahlerder eingebracht werden. Bei der Verwendung von Tiefenerdern ist allerdings zuvor eine Kampfmittelsondierung durchzuführen.

**Zusatzbemerkung:**

Der Erder dient der Verbesserung der Netzqualität, sowie zum Ableiten von Überspannungen. Er ist nicht geeignet, um Fehlerströme bzw. Berührungs-spannungen der elektrischen Fahrstromanlage abzuleiten, oder eine Schutzeinrichtung der elektrischen Fahrstromanlage auszulösen.

Die Potentialausgleichsschiene der elektrischen 400V-Anlage pro Bahnsteig ist deshalb über eine Spannungsbegrenzungsvorrichtung (RVL, oder SDS) an den Rückleiter der Fahrleitung anzuschließen. Die Abschaltbedingungen für die elektrische Fahrstromanlage werden unabhängig vom Erder eines Bahnsteiges durch das Gewerk Fahrstrom ermittelt. Da die elektrische Leitfähigkeit von Edelstahl sehr gering ist (7 Mal schlechter als Stahl), ist nach Möglichkeit kein Edelstahl für zu erdende Bauteile auf dem Bahnsteig selbst (z. B. Geländer, Wartehalle sowie Schaltschränke oder Halterahmen) einzusetzen.

**Anlagen:**

2.6.2.A. \_\_Schemata\_Erdungskonzept\_Station-Haltestelle\_oberirdisch

**2.6.3 Blitzschutz**

Zur Erstellung der Blitzschutzanlage sind für Gebäude Risikoanalysen gemäß VDE 0185-305-2 durchzuführen. Daraus resultiert die Notwendigkeit einer Blitzschutzanlage und dessen Blitzschutzklasse, diese ist mit dem AG abzustimmen. Alle notwendigen Trennungsabstände sind rechnerisch zu ermitteln und zu dokumentieren, insbesondere die jedes Ableiters. Es sind funktionsgerechte Blitzschutzzonen gemäß Risikoanalyse auszubilden (Blitzschutzzonenkonzept). Umzusetzende Schutzmaßnahmen sind mit dem Abschluss der Risikoanalyse und allen Beteiligten festzulegen.

**2.6.4 Anlagenübersicht zu EMV Schutzmaßnahmen**

Für Installationen im Tunnel und anderen Orten, wo ein Feuerwehr BOS Funk zum Einsatz kommt, ist folgendes zu beachten:

Leuchten müssen die Vorschriften der BDBOS für TETRA-Funksysteme einhalten, diese schreiben vor:

Störstrahlung max. -120 dBm im Frequenzbereich von 380 bis 396.5 MHz mit einer Kanalbreite von 25 kHz und einem Messabstand von 1m, mindestens jedoch gem. DIN EN 55022 Grenzwertklasse "A" (für industriellen Einsatz geeignet).

Es gilt die allgemeingültigen Normen der DIN EN und des VDE zu beachten.

## 2.7 Allgemeine Installationsanforderungen

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel sind so anzuordnen, dass genügend Platz für die erste Errichtung und für das spätere Auswechseln einzelner elektrischer Betriebsmittel vorhanden und die erforderliche Zugänglichkeit zum Betreiben, Prüfen, Besichtigen, Instandhalten und Reparieren gegeben ist.

In Technikzentralen und Lagern erfolgt die Installation auf Putz (AP) in Rohren.  
In Büro und Aufenthaltsräumen sind Brüstungskanäle vorzusehen.

Folgende Vorgaben sind mindestens für die Stromkreisbelegung einzuhalten:

- a) Verbraucher ab 1,5 kW erhalten separate Stromkreise
- b) max. 3 Räume an einem Beleuchtungsstromkreis
- c) max. 6 Schuko Steckdosen an einem Stromkreis
- d) Stromkreise von Beleuchtung und Steckdosen sind zu separieren

Es gilt Steckdosenkombinationen in ausreichender Anzahl einzuplanen und die Variation (230V/400V) mit den Betreibern abzustimmen. Steckdosenkombinationen, welche im Gleichstrom-Bahnbereich installiert, werden müssen gem. der VDV 509 über einen Bahn-FI verfügen. Für die Auslegung einer Steckdosenkombination kann die vordefinierte VGF-spezifische Lösung verwendet werden, welche auch in den Tunnelanlagen zum Einsatz kommt. Siehe hierzu Kapitel 3.1.

## 2.8 Beleuchtungsanlagen

### 2.8.1 Allgemeines

Grundlegend für die Planung sind die DIN EN 12464, die VDV 535, die ASR, TRStrab EA und BOStrab zu verwenden. Bei abweichenden Angaben gilt es die höherwertigere Anforderung umzusetzen.

Es sind langlebige, energieeffiziente und wartungsarme LED-Leuchten, sowohl für den Innenbereich als auch den Außenbereich einzusetzen.

Die Leuchten müssen mindestens eine Nutzlebensdauer von  $L70/B10\ 25^{\circ}\text{C} > 50.000\ \text{h}$  aufweisen.

Generell sind Leuchten der Schutzklasse II zu verwenden. In Ausnahmefällen bspw. bei Strahlern kann hiervon nach Rücksprache mit dem AG abgewichen werden. Leuchten der Schutzklasse I müssen erdungstechnisch insbesondere im Hinblick auf den Rissdreiecksbereich überprüft und entsprechend geschützt werden.

Bei der Lichtplanung gilt es eine Nutzerabfrage vorzunehmen, um beispielsweise Anforderungen hinsichtlich der örtlich auszuführenden Tätigkeiten, ebenso wie darüber hinausgehende Anforderungen wie bspw. Effektbeleuchtung, oder Human Centric Lighting/tunable white mit zu erfassen.

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024

Planungshandbuch - Licht und Kraft (KG 440/480)
--

Die Steuerung der Beleuchtung erfolgt grundsätzlich über den DALI-Standard.

Bereiche, in denen der Einsatz eines DALI-Busses nicht wirtschaftlich ist, sollen die Leuchten dennoch in DALI-Ausführung vorgesehen werden, jedoch können diese über herkömmliche Schalter, Präsenzmelder etc. betrieben werden.

Nicht öffentliche Bereiche werden mittels Präsenzmeldern gesteuert. Werkstattbereiche, sowie Büroräume, oder Sondernutzungen (Ladengeschäfte etc.) sind hiervon ausgenommen.

Bei der Auswahl der Leuchten sollten vorzugsweise solche zum Einsatz kommen, welche für den bahnspezifischen Bereich entwickelt wurden bzw. über hohe Qualitätsstandards verfügen. In jedem Fall gilt es Rücksprache mit dem AG zu halten, um bspw. Synergieeffekte im Bereich der Instandhaltung und Standardisierung zu erzielen.

Die zu planenden und auszuführenden Leuchten sollten vorzugsweise den Vorschriften der VDE in ihrer neuesten Fassung entsprechen und das VDE- Zeichen gemäß DIN VDE 0711 entsprechend EN 60 598, bzw. nach DIN VDE 0710 tragen. Bei Abweichungen hiervon ist die Freigabe durch den AG einzuholen.

Alle Metallteile der Leuchten und das Montagezubehör müssen gegen Korrosion beständig sein.

Die Schlagfestigkeit gilt es entsprechend der Örtlichkeit mit dem AG abzustimmen. Generell gilt in öffentlichen Bereich dürfen die Leuchten IK08 nicht unterschreiten, darüber hinaus kann es an Vandalismus gefährdeten Stellen, oder solchen mit geringer Montagehöhe erforderlich sein die Leuchten in IK10 auszuführen.

Im Rahmen der Ausführungsplanung gilt es den Nachweis zu erbringen, dass die Leuchten entsprechend ihres Einsatzortes hinsichtlich der Schutzart, Blendwirkung, Ex-Schutzanforderungen, Umwelteinflüssen, Chemikalien, besonders ausgesetzten Verschmutzungen (z.B. Taubenschutz) ausgewählt wurden.

Die Beleuchtungsanlage ist in den „Betriebsarten“ Allgemeinbeleuchtung, Netzersatzbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung, Effektbeleuchtung zu planen und umzusetzen, entsprechend getrennte Versorgungsleitungen und Steuerungen gilt es einzuplanen.

In Bauwerken, in denen unabhängig von der Sicherheitsstromversorgung eine zusätzliche Netzersatzstromversorgung vorhanden ist, sind 50% der Allgemeinbeleuchtung über den SV-Verteiler zu betreiben.

Die Bahnsteig-Beleuchtung wird über mindestens zwei unabhängige Stromkreise pro Betriebsart gespeist, wobei dies unter Beachtung der drei Phasen alternierend erfolgen muss. Die DALI-BUS Linie wird je Bahnsteig von Leuchte zu Leuchte durchgeschliffen. Eine Verbindung der Bahnsteige untereinander erfolgt nicht. Jeder Bahnsteig hat eine unabhängige DALI-Linie. Das DALI-Signal soll vorzugsweise mit der Versorgungsleitung geführt werden.

Um die Summe der Stromkreise nicht zusätzlich in die Höhe zu treiben gilt es Leuchten Treiber mit geringen Einschaltströmen auszuwählen und den rechnerischen Nachweis der maximalen Anzahl an Leuchten pro Stromkreis zu erbringen.

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	Planungshandbuch - Licht und Kraft
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	(KG 440/480)
Copyright ©Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main			Seite 26 von 36
Vertraulichkeitsstufe: 2			

Im Rahmen der Ausführungsplanung müssen Lichtberechnungen erstellt und dem AG zur Freigabe vorgelegt werden. Zudem muss ein Messpunkteplan basierend auf dem Grundrissplan erstellt werden. Die Messflächen müssen in jeweilige Nutzungs- und Auswertungsbereiche unterteilt werden.

Zugehörig zum Messpunkteplan muss ein Messprotokoll erstellt werden, ein entsprechendes Beispiel findet sich im Anhang 4.2.1.A und B. Messflächen, welche aufgrund ihrer Geometrie und Beleuchtungssituation identisch sind, müssen als solche kenntlich gemacht und entsprechend nur einmal auf gemessen werden.

Das Messprotokoll muss mindestens die nachfolgenden Angaben beinhalten:

- a) Mittlere Beleuchtungsstärke
- b) Minimale Beleuchtungsstärke
- c) Maximale Beleuchtungsstärke
- d) Gleichmäßigkeit/Ungleichmäßigkeit
- e) Forderungen entsprechend der referenzierten Normen, Richtlinien und Vorschriften
- f) Auswertung der Ergebnisse
- g) Datum und Uhrzeit der Messung
- h) Angabe der Temperatur, Lichtbedingungen
- i) Angabe des Messgerätes inkl. Kalibrierdatum
- j) Unterschrift des Protokollerstellers

Anlagen:

2.8.1.A. \_\_Beispiel\_ Beleuchtungsstärkemessung

2.8.1.B. \_\_Beispiel\_ Messpunkte-Lageplan

## 2.8.2 Sicherheitsbeleuchtung

Für alle Bauwerke und/oder Teilbauwerke der ober- und unterirdischen Gebäudeanlagen sind jeweils eigene Sicherheitsbeleuchtungs-Anlagen zu planen, welche eine sichere Entfluchtung gewährleisten.

Die Sicherheitsbeleuchtung ist gemäß den behördlichen Forderungen sowie den gültigen Normen und Richtlinien zu planen und auszuführen. Auf die Berücksichtigung von Hinweisen und/oder Auflagen aus der Planfeststellung/Baugenehmigung wird gesondert hingewiesen. Das Sicherheitslichtgerät sollte vorzugsweise in einem eigenen Raum, oder dem SV Raum aufgestellt werden, in begründeten Ausnahmefällen kann hiervon abgewichen werden, sofern die Anlage in einem typgeprüften Elektroverteiler mit Funktionserhalt montiert wird. Vorzugsweise ist die gesamte Verkabelung der Sicherheitsbeleuchtung in E30 auszuführen.

Innerhalb eines Brandabschnittes kann es vor allem in Bestandsbauten erforderlich sein hiervon abzuweichen.

Die Nennbetriebsdauer der Sicherheitsbeleuchtung richtet sich nach der Art der baulichen Anlage. Diese gilt es dem Bauschein, oder dem Brandschutzkonzept zu entnehmen.

Die Störmeldeweiterleitung erfolgt über die ZLT an die Betriebsleitstelle.

Bei der Auswahl der Sicherheitsleuchten ist der Nachweis zu erbringen, dass diese die Forderungen gem. EN 60598-2-22 „Besondere Anforderungen – Leuchten für Notbeleuchtung“ erfüllen. Ferner muss sichergestellt werden, dass die ausgewählten Leuchten zum vorhandenen, oder neuem Sicherheitslichtgerät passen und die sichere Funktion somit gewährleistet ist.

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	Planungshandbuch - Licht und Kraft
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	(KG 440/480)

Im Rahmen der Ausführungsplanung muss ein Grundrissplan mit allen vorhandenen Teilnehmern, deren Adressen, Typ und Leistungsaufnahme erstellt werden. Basierend hierauf gilt es ebenso ein Schema in Form eines Liniendiagrammes zu erstellen, in welchem zusätzlich zu den vorigen Angaben noch die Raumnummern anzugeben sind.

Ferner müssen nachfolgende Berechnungsnachweise im Rahmen der Ausführungsplanung erbracht werden:

- a) Berechnung der Vorsicherung
- b) Berechnung der Einschaltstromspitze pro Stromkreis
- c) Nennbelastung pro Stromkreis (max. 60%)
- d) Gesamteinschaltstrom Leuchte + Adressbaustein
- e) Auswahl des Adressbausteines anhand z.B. der Nenn- und Fehlerströme
- f) Spannungsfall AC/DC
- g) Kurzschlussstrom AC/DC
- h) Querschnittsermittlung unter Angabe des Spannungsfalles, sowie des Kurzschlussstromes für AC/DC in E30/E90
- i) Batteriekapazitätsberechnung
- j) Sicherheitslicht Beleuchtungsberechnung\*  
*\*ausschließlich mit Direktanteilen, ortsbezogenen Wartungsfaktoren und einer Messflächenhöhe von maximal 20cm über des jeweiligen Bewertungsbereiches*
- k) Sicherheitsbeleuchtungs- Messpunkteplan und Messprotokoll
- l) Berechnung der Be- und Entlüftung von Batterieanlagen gemäß „Elt R04“

### 3 Besonderheiten unterirdisch

Bei einigen unterirdischen Stationen handelt es sich um sogenannte Gemeinschaftsbauwerke der VGF, ASE, DB, folglich gilt es die Verkehrssicherungspflicht im Rahmen der Entwurfsplanung zu erfragen.

Leuchten welche in schwer zugänglichen, oder dauerhaft ausgeleuchteten Bereichen verbaut werden müssen eine Nutzlebensdauer von mindestens  $L70/B10\ 25^{\circ}\text{C} > 100.000\text{h}$  aufweisen.

Die Lichtfarbe ist auf 4.000K auszulegen. Die Leuchten sind mindestens mit nicht brennend abtropfenden Materialien vorzusehen, beispielsweise Polycarbonat. Der Nachweis ist bis zur Genehmigungsplanung zu erbringen, darüber hinaus gilt es die Vorgaben des Brandsachverständigen einzuhalten. Im Bahnsteigbereich sind alle Leuchten mit Geräteanschlusssteckern vorzugsweise des Herstellers Wieland zu versehen. Entsprechend gilt es die passenden Anschlussleitungen in Buchsen Ausführung mit einzuplanen. Stecker, sowie Buchsen müssen für den Einsatz von DALI zertifiziert und entsprechend farblich codiert sein.

Die Leuchten müssen die Vorschriften der BDBOS für TETRA-Funksysteme einhalten, diese schreiben vor:

Störstrahlung max. -120 dBm im Frequenzbereich von 380 bis 396.5 MHz mit einer Kanalbreite von 25 kHz und einem Messabstand von 1m, mindestens jedoch gem. DIN EN 55022 Grenzwertklasse "A" (für industriellen Einsatz geeignet).

#### 3.1 Tunnelanlagen

Generell sind alle elektrischen Verbraucher im Tunnel durch die Elektroanlagen der angrenzenden unterirdischen Stationen zu versorgen. Tunnelabschnitte, die sich zwischen zwei unterirdischen Stationen befinden, sollen zwecks Reduzierung der Kabellängen von den Elektroanlagen beider Stationen versorgt werden. Die Versorgungsgrenze soll zweckmäßigerweise in der Mitte des jeweiligen Tunnelabschnittes liegen.

##### 3.1.1 Tunnel-Steckdosen-Kombinationen (TSK)

In den Stadtbahntunnelanlagen müssen entsprechend BOStrab § 24 Absatz 6 "... in ausreichender Anzahl Steckdosen zur Speisung ortsveränderlicher Betriebsmittel vorhanden sein." Aus der TRStrab EA kann man entnehmen, dass in Tunnelanlagen im Abstand von ca. 50 Metern eine Energieversorgung mittels Steckdosenkombinationen sicherzustellen ist. Grundlegend je Tunnelröhre sind die Steckdosenkombinationen im Tunnel (TSK) mit zwei unabhängigen Stromkreisen anzuschließen. Der Stromkreisanschluss der TSKs erfolgt jeweils alternierend, um die Verfügbarkeit zu erhöhen. Sollte der Kabeldurchmesser der Zuleitung auf Grund des benötigten Querschnittes zu groß sein, um das Kabel in der TSK selbst anzuschließen, sind zusätzliche Abzweigkästen vorzusehen.

Anlagen:

- 3.1.1.A. \_\_Kabelwannen\_Tunnel
- 3.1.1.B. \_\_TSK\_Aufbauplan
- 3.1.1.C. \_\_TSK\_Einspeischema
- 3.1.1.D. \_\_Bedienungsanleitung\_SK\_mit\_Bahn-RCD
- 3.1.1.E. \_\_Datenblatt\_ABB\_Bahn\_FILS\_DS250NUC
- 3.1.1.F. \_\_TSK-Abstand\_Schriftstück\_TREA&Feuerwehr

Aktuelle Ausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	Planungshandbuch - Licht und Kraft
Erstausgabe:	Version 1.0	Stand: 18.07.2024	(KG 440/480)
Copyright ©Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main			Seite 29 von 36
Vertraulichkeitsstufe: 2			

### 3.1.2 Tunnel Sicherheitsbeleuchtung

In der VDV-Schrift 535 „Planung und Bau von Beleuchtungsanlagen im Gleisbereich gemäß BOStrab“ vom Oktober 2010 wird unter Punkt 7 Anforderungen an die Allgemeinbeleuchtung in dem Unterpunkt 7.1 Werte für Neuanlagen für Verkehrswege im Tunnel eine mittlere Beleuchtungsstärke von 15 lx gefordert.

Für Verkehrs- und Rettungswege im Tunnel wird die Mindestbeleuchtungsstärke im Sicherheitslichtfall auf mindestens 1 lx festgelegt, da die Beleuchtungsstärke ausreicht, um den sicheren Bereich im Tunnel aufzusuchen. In Abstellanlagen wird darüber hinaus entlang der Verkehrs- und Rettungswege die Mindestbeleuchtungsstärke im Sicherheitslichtfall aus Arbeitsschutzgründen auf 15 lx festgelegt. Der Grund hierfür ist die Besonderheit, dass hier Beschäftigte ohne zusätzliche Handlampen die Wege begehen.

Aufgrund der Tunnellängen und der daraus resultierenden Brandabschnitte gilt, dass die gesamte Tunnelsicherheitsbeleuchtung in Funktionserhalt verkabelt wird. Das zu beachtende Konzept für die Tunnelbeleuchtung ist in den untenstehenden Anlagen dargestellt.

Anlage:

3.1.2.A. \_\_Tunnelbeleuchtung\_Schemata

3.1.2.B. \_\_Tunnelbeleuchtung\_Detailzeichnung\_Abzweiggästen

3.1.2.C. \_\_Tunnelbeleuchtung\_Gefährdungsbeurteilung

### 3.1.3 Notausgänge im Tunnel (Notausstiege)

Für die Notausgänge (früher Notausstiege) gibt es bei der Beleuchtung/Sicherheitsbeleuchtung die nachfolgend aufgeführten Besonderheiten zu beachten:

In den gesamten Notausgangsbauwerken ist eine Trennung des Rettungsweges in Flucht- und Angriffsweg für die Feuerwehr vorhanden. Der Angriffsweg der Feuerwehr besteht in der Regel über Steigleitern, während der Fluchtweg aus Treppen besteht. Für reine Feuerwehreinsteige gelten die gleichen Beleuchtungskennwerte. Dies ist bei der Planung von Beleuchtungsanlagen zu beachten.

#### Allgemeinbeleuchtung

Die mittlere Beleuchtungsstärke beträgt 150 Lux bei Neuanlage

Die einzuhaltende Gleichmäßigkeit  $g_1$  beträgt  $1:2,5 = 0,4$

Der Wartungsfaktor beträgt 0,5

Lichtfarbe neutralweiß (mind. 4000K)

[DIN 5647 (Entwurf)]

#### Sicherheitsbeleuchtung

Die Einschaltzeit der Sicherheitsbeleuchtung in Notausgängen von Tunneln darf gem. BOStrab §27 bis zu 15 Sekunden betragen, sofern aus Gründen des Arbeitsschutzes, sowie Vorgaben des Brandschutzsachverständigen keine schnelleren Einschaltzeiten gefordert werden.

Die Mindest-Beleuchtungsstärke beträgt 5 Lux

Die einzuhaltende Gleichmäßigkeit  $g_1$  beträgt  $1:30 = 0,033$

Der Wartungsfaktor beträgt 0,4

[DIN 5647 (Entwurf)]

Aktuelle Ausgabe: Version 1.0 Stand: 18.07.2024

Planungshandbuch - Licht und Kraft

Erstausgabe: Version 1.0 Stand: 18.07.2024

(KG 440/480)

### **Kennzeichnung Notausgänge**

In Bestandsbauwerken der VGF gilt es die Notausgänge im Tunnel einheitlich zu handhaben. Hieraus erfolgt, dass über dem Notausgang eine blaue Leuchte (RAL 5010) vorzusehen ist. In Neubauten gilt es die jeweiligen Forderungen der TR-Tunnel zu entnehmen.

### **3.2 Bahnsteige**

Die Bahnsteige sind mit mindestens je zwei Steckdosenkombinationen für z.B. die Putzmaschinen auszustatten und im Unterrollraum der Bahnsteige sind je drei Steckdosenkombinationen vorzusehen.

### **3.3 SH14 – Arbeiten auf der Strecke Schild**

Das SH14 Schild dient der Signalisierung, dass Arbeiten im Tunnel stattfinden. Es wird durch die Meisterei Licht und Kraft in Projekten beige gestellt. Es muss sichergestellt werden, dass beim Einschalten der Tunnelbeleuchtung das SH14 Schild mit einem Blinkimpuls von 1 Hz leuchtet. Die Stromversorgung des SH14 Schildes erfolgt aus dem AV-Netz. Der Schaltbefehl „SH14 – EIN“ ist an das Signal „Tunnelbeleuchtung –EIN“ gekoppelt und erfolgt durch die Zentrale Leittechnik.

### **3.4 Zugangssperrschild & Blitzleuchte**

#### **Versorgungselektronik**

Für die Versorgung der Blitzleuchten und der Stationssperrschilder kommen baugleiche Notlichtelektroniken zum Einsatz. Die Versorgungsspannung beträgt 24V DC. Die Zuleitung aus der Versorgungseinheit bis zur Blitzleuchte bzw. Stationssperrschild hat in Funktionserhalt E30 nach DIN4101 – 12 zu erfolgen. Die Anschluss-, und Meldeleitungen der Notlichtelektronik sind über Klemmen zu realisieren. Das Netzteil muss so dimensioniert sein, dass bei anstehender Netzspannung (230V 50Hz) die Ladung/Pufferung des Akkus und die Versorgung der Leuchte (24V DC) sichergestellt ist. Des Weiteren ist die Ausgangsspannung in SELV-Qualität zu realisieren. Die Restwelligkeit muss < 0,5% betragen. Bei Netzausfall erfolgt der Notbetrieb über den eingebauten Akku. Die Überbrückungszeit ist dem Brandschutzkonzept zu entnehmen, beträgt jedoch mindestens 30min. Die Leuchte wird in Betrieb gesetzt, wenn die externe Spannung (24V DC aus externer USV der ZLT) abgeschaltet wird. Zusätzlich ist ein Blinkrelais mit einer Blinkfrequenz von 1 Hz für das Stationssperrschild vorzusehen. Die Meldung über den Betrieb der Leuchte wird über zwei potentialfreie Wechsler Relaiskontakte hergestellt. Die Versorgungseinheit soll in ein Kunststoffgehäuse mit runden ca. 1cm großen diagonal angeordneten Lüftungsöffnungen verbaut werden. Damit die Fingersicherheit gewährleistet wird, sind diese Öffnungen mit Lochblechen zu versehen. Für den Anschluss sind 3 St. Leitungseinführungen vorzusehen mit Verschraubungen M25. An der Frontseite ist ein Schalter für die jährlich durchzuführende Kapazitätsprobe des Akkus vorzusehen.

#### **Stationssperrschilder**

Die Stationssperrschilder mit einer Größe von 450 x 450mm und einer Versorgungsspannung von 24 V DC werden von der VGF bauseits gestellt und sollen nach Möglichkeit in den entsprechenden Hinweistransparenten des Wegeleitsystems verbaut werden. Sollte dies nicht möglich sein,

kommen separate Einbaurahmen, die ebenfalls von der VGF bauseits bereitgestellt werden zum Einsatz.

### Blitzleuchten

Entsprechend den Vorgaben im Brandschutzkonzept, kommen Blitzleuchten mit einer weißen Haube und einer Blitzenergie von mindestens 5 Joule zum Einsatz. Diese sind entsprechend zu Planen.

Anlage:

- 3.4.\_A.\_Versorgungselektronik\_Zugangssperrschild\_oder\_Blitzleuchte
- 3.4.\_B.\_Zugangssperrschild\_Doku

## 3.5 Wegeleitsystem

Das Wegeleitsystem der Verkehrsgesellschaft Frankfurt (VGF) ist ein (Fahrgast-) Informationssystem, welches bei unterirdischen Stationen zum Einsatz kommt. Ausgeführt als beschriftetes Informationsschild zur besseren Orientierung.

Grundsätzlich werden hier verschiedene Varianten unterschieden:

- 1) U-Bahn-Würfel, als hinterleuchteter Informationswürfel im Außenbereich der Station, um auf die U-Bahn-Station hin zu weisen.
- 2) Hauben Transparente, die im Inneren nahezu alle Schilder der Station abbilden. Auch die Zugangstransparente an den Wandscheiben der jeweiligen Zugänge der Stationen werden in dieser Bauart gefertigt. Hier können zusätzlich Zugangssperrschilder integriert werden. Ein Wetterschutz wird hierbei (Außenbereich) ebenfalls zusätzlich verbaut.
- 3) Scheibentransparente, welche auf den Geländern der jeweiligen Station als Hinweis auf den Stationsnamen eingesetzt werden (Geländer Transparente).
- 4) Hinterleuchtete Makrolonscheiben (Aufzugsportal)
- 5) Beschriftete Informationsschilder (Aluminiumplatten oder Blechschilder)

Diese Beschilderung befindet sich somit im öffentlichen Raum und muss entsprechende Anforderungen erfüllen, zum einen die Punkte des öffentlichen Interesses, zum anderen auch Anforderungen für den Betreiber (Wartung/Instandhaltung). Dies bedeutet, dass alle Halterungen, Befestigungen, Montagesituationen statisch geprüft sein müssen, auch das Brandverhalten muss entsprechend gut sein (Anforderungen findet man hierzu im Brandschutzkonzept (BSK). Wartungsintervalle sind möglichst großzügig zu gestalten hinsichtlich der Reinigung, Langlebigkeit, Ersatzteilversorgung, etc.

Alle beleuchteten Schilder im Innenbereich einer Station werden in Dauerschaltung betrieben (diese leuchten jährlich 365 Tage, 24 Stunden). Die beleuchteten Schilder im Außenbereich einer Station (Zugangstransparente, U-Bahn-Würfel, Geländer Transparente, etc.) werden geschaltet betrieben, bedeutet dass diese Schilder nur in den Nachtstunden hinterleuchtet sind. Die elektrische Versorgung der Schilder erfolgt ausschließlich aus dem AV-Netz.

Die zuvor beschriebenen Schildervarianten sind in den Anhängen 4.3.1 A-D detailliert beschrieben.

Der AN hat die technischen Anforderungen gem. Anhang 4.3.1 im Rahmen der Ausführungsplanung umzusetzen. Die Planung beinhaltet die Konstruktionszeichnungen, Installationsplanung, Lichtberechnung, geprüfte statische Nachweise, elektrische Lastberechnung und Stromkreisauflistung.

Die Angaben wo Schilder gefordert werden und wie diese zu beschriften sind muss der AN beim AG einholen und abstimmen.

Anlagen:

3.5.\_.A.\_.Wegeleitsystem

3.5.\_.B.\_.Statik\_Abhängung\_Infotafeln

3.5.\_.C.\_.Statik\_Wandbefestigung\_Infotafel

3.5.\_.D.\_.Statik\_Stahl\_UK\_Infotafel

3.5.\_.E.\_.Statik\_Befestigung\_Hinweisschilder\_mit\_Überbrückung\_Kabelkanal\_B-Ebene



## 5 Abkürzungsverzeichnis

BAS.....	<i>Brandangriffsschrank</i>	NS.....	<i>Niederspannung</i>
BImSchG.....	Bundes-Immissionsschutzgesetz	NSHV.....	<i>Niederspannungshauptverteilung</i>
BLST.....	Betriebsleitstelle	OBJ.....	<i>Objektschutz</i>
BMA.....	<i>Brandmeldeanlage</i>	PNW.....	<i>Prozessnetzwerk</i>
BOStrab.....	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung	PV.....	<i>Photovoltaik</i>
DIN.....	Deutsches Institut für Normung	RWA.....	<i>Rauch-/Wärmeabzug</i>
DyFIS.....	<i>Dynamisches-Fahrgastinformationssystem</i>	SAA.....	<i>Sprachalarmierungsanlage</i>
ELA.....	<i>Elektroakustikanlage</i>	STA.....	<i>Stationärer Ticketautomat</i>
EN.....	Europäische Norm	SuS.....	<i>Service und Sicherheit</i>
FG.....	<i>Fernmeldegeräte</i>	USV.....	<i>Unterbrechungsfreie Stromversorgung</i>
FSA.....	<i>Feststellanlage</i>	UUV.....	<i>Unterunterverteilung</i>
HOAI.....	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure	UV.....	<i>Unterverteilung</i>
HV.....	<i>Hauptverteilung</i>	VDE.....	Verband Deutscher Elektrotechnik
IEC.....	International Electrotechnical Commission	VDV.....	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
IFE.....	<i>Industriefernsehen</i>	VNB.....	<i>Verteilnetzbetreiber</i>
KÜK.....	<i>Kabelübergangskasten</i>	ZLT.....	<i>Zentrale Leittechnik, Zentrale Leittechnik</i>
NEA.....	Netzersatzaggregat	ZV.....	<i>Zählerverteilung</i>

## 6 Anlagenverzeichnis

2.2._A._ELT_Funktionsgruppen.....	10
2.2._B._EltR01-Leitfähige Teile im Gleisbereich.....	10
2.2._C._EltR02-Bahnstrom-RCD.....	10
2.2.6.A._EltR06-BAS-Schränke.....	12
2.2.6.B._Stellungnahme_BAS-Schrank_Station-Dom-Römer.....	12
2.2.6.C._UV-BAS-Schrank.....	12
0.A._NEA_NSHV-SV_Trennung_Räumlich.....	15
2.3.2.A._EltR04-Batterieanlagen.....	15
2.3.2.B._Lüftung_Sicherheitsabstand_für_Batterieräume.....	15
2.4._A._ELT_Meldungen.....	17
2.5.2.A._AAW_01-24_Kabel und Leitungen.....	18
2.5.4.A._Normalie_Leerrohreinführung_Lichtmast_mit_Köcherfundament.....	21
2.5.4.B._Betonschächte-VGF_(Kabelschächte).....	21
2.6._A._Oberleitungs- & Stromabnehmerbereich_nach_DIN_EN_50122-1.....	22
2.6._B._VDV-Schrift_507-Schutzmaßnahmen_el_Energieanlagen_an_Strecken.....	22
2.6.2.A._Schemata_Erdungskonzept_Station-Haltestelle_oberirdisch.....	24
2.8.1.A._Beispiel_Beleuchtungsstärkemessung.....	27
2.8.1.B._Beispiel_Messpunkte-Lageplan.....	27
3.1.1.A._Kabelwannen_Tunnel.....	29

3.1.1.B.\_\_TSK\_Aufbauplan ..... 29

3.1.1.C.\_\_TSK\_Einspeischema ..... 29

3.1.1.D.\_\_Bedienunganleitung\_SK\_mit\_Bahn-RCD ..... 29

3.1.1.E.\_\_Datenblatt\_ABB\_Bahn\_FILS\_DS250NUC ..... 29

3.1.1.F.\_\_TSK-Abstand\_Schriftstück\_TREA&Feuerwehr ..... 29

3.1.2.A.\_\_Tunnelbeleuchtung\_Schemata ..... 30

3.1.2.B.\_\_Tunnelbeleuchtung\_Detailzeichnung\_Abzweigkästen ..... 30

3.1.2.C.\_\_Tunnelbeleuchtung\_Gefährdungsbeurteilung ..... 30

3.4.\_\_A.\_\_Versorgungselektronik\_Zugangssperrschild\_oder\_Blitzleuchte ..... 32

3.4.\_\_B.\_\_Zugangssperrschild\_Doku ..... 32

3.5.\_\_A.\_\_Wegeleitsystem ..... 33

3.5.\_\_B.\_\_Statik\_Abhängung\_Infotafeln ..... 33

3.5.\_\_C.\_\_Statik\_Wandbefestigung\_Infotafel ..... 33

3.5.\_\_D.\_\_Statik\_Stahl\_UK\_Infotafel ..... 33

3.5.\_\_E.\_\_Statik\_Befestigung\_Hinweisschilder\_mit\_Überbrückung\_Kabelkanal\_B-Ebene ..... 33

4.1.\_\_A.\_\_EltR03-Niederspannungsversorgung\_der\_Straßenbahnhaltstellen\_und\_oberirdischen\_Stationen ..... 34