

Planungshandbuch Elektrotechnik Elektroinstallation und Beleuchtung



Vorwort

Dieses Handbuch dient als Grundlage für die Planung und Errichtung von elektrotechnischen Anlagen auf dem Gelände des Flughafens Hannover. Es beinhaltet die wesentlichsten Punkte, die sich bisher beim Bau und Betrieb der technischen Anlagen als sinnvoll ergeben haben.

Die in diesem Dokument gemachten Festlegungen sollen den Mitarbeitern, Kunden und Firmen, die sich mit der Planung, Projektierung, Errichtung und Änderung von elektrotechnischen Anlagen beschäftigen als Orientierung und Leitlinie dienen. Es entbindet aber niemanden davon, seine Leistungen eigenverantwortlich und nach den aktuellen Vorschriften und Regeln der Technik zu erbringen.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass dieses Handbuch kein Anspruch auf Vollständigkeit hat.

Bei einigen Produkten sind Fabrikats- und Typenangaben gemacht worden. Diese dienen ausschließlich der rationellen Lagerhaltung, sowie dem sicheren Bedienen und Warten der elektrotechnischen Anlage.

Anregungen und Ergänzungswünsche werden gerne entgegengenommen, wenden Sie sich bitte hierzu an unsere Mitarbeiter Torsten Menge – Tel.: 0511 / 977 – 1249, Timo Langkabel – Tel.: 0511 / 977 – 1776 oder Janna Meyer – Tel.: 0511 / 977 – 1773.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Hinweise.....	9
2	Energieversorgung	9
2.1	Mittelspannungsschaltanlagen.....	9
2.1.1	Allgemeine Anforderungen.....	9
2.1.2	Bauliche Anforderungen	9
2.1.3	Schaltfelder.....	10
2.1.4	Schaltgeräte.....	10
2.1.5	Wandler	10
2.1.6	Messungen und Anzeigen.....	11
2.1.7	Schutz und Steuerung	11
2.1.8	Kabelschutztechnik	12
2.1.9	Gleichstromversorgung.....	12
2.1.10	Kennzeichnungen, Beschriftungen und Blindschaltbilder	13
2.1.11	Aushänge und Schilder	13
2.1.12	Zubehör	13
2.1.13	Meldungen	14
2.2	Transformatoren.....	15
2.2.1	Allgemeine Anforderungen.....	15
2.2.2	Spezielle Anforderungen.....	15
2.2.3	Verlustleistung	15
2.2.4	Schutzeinrichtung	15
2.3	Niederspannungshauptverteilung	16
2.3.1	Allgemeine Anforderungen.....	16
2.3.2	Spezielle Anforderungen.....	16
2.3.3	Elektrische Versorgung.....	16
2.3.4	Einbauten in die NSHV	17
2.3.5	Verdrahtung.....	18
2.3.6	Verdrahtungsfarben	19
2.3.7	Bezeichnungssystem	19
2.3.8	Sammelschienen	19
2.3.9	Anschlussbausteine, Leitungsanschlüsse	19
2.3.10	Betriebsmittelkennzeichnung	20
2.3.11	Kennzeichnung und Warnhinweise	20
2.3.12	Stromlaufplan.....	20

2.3.13	Stückliste	20
2.3.14	Allgemeine Anforderungen.....	21
2.3.15	Aushänge und Schilder	21
2.4	Schachtsysteme und Verrohrung.....	22
2.4.1	Fertigteilschacht.....	22
2.4.2	Schachtabdeckung	22
2.4.3	Erdung	23
2.4.4	Kennzeichnung	23
2.4.5	Kabelhalter	23
2.4.6	Leerrohre	23
2.4.7	Dokumentation.....	24
3	Elektroinstallation	25
3.1	Kabel und Leitungen.....	25
3.1.1	Verlegung im Innenraum.....	25
3.1.2	Installationszonen	26
3.1.3	Funktionserhalt	27
3.1.4	LAR	27
3.1.5	Halogenfreie Verkabelung.....	27
3.1.6	Verlegung im Außenbereich.....	29
3.1.7	Kabeltypen im Außenbereich	29
3.1.8	Kabelbeschriftung im Außenbereich	29
3.2	Verlegesysteme.....	31
3.2.1	Kabeltrassen, Steigetrassen	31
3.2.2	Installationskanäle und -rohre	32
3.2.3	Geräteeinbaukanäle.....	32
3.2.4	Brandschutzkanäle	32
3.2.5	Unterflursysteme.....	33
3.3	Verteilungen	34
3.3.1	Anwendungsbereich	34
3.3.2	Normative Verweisungen	34
3.3.3	Allgemeine Anforderungen.....	34
3.3.4	Spezielle Anforderungen.....	34
3.3.5	Elektrische Versorgung.....	35
3.3.6	Verteilungseinbauten	35
3.3.7	Brandschutzschalter – AFDD (Arc Fault Detection Device).....	36
3.3.8	Verdrahtung.....	37
3.3.9	Verdrahtungsfarben	38

3.3.10	Betriebsmittelkennzeichnung	38
3.3.11	Kennzeichnung und Warnhinweise	38
3.3.12	Technische Dokumentation.....	38
3.3.13	Stromlaufplan.....	39
3.3.14	Stückliste	39
3.3.15	Allgemeine Anforderungen.....	39
3.4	Zählersysteme	41
3.4.1	Zähler	41
3.4.2	Zählerschranksysteme.....	41
3.5	Installationsgeräte	43
3.5.1	Schalter und Steckdosen	43
3.5.2	Montagehöhe Schalter und Steckdosen.....	43
3.5.3	Abzweigkästen a.P.	43
3.5.4	Unterputzinstallation	44
3.5.5	Hohlwandsysteme.....	44
3.6	Intelligente Gebäudesysteme – KNX	45
3.6.1	Lasten – und Pflichtenheft.....	45
3.6.2	KNX-Zertifikat	45
3.6.3	Spannungsversorgung.....	45
3.6.4	Leitungen und Leitungslängen	45
3.6.5	Leitungstopologie.....	46
3.6.6	Programmierung	46
3.6.7	Inbetriebnahme.....	47
3.7	Leuchten und Lampen.....	47
3.7.1	Qualitätsvorgaben.....	48
3.7.2	Kennzeichnungen	48
3.7.3	Installation	49
3.7.4	Vorschaltgeräte und Betriebsgeräte.....	49
3.7.5	Leuchten mit Sicherheitsfunktion	49
3.7.6	Leuchtstofflampen.....	50
3.7.7	Lichtfarbe.....	50
3.7.8	Lichtstromdegradation	50
3.7.9	Lichtwerbeanlagen und beleuchtete Hinweisschilder	50
3.7.10	Straßenleuchten	51
3.7.11	Maste.....	51
3.7.12	Fundamente.....	52
3.8	Sicherheitsbeleuchtung	53
3.8.1	Systeme.....	53

3.8.2	Verteiler	53
3.8.3	Leuchten	53
3.8.4	Kennzeichnung	54
3.8.5	Batterien	54
3.9	Potenzialausgleich	55
3.9.1	Schutzpotenzialausgleich (Hauptpotenzialausgleich)	55
3.9.2	Zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich (zusätzlicher Potenzialausgleich)	55
3.9.3	Ausführung der Schutzpotenzialausgleichsleiter	55
3.9.4	Kennzeichnung	56
3.9.5	Errichten von Potenzialausgleichsleitern	56
3.9.6	Haupterdungsschiene (Potenzialausgleichsschiene)	56
3.9.7	Anschlüsse und Klemmen	57
3.9.8	Wasserzähler	57
3.9.9	Fremdspannungsarmer Potenzialausgleich	58
3.9.10	Zusätzlicher Potenzialausgleich in Räumen mit Badewanne und Dusche	58
3.9.11	Blitzschutzpotenzialausgleich	59
3.10	Erdung und Blitzschutz	60
3.10.1	Normative Verweisungen	60
3.10.2	Blitzschutzsystem	60
3.10.3	Äußerer Blitzschutz	60
3.10.4	Innerer Blitzschutz	60
3.10.5	Planung der Erdung und des Blitzschutzsystems	61
3.10.6	Blitz-Schutzzonen-Konzept	62
3.10.7	Erdung	62
3.10.8	Fangeinrichtung	62
3.10.9	Ableiter	63
3.10.10	Befestigung und Verbindungen	63
3.10.11	Trenn- und Messstellen	63
3.10.12	Trennungsabstände	64
3.10.13	Werkstoffe	64
3.10.14	Prüfung und Dokumentation	64
3.10.15	Überspannungsschutzgeräte (SPDs)	65
3.11	Sonstiges	66
3.11.1	Konstruktive Aufhängungen	66
3.12	Ladeinfrastruktur	66
3.12.1	Feuerwehrtabschaltung	66
3.12.2	Lastmanagementsystem	67
3.12.3	Erdungs-, Blitz- und Überspannungsschutz	67

4	Fernmeldetechnische Anlagen.....	68
4.1	Allgemeines	68
4.1.1	Leistungsabgrenzungen.....	68
4.2	Brandmeldeanlagen	69
4.2.1	Normative Verweise	69
4.2.2	Aufstellung der BMZ	69
4.2.3	Infrastruktur.....	69
4.2.4	Schutzumfang.....	70
4.2.5	Alarmierung	70
4.2.6	Fabrikate.....	70
4.2.7	Mindestüberbrückungszeit	70
4.2.8	Feuerwehrlaufkarten	70
4.2.9	FW- Bedientableau	71
4.2.10	FW- Schlüsseldepot.....	71
4.2.11	Netzwerk.....	71
4.2.12	Abnahme	71
4.3	Elektroakustische Alarmierungsanlage	72
4.3.1	Normative Verweise	72
4.3.2	Grundsätzliche Festlegungen	72
4.3.3	Aufstellung der ELA-Zentrale	73
4.3.4	Spannungsniveau	73
4.3.5	Überwachte Übertragungswege.....	73
4.3.6	Überbrückungszeit	73
4.3.7	Funktionserhalt	73
4.3.8	A / B- Beschallungssystem	74
4.3.9	Abnahme	74
5	Bautechnische Planungsvorgaben	75
5.1	Erdungssysteme.....	75
5.1.1	Normative Verweisungen	75
5.1.2	Typen von Erdungsanlagen	75
5.1.3	Besondere Erdungsausführungen.....	76
5.1.4	Anschlüsse	76
5.1.5	Werkstoffe und Korrosionsschutz.....	77
5.1.6	Messung und Dokumentation	77
5.2	Elektroräume	78
5.2.1	Bauliche Anforderungen	78
5.2.2	Türen	78

5.2.3	Druckentlastung	79
5.2.4	Kabeldurchführung	79
5.2.5	Trafofahrtschienen	79
5.2.6	Kabel- und Rohreinführungen	79
5.2.7	Zuwegung / Außenanlagen	79
5.2.8	Doppelboden	79
5.2.9	Gitterroste	80
5.3	Türen mit elektrischen Komponenten	81
5.3.1	Zulassung	81
5.3.2	Übergabepunkt	81
5.3.3	Tür mit elektrischem Türöffner	82
5.3.4	Tür mit elektrischem Türöffner und Magnetkontakt	83
5.3.5	Tür mit elektrischem Schloss	84
5.3.6	Tür mit elektrischem Schloss und Riegelkontakt	85
5.3.7	Tür mit elektrischem Schloss, Magnet- und Riegelkontakt	86
6	Revisionsunterlagen	87
6.1	Lieferumfang	87
6.1.1	Aufbau und Inhalt der Revisionsunterlagen	87
6.2	Lieferumfang Software	89
6.2.1	Format Datenlieferung	89
7	Fabrikatelite	90

1 Allgemeine Hinweise

Da an die Ausführung der elektrischen Anlagen hinsichtlich der Betriebssicherheit hohe Anforderungen gestellt werden, wird auf eine saubere, zuverlässige und fachmännische Ausführung besonderer Wert gelegt.

Nach Auftragserteilung hat der Auftragnehmer für die Baustelle einen qualifizierten Beauftragten zu bestimmen, der an seiner Stelle Verhandlungen führen, Verbindlichkeiten und andere Willenserklärungen eingehen kann. Ein Wechsel oder eine beabsichtigte Abberufung des Beauftragten bedarf der Zustimmung des Auftraggebers. Bei Nichteignung ist der Beauftragte auf Verlangen des Auftraggebers abzulösen.

In diesem Zusammenhang wird auf die Besonderen Vertragsbedingungen der FHG in der jeweils gültigen Fassung hingewiesen. Diese sind bei allen Installationsarbeiten zu beachten und werden, wenn sie nicht den Verdingungsunterlagen beigelegt waren, auf Anforderung übergeben.

2 Energieversorgung

Im öffentlichen Bereich gehört das Netz, die Stationen und die Schaltanlagen der enercity Flughafen Netz GmbH (eFN), im Sicherheitsbereich der Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH. Die nachfolgenden Anforderungen zu MS-Anlagen, Transformatoren und NS-Hauptverteilungen gelten nur für das flughafeneigene Netz.

2.1 Mittelspannungsschaltanlagen

Die Energieverteilung erfolgt auf dem Flughafengelände über ein 10kV-Mittelspannungsnetz.

2.1.1 Allgemeine Anforderungen

Es sind fabrikfertige, typgeprüfte, metallgekapselte Schaltanlagen gemäß IEC 622 71-200 / VDE0671 Teil 200 in Schottungsklasse PM und mit der Betriebsverfügbarkeit LSC 2B einzusetzen. Das Standardfabrikat bei der FHG ist Fa. ABB Typ ZS8.4 mit Abzweigschottung. Eine Abweichung von diesem Typ bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung.

2.1.2 Bauliche Anforderungen

Die Auslegung des baulichen Teils des Stationsgebäudes ist unter Berücksichtigung einer Ausbaureserve in Einvernehmen mit der Fachabteilung der FHG zu dimensionieren. Im Übrigen gelten die bautechnischen Vorgaben wie im Kapitel 6 beschrieben.

Die Schaltanlagen- und Traforäume sind als abgeschlossene elektrische Betriebsstätten entsprechend VDE 0101 zu planen und zu errichten.

Revision 4.2	Stand 11.12.2025	Flughafen Hannover – Langenhagen GmbH Postfach 42 02 80 / 30662 Hannover	Seite 9 von 91
-----------------	---------------------	---	----------------

Für dieses Planungshandbuch behalten wir uns alle Rechte vor. Die Weitergabe, Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind nur mit ausdrücklicher und schriftlicher Genehmigung erlaubt. Zuwiderhandlungen können Schadensersatzansprüche nach sich ziehen.

Als Aufstellfläche ist in der Planung eine Tiefe der Schaltanlage von 1300 cm und pro Feld eine Breite von 650 cm zu berücksichtigen. Als Nebenfläche für Batterieanlage, Arbeitsplatz, Arbeits- und Sicherheitsmaterial und Gangzonen ist die zweifache Fläche der Schaltanlage einzukalkulieren. In den Räumen ist ein 80 cm Doppelboden einzuplanen. Die Schaltanlage steht auf einer Rahmenkonstruktion im Doppelboden.

Der Doppelbodenbereich ist mit einem staubbindenden Anstrich zu versehen.

Die Raumhöhe des Schaltanlagenraumes muss mind. 2800 cm i. L. betragen.

2.1.3 Schaltfelder

Die Schaltfelder bestehen aus verschweißtem Profilrahmengerüst mit pulverbeschichteten Stahlblechen. Auch die Feldzwischenwände sind in Stahlblech auszuführen. Der Frontabschluss ist mit Sicherheitshebetüren und Sichtfenstern aus Sicherheitsglas auszustatten.

Die Funktionsräume Niederspannungsraum, Sammelschienenraum und Hochspannungsraum mit Leistungsschalter-, Lasttrennschalter-, Schütz und Kabelanschlussraum müssen gegeneinander geschottet sein. Die Druckentlastung erfolgt nach oben. Es sind Bodenbleche in geteilter Ausführung vorzusehen.

Die Felder müssen einheitlich die gleiche Bautiefe aufweisen, Vorsprünge in der Front sind nicht zugelassen.

Alle Felder erhalten eine kapazitive Spannungsanzeige, für die eine Wiederholungsprüfung nicht erforderlich ist.

Die Farbe der Felder ist Reinorange RAL 2004.

2.1.4 Schaltgeräte

Es sind ausschließlich wartungsarme Vakuum-Leistungsschalter mit einem Kurzschlussstrom von mind. 25 kA einzusetzen, Lasttrennschalter sind nicht zugelassen.

2.1.5 Wandler

In der Schaltanlage ist ein Messfeld einzuplanen. Die eingebauten Wandler für die Abrechnungsmessung müssen der Klasse 0,5 entsprechen und geeicht sein. Eine Konformitätsbescheinigung ist mit den Revisionsunterlagen der FHG zu übergeben.

Ansonsten sind für Strom- und Spannungsmessungen Wandler mit der Klasse 1 zu verwenden, bei Messung und Anzeige Zweikernwandler in der entsprechenden Ausführung. Die Wandler sind so einzubauen, dass immer die Möglichkeit besteht einen nachträglichen Wechsel durchzuführen. Das Übersetzungsverhältnis muss auch bei eingeschalteter Anlage ablesbar sein.

Die Wandlerleitungen sind ausreichend zu dimensionieren, bis 30 m Länge ist grundsätzlich als Querschnitt 6 mm² zu verwenden. Zu- und Ableitung des Wandlers sind in einer Leitung zu führen.

Die Wandlerklemmleisten müssen so aufgebaut werden, dass bei einem Ausbau eines Gerätes die anderen Geräte in selben Strompfad unter Funktion bleiben. Somit muss die Möglichkeit bestehen an der Leiste die Klemmen zu brücken.

2.1.6 Messungen und Anzeigen

Im Messfeld ist eine Spannungsanzeige zu realisieren, die Schalt- und Trafofelder erhalten mind. eine Stromanzeige. In der Fronttür ist jeweils eine Resettaste mit Leuchtmelder zu installieren.

Bei mittelspannungsseitiger Wandlermessung ist die Zähleinrichtung in einem separaten Zähler-schrank mit Zählerwechseltafel (siehe Zählersysteme) mit Vollsichtscheibe und abschließbaren Türen zu installieren.

Die Zähler werden von der FHG beigestellt. Der Einbau erfolgt durch den AN.

2.1.7 Schutz und Steuerung

Zur örtlichen Steuerung und zum Schutz, Messung und Überwachung der Schaltanlage sind Schutzrelais einzubauen. Es ist das Relais Fabr. ABB Typ REF 615 zu verwenden.

Das Gerät ist aus Gründen der Verfügbarkeit in Einschubtechnik auszuführen (Trennung in Gehäuse und Funktions-Einschub). Die Verdrahtung der Wandler-signale erfolgt per Schraubklemme direkt auf das Gehäuse des Gerätes, das in der Tür eingebaut wird. Im Falle des Anschlusses einer Leittechnik werden die Lichtwellenleiter ebenfalls am Gehäuse eingesteckt.

Beim Herausziehen des Funktionseinschubes werden die Stromwandlerkreise automatisch im Gehäuse kurzgeschlossen. Das Gerät führt eine vollständige Selbstüberwachung durch.

Die Programmierung der Geräte muss sowohl über das Bedienmenü als auch mittels PC über einen herkömmlichen Netzwerk-Port (RJ45) möglich sein. Die PC-gestützte Programmierung muss sowohl über ein eigenes PC-Programm als auch mittels eines in das Gerät integrierten Web-Servers möglich sein.

Das Bedienfeld enthält neben den Tasten für Parametrier- und Anzeigefunktionen auch Direkt-tasten für Leistungsschalter „Ein“ und „Aus“ sowie für die Umschaltung zwischen Ort- und Fern-betrieb.

Zusätzlich ist in die Fronttür ein Taster mit einer Resetfunktion nach Schalterfall einzubauen.

Das Kombi-Schutzgerät muss in allen Feldern folgende Funktionen abdecken:

- Nah- und Fernsteuerung eines Leistungsschalters, Rückmeldung der Stellung eines Leistungsschalters, eines Trenners oder Schubes, Rückmeldung der Stellung eines Erders, und integrierte Ort- / Fern- Umschaltung
- Überwachungs- und Meldefunktionen wie Störschreibung, Aufnahmen von 8 analogen und 32 binären Kanälen, 3 feste und 11 programmierbare Melde-LEDs, Leistungsschalter Lock Out Funktion (Wiedereinschaltsperr), Anzeige von Messwerten (Primärwert) auf dem Display und eine Leistungsschalterzustandsüberwachung.
- Dreiphasiger Überstrom-, Phasenausfall-, Überlast-, Schieflast- und Leistungsversager-schutz, gerichteter und ungerichteter Erdschluss, Doppelerdschluss, intermittierender Erdschlusswischer und Wiedereinschaltsperr.
- Kommunikation nach individueller Festlegung

2.1.8 Kabelschutztechnik

Die Kabelschutztechnik über Differenzschutzrelais wird über die FHG von der Fa. Siemens ausgeführt, u. a. wird der Typ 7SD 610 eingesetzt. Bei neuen Schaltanlagen werden die Relais in die Fronttür der Ringeinspeisefelder im Niederspannungsraum eingebaut, es sind daher entsprechende Ausschnitte und Verkabelungen bis zum Datenschränk der LWL-Anbindung einzuplanen.

2.1.9 Gleichstromversorgung

Die Gleichstromversorgung besteht aus Konstantspannung, Schalt- und Ladegerät mit Strombegrenzung für Ladung und Ladungserhaltung der Akkus bei gleichzeitiger Speisung von Dauerverbrauchern im Bereitschafts-Parallelbetrieb.

Die Verbraucherspannung beträgt im Regelfall **24 V**, bei besonderen Anlagen muss in Abstimmung mit der FHG eine andere Spannung gewählt werden. Der Bemessungsstrom und die Kapazität der Batterie richten sich nach den Erfordernissen und Größe der zu versorgenden Schaltanlage.

Es ist ein thyristorgeregelter Ladegleichrichter nach IU-Kennlinie zu verwenden, Netzanschluss 230 V AC, mit Ladeautomatik für automatische Aufladung. Es ist eine Strombegrenzung von $\pm 2\%$ gem. DIN 41773 mit einer statischen Spannungstoleranz von $\pm 1\%$ zu gewährleisten.

Es sind Strommessungen Verbraucherstrom und Ladestrom, sowie Spannungsmessungen Batterie und Verbraucher als Displayanzeige vorzuhalten.

Die Verbraucherabgänge sind über Klemmen auf Sicherungslastschalter D02 aufzulegen und einzubauen in einem Schaltschränk aus Stahlblech, Mindestausstattung siehe Beschreibung Verteilungen.

Zu verwenden sind ausschließlich wartungsfreie Bleiakkus, Lebensdauer mind. 12 Jahre, Einstufung nach EUROBAT 12+ Longlife, einschl. Absicherung mit NH-Sicherungen und Verbindern vollisoliert.

Zur Weiterleitung auf die GLT sind Meldungen als Einzelstörmeldungen Spannungs-, Sicherungs-, Geräte- und Netzüberwachung zeitverzögert als potenzialfreier Kontakt zur Verfügung zu stellen.

Für die gesicherte 24 V DC Versorgung wird das Fabrikat Hoppecke eingesetzt.

2.1.10 Kennzeichnungen, Beschriftungen und Blindschaltbilder

Alle Felder der MS-Schaltanlage sind auf dem festen Teil der Front mit geschraubten Resopalschildern 100/40 mm mit weiß schwarzer Schrift zu versehen.

Auf der Frontplatte der Schaltfelder ist ein Blindschaltbild anzubringen. Die Schalterstellung muss eindeutig zu erkennen sein.

2.1.11 Aushänge und Schilder

In den Räumen der MSP müssen die für den Betrieb erforderlichen Zubehörteile und Aushänge vom Errichter hinterlegt bzw. aufgehängt werden. Diese sind je nach Bauart der Anlage:

- 5 Sicherheitsregeln
- Übersichtsplan der MS-Anlage, Größe mind. DIN-A3, laminiert
- VDE-Bestimmungen / Bekämpfung von Bränden
- Anleitung zur Ersten Hilfe / Notrufnummernverzeichnis
- Magnetschild VS1 pro Zelle – Nicht schalten
- Magnetschild WS1 - Blitzpfeil mit Zusatz: Achtung geerdet und kurzgeschlossen

2.1.12 Zubehör

Folgendes Zubehör ist in jeder Station und jeder Schaltanlage vorzuhalten:

- Dreipolige Erdungs- und Kurzschlussgarnitur für Kugelbolzen mit 20 mm Durchmesser und Seilquerschnitt 95 mm² mit M16 Schraube einschließlich Wandhalterung jeweils für die Schaltanlage und den Transformator
- Einteilige Erdungsstange für Spindel mit Sechskant aus glasfaserverstärkten Polyester 1000 mm lang inkl. Wandhalterung
- Spannungsprüfer PHE mit Eigenprüfvorrichtung, für Innen- und Außenanlagen, Bemessungsspannung bis 20 kV inkl. Wandhalterung
- Anzeigegeräte für kapazitive Spannungsanzeige
- Handhebel zur Betätigung Lasttrenn-, Erdungs- oder Leistungsschalter inkl. Wandhalterung
- Handschuh 1 mm dick zum Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen
- Schutzhelm mit Gesichtsschutz
- Schlüssel/Werkzeug zum Öffnen, Ver- und Entriegeln des Doppelbodens
- Revisionswagen LS
- Nothandlampe, mit bei Spannungsausfall automatischer Einschaltung

- Wandpult mit Unterschrank mit 3 Fächern und aufklappbarem Pult
- Wandschrank/Wandregal zur Aufbewahrung von Schildern, Sicherungen, Werkzeugen
- Stationsbuch

2.1.13 Meldungen

Zur Übergabe auf die GLT sind alle Meldungen auf einen Fernmeldeverteiler VKA2 zu führen und auf LSA-Plus Leisten aufzulegen. Die Adern sind eindeutig zu kennzeichnen und für das Rangieren vorzubereiten.

2.2 Transformatoren

2.2.1 Allgemeine Anforderungen

Die Transformatoren müssen der DIN VDE 0532 und EN / IEC 60076 entsprechen. Es dürfen auf dem Gelände der FHG nur noch Gießharztransformatoren mit der Klassifizierung Umweltklasse E2, Klimaklasse C2 und Brandklasse F1 eingesetzt werden.

2.2.2 Spezielle Anforderungen

Die Transformatoren müssen aus doppelseitigen, kornorientierten und verlustarmen Elektroblechen gefertigt sein. Zur schwingungsmäßigen Entkopplung von Kern und Wicklungen sind elastische Distanzstücke zu verwenden.

Es ist ausschließlich flammhemmendes und selbstverlöschendes Isolationsmaterial zu verwenden.

Die Rollen des Fahrgestells müssen für Längs- und Querfahrt umsetzbar sein.

2.2.3 Verlustleistung

Die Eigenverluste des Transformators sind auf ein Minimum zu begrenzen und durch entsprechende Verlustbewertungen nachzuweisen. In jedem Fall behält sich die FHG entsprechende Fabrikats- und Typvorgaben zur Reduzierung der Betriebskosten vor.

2.2.4 Schutzeinrichtung

Als Trafoschutz ist eine Temperaturüberwachung mit 2 PTC-Widerständen zu realisieren. Der erste Messkreis meldet eine Vorwarnung, der zweite Messkreis generiert eine Störmeldung und führt eine automatische zeitlich verzögerte Abschaltung des Trafos durch. Die Betriebs- und Störmeldungen sind in der NSHV visuell darzustellen und werden parallel an die GLT weitergeleitet.

2.3 Niederspannungshauptverteilung

2.3.1 Allgemeine Anforderungen

Es dürfen für gleiche Funktionszwecke innerhalb einer NSHV nur gleiche Bauteile eines Fabrikates verwendet werden.

Der Errichter hat sich über die örtlichen Gegebenheiten zu informieren. Dies geschieht mit Unterstützung des Bestellers und bezieht sich z. B. auf die Möglichkeit der Installation, der Energieversorgung sowie Anordnung und Aufstellung der NSHV. Insbesondere im Hinblick auf einzuhaltenen Brandschutz sowie die Zugänglichkeit von Flucht- und Rettungswegen.

Bei Umbauarbeiten an bestehenden NSHV-Anlagen sind sämtliche nicht mehr benötigte Komponenten in der Verteilung zu demontieren und die Dokumentation entsprechend zu berichtigen.

2.3.2 Spezielle Anforderungen

- Niederspannungs-Schaltgerätekombination nach DIN EN 61439-1 und 61439-2
- Die Gehäuse sind als Anreihschränke mit Rückwand, Dachblech, Sockel 100 mm sowie Kabeltragschienen zu liefern
- Elektrolytisch verzinktes und pulverbeschichtetes Stahlblech, 1,5 mm
- Gehäusefarbe Normalnetz (AV) RAL 7035
- Gehäusefarbe Ersatznetz (SV) RAL 1016
- Gehäusefarbe USV-Netz (USV) RAL 5012
- Je nach Schrankbreite Einzel- oder Doppeltüren mit einem Öffnungswinkel von 180°
- Schwenkhebelgriff für PHZ entsprechend DIN18252
- Schutzklasse 1 Schutzleiteranschluss
- Schutzart mind. IP41 bzw. IP54 in Abhängigkeit von der Umgebung
- Betriebsspannung 690 V
- CU-Sammelschienensysteme bis 3200 A in waagerechter und / oder senkrechter Anordnung in 5-Leiter (TN-S Netz) Ausführung
- Leistungsschalter als Einspeiseschalter oder als Abgangsschalter müssen von außen bedienbar sein

2.3.3 Elektrische Versorgung

Der Netzanschluss (Anschlusspunkt, Spannungsebene) wird von der zuständigen Fachabteilung festgelegt.

Bei der Planung sind folgende Punkte zu klären und festzulegen:

- Bemessungsbetriebsspannung: 230/400 V, 50 Hz
- Netzform der Einspeisung: TN-C Netz
- Netzform der Abgänge: TN-S Netz
- Geplanter Querschnitt bei bauseitiger Einspeisung durch FHG
- Einführung der Einspeisung in den Schaltschrank

Revision 4.2	Stand 11.12.2025	Flughafen Hannover – Langenhagen GmbH Postfach 42 02 80 / 30662 Hannover	Seite 16 von 91
-----------------	---------------------	---	-----------------

Für dieses Planungshandbuch behalten wir uns alle Rechte vor. Die Weitergabe, Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind nur mit ausdrücklicher und schriftlicher Genehmigung erlaubt. Zuwiderhandlungen können Schadensersatzansprüche nach sich ziehen.

- Zentraler Erdungspunkt (ZEP) in einem Einspeisefeld

2.3.4 Einbauten in die NSHV

Die Leistungsschalter als Einspeiseschalter werden in separaten Einspeisefeldern montiert und ab 1000 A Bemessungsstrom ausfahrbar ausgeführt. In den Einspeisefeldern wird oberhalb der Einspeiseschalter ein Multifunktionsmessgerät für die Messung und wahlweise Darstellung der Messergebnisse auf einem LCD-Display montiert.

Es sind Phasenkontroll-LEDs mit Spannungsabgriff vor dem Leistungsschalter in der Schranktür anzuordnen.

Folgende Messfunktionen sollen dargestellt werden:

- Spannung in V
- Strom in A
- Wirkleistung in kW
- Blindleistung in kvar
- Scheinleistung in VA
- Frequenz in Hz
- Leistungsfaktor $\cos \phi$

Messgenauigkeit Strom und Spannung 0,5 %, Leistung 1 %
Einbaumaße 144x144 mm

Stromwandler sind nach DIN VDE 0414-1 für Messzwecke mit Beglaubigung (Eichung) auszuführen. Es sollten ausschließlich geeichte Aufsteckwandler der Genauigkeitsklasse 0,5 montiert werden. Primärer Bemessungsstrom nach den Erfordernissen, sekundärer Bemessungsstrom 5 A. Bemessungsleistung mind. 1,5 VA. Eine Konformitätsbescheinigung ist mit den Revisionsunterlagen der FHG zu übergeben.

Die Wandlerleitungen sind ausreichend zu dimensionieren, bis 30 m Länge ist grundsätzlich als Querschnitt 6 mm² zu verwenden. Zu- und Ableitung des Wandlers sind in einer Leitung zu führen.

Bei einer Direktmessung können die Zähler in der NSHV eingebaut werden. Ist eine niederspannungsseitige Wandlermessung erforderlich, muss die Zähleinrichtung in einem separaten Zähler-schrank mit Zählerwechseltafel (siehe Zählersysteme) mit Vollsichtscheibe und abschließbaren Türen installiert werden.

Die Zähler werden von der FHG beigestellt. Der Einbau erfolgt durch den AN.

Als Abgänge zu anderen Anlagenteilen oder Unterverteilungen werden NH-Sicherungsleisten in Einschubtechnik auf senkrechte Sammelschienen montiert.

Die Sicherungsleisten werden je nach Erfordernis in den Größen NH00 – NH3, beidseitig trennend eingebaut. 3-polig schaltbar mit Hebelgriff, Bemessungskurzschlussstrom 100 kA, Bemessungsbetriebsspannung 400 V AC. Nicht benötigte Steckplätze sind mit Leerfeldabdeckungen zu versehen. Eine Ausbaureserve von 30 % ist zu berücksichtigen.

Zu jedem Abgangsfeld mit waagerechten Sicherungssteckleisten ist ein seitlicher Kabelanschlussraum mit Tür anzuordnen.

Auf der Tür sind in Achse zur Sicherungsleiste Resopalschilder 100/40 mm mit der Klartextzielbezeichnung und dem Kabeltyp anzuordnen.

In jeder NSHV ist eine Überspannungsschutzeinrichtung vom Typ 1, gemäß EN 61643-11 vorzusehen. Blitzstromtragfähigkeit mind. 50 kA. Diese müssen so angeordnet sein, dass bei einem fehlerhaften Ableiter eine Abschaltung durch das vorgeschaltete Schutzorgan sichergestellt und eine Personengefährdung durch zu hohe Berührungsspannungen ausgeschlossen ist.

Die Gesamtanschlusslänge von Überspannungsschutzeinrichtungen sollte nicht größer als 0,5 m vom Einspeisepunkt aus sein. Die Anschlussleitungen sind direkt und auf kürzestem Wege anzuschließen und sollten nicht in der Nähe der Steuerelektronik verlegt werden.

Es sind grundsätzlich alle Felder gegeneinander zu schotten.

2.3.5 Verdrahtung

Die Verdrahtung hat gemäß DIN VDE 0298 Teil 4 mit H07V-K oder NSGAFOU gemäß der nachstehenden Tabelle, entsprechend der Stromtragfähigkeit und der vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung zu erfolgen.

Einbaugeräteanschlüsse werden unter Verwendung von Aderendhülsen mit Kragen hergestellt

Einbaugeräte in Türen werden über eine separate Türklemmleiste unter Verwendung von formstabilem Schlauch zur Leitungsführung mit Einzeladern angeschlossen.

Als Reihenklemmen für Wandler sind Schraubklemmen mit Schwenkbrücken (Gleitstegklemme Phoenix UG SK/S) zum Kurzschließen der Wandler zu verwenden.

Verbindungsklemmen zwischen einzelnen Feldern sind als Zugfederklemmen auszuführen und werden ohne Aderendhülsen verdrahtet.

2.3.6 Verdrahtungsfarben

Spannungsart	Verdrahtungsfarbe	Farbkennzeichnung
Hauptstrom 230/400 V ~/-	schwarz	BK
Neutralleiter N	hellblau	BU
Schutzleiter PEN/PE	grün-gelb	GNYE
Steuerspannung 230 V	rot	RD
Steuerspannung N	rot	RD
Steuerspannung 24 V DC	dunkelblau	BU
Steuerspannung 60 V DC	violett	VT
Kleinspannung 24-50 V AC	grau	GY
Fremdspannung	orange	OG
Messsignale / M-Bus	weiß	WH
GLT/DDC	braun	BN
Wandlerverdrahtung	K = schwarz, L = braun	BK, BN

2.3.7 Bezeichnungssystem

AV	Allgemeine Stromversorgung
SV	Sicherheitsstromversorgung
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung

2.3.8 Sammelschienen

Sämtliche Sammelschienen sind, auch hinter den Feldabdeckungen, gegen zufälliges Berühren allumfassend abzudecken oder zu ummanteln.

2.3.9 Anschlussbausteine, Leitungsanschlüsse

Werden an einen Leistungsschalter mehr als zwei Leitungen angeschlossen, so ist für den Anschluss ein Anschlussbaustein aus Cu-Schienen anzufertigen.

Die Anschlusspunkte müssen rückwärtig mit Einziehmuttern versehen sein, des Weiteren sind für Kabelschuhanschlüsse ausschließlich Stahlschrauben mit Unterlegscheiben und Federringen zu verwenden.

Anschlussbausteine an aktiven Leitern müssen gem. DGUV Vorschrift 3 (bisher BGV A3) gegen zufälliges Berühren gesichert sein, dies gilt natürlich auch für die verpressten Enden der Rohrka-
belschuhe.

Die Anschlusspunkte der Neutral- und Schutzleiter in den Abgangsfeldern auf den Sammelschienen sind ebenfalls mit Einziehmuttern zu versehen. Auch hier kommen Stahlschrauben mit Unterlegscheiben und Federringen zum Einsatz. Die Zuordnung der N- und PE-Anschlüsse erfolgt in direkter Zuordnung zu den Abgangsleisten.

Revision 4.2	Stand 11.12.2025	Flughafen Hannover – Langenhagen GmbH Postfach 42 02 80 / 30662 Hannover	Seite 19 von 91
-----------------	---------------------	---	-----------------

Für dieses Planungshandbuch behalten wir uns alle Rechte vor. Die Weitergabe, Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind nur mit ausdrücklicher und schriftlicher Genehmigung erlaubt. Zuwiderhandlungen können Schadensersatzansprüche nach sich ziehen.

Die Verpressung von Kabelschuhen auf externen Leitungen und Kabeln hat mit gasdichten Sechskantpressungen zu erfolgen.

2.3.10 Betriebsmittelkennzeichnung

Die Kennzeichnungsschilder dürfen beim Wechseln der Geräte nicht verloren gehen. Die Kennzeichnung muss dauerhaft und so angebracht sein, dass sie bei fertig aufgestellter Einrichtung sichtbar ist. Auf Verkleidungen und Abdeckhauben sind diese Gerätekennzeichnungen zu wiederholen. Alle Geräte außerhalb von Einbauräumen müssen mit Kennzeichnungsschildern in gravierter, geprägter oder geätzter Ausführung gekennzeichnet sein. Diese Schilder dürfen nicht durch Kleben befestigt werden.

2.3.11 Kennzeichnung und Warnhinweise

Sämtlich Verteilungsschränke und Klemmenkästen sind mit einem Warnschild (Elektroblitz), sowie der Verteilungsnummer zu kennzeichnen.

2.3.12 Stromlaufplan

- Für die Einspeisung sind die Netzanschlussdaten sowie der Einspeiseort anzugeben
- Bei Sicherungen, Überstromrelais, Schutzschaltern usw. müssen neben den Bauteilbezeichnungen auch die Stromstärken bzw. Einstellbereiche angegeben werden
- Bei Motoren, Elektrischen Verbrauchern usw. sind die Leistungsangaben mit aufzuführen
- Die Schaltzeichen sind im strom- und spannungslosen und mechanisch nicht betätigten Zustand darzustellen
- Die Funktion der Stell- und Antriebsglieder sowie der Schaltgeräte ist in Klartext unterhalb des Elementes zu erläutern
- Die Bezeichnung des Betriebsmittels muss links und die Klemmenbezeichnung rechts vom Element angeordnet werden
- Unterhalb der Schützspulen muss ein komplett dargestellter Kontaktspiegel vorhanden sein. Der jeweils belegte Kontakt ist mit der entsprechenden Abschnittsnummer rechts vom Symbol zu versehen
- Bei Verbindungen zwischen einzelnen Baugruppen müssen beide Klemmenleisten mit ihren Klemmen gezeichnet und eingetragen werden
- Die Schaltungsunterlagen müssen bei der Übernahme durch die Instandhaltung dem Ist-Stand der Verteilung entsprechen

2.3.13 Stückliste

Verschleiß- und Ersatzteile, die der Lieferant als Kaufteil bezieht, sind mit Bestelldaten sowie Name und Anschrift des Herstellers bzw. Vertreibers aufzuführen. Namen und Anschriften dürfen auch in einer separaten Liste aufgeführt sein.

2.3.14 Allgemeine Anforderungen

Jede Niederspannungsschaltanlage ist auf der Frontseite mit einem aufgeklebten Blindschaltbild zu versehen.

In den Feldern der NSHV sind je nach Bedarf eine oder mehrere Profilschienen zur Befestigung der ankommenden bzw. abgehenden Leitungen einzubauen. Die Enden der Kabel/Leitungen sind im Schaltschrank mittels einer Kabelabfangschiene und Bügelschellen von Zugkräften zu entlasten.

Für sonstige zu- und abgehende Leitungen der allgemeinen Elektroinstallation, sind Reihenklemmen so anzuordnen, dass jeweils Phase bzw. 3 Phasen, Null- und Schutzleiter eines Stromkreises nebeneinanderliegen. Auch die Leitungen müssen an einer Abfangschiene mittels Schellen zugentlastend befestigt werden.

2.3.15 Aushänge und Schilder

In den Räumen der NSHV müssen die für den Betrieb erforderlichen Zubehörteile und Aushänge vom Errichter hinterlegt bzw. aufgehängt werden. Diese sind je nach Bauart der Anlage:

- 5 Sicherheitsregeln
- Übersichtsplan der MS-Anlage, Größe mind. DIN-A3, laminiert
- VDE-Bestimmungen / Bekämpfung von Bränden
- Anleitung zur Ersten Hilfe / Notrufnummernverzeichnis

2.4 Schachtsysteme und Verrohrung

Die Trassen für das Schachtsystem auf dem Gelände der FHG sind zukunftsorientiert mit ausreichender Reserve zu planen und zu errichten. Die Führung der Rohrtrassen und die Lage der Schächte haben nach Möglichkeit parallel und rechtwinklig zu Straßenverläufen und Gebäuden zu erfolgen.

Die Kapazität der Trassensysteme, ist neben dem Bedarf der Starkstromtechnik, in Abstimmung mit der Fa. AIRIT, auch für die Belange der Kommunikationstechnik auszulegen.

2.4.1 Fertigteilschacht

Die Kabelschächte müssen in Stahlbeton C 35/45, wasserundurchlässig und als Fertigteilschacht ausgeführt werden. Im Regelfall ist die Belastungsklasse D (DIN EN 124) vorzuhalten. In besonderen Fällen, insbesondere im Bereich der Flugbetriebsflächen, können höhere Belastungsklassen erforderlich werden. Diese sind individuell mit der Fachstelle der FHG abzustimmen.

Der Boden im Kabelschacht ist mit Pumpensumpf und Abdeckung auszustatten. Wenn die Örtlichkeiten einen Anschluss an einen RW-Kanal erlauben, ist dieses vorzunehmen.

Ab einer Tiefe von 3,0 m ist eine Kabelschachtleiter erforderlich. Die Leiter ist für eine Einzellast von 150 kg zu bemessen.

Aufgrund der Grundwassersituation auf dem Gelände sind die Schächte gegen Auftrieb zu sichern.

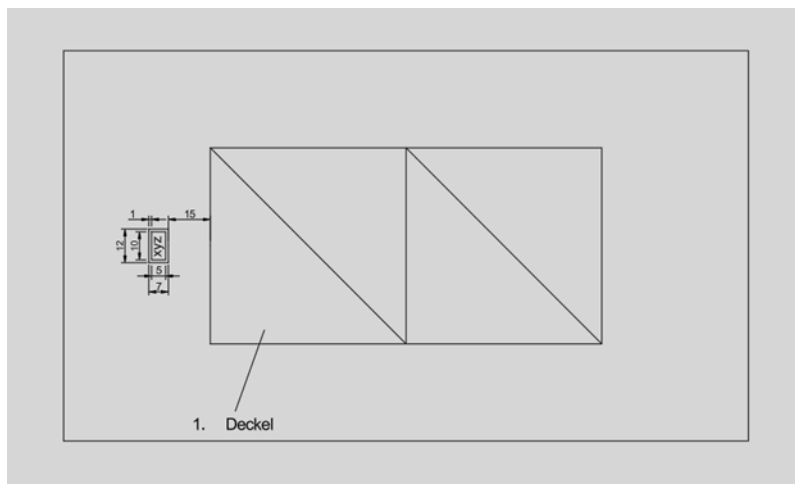
Zu jedem Schacht ist ein statischer Nachweis zu übergeben.

2.4.2 Schachtabdeckung

Die Schachtabdeckung muss am Scharnier aufklappbar, mit den bei der FHG üblichen Aushebeöffnungen, ausgeführt werden. Die Deckel sind im geöffneten Zustand gesichert. Standardmäßig sind dreieckige Vollguss-Deckel mit verzinkten Stahlrahmen von Fa. GAV oder ACO zu verwenden. Ab Klasse E sind diese Deckel mit Gasfederstäben auszustatten. Wird ein anderes Fabrikat eingesetzt, ist dessen Gleichwertigkeit vor dem Einbau nachzuweisen.

In der Abdeckung muss eine Vertiefung von 12x7 cm für die Beschilderung vorgesehen werden. Die Tiefe der Aussparung soll so ausgeführt werden, dass das Schild sowie das Befestigungsmaterial nicht über den Schachtdeckel hinausragen (ca. 5-6 mm).

Die Aussparung ist bei Dreiecksdeckeln mittig vor dem Deckel vorzusehen, der beim Öffnen des Schachtes zuerst geöffnet werden muss. Es ist ein Abstand von 15 cm zwischen dem Einstieg und der Außenkante der Aussparung einzuhalten (siehe nachfolgende Skizze).



2.4.3 Erdung

Das Schachtsystem ist untereinander parallel zur Rohrführung zu erden. Jeder Schacht erhält einen durchgehenden Erdungsfestpunkt mit Kreuzklemme M12 außen und eine Anschlusslasche für M12 Gewindeschraube innen. Die Schächte werden mit Runddraht Rd10 parallel zu den Rohrtrassen verbunden. Als Material ist ausschließlich Edelstahl V4A zugelassen.

2.4.4 Kennzeichnung

An jedem Schacht ist eine Kennzeichnung durch ein Messingschild 100/50/4 mm mit gravierter Nummer auf der Abdeckung anzubringen. Die Nummer wird von der FHG vorgegeben.

2.4.5 Kabelhalter

Zur Aufnahme von Kabeln sind die Schächte mit verzinkten Kabelhalterschienen mit Doppellängslöchern 32/8 mm auszustatten. Diese werden in regelmäßigen Abständen bündig einbetoniert. Bei einer Schachtinnenlänge von 1,50 m ist eine Schiene pro Seite ausreichend. Diese Schiene wird mittig angeordnet. Ansonsten erhalten alle Schachtseiten mehrere Schienen. Die Schienen enden jeweils 20 cm oberhalb des Schachtbodens und unterhalb der Abdeckung.

Für jede Schiene sind mind. Zwei 600 mm-Ausleger mit Kunststoffkonsole zu liefern. Standardmäßig wird das System Fa. Sichert Typ 80 verwendet.

2.4.6 Leerrohre

Für die Verlegung von Kabeln und Leitungen im Außenbereich werden Kabelschutzrohre aus PVC-hart 110 x 3,2 mm oder 125 x 3,7 mm nach DIN 8061/62 und DIN 16873, Farbe schwarz, verwendet.

Bei erhöhter Belastung insbesondere im Bereich der Flugbetriebsflächen sind Rohre 110 x 5,3 mm oder 125 x 6,0 mm zu verwenden.

Die Rohre sind so zu verbinden, dass wasserdichte und glatte Stöße entstehen. Die Verlegung hat höhen- und fluchtgenau zu erfolgen.

Sollten aufgrund der Geländesituation, Rohrbögen und flexible Rohre notwendig werden, bedarf das im Einzelfall der Zustimmung der Fachstelle der FHG.

Als flexible Rohre sind dann nur Kabuflexrohre DN 110 oder DN 125 mit glatter Innenwandung zu verwenden.

Bei Verlegung von mehreren Kabelschutzrohren sind diese mehrzügigen Einheiten durch entsprechende Abstandshalter zusammenzufassen. Die Zwischenräume sind vor dem Aufsetzen der nächsten Lage mit trockenem Sand 0/3 mm zu verfüllen. Das gesamte Kabelschutzrohrpaket ist bis 20 cm über Rohrscheitel mit steinfreiem Sand abzudecken.

Nicht belegte Leerrohre sind im Schacht bzw. an den Enden in Gebäuden, Betriebsmitteln etc. mit Deckeln wasserdicht zu verschließen.

2.4.7 Dokumentation

Für jeden Schacht sind Schachtkarten zu erstellen. Diese müssen stets alle vier Innenseiten mit den eingeführten Leerrohren darstellen. Sämtliche technischen Angaben – wie Höhenlage, Vermassung, Nennweiten der Leerrohre sowie die Kabelnummern der belegten Leerrohre – sind einzutragen.

3 Elektroinstallation

3.1 Kabel und Leitungen

3.1.1 Verlegung im Innenraum

Kabel und Leitungen sind an beiden Enden mittels Kunststoffschildern übersichtlich und leicht lesbar mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Zielort in Klartext
- Stromkreisbezeichnung
- Kabel- bzw. Leitungstyp, Aderzahl und Querschnitt
- bei Querschnitten ab 4 mm², z. B. NYM 5x16

Diese Angaben sind ebenfalls in die Revisionszeichnungen einzutragen. Eine Kennzeichnung durch farbige Schlauchüberzüge ist nicht zugelassen.

Alle Kabel und Leitungen sind sowohl auf Rinnen als auch an Decken und Wänden ausgerichtet, nebeneinander mit gegenseitigem Abstand zu verlegen.

Der notwendige Abstand oder die Trennung zwischen Stark- und Schwachstromverkabelungen nach DIN VDE 0800 ist einzuhalten.

Kabel und Leitungen sind grundsätzlich in einer Länge ohne Verbindungsmuffen zu verlegen.

Bei Verlegung auf senkrechten Kabeltrassen sind Bügelschellen nur mit Gegenwanne zu verwenden. Eine alleinige Befestigung mit Kabelbindern ist entsprechend DIN-VDE 0100-520 (522.8.5) nicht geeignet.

Ab der Gebäudehauptverteilung (GHV) sind alle Kabel und Leitungen unabhängig vom Querschnitt mit separatem PE zu verlegen (TN-S Netz).

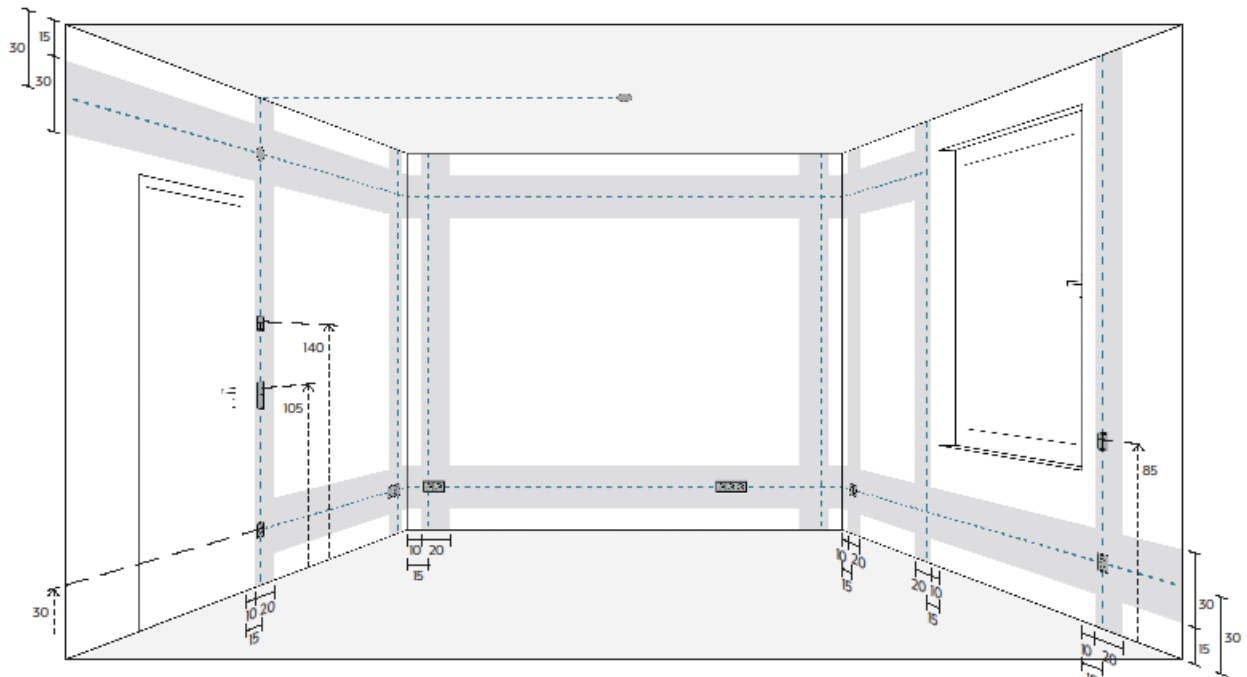
Bei der Dimensionierung der Kabel und Leitungen ist die Selektivität der Absicherung und die Einhaltung der Abschaltbedingungen nach DIN VDE 0100-430 zu beachten.

Die Verwendung von Stegleitung (NYIF) ist nicht gestattet. Ebenfalls hat keine Verlegung von Mantelleitung mittels Nagelschellen zu erfolgen.

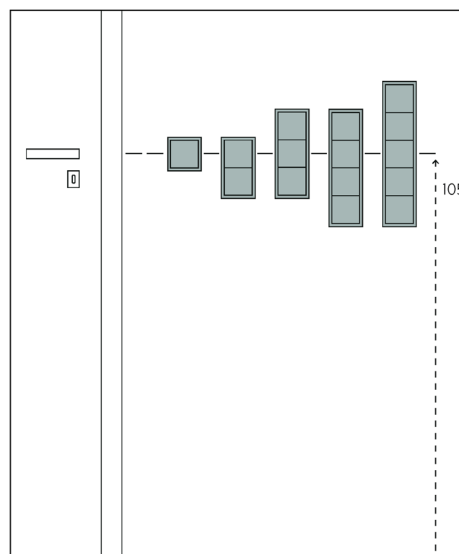
Bei Steckdosenstromkreisen gilt ein Mindestquerschnitt von 2,5 mm².

3.1.2 Installationszonen

Die Verlegung von Kabeln und Leitungen hat in den Installationszonen nach DIN 18015-3:2016-09 zu erfolgen. Diese haben grundsätzlich Anwendung zu finden, auch in sogenannten Leichtbauwänden ist auf eine senkrechte und waagegerechte Führung zu achten.



Anordnung von Mehrfachkombinationen:



3.1.3 Funktionserhalt

Werden Kabel und Leitungen mit Funktionserhalt verlegt, so dürfen diese nur mit zugelassenen und geprüften Verlegesystemen montiert werden.

Die Kabelanlage mit Funktionserhalt ist vom AN mit einem Schild dauerhaft zu kennzeichnen, Klebeschilder ohne weitere Befestigung sind nicht zugelassen.

Das Schild muss die folgenden Angaben enthalten:

- Name und Anschrift des Errichters der Kabelanlage
- Bezeichnung der Kabelanlage laut Prüfzeugnis
- Funktionserhaltsklasse, Prüfzeugnisnummer
- Herstellerjahr

Für jede Kabel- und Leitungsanlage mit Funktionserhalt ist eine Übereinstimmungserklärung mit rechtsverbindlicher Unterschrift zu übergeben, in dem die folgenden Einzelheiten u.a. aufgeführt sind:

- Name und Anschrift des Errichters der Kabelanlage
- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
- Bauvorhaben – bei Bedarf mit Zuordnungstabelle und Zeichnung
- Feuerwiderstandsklasse
- Aufbaubeschreibung, Verwendbarkeitsnachweise
- Allgemeine Hinweise
- Gültigkeit der Klassifizierung

Werden Kabel als Endstromkreis mit Funktionserhalt in den letzten Brandabschnitt geführt, sind diese unmittelbar nach Eintritt mit einer Abzweigdose abzuschließen bzw. normgerecht verlegt bis zum ersten Verbraucher im Brandabschnitt zu führen.

Eine gemeinsame Verlegung mit Kabeln ohne Funktionserhalt darf nicht durchgeführt werden.

3.1.4 LAR

Das Land Niedersachsen hat mit Stand vom 21.06.2021 Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (LAR) veröffentlicht.

Alle Kabel- und Leitungsanlagen sind entsprechend der aktuellen LAR Niedersachsen auszuführen.

3.1.5 Halogenfreie Verkabelung

Entsprechend der Brandschutztechnischen Stellungnahme 03BS-0317S der Ingenieurgesellschaft HHP aus Braunschweig vom 24.02.2003 und der darauf basierenden Festlegung der Stadt Langenhagen vom 26.06.2003 kann auf die Verwendung von halogenfreier Verkabelung und Installationsmaterial verzichtet werden.

Gesonderte Forderungen der FHG für besondere Bereiche, wie EDV-Räume, bleiben hiervon unberührt.

3.1.6 Verlegung im Außenbereich

Alle Kabel im Außenbereich sind in das auf dem Gelände der FHG vorhandenen Leerrohr- und Schachtsystem zu verlegen. Eine Erdverlegung bildet die absolute Ausnahme und ist nur mit Genehmigung der Fachstelle möglich.

Die Kabel sind grundsätzlich in einer Länge ohne Verbindungsmuffen zu verlegen, Ausnahmen bilden Abzweigmuffen bzw. die Garnituren, die aus baulichen Gründen erforderlich sind.

Bei Transport, Lagerung und Verlegung ist darauf zu achten, dass die Kabelenden ordnungsgemäß abgedichtet sind. Weiterhin ist die Endenbefestigung an den Trommeln zu überprüfen, damit nicht bei unsachgemäß befestigten Enden die Verkappung beschädigt wird.

Werden Kabel geschnitten, sind die freien Enden durch Schrumpfkappen vor Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen

Im Rahmen der Planung, spätestens vor Verlegung sind Kabelnummern, Kabelverlauf-Blatt, Lageplan mit Schachtübersicht u. Leitungsverlauf, Belegungsliste, und Schachtkarten bei IM115 anzufordern.

In den zur Verfügung gestellten Kabelschachtkarten ist zu dokumentieren, von wo nach wo das Kabel gezogen wurde (Ein- und Ausgang). Bei mehreren Kabeln ist dieses in eine Belegungsliste einzutragen. Differenzen zwischen Schacht und Kabelschachtkarte sind zu erfassen und zu dokumentieren.

Mit der Abnahme sind das Kabelverlaufsblatt mit Anhang und die Kabelschachtkarten mit Belegungsliste zu übergeben.

3.1.7 Kabeltypen im Außenbereich

Als Niederspannungskabel ist die Type NYCWY bzw. NYCY bevorzugt zu verwenden. Als Mittelspannungskabel wird das Aluminiumkabel NA2XS(F)2Y in längswasserdichter Ausführung eingesetzt. Ebenfalls in längswasserdichter und nagetiergeschützter Qualität ist das LWL Steuerkabel G62,5/125 1x12 für den Leitungsschutz zu berücksichtigen.

3.1.8 Kabelbeschriftung im Außenbereich

Es ist grundsätzlich jedes Kabel zu kennzeichnen. In großen Schächten ab 1,5 m² Grundfläche ist die Bezeichnung am Schachtein- und austritt vorzunehmen. Die Kennzeichnung erfolgt entsprechend nachfolgender Systematik mit gravierten Kabelschildern der Fa. Kelmaplast Typ 40.

Neben dem Kennbuchstaben ist eine laufende Nr. einzuprägen. Die fortlaufenden Nummern werden durch die Fachstelle festgelegt.

Kommunikation flughafeneigene Kabel

K/F	Fernmeldekabel	gelber Kabelmarker
K/L	Lichtwellenleiterkabel	gelber Kabelmarker
K/N	Niederspannungskabel	gelber Kabelmarker

Energietechnik flughafeneigene Kabel

H	Hoch- und Mittelspannungskabel	roter Kabelmarker
F	Fernmeldekabel	blauer Kabelmarker
L	Lichtwellenleiterkabel	blauer Kabelmarker
N	Niederspannungskabel	blauer Kabelmarker

Nicht flughafeneigene Kabel

F/H	Fremde Hoch- und Mittelspannungskabel	grüner Kabelmarker
F/F	Fremde Fernmeldekabel	grüner Kabelmarker
F/L	Fremde Lichtwellenleiterkabel	grüner Kabelmarker
F/N	Niederspannungskabel	grüner Kabelmarker

Die Kabelkennzeichnung ist unmittelbar nach dem Ziehvorgang anzubringen.

3.2 Verlegesysteme

Bei Verlegesystemen sind grundsätzlich Systembauteile zu verwenden. Selbst hergestellte Winkel, Bögen, Reduzierungen etc. sind nicht zugelassen.

Es dürfen für die Befestigung nur mit Zulassungsbescheid bauaufsichtlich genehmigte Dübel und Anker Verwendung finden.

3.2.1 Kabeltrassen, Steigetrassen

Als Trassensysteme sind vorzugsweise Kabelrinnen mit gesickter Längsbodenlochung zu verwenden. Die Verwendung in der bei Herstellern üblichen Verwendungsklasse leicht, ist im Innenbereich von Gebäuden ausreichend. Im Außenbereich und offenen Bereichen wie beispielsweise Parkhäuser dürfen nur mittelschwere und schwere Ausführungen Verwendung finden. Bei maschinentechnischen Anlagen wie Gepäckförderanlagen, Lüftungs- und Kältetechnische Anlagen oder bei Verwendung von Weitspanntrassen sind immer Einzelfestlegungen mit der FHG durchzuführen.

Im Innenbereich und bei nicht aggressiven Umgebungsbedingungen ist eine Bandverzinkung nach EN 10327 ausreichend. Im Außenbereich und offenen Bereichen sind in Abstimmung mit dem AG immer Systeme in feuer- oder galvanisch verzinkter Qualität zu montieren. In besonderen Fällen kann auch der Einsatz von Edelstahlsystemen erforderlich werden.

Die Holme sind als Verstärkung und Kantenschutz mit oberem Falz zu versehen und haben eine Höhe von mind. 60 mm. An Enden und Übergängen ist ein fest montierter systemeigener Kantenschutz anzubringen. Die Stiele erhalten aus unfallschutzgründen grundsätzlich Kappen.

Bei Steigesystemen sind die Sprossen als C-Profil, Abstand höchstens 300 mm, mit gratloser Kabelaauflagerfläche auszuführen.

Es ist bei den horizontalen Systemen eine Belastung von mind. 1,5 kN/m bei 1,0 – 1,2 m Stützweite zu berücksichtigen. Die Halterungen und Trägersysteme sind so zu dimensionieren, dass eine Installation weiterer Trassen möglich ist.

Zu favorisieren ist eine Trennung von Systemen für die Starkstrom- und Kommunikationstechnik mittels getrennter Kabeltrassen und -leitern. Sollte diese Lösung z. B. aus Platzgründen nicht durchführbar sein, sind die Trassen mit Trennstegen auszustatten.

Das Durchdringen von Brandabschnitten und F30/F90-Wänden mit Trassen ist nicht zulässig. Vor jeden Abschnitt ist ein Abstand von 100 mm einzuhalten.

Werden Abzweigdosen oder Klemmkästen an Trassen befestigt, sind als Träger immer systembedingte Montageplatten zu verwenden.

Die Verlegesysteme sind grundsätzlich in den Potenzialausgleich der elektrischen Anlage einzubinden.

Die Trassensysteme erhalten bei Richtungsänderungen, Abzweigen, vor und hinter Wanddurchbrüchen, sowie bis max. 20 m Abstand eine sichtbare Kennzeichnung mit Resopalschildern. Die Befestigung erfolgt mit Kunststoff-Blindnieten. Die Schilder werden von der FHG entsprechend Anforderung des AN beigestellt und es ist das jeweilige Gewerk mit folgender Farbe zu dokumentieren:

Elektro:	Beschriftung: ELT	Farbe: gelb
MSR:	Beschriftung: MSR	Farbe: blau
Funktionserhalt:	Beschriftung: nach Klasse (E90)	Farbe: orange
AirIT:	Beschriftung: KOM	Farbe: grün

3.2.2 Installationskanäle und -rohre

LF-Kanäle aus Kunststoff sind abhängig von der Montageumgebung in den Standardfarben grau oder reinweiß vorzusehen. Es sind die bei den Herstellern angebotenen Formteile zu verwenden. Ist mit einer mechanischen Beeinträchtigung zu rechnen, sind LF-Kanäle aus Stahlblech einzusetzen.

Als Installationsrohre sind druck- und schlagfeste Kunststoffrohre gemäß VDE 0605 und DIN EN 61386-21 zu verwenden. Ist mit einer mechanischen Beeinträchtigung zu rechnen oder erfolgt die Montage unter aggressiven Umgebungsbedingungen (z. B. in Parkhäusern oder im Vorfeldbereich), sind abhängig von der Gefährdung Metallrohre aus Aluminium, verzinktem Stahl oder Edelstahl einzusetzen. Vor Beginn der Arbeiten ist eine Freigabe durch die Fachabteilung einzuholen.

3.2.3 Geräteeinbaukanäle

Zur elektrischen Versorgung von Büroarbeitsflächen ist der Einsatz von Brüstungskanälen zu favorisieren.

Als System kommt, wenn es aus architektonischen oder aufgrund der mechanischen Einwirkungen keine Einschränkungen gibt, immer ein Kunststoffkanal zum Tragen. Dieses System muss die Eigenschaften des Fabrikates Hager BRN aufweisen. Die Standardgrößen sind 130/70 mm bzw. 170/70 mm. Als Farbe ist reinweiß zugelassen.

Es werden ausschließlich systembedingte Installationsgeräte vom Hersteller eingesetzt. Für gewerkefremde Installationen sind entsprechende Formblenden vorzuhalten.

3.2.4 Brandschutzkanäle

Werden Verlegesysteme nach DIN 4102 Teil 12 für Elektroinstallationen mit Funktionserhalt notwendig, sind die einschlägigen Vorschriften und Hinweise der Hersteller bei der Montage zu beachten. Insbesondere hat während der Planung eine Abstimmung über die zulassungskonforme Ausführung der Kabelanlage, wozu auch das Verlegesystem gehört, zu erfolgen.

Die Verlegung von Kanälen mit definierten Feuerwiderstandsklassen (z. B. Tehalit FWK oder OBO Pyroline Rapid o. gl.) ist der Verkleidung von Trassensystemen mit Baustoffplatten vorzuziehen. Eine nachträgliche Verkleidung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung durch den AG.

3.2.5 Unterflursysteme

Beim Einbau von Unterflursystemen ist vor Planung und Ausführung eine technische Abstimmung mit der Fachstelle des Auftraggebers durchzuführen.

3.3 Verteilungen

3.3.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil des Planungshandbuchs gilt für die elektrische Ausführung von Niederspannungsverteilungen, Stromkreisverteilern und Unterverteilungen, im Folgenden Verteilungen genannt, und gilt als Ergänzung zur DIN VDE 0603-1 und DIN VDE 660 Teil 500.

3.3.2 Normative Verweisungen

Der Lieferant ist verantwortlich für die richtige Funktion der Verteilung und die Einhaltung der zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses gültigen Ausgaben

- der allgemein anerkannten Regeln der Technik, wie z. B.
- der EU-Richtlinien
- der Unfallverhütungsvorschriften
- der VDE-Bestimmungen
- der DIN-Normen
- der VDI-Richtlinien
- der ZH1-Sicherheitsregeln – der Brandschutzverordnung

3.3.3 Allgemeine Anforderungen

Es dürfen für gleiche Funktionszwecke innerhalb einer Verteilung nur gleiche Bauteile eines Fabrikats verwendet werden.

Der Lieferant hat sich über die örtlichen Gegebenheiten zu informieren. Dies geschieht mit Unterstützung des Bestellers und bezieht sich z. B. auf die Möglichkeit der Installation, der Energieversorgung sowie Anordnung und Aufstellung der Verteilungen. Insbesondere in Hinblick auf einzuhaltenden Brandschutz sowie die Zugänglichkeit von Flucht- und Rettungswegen.

Bei Umbauten bestehender Verteilungen sind sämtliche nicht mehr benötigte Komponenten in der Verteilung zu demontieren und die Dokumentation entsprechend zu berichtigen. Eine Abnahme durch die zuständige Fachabteilung ist generell erforderlich.

3.3.4 Spezielle Anforderungen

- Die Verteiler sind als partiell typgeprüfte Installationsverteiler in Stand- oder Wandverteiler-ausführung (Auf- oder Unterputz) zu liefern
- Stahlblechgehäuse mit Fronttür 1,5 mm dick
- Gehäusefarbe Normalnetz (AV) RAL 7035 / RAL 9016 (Öffentlicher Bereich RAL 9016)
- Gehäusefarbe Ersatznetz (SV) RAL 1016
- Gehäusefarbe USV-Netz (USV) RAL 5012

- Schwenkhebelstangenverschluss mit Schließung für den Einsatz eines bauseitigen Profilhalbzylinders nach DIN 18252
- Bei Kleinverteilern ohne Stangenhebelverschluss ist ein Schloss der Fa. Hager mit der Schlüsselnummer E455 – FZ453N einzusetzen.
- Schutzart mind. IP41 bzw. in Abhängigkeit von der Umgebung
- Schutzklasse I
- Breite und Tiefe entsprechend den Erfordernissen
- Tragschienen mit einer Platzreserve von 30 % der bestehenden Abgänge
- Berührungsschutzabdeckungen gemäß DGUV Vorschrift 3
- Bemessungsisolationsspannung 600 V AC
- Jeder Verteiler muss in der Türinnenseite eine stabile Tasche zur Aufnahme der Schaltpläne aufweisen – gekantete Ausführung aus Blech oder Kunststoff
- Beschriftungsschild je Gerät und je Klemmleiste

3.3.5 Elektrische Versorgung

Der Netzanschluss (Anschlusspunkt, Spannungsebene) wird von der zuständigen Fachabteilung (TD21) festgelegt.

Bei der Planung sind folgende Punkte zu klären und festzulegen:

- Bemessungsbetriebsspannung: 230/400 V, 50 Hz
- Netzform: TN-S Netz
- Geplanter Querschnitt bei bauseitiger Einspeisung durch FHG
- Einführung der Einspeisung in den Schaltschrank

Die Einspeisung zum Schaltschrank ist grundsätzlich in der Netzform TN-S auszuführen. Die Auftrennung des PEN-Leiters in PE-Leiter und N-Leiter erfolgt an der Schnittstelle zum versorgenden Netz, das heißt im Abgangsfeld der NSHV.

Die Phasenfolge aller Niederspannungsanlagen ist: L1-L2-L3 (rechtsläufiges Drehfeld). Die Zuordnung der Aderfarben zu den Potenzialen ist folgende: Braun: L1, Schwarz: L2, Grau: L3, Blau: N, Grün/gelb: PE

3.3.6 Verteilungseinbauten

Unterschiedliche Verbrauchergruppen wie Beleuchtung, Steckdosen, Kraft- und Sonderverbraucher werden innerhalb eines Feldbereiches in separaten Feldern aufgebaut. Einbaubereiche für Schwachstrom- und Notstromkreise werden darüber hinaus jeweils allseitig geschottet, das gilt auch für vorzusehende Platzreserven.

Leitungsschutzschalter sind gemäß DIN VDE 0641-11 / DIN EN 60898-1 für Leuchtenstromkreise mit 10 A bzw. 13 A und für Steckdosenstromkreise mit 16 A unter Berücksichtigung der erforderlichen Auslösecharakteristik auszuliegen.

Die Verdrahtung der Leitungsschutzschalter erfolgt über vorkonfektionierte Verdrahtungsschienen, Schienen dürfen nicht gekürzt werden. Nicht benötigte Abgänge sind mit Berührungsschutzkappen abzudecken.

Für Steckdosenstromkreise sind grundsätzlich Fehlerstromschutzschalter (Typ A) mit einem Bemessungsfehlerstrom von 30 mA vorzusehen.

Sind an einem Stromkreis Verbraucher angeschlossen, die im Fehlerfall hohe Gleichstromanteile aufweisen, ist immer ein *allstromsensitiver* Fehlerstromschutzschalter einzusetzen. Bei Anlagen mit Frequenzumrichterbetrieb, Aufzugssteuerungen, Rohrbegleitheizungen, Photovoltaik und Ladestationen ist grundsätzlich ein RCD Typ B vorzusehen.

Als Vor- oder Gruppensicherung dürfen nur Sicherungslasttrennschalter für Sicherungseinsätze D02-63 A gemäß DIN VDE 0660 Teil 107 eingebaut werden.

Hauptschalter sind entsprechend der vorgeschalteten Sicherung in der Niederspannungshauptverteilung zu auszulegen.

Die Stromkreisabgänge sind auf Zugfederreihenklemmen zu führen, wobei allen Abgängen Neutralleiter- (blau) und Schutzleiterklemmen (grün-gelb) nacheinander zuzuordnen sind. Steuerleitungen sind in dem jeweiligen Stromkreisklemmenblock zu integrieren. Die Neutralleiterklemmen sind zur besseren Überprüfung der Isolations- und Schleifenwiderstände als Trennklemmen auszuführen.

Alle Reihenklemmen werden auf der dem Betrachter zugewandten Seite mit Klemmennummern versehen. Die Nummerierung der Reihenklemmen erfolgt analog zur Nummerierung der Sicherungsorgane, diese müssen auch grundsätzlich mit der Stromkreisnummerierung identisch sein.

In den Verteilungen sind Überspannungsschutzeinrichtungen vom Typ 2 vorzusehen. Diese müssen so angeordnet sein, dass bei einem fehlerhaften Ableiter eine Abschaltung durch das vorgeschaltete Schutzorgan sichergestellt und eine Personengefährdung durch zu hohe Berührungsspannungen ausgeschlossen ist.

Die Gesamtanschlusslänge von Überspannungsschutzeinrichtungen sollte nicht größer als 0,5 m vom Einspeisepunkt aus sein. Die Anschlussleitungen sind direkt und auf kürzestem Wege anzuschließen und sollten nicht in der Nähe der Steuerelektronik verlegt werden. Eine V-Verdrahtung ist, wenn möglich anzuwenden.

Zum Schutz empfindlicher Geräte, die sich mehr als 5 m (Leitungslänge) von den SPD Typ 2 befinden, sind nochmals Überspannungsschutzeinrichtungen des Typs 3 erforderlich, die dann die nächsten 5 m des entsprechenden Stromkreises schützen.

3.3.7 Brandschutzschalter – AFDD (Arc Fault Detection Device)

Die DIN VDE 0100-420:2022-06 beschreibt die Schutzmaßnahmen gegen thermische Auswirkungen in Niederspannungsanlagen.

In Kapitel 421.7 wird der Einsatz von Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen (AFDD) für bestimmte Stromkreise gefordert.

Die Definition der Räume/Orte mit Gefährdungen für unersetzbare Güter (Kapitel 422.6) umfasst auch Bereiche wie Flughäfen.

Am 24.01.2017 wurde durch die Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informations-elektronik (DKE) eine Verlautbarung zur neu erschienenen DIN VDE 0100-420 veröffentlicht. Mit der Verlautbarung der DKE vom 24.01.2017 wurde klargestellt, dass die Einstufung der Örtlichkeiten/Räume nach den Kapiteln 422.3, 422.4 und 422.6 in der Verantwortung des Betreibers der Anlage liegt.

Diese Einstufung ist erfolgt und in einer Gefährdungsbeurteilung dokumentiert, die jederzeit eingesehen oder zur Verfügung gestellt werden kann.

Bei nachfolgenden einphasigen Endstromkreisen $\leq 16 \text{ A (AC)}$ ist die Verwendung eines AFDD bei der Planung und Ausführung verbindlich zu berücksichtigen:

- Für definierte Heizungen, Heizlüfter, Boiler und Durchlauferhitzer
- Alle Stromkreise in Teeküchen
- Händetrockner, Haartrockner oder gleichwertige Geräte
- Definierte leistungsintensive Verbraucher $> 2 \text{ kW}$
- Ladeanschlüsse / Ladeeinrichtungen für E-Fahrzeuge
- Kundenanlagen, es sei denn, der Kunde (Mieter) legt eigene Gefährdungsbeurteilungen zur Freigabe durch die FHG vor
- Flugzeughallen / Kleinflugzeughallen
- Fest angeschlossene Kaffeeautomaten und Heißwasserbereiter

Es sind vorzugsweise Kombinationen von AFDD/LS bzw. AFDD/LS/RCD zu berücksichtigen.

3.3.8 Verdrahtung

Die Verdrahtung hat gemäß DIN VDE 0298 Teil 4 mit H07V-K oder NSGAFÖU entsprechend der Stromtragfähigkeit und der vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung zu erfolgen.

Einbaugeräteanschlüsse werden unter Verwendung von Aderendhülsen mit Kragen hergestellt.

Zugfederklemmen werden grundsätzlich ohne Aderendhülsen angeschlossen.

3.3.9 Verdrahtungsfarben

Spannungsart	Verdrahtungsfarbe	Farbkennzeichnung
Hauptstrom 230/400 V ~/-	schwarz	BK
Neutralleiter N	hellblau	BU
Schutzleiter PEN/PE	grün-gelb	GNYE
Steuerspannung 230 V	rot	RD
Steuerspannung N	rot	RD
Steuerspannung 24 V DC	dunkelblau	BU
Steuerspannung 60 V DC	violett	VT
Kleinspannung 24-50 V AC	grau	GY
Fremdspannung	orange	OG
Messsignale / M-Bus	weiß	WH
GLT/DDC	braun	BN
Wandlerverdrahtung	K = schwarz, L = braun	BK, BN

3.3.10 Betriebsmittelkennzeichnung

Die Kennzeichnungsschilder dürfen am Gerät selbst angebracht werden und dürfen beim Wechseln der Geräte nicht verloren gehen.

Die Kennzeichnung muss dauerhaft und so angebracht sein, dass sie bei fertig aufgestellter Einrichtung sichtbar ist. Auf Verkleidungen und Abdeckhauben sind diese Gerätekennzeichnungen zu wiederholen. Alle Geräte außerhalb von Einbauräumen müssen mit Kennzeichnungsschildern in gravierter, geprägter oder geätzter Ausführung gekennzeichnet sein. Diese Schilder dürfen nicht durch Kleben befestigt werden.

3.3.11 Kennzeichnung und Warnhinweise

Sämtliche Verteilungsschränke und Klemmenkästen sind mit einem Warnschild (Elektroblitz) sowie der Verteilungsnummer zu kennzeichnen.

3.3.12 Technische Dokumentation

Technische Unterlagen sind in Ordnern oder Ringbüchern zusammenzufassen und mit einem Inhaltsverzeichnis und Register zu versehen. Das Format der Ordner muss dem Papierformat entsprechen.

Die Technische Dokumentation umfasst mindestens:

- Installationspläne
- Stromlaufpläne
- Klemmpläne
- Stücklisten
- Bedienungsanleitungen

- Instandhaltungsanleitungen

Die Dokumentation ist vorzugsweise mit EPLAN 5.XX oder EPLAN P8 zu erstellen. Zusammen mit den technischen Unterlagen sind die Zeichnungsdateien im DXF/DWG-Format (AutoCAD) oder im EPLAN-Format sowie zusätzlich als PDF zu übergeben. Bedienungs- und Instandhaltungsanleitungen sind als PDF-Dateien oder in Microsoft Word- bzw. Excel-Formaten beizufügen.

3.3.13 Stromlaufplan

- Für die Einspeisung sind die Netzanschlussdaten, sowie der Einspeiseort anzugeben
- Bei Sicherungen, Überstromrelais, Schutzschaltern usw. müssen neben den Bauteilbezeichnungen auch die Stromstärken bzw. Einstellbereiche angegeben werden
- Bei Motoren, Elektrischen Verbrauchern usw. sind die Leistungsangaben mit aufzuführen
- Die Schaltzeichen sind im strom- und spannungslosen und mechanisch nicht betätigten Zustand darzustellen
- Die Funktion der Stell- und Antriebsglieder sowie der Schaltgeräte ist in Klartext unterhalb des Elementes zu erläutern
- Die Bezeichnung des Betriebsmittels muss links und die Klemmenbezeichnung rechts vom Element angeordnet werden
- Unterhalb der Schützspulen muss ein komplett dargestellter Kontaktspiegel vorhanden sein. Der jeweils belegte Kontakt ist mit der entsprechenden Abschnittsnummer rechts vom Symbol zu versehen
- Bei Verbindungen zwischen einzelnen Baugruppen müssen beide Klemmenleisten mit ihren Klemmen gezeichnet und eingetragen werden
- Die Schaltungsunterlagen müssen bei der Übernahme durch die Instandhaltung dem Ist-Stand der Verteilung entsprechen

3.3.14 Stückliste

Verschleiß- und Ersatzteile, die der Lieferant als Kaufteil bezieht, sind mit Bestelldaten sowie Name und Anschrift des Herstellers bzw. Vertreibers aufzuführen. Namen und Anschriften dürfen auch in einer separaten Liste aufgeführt sein.

3.3.15 Allgemeine Anforderungen

An Schaltgeräten dürfen maximal nur zwei Leiter pro Klemme angeschlossen werden. An jeder Reihenklemme darf pro Anschlussstelle nur ein Leiter angeklemmt werden. Der Anschluss von zwei Leitern ist nur dann zulässig, wenn die Klemmen für diesen Zweck ausgelegt sind. Jedoch darf nur ein Schutzleiter je Klemmenanschlusspunkt angeschlossen werden.

Lose Klemmen dürfen nicht verwendet werden.

Alle Verbindungen müssen geklemmt und/oder gesteckt werden. Lötverbindungen sind nicht zugelassen; davon ausgenommen sind Daten- und Messleitungen. Alle Leiterenden in Schraubanschlüssen müssen mit eigenen Aderendhülsen oder Kabelschuhen (Quetschverbindungen) versehen werden. Hierbei dürfen zwei oder mehr Leiter nicht zusammengefasst werden.

Querverbindungen dürfen an nebeneinanderliegenden Reihenklemmen nur über Verbindungsstege hergestellt werden. Drahtbrücken sind nicht zulässig.

Die Verdrahtung muss mit dem Stromlaufplan übereinstimmen, d. h. die Verdrahtungsfolge muss der Zeichnungsfolge in den einzelnen Planabschnitten von oben nach unten und von links nach rechts entsprechen.

In der Verteilung ist eine Profilschiene zur Befestigung der ankommenden bzw. abgehenden Leitungen einzubauen. Die Enden der Kabel/Leitungen sind im Schaltschrank mittels einer Kabelabfangschiene und Bügelschellen von Zugkräften zu entlasten.

Sämtliche Sammelschienen sind, auch hinter den Feldabdeckungen, gegen zufälliges Berühren allumfassend abzudecken oder zu ummanteln.

3.4 Zählersysteme

3.4.1 Zähler

Bei der FHG kommen Zähler zur registrierenden Leistungsmessung (RLM-Zähler) zur Montage auf Zählertafeln und digitale Industriezähler (M-Bus Zähler) zur Montage auf Tragschiene zum Einsatz.

Die digitalen Industriezähler werden üblicherweise bei Kleinverbrauchern in den Unterverteilungen als direkt messende Zähler eingebaut. Bei Wandlermessungen und der Energieerfassung über RLM-Zähler sind ausreichend Platzreserven für gesonderte Zählerschränke einzuplanen.

Die Messwandler sind so anzuordnen, dass ausreichend Montageplatz in den Verteilungen vorhanden und eine Inaugenscheinnahme insbesondere der Eichmarken und der technischen Daten im Betrieb problemlos möglich ist. Nicht fest mit der Anlage verschraubte Kabelaufsteckwandler sind in Neuanlagen nicht zugelassen. Siehe hierzu auch Kapitel 2.1.5.

Die Messwandlerleitungen sind mind. in 4 mm² auszuführen und mit Stromwandlerklemmen Wago Topjob 2007-8821 6 mm², inkl. Schaltungsbrücker abzuschließen.
Für die Spannungsleitungen sind Phoenix Push-in-Anschlussklemmen Typ PT 2,5 mm² einzusetzen.

Die Datenfernabfrage der digitalen Zähler erfolgt auf dem Gelände des Flughafens Hannover mittels M-Bus Netzwerk. Die Installation des Netzwerkes erfolgt soweit nicht anders vereinbart durch die AirtSystems GmbH.

Innerhalb von Schaltanlagen werden die M-Bus Leitungen als weiße Verdrahtungsleitungen max. 1,5 mm² geführt und zur Übergabe an das Datennetz auf Messertrennklemmen Typ Phönix PT 1,5/S-MT abgeschlossen.

Wenn nicht anders vereinbart, erfolgt die Beschaffung und die Montage sämtlicher Zähler und dazugehöriger Zählerschränke durch die FHG.

3.4.2 Zählerschranksysteme

Zur Aufnahme von einem RLM-Zähler sind Messschränke mit nachfolgend beschriebenen Eigenschaften vorzusehen:

- Kunststoffverteiler mit Aufnahmeverrichtung für die Messtafel, Farbe RAL 7035
- Abmessungen 700x400x225 mm (HxBxT) Tür mit Vollsicht-Sicherheitsscheibe
- Schutzart IP54, Schutzklasse II, schutzisoliert
- Drehriegelverschluss mit Schließung für den Einsatz eines bauseitigen Profilhalbzylinders
- Plombierbar
- Zählermesssatztafel, Abmessung 520x300x25 mm (HxBxT)
- Obere Prüfklemme, Sicherungsautomat

- Spannungspfadsicherungen und Verbindungsleitungen
- Fabrikat / Typ: Paul Deppe & Co. GmbH, Ausführung Hannover Flughafen

Sollten mehr als zwei Zählerplätze benötigt werden, ist mit der FHG eine gesonderte Abstimmung durchzuführen.

3.5 Installationsgeräte

3.5.1 Schalter und Steckdosen

Sämtliche Unterputzgeräte sind als Flächenprogramm mit viereckiger Abdeckplatte und als Kombinationsgeräte mit Zentralplatte einzusetzen. Wird mehr als ein Gerät neben- oder untereinander angeordnet, so sind die Geräte in Kombination zu setzen.

Alle u. P.- und a. P.-Geräte sind mit Beschriftungsfeld zu liefern. Die Beschriftung erfolgt mit Maschinenschrift entsprechend der Beschriftungssystematik der FHG (Beispiel UV1 / 1F3).

Die im Handel üblichen Doppel- und Dreifachsteckdosen mit nur einer Einbaudose sind nicht erlaubt. Es dürfen nur Steckdosen verwendet werden, die auch bei entfernter Abdeckung berührungssicher sind. Im öffentlichen Bereich sind nur Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz gemäß DIN VDE 0620-1 erlaubt.

Sämtliche Drehstromsteckdosen sind in rechter Phasenfolge L1-L2-L3 anzuschließen.

Geräteeinbaudosen sind mit zwei Befestigungsschrauben zu liefern. Die Befestigung der Installationsgeräte nur mit Spreizkrallen allein ist nicht erlaubt.

3.5.2 Montagehöhe Schalter und Steckdosen

Steckdosen und Schalter sind in folgenden Höhen über der Oberkante des fertigen Fußbodens (OKFF) zu montieren, sofern nichts anderes vereinbart wurde:

Schalter: 1,05 m über OKFF

Steckdosen in Kombination u. P.: unter dem Schalter

Steckdosen in Kombination a. P.: unter oder neben dem Schalter

Steckdosen: 0,30 m über OKFF

Steckdosen über Tische und Arbeitsflächen: 1,25 m über OKFF

Die Maße gelten für Mitte der Gerätedose; bei Kombination für die Mitte der obersten Gerätedose.

3.5.3 Abzweigkästen a.P.

Es sind Abzweigkästen in robuster Ausführung zu verwenden. Der Deckel muss mit Schrauben gegen Öffnen gesichert sein. Die Befestigung erfolgt durch innenliegende Schraublöcher. Die Schutzart muss mind. IP 65 betragen.

Die Einführungen mit sogenannten Durchstoßmembranen sind nicht zugelassen. Es sind immer exakt zuschneidbare Dichtungen oder Verschraubungen zu verwenden.

Abzweigkästen sind außen und innen dauerhaft und unverwechselbar in Maschinenschrift mit der Stromkreisnummer zu beschriften und im Installationsplan zu vermerken.

Vor der Montage hat eine Abstimmung über die Zugänglichkeit zu erfolgen. Bei Anordnung von Abzweigkästen über abgehängten Decken darf der Abstand höchstens 50 cm von OK Decke betragen.

3.5.4 Unterputzinstallation

Als Schalterdosen sind grundsätzlich Gerätedosen mit verdrehungssicheren garantiertem Norm-Kombinationsabstand von 71 mm zu verwenden. Die Dose muss eine Tiefe von 60 mm aufweisen um auch nachträglich als Verbindungsdose verwandt zu werden.

Grundsätzlich sollte die Installation ohne zusätzliche Unterputzabzweigdosen ausgeführt werden.

Sämtliche Schalter- und Abzweigdosen sind bündig mit der fertig verputzten bzw. gefliesten Wand zu setzen. Bei gefliesten Wänden sind diese auf Fugenkreuz anzuordnen. Die Befestigung von Unterputzleitungen, Schalter- und Abzweigdosen darf in Nassräumen nicht mit Gips erfolgen.

Bei der Montage sind Signaldeckel zu verwenden. Bei stärkerem Putzauftrag sind Ausgleichsringe zu verwenden.

3.5.5 Hohlwandsysteme

Für die Hohlwandinstallation sind Geräte- und Verbindungsdosen in luftdichter Ausführung zu verwenden. Bei der Einführung von Kabel, Leitungen und Rohren ist auf eine exakte Durchstoßung der Membran zu achten.

Werden Hohlwandinstallationen in Wänden mit erhöhten Brandschutzanforderungen verlegt, hat dieses immer unter der Beachtung der Zulassung für diese Wände zu erfolgen. In jedem Fall sind Hohlwanddosen mit Dämmschichtbildner zu verwenden. Die Hohlwanddose muss über eine amtliche Zulassung verfügen.

Bei der Hohlwandinstallation sind in jedem Fall die normgerechten Installationszonen zu berücksichtigen.

3.6 Intelligente Gebäudesysteme – KNX

Intelligente Gebäudesysteme werden eingesetzt, um die Eigenschaften von Gebäuden in den Bereichen Flexibilität, Betriebskosten, Sicherheit und der Nutzung zu verbessern. Aufgrund des hohen Marktanteils unter den verfügbaren Systemen für die Gebäudevernetzung hat die FHG sich auf den KNX-Standard festgelegt.

3.6.1 Lasten – und Pflichtenheft

Es ist ein Lastenheft im Rahmen der Planungsphase zu erstellen und dem AG zur Freigabe vorzulegen. Das Lastenheft ist Grundlage für ein Pflichtenheft, welches bei der Projektierung durch die ausführende Elektrofirma zu erstellen ist.

Der Planer hat das Lastenheft so konkret und vollständig zu erstellen, das alle notwendigen Realisierungsparameter bei der FHG abgefragt und dokumentiert wurden.

3.6.2 KNX-Zertifikat

Der Planer und die ausführende Firma müssen im Besitz eines gültigen KNX-Zertifikates sein. Der Nachweis hat jeweils vor Beginn der Planung und der Projektierung in der Ausführungsphase zu erfolgen.

Es dürfen nur KNX-zertifizierte Produkte eingeplant und verwendet werden.

3.6.3 Spannungsversorgung

Bei KNX versorgt die Busleitung alle Busteilnehmer sowohl mit Daten als auch mit der nötigen Betriebsspannung. Die Bemessungsspannung des Bussystems beträgt 24 V. Die Spannungsversorgungen speisen 29 V in das System ein. Die Busteilnehmer arbeiten bei Spannungen bis zu 21 V fehlerfrei. Es steht also ein Toleranzbereich von 8 V zur Verfügung, um eventuelle Spannungsabfälle auf der Leitung und an Kontaktwiderständen auszugleichen. Der Toleranzbereich ist zwingend einzuhalten.

3.6.4 Leitungen und Leitungslängen

Da die störungsfreie Datenübertragung zwischen den einzelnen Busteilnehmern vom verwendeten Kabel abhängt, gibt es entsprechend KNX-Standard eine genaue Spezifikation der zu verwendenden Busleitung (EN 50090-2-1 und EN 50090-2-2).

Es ist eine verdrehte und geschirmte Zweidrahtleitung YCYM 2x2x0,8 in grün mit einer Prüfspannung von 4 kV im Gebäude und A-2Y(L)2Y im Außenbereich einzusetzen.

Der Schirm der Kabel und Leitungen darf auf keiner Seite aufgelegt oder geerdet werden, er wirkt rein als metallischer Käfig.

Aus Gründen der Signalbildung und der maximal zulässigen Laufzeitverzögerungen sind in einem Liniensegment die Leitungslängen folgendermaßen beschränkt:

- Spannungsversorgung – Teilnehmer: 350 m
- Teilnehmer – Teilnehmer: 700 m
- Gesamte Länge einer Leitung: 1000 m

3.6.5 Leitungstopologie

Die Busleitung des KNX kann in fast jeder beliebigen Art und Weise verlegt werden. Ein Mischen der Leitungstopologien Linie, Stern und Baum ist erlaubt. Es dürfen lediglich keine Ringe aufgebaut werden.

Die Leitungstopologie ist über ein Verkabelungsschema mit allen Teilnehmern zu dokumentieren. Es ist eine Struktur anzulegen, die den tatsächlichen Einbauort der Geräte berücksichtigt im Gebäude berücksichtigt.

Die maximale Teilnehmerzahl je Linie beträgt 64 Geräte ohne Linienverstärker. Bei der Neuprojektierung einer Anlage ist ab dem 50. Teilnehmer eine neue Linie vorzusehen. Größere Topologien sind vorschriftsgemäß mit Kopplern, Linienverstärkern oder IP-Routern zu projektieren.

3.6.6 Programmierung

Der Projektierungs-PC / -Laptop muss ein aktuelles Betriebssystem aufweisen. Es muss die aktuelle ETS-Version verwendet werden und es kommen ausschließlich lizenzierte ETS-Versionen zum Einsatz.

Pro Gebäudekomplex darf es nur ein ETS-Projekt geben. Es sind die neuesten Geräteapplikationen und Firmware-Versionen zu verwenden. Es darf keine Bus-Teilnehmer ohne Applikationsdownload geben

Es müssen bevorzugt die Hauptgruppen zum Einsatz kommen, die sich grundsätzlich mittels Filtertabellen filtern lassen.

Für die Vitalfunktionen einer Anlage sind redundante Maßnahmen einzuplanen. Die Anlagen sind so zu projektieren, dass sie nach einem zurückliegenden Netz- oder Bus-Ausfall wieder vollständig funktionieren. Bei Bus- und Netzspannungswiederkehr muss ein sicherer Anlagenzustand selbsttätig eintreten.

Die Gruppenadressen sind gut strukturiert anzulegen, sodass sie schnell auffindbar sind. Sie müssen sinnvolle Bezeichnungen tragen, Strukturierung von groß nach klein, "Gebäudeteil-Etage-Raum-Gewerk-Teilgewerk-Funktion-Unterfunktion", z. B. "Bauteil, Geschoss, Raumnummer, Raumbezeichnung, Anlage und Funktion".

Die Geräteparametrierung muss im Hinblick auf eine möglichst geringe Busbelastung erfolgen. Es dürfen keine impulsartigen Busbelastungen vorkommen (Bursts), die z. B. oft durch Rückmeldungen hervorgerufen werden. Zyklische Übertragungen und Überwachungen sind immer dann zu verwenden, wenn sie die Betriebssicherheit des Systems erhöhen. Es ist eine Abwägung zwischen Buslast und Betriebssicherheit vorzunehmen.

Alle Geräte müssen eine definierte physikalische Adresse aufweisen, d. h. solchen Sondergeräten, die außerhalb der ETS projektiert werden (z. B. Gateways oder bestimmte Panels) muss eine physikalische Adresse zugewiesen werden, damit Telegrammanalysen stets den eindeutigen Absender erkennen lassen.

Die Zentraladressen müssen auch zugehörige Sensorobjekte synchronisieren.

Binäreingänge sind stets im Hinblick auf Drahtbruchsicherheit zu parametrieren.

Wenn die Objektflags (KLSÜA) geändert wurden, sind sie auf Vereinbarkeit mit der geforderten Funktionalität zu kontrollieren und ggf. anzupassen. L-Flags sind im Sinne einer leichten Wartung und Fehlersuche zu optimieren.

Beleuchtungsszenen sind so anzulegen, dass sie von der FHG selbst geändert und gespeichert werden können.

Falls motorische Antriebe falsch angeschlossen sind (Drehrichtung), darf dieser Fehler nicht durch Umprogrammierung korrigiert werden können. Es besteht sonst die Gefahr, dass Sicherheitsfunktionen nicht richtig funktionieren.

3.6.7 Inbetriebnahme

Während der Inbetriebnahme sind alle projektierten Funktionen einzeln zu prüfen. Die Regelgrößen wie Temperaturen und Helligkeiten sind nachzumessen und zu dokumentieren.

Alle Programmierhäkchen müssen zum Zeitpunkt der Abnahme gesetzt sein. Zum Abschluss der Inbetriebnahme sind Filtertabellen anzulegen und zu aktivieren.

Die komplette Projektsoftware ist dem AG spätestens zur Abnahme zu übergeben. Dazu gehören mindestens die KNX-Datenbank und alle zusätzlichen Dateien, wie z. B. Visualisierungsdaten, DALI-EVG-Zuordnungstabellen usw.

3.7 Leuchten und Lampen

Sämtliche Leuchten müssen der DIN EN 60598-1 (VDE 0711) entsprechen und das ENEC / VDE-Zeichen die nach VDE 0711 geforderten Bezeichnungen und Aufschriften sowie das F-Zeichen tragen bzw. nach deren Richtlinien gebaut sein.

Die Leuchten sind vorrangig unter energiewirtschaftlichen Aspekten auszuwählen.

Revision 4.2	Stand 11.12.2025	Flughafen Hannover – Langenhagen GmbH Postfach 42 02 80 / 30662 Hannover	Seite 47 von 91
-----------------	---------------------	---	-----------------

Für dieses Planungshandbuch behalten wir uns alle Rechte vor. Die Weitergabe, Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind nur mit ausdrücklicher und schriftlicher Genehmigung erlaubt. Zuwiderhandlungen können Schadensersatzansprüche nach sich ziehen.

Bei Einbauleuchten sind die passenden Einbausätze für das entsprechende Deckensystem zu liefern. Der Auftragnehmer hat unaufgefordert mit dem Ersteller der Deckensysteme bzw. dem zuständigen Sonderfachmann die erforderlichen Einbausätze zu bestimmen und leuchtenzugehörig zu liefern.

Werden statt dem Leitfabrikat Fabrikate des Bieters angeboten bzw. eingesetzt, so müssen diese Leuchten nicht nur technisch, sondern auch formal gleichwertig sein und immer von der FHG freigegeben werden. Lichttechnische Eigenschaften der als gleichwertig angebotenen Leuchten sind auf Anforderung nachzuweisen. Der Nachweis der Gleichwertigkeit ist vom Bieter kostenlos zu erbringen. Ist der Nachweis strittig, gilt er als nicht erbracht; in diesem Fall ist das Leitfabrikat zu liefern.

3.7.1 Qualitätsvorgaben

Die Leuchten sind immer komplett verdrahtet zu liefern und mit dem entsprechend der jeweiligen Anwendung benötigtem Klemmstein und betriebsfertigem Zubehör auszustatten.

Die Lackierungen müssen stoßfest, lichtecht und alterungsbeständig sein.

Alle Leuchten müssen so konstruiert und hergestellt sein, dass eine sichere Montage und einfache Wartung durchgeführt werden kann. Bei Wannenleuchten muss gewährleistet sein, dass die Wanne und die Dichtung nicht verschweißen. Befestigungsschrauben und Abdeckungen, die bei der Wartung gelöst werden, sollen unverlierbar angebracht sein. Leuchtenraster müssen ausgebaut am Leuchtenkörper befestigt sein.

3.7.2 Kennzeichnungen

Entsprechend DIN EN 60598 müssen Leuchten mit Typenschildern versehen werden, die neben herstellerspezifischen Angaben auch Angaben zu den Betriebsbedingungen tragen.

Dieses sind Herstellername, Typen- oder Bestell-Nr., Bemessungsspannung und -frequenz, Bemessungsleistung, Schutzklasse und Schutzart, Bemessungs-Umgebungsbedingungen, falls abweichend von 25° C.

Die Aufschriften müssen gut lesbar und dauerhaft auf der Leuchte angebracht sein. Ein Typenschild auf der Seite der Wand- oder Deckenmontagefläche ist nicht zulässig.

Bei LED-Leuchten sind zusätzlich immer folgende Kennwerte in den Produktunterlagen anzugeben:

- Bemessungsleistung
- Bemessungslichtstrom
- Leuchten Lichtausbeute (lm/W)
- Lichtstärkeverteilung
- Farbqualität (Farbtemperatur, Farbwiedergabeindex, Farborttoleranz)
- Bemessungsumgebungstemperatur

- Lebensdauerkriterien

Eine CE-Kennzeichnung muss vorhanden sein.

3.7.3 Installation

Beleuchtungsanlagen sind gemäß DIN VDE 0100-430 durch geeignete Leitungsschutzschalter zu schützen. Hierfür sind LS-Schalter der Auslösecharakteristik B mit Bemessungsstrom 10 A bzw. 13 A einzusetzen.

Eine drehstrommäßige Verdrahtung von Lichtbändern ist nicht zugelassen. Zu jedem Außenleiter ist immer ein Neutraleiter zu führen.

Bei Verwendung von Fehlerstromschutzschaltern in Beleuchtungsanlagen ist unbedingt der Ableitstrom von Leuchten und die Vorgabe der Hersteller zu beachten. Mehr als 15 Leuchten sollten, grundsätzlich nicht an einem Außenleiter betrieben werden.

Jede Beleuchtungsanlage ist vor der Montage entsprechend den Rahmenbedingungen der EN 12464 zu planen und durch Beleuchtungsberechnungen zu belegen.

3.7.4 Vorschaltgeräte und Betriebsgeräte

Die elektronischen Vorschalt- und Betriebsgeräte für Leuchtstofflampen und LEDs müssen entsprechend der EN 61347 (IEC 61347) gefertigt sein. Die EMV-Störfestigkeitsanforderungen gemäß EN 61547 müssen eingehalten werden und nach EN 61000-3-2 Oberschwingungsbegrenzt sein. Die Betriebsgeräte müssen für eine Lebensdauer von 100.000 h ausgelegt und gemäß DIN EN 55015 funkentstört sein.

3.7.5 Leuchten mit Sicherheitsfunktion

Werden Leuchten bzw. einzelne Lampen einer Leuchte für die Sicherheitsbeleuchtung verwendet, sind die notwendigen Überwachungsbausteine oder Vorschaltgeräte werksseitig in die Leuchte einzubauen. Eine Vorortmontage ist auszuschließen.

Sämtliche Leuchten mit einer zusätzlichen Sicherheitslampe müssen mit mindestens vier Kabeleinführungen entsprechend der Schutzart der Leuchte ausgerüstet sein. Die Fassungen der Sicherheitsbeleuchtung müssen rot gekennzeichnet sein und aus schwer entflammbarem Werkstoff bestehen. Es ist auf eine sorgfältige Trennung der Stromkreise innerhalb von Leuchten zu achten.

In der Nähe der Leuchten ist ein dauerhaft befestigtes, graviertes rundes Resopalschild mit einem Durchmesser, der eine ausreichende Lesbarkeit aus der vorgesehenen Entfernung gewährleistet, anzubringen.

Das Schild ist rot mit weißer Schrift auszuführen. Oberhalb eines Trennstrichs ist die Verteilernummer, unterhalb des Trennstrichs die Stromkreis- und Leuchtennummer anzugeben.

Die Gestaltung von Farben und Kontrast richtet sich nach DIN EN ISO 3864-1 und DIN EN ISO 3864-4, die Lesbarkeit und Erkennungsweite nach den Grundsätzen der ASR A1.3.
Das Schild ist unverlierbar zu befestigen.

3.7.6 Leuchtstofflampen

Wenn aus besonderen Gründen für die Beleuchtung noch Entladungslampen eingesetzt werden, ist der Mindeststandard die Qualität Dreibandlampe. Die Standardbauform bei Leuchtstofflampen ist T5.

3.7.7 Lichtfarbe

Alle Lampen und LEDs müssen die gleichen Farbwiedergabeeigenschaften nach DIN 5035, Stufe der Farbwiedergabe 1b, Lichtfarbe 4000 K besitzen. Eine abweichende Lichtfarbe wird bei Bedarf individuell festgelegt und muss schriftlich begründet werden. Die Lichtfarbenfestlegung gilt auch für die Straßenbeleuchtung.

Ein Farbwiedergabeindex CRI Ra < 80 ist in Innenräumen nicht zugelassen.

3.7.8 Lichtstromdegradation

Bei LEDs verringert sich die Helligkeit mit zunehmender Betriebsdauer. Die Bemessungslebensdauer beschreibt deshalb, nach welcher Zeit der Lichtstrom ϕ_v auf den angegebenen Wert gesunken ist. Bei den eingesetzten LED-Leuchten sollten nach 50.000 Betriebsstunden 90 % noch über einen Lichtstrom von 80 % des Neuwertes verfügen (Angabe L₈₀ / B₁₀ 50.000 h).

Geringere Werte bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

3.7.9 Lichtwerbeanlagen und beleuchtete Hinweisschilder

Die Fertigung hat unter Beachtung der Norm DIN EN 50107 / VDE 0128-3 zu erfolgen.

Alle eingesetzten elektrischen Betriebsmittel müssen die CE- und ENEC / VDE-Kennzeichnung aufweisen und entsprechend den Vorgaben des Herstellers und den allgemein üblichen handwerklichen Qualitätsvorgaben befestigt und angeschlossen werden. Der Schutz gegen direktes Berühren ist nachzuweisen.

Für jede Werbeanlage oder Hinweisschild sind Prüfprotokolle für die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme, Isolationsmessung, Erdung und Schutzleiterprüfung vorzulegen. Die fachgerechte Ausführung hat der Hersteller durch eine EG-Konformitätserklärung und eine CE-Kennzeichnung auf dem Typenschild zu dokumentieren.

Für die Hinterleuchtung von Werbeflächen und Hinweisschildern ist der Einsatz von LEDs vorgeschrieben und für eine ausgewogene Ausleuchtung sollten die LEDs flächenmäßig gleichmäßig

hinter der Werbefläche angeordnet sein. Ein Leuchtdichteunterschied darf nicht erkennbar wahrgenommen werden.

Alle Komponenten und Betriebsmittel sind dauerhaft zu befestigen. Für die LEDs bzw. LED-Module sind Geräteträger zu verwenden. Eine geklebte Montage ist im Außenbereich grundsätzlich nicht zugelassen. Im Innenbereich bei gleichbleibenden Umgebungsbedingungen können LEDs geklebt angebracht werden. Alle anderen Betriebsmittel sind auf einer Unterkonstruktion oder Montageplatte mit Schrauben oder Nieten zu befestigen.

Die LEDs sind als standardisierte Module und Ketten einzusetzen. Die Betriebsspannung beträgt 12 V oder 24 V DC. Die LEDs und die Netzteile mit Schutzkleinspannung (SELV) sollten von einem Hersteller und aufeinander abgestimmt sein. Die Betriebsgeräte sind mit einem reversiblen, elektronischen Überlastschutz auszustatten, der im Fall einer Überlast automatisch die Ausgangsleistung reduziert oder die Last ganz abschaltet.

In den Lichtwerbeanlagen und Hinweisleuchten sind 5 % der eingebauten LED-Module vorverdrahtet aus der entsprechenden Charge als Reserve vorzuhalten.

Um Störungen zu vermeiden sind Netzleitung und LED-Zuleitungen nicht parallel zu verlegen und nur im rechten Winkel überkreuzt zu führen.

Werden Kabel und Leitungen in den Lichtwerbeanlagen und Hinweisleuchten durch Metall hindurchgeführt, müssen diese mit Verschraubungen, Gummitüllen oder Kantenschutz geschützt werden.

Eine Material- und Ersatzteilliste ist zu übergeben.

3.7.10 Straßenleuchten

Das Gehäuse der Leuchten muss aus Aluminium-Druckguss bestehen und mindestens der Schutzart IP66 sowie der Schutzklasse II entsprechen. Das Öffnen der Leuchten hat werkzeuglos über einen Hebelverschluss zu erfolgen.

Zur individuellen Anpassung an die Örtlichkeiten sind die Leuchten in verschiedenen Baugrößen zu liefern.

3.7.11 Maste

Es sind standardisierte nach DIN EN ISO 1461 feuerverzinkte Stahlmaste mit Grundplatte für 4 Gewindebolzen oder mit Erdstück einzusetzen. Ein Kabelübergangskasten für eine durchgeschliffene Zuleitung bis 5x16 mm² und Erdungsanschluss mit FI 30x3,5 V4A an vorhandene Erdungsanlage. Ist kein Erder im Umfeld verfügbar ist ein Tiefererder auszuführen.

Im Mast ist eine Gummischlauchleitung H07RN-F 3x1,5 mm² mit Zugentlastung zu verlegen.

3.7.12 Fundamente

Die Fundamente bzw. Köcherfundamente der Straßenleuchten sind statisch auf die Mastpunkthöhen auszulegen.

In den Köcherfundamenten ist der Zwischenraum zum Mast mit Sand zu verfüllen und zu verdichten. Zum Schutz vor Auswaschung ist die Sandschicht mit einer dünnen Betonlage zu schützen. Bei Verwendung von Ankerkörben sind diese auf die Grundplatten der Maste abzustimmen. Die Gewindestangen sind mit Kunststoffkappen zu versehen. Der Zwischenraum Flanschplatte und Ankerkorbplatte ist nach Ausnivellierung zu vermörteln.

Es ist ein Leerrohr vorzusehen, welches eine uneingeschränkte Nachinstallation gewährleistet.

Ein genehmigter statischer Nachweis für das Fundament und Mast oder wenn vorhanden eine Systemstatik ist mit der Dokumentation zu übergeben.

3.8 Sicherheitsbeleuchtung

Je nach Gebäudetyp oder Nutzung bestehen an die Sicherheitsbeleuchtung unterschiedliche Anforderungen. Diese sind unter Beachtung insbesondere der Normen EN1838, DIN EN 50172 / DIN V VDE 0108-100 gemeinsam mit den Genehmigungsbehörden, dem Brandschutzgutachter und dem abnehmenden Sachverständigen vor der Erstellung einer Anlage abzustimmen.

3.8.1 Systeme

Welche Systeme zum Tragen kommen, ist mit der Fachstelle der FHG individuell für jedes Bauvorhaben festzulegen. Die Anlagen müssen in jeden Fall über eine automatische Prüfeinrichtung verfügen. Als Fabrikate werden auf dem Gelände der FHG nur CEAG und INOTEC eingesetzt.

3.8.2 Verteiler

Der Hauptverteiler der Sicherheitsstromversorgung bzw. Sicherheitsbeleuchtung ist in eigenen elektrischen Betriebsräumen unterzubringen, die von anderen Räumen feuerbeständig (F 90) abgetrennt sind. Die Unterverteiler sind baulich getrennt von Anlagenteilen der allgemeinen Stromversorgung mit einer eigenen Umhüllung mit 30 min Funktionserhalt (E 30 nach DIN 4102-12) auszuführen.

Bei der Planung ist darauf zu achten, dass grundsätzlich eigene Räume sowohl für den Hauptverteiler als auch für die Unterverteiler der Sicherheitsbeleuchtung vorgesehen werden. Die bautechnische Ausführung hat gemäß DIN 4102 sowie den Anforderungen der Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) zu erfolgen. Eine brandschutztechnische Umhüllung der Unterverteiler stellt eine Ausnahme dar und bedarf der ausdrücklichen Genehmigung der Fachstelle der FHG.

Der Raum, in dem der Hauptverteiler mit Akkuanlage untergebracht wird, ist mit einer eigenständigen Lüftungsanlage oder einer freien Lüftung ins Freie auszustatten. Die Ausführung hat gemäß DIN EN 50272-2 (VDE 0510-2) sowie den einschlägigen bau- und brandschutzrechtlichen Bestimmungen (z. B. DIN 4102, MLAR, EltBauVO) zu erfolgen.

3.8.3 Leuchten

Alle Rettungszeichenleuchten, die Ausgänge oder Rettungswege kennzeichnen, müssen in Farbe und Gestaltung gemäß DIN EN ISO 7010 in Verbindung mit ISO 3864 einheitlich ausgeführt sein.

Ihre Leuchtdichte und lichttechnischen Eigenschaften müssen den Anforderungen der DIN EN 1838 entsprechen.

Die Sicherheitsleuchten sind in energieeffizienter, wartungsarmer LED-Technik auszuführen.

3.8.4 Kennzeichnung

In der Nähe der Leuchten ist ein dauerhaft befestigtes, graviertes rundes Resopalschild mit einem Durchmesser, der eine ausreichende Lesbarkeit aus der vorgesehenen Entfernung gewährleistet, anzubringen.

Das Schild ist rot mit weißer Schrift auszuführen. Oberhalb eines Trennstrichs ist die Verteilernummer, unterhalb des Trennstrichs die Stromkreis- und Leuchtennummer anzugeben.

Die Gestaltung von Farben und Kontrast richtet sich nach DIN EN ISO 3864-1 und DIN EN ISO 3864-4, die Lesbarkeit und Erkennungsweite nach den Grundsätzen der ASR A1.3.

Das Schild ist unverlierbar zu befestigen.

3.8.5 Batterien

Es sind grundsätzlich verschlossene Gel-Blei-Batterien zu verwenden, die der DIN 40744 entsprechen. Die Nennlebensdauer ist mit 15 Jahren anzugeben.

3.9 Potenzialausgleich

Der vorliegende Teil des Planungshandbuches ist als Konkretisierung der DIN VDE 0100-410, DIN VDE 0100-540 und DIN VDE 0109 zu betrachten.

3.9.1 Schutzpotenzialausgleich (Hauptpotenzialausgleich)

Es sind in jedem Gebäude Hauptschutzleiter, Haupterdungsleiter und Haupterdungsklemme oder Haupterdungsschiene (Potenzialausgleichsschiene) und die folgenden fremden leitfähigen Teile zu einem Schutzpotenzialausgleich (Hauptpotenzialausgleich) gemäß DIN 18012 (Haus-Anschlusseinrichtungen in Gebäuden- Raum- und Flächenbedarf – Planungsgrundlagen) zu verbinden:

- metallene Rohrleitungen von Versorgungssystemen innerhalb des Gebäudes, z. B. Gasleitungen, Wasserverbrauchsleitungen Metallteile der Gebäudekonstruktion
- Zentralheizungsanlagen, Klimaanlage
- wesentliche metallene Verstärkungen von Gebäudekonstruktionen aus bewehrtem Beton, soweit dies möglich ist
- Sprinkleranlagen, Feuerlöschleitungen
- Dies gilt auch, wenn die aufgeführten Teile unter normalen Bedingungen nicht mit elektrisch aktiven Teilen oder mit der neutralen Erde in Kontakt treten können

3.9.2 Zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich (zusätzlicher Potenzialausgleich)

In den zusätzlichen Schutzpotenzialausgleich müssen alle gleichzeitig berührbaren Körper fest angebrachter Betriebsmittel und alle gleichzeitig berührbaren fremden leitfähigen Teile, z. B. Wasserverbrauchsleitungen, metallene Träger, Metallwände, einbezogen werden.

Das Potenzialausgleichssystem des zusätzlichen Schutzpotenzialausgleich muss mit den Schutzleitern aller Betriebsmittel – auch den von Steckdosen – verbunden werden. Er ist nicht anwendbar, wenn der Fußboden aus nicht isolierendem Material besteht und nicht einbezogen werden kann.

Zwei Teile gelten als gleichzeitig berührbar, wenn sie nicht mehr als 2,5 m voneinander entfernt sind.

3.9.3 Ausführung der Schutzpotenzialausgleichsleiter

Der Querschnitt von Schutzpotenzialausgleichsleitern, die für den Schutzpotenzialausgleich vorgesehen sind und die an die Haupterdungsschiene angeschlossen sind, darf nicht kleiner sein als:

6 mm ²	Kupfer
16 mm ²	Aluminium
50 mm ²	Stahl

Für einen Schutzpotenzialausgleichsleiter des zusätzlichen Schutzpotenzialausgleichs gelten folgende Querschnitte:

	Querschnitte für Potentialausgleichsleiter	
normal	zwischen zwei Körpern	1 × Querschnitt des kleineren Schutzleiters
	zwischen einem Körper und einem fremden leitfähigen Teil	0,5 × Querschnitt des Schutzleiters
mindestens	bei mechanischem Schutz	2,5 mm ² Cu oder Al*)
	ohne mechanischen Schutz	4 mm ² Cu oder Al*)

Quelle: VDE-Schriftenreihe 35, "Potenzialausgleich, Fundamentender, Korrosionsgefährdung"

3.9.4 Kennzeichnung

Grundsätzlich sind Schutzpotenzialausgleichsleiter in ihrem gesamten Verlauf grün-gelb zu kennzeichnen. Wenn dies nicht möglich ist, so sind die Enden oder zugänglichen Stellen durch ein grafisches Symbol oder die Zwei-Farben-Kombination grün-gelb deutlich zu kennzeichnen.

An beiden Enden ist eine unverlierbare Kennzeichnung in Maschinenschrift anzubringen, aus der Abgangs- und Endpunkt des Leiters hervorgeht. Die Schutzpotenzialausgleichsleiter sind mit PA zu kennzeichnen.

z. B.: Anfang: PA zur Stahlkonstruktion Bandanlage
 Ende: PA von UV 21.5

3.9.5 Errichten von Potenzialausgleichsleitern

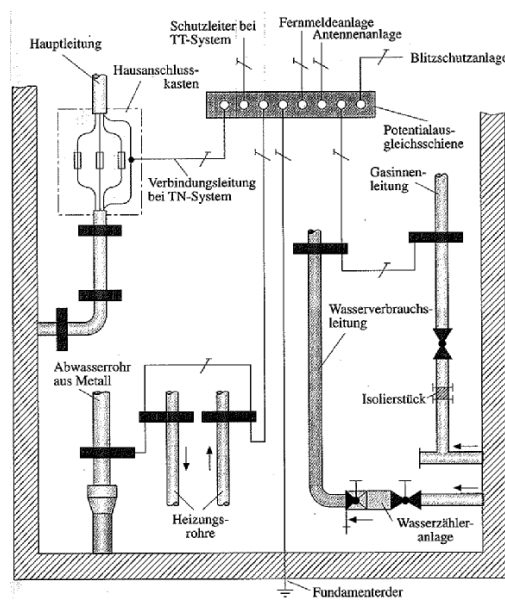
Als Potenzialausgleichsleiter können blanke oder isolierte, massive, mehr- und feindrahtige Leiter verwendet werden. Sie müssen vor thermischer und chemischer Beschädigung geschützt sein. Es dürfen auch metallene Rohrleitungen (außer Gasinnenleitungen) sowie Konstruktions- und Anlagenteile verwendet werden.

3.9.6 Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene)

Der Schutzpotenzialausgleich an der Haupterdungsschiene ist mit kürzesten Leitungslängen der Potenzialausgleichsleiter durchzuführen. Es sind alle in der DIN VDE 0100-540 unter 542.4 geforderten Leiter anzuschließen. Hierbei dürfen mehrere Rohrleitungen untereinander verbunden und über einen gemeinsamen Potenzialausgleichsleiter an die Haupterdungsschiene angeschlossen werden.

Es sind Potenzialausgleichsschienen mit VDE-Zeichen zu verwenden, die mit PAS bezeichnet werden.

Beispiel für das Anschließen einer Haupterdungsschiene:



Quelle: VDE-Schriftenreihe 35, "Potentialausgleich, Fundamenteerde, Korrosionsgefährdung"

3.9.7 Anschlüsse und Klemmen

Alle Anschlüsse müssen gut und dauerhaft Kontakt geben. Der Anschluss von Potentialausgleichsleitern an Rohrleitungen muss mit Rohrschellen, z. B. nach DIN 48818, Bandschellen, Anschlussfahnen, Kontaktbolzen oder Schweißverbindungen vorgenommen werden. Es sind keine Kerbverbindungen einzusetzen.

Schrauben zur Befestigung von Rohrschellen und Spannbandklemmen müssen ein Gewinde von mindestens M6 haben. An den Anschlussklemmen darf nur ein Leiter angeklemmt werden, jedoch ist die Verwendung von Verbindungsklemmen für die Durchgangsverdrahtung (Längsverdrahtung, Querverdrahtung) zulässig.

Werden Potentialausgleichsleiter an Rohrleitungen in Erde, in feuchten und nassen Räumen, sowie bei stark korrosiver Beanspruchung angeschlossen, so müssen die Anschlüsse mit einem Korrosionsschutz versehen sein.

3.9.8 Wasserzähler

Werden Wasserverbrauchsleitungen eines Gebäudes als Potenzialausgleichsleiter verwendet, so muss der Wasserzähler überbrückt werden. Der Querschnitt des Überbrückungsleiters muss dabei so gewählt werden, dass er dem Verwendungszweck entspricht.

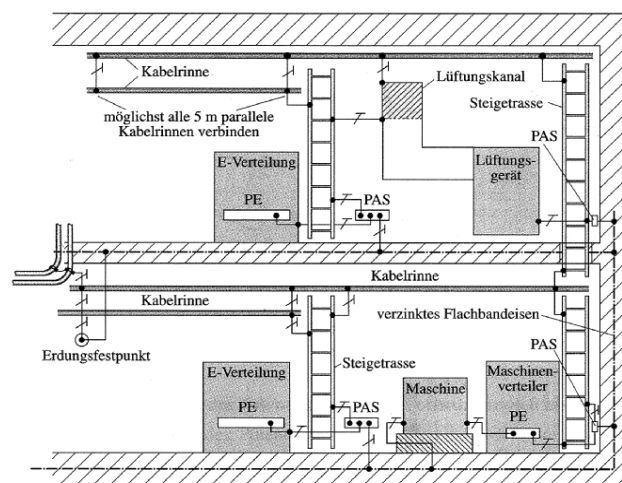
3.9.9 Fremdspannungsarmer Potenzialausgleich

Potenzialausgleichsleitungen sollten so kurz wie möglich und mit ausreichendem Querschnitt bemessen werden. Es sind flache Leiter runden vorzuziehen.

Der Potenzialausgleich ist maschenförmig aufzubauen. Metallene Teile sind an möglichst vielen Stellen in den Potenzialausgleich einzubeziehen. Hierbei sind so viele Verbindungspunkte zum Potenzialausgleich zu schaffen wie möglich.

Der Schutzleiter (PE) sowie Schirme von Kabel und Leitungen sollten stets möglichst nahe entlang des Potenzialausgleichssystems geführt werden. Dafür sind mit dem Potenzialausgleich verbundene Kabeltragesysteme (Kabelrinnen, Kabelkanäle usw.) zu verwenden

Beispiel für einen umfassenden maschenförmigen Potenzialausgleich:



Quelle: VDE-Schriftenreihe 35, "Potenzialausgleich, Fundamenterder, Korrosionsgefährdung"

3.9.10 Zusätzlicher Potenzialausgleich in Räumen mit Badewanne und Dusche

Bei Installationsarbeiten in Räumen mit Badewannen und Duschen ist die DIN VDE 0100-701:2025-06 zu beachten.

Im gesamten Raum, in dem sich die Bade- und/oder Duscheinrichtung befindet, ist ein zusätzlicher Potenzialausgleich auszuführen. In diesen sind folgende leitfähige Teile untereinander zu verbinden:

Frisch- und Abwasser, Heizung und Klima sowie Gas.

Die Verbindung kann mittels Band- oder Rohrschellen und einer ungeschnittenen Aderleitung mit einem Mindestquerschnitt von 4 mm² erfolgen.

Zusätzlich ist ein Potenzialausgleichsleiter mit einem Mindestquerschnitt von 4 mm² Cu herzustellen.

Die Verbindung erfolgt entweder zur Schutzleiterschiene des den Raum versorgenden Installationsverteilers oder unmittelbar zur Hauptpotenzialausgleichsschiene.

Bade- und Duschwannen benötigen keinen Anschluss an den zusätzlichen Potenzialausgleich.

Werden in Räumen mit Bade- und/oder Duscheinrichtungen elektrische Fußbodenheizungen errichtet, die nicht über eine SELV-Stromquelle versorgt werden, müssen diese mit einem metallenen Mantel oder einer metallenen Umhüllung ausgestattet sein. Dieser Mantel bzw. Umhüllung ist mit dem Schutzleiter des versorgenden Stromkreises zu verbinden.

Leitfähige Rohre einer Warmwasser-Fußbodenheizung sind in den zusätzlichen Potenzialausgleich einzubeziehen.

3.9.11 Blitzschutzpotenzialausgleich

siehe Abschnitt 3.10 Erdung und Blitzschutz

3.10 Erdung und Blitzschutz

3.10.1 Normative Verweisungen

Der vorliegende Teil des Planungshandbuches dient als Konkretisierung der DIN EN 62305 (VDE 0185-305) und DIN VDE 0100-540.

3.10.2 Blitzschutzsystem

Vollständiges System, das zur Verringerung physikalischer Schäden an einer baulichen Anlage durch direkte Blitzeinschläge angewendet wird. Es besteht sowohl aus dem äußeren als auch aus dem inneren Blitzschutz.

Blitzschutzsysteme sollen bauliche Anlagen vor Brand oder mechanischer Zerstörung schützen und Personen in den Gebäuden vor Verletzung oder gar Tod bewahren.

3.10.3 Äußerer Blitzschutz

Schutz einer baulichen Anlage vor den Folgen eines direkten Blitzeinschlags.
Bestehend aus einer Fangeinrichtung, einer Ableitungseinrichtung und einer Erdungsanlage.

3.10.4 Innerer Blitzschutz

Gesamtheit der Maßnahmen gegen Auswirkungen des Blitzstromes und der Blitzspannung auf Installationen sowie elektrische und elektronische Anlagen der baulichen Anlage.

Bestehend aus einem Blitzschutz-Potenzialausgleich und/oder der elektrischen Isolation gegenüber dem äußeren Blitzschutz.

Der Blitzschutz-Potenzialausgleich ist durch Verbinden des Blitzschutzsystems

- mit dem Metallgerüst der baulichen Anlage,
- mit den Installationen aus Metall,
- mit den äußeren leitenden Teilen und
- mit den Einrichtungen der elektrischen Energie- und Informationstechnik innerhalb der zu schützenden baulichen Anlage über geeignete SPDs

herzustellen.

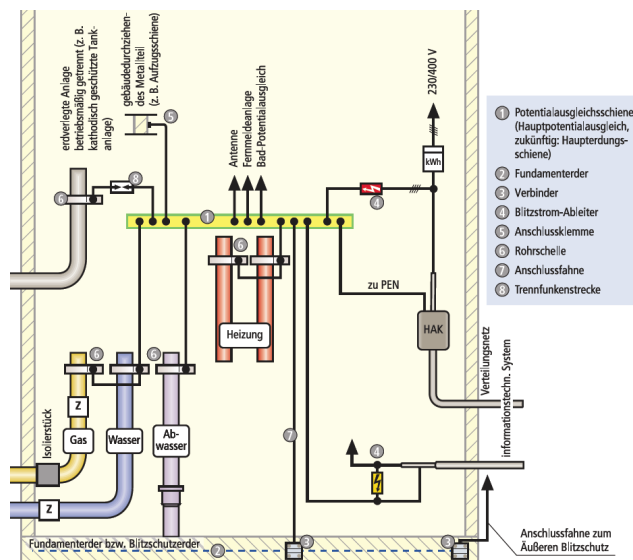
Die Mindestquerschnitte der Leiter, die verschiedene Potenzialausgleichsschienen miteinander oder mit der Erdungsanlage verbinden und die direkt vom Blitzstrom beaufschlagt werden können, betragen:

- 16 mm² Kupfer

- 22 mm² Aluminium
- 50 mm² Stahl

Ist nicht mit Blitzströmen zu rechnen, sind die Querschnitte entsprechend den Anforderungen des Schutzpotenzialausgleichs (Kapitel 3.7) zu wählen.

Blitzschutzpotenzialausgleich bestehend aus Blitzschutz- und Schutzpotenzialausgleich:



3.10.5 Planung der Erdung und des Blitzschutzsystems

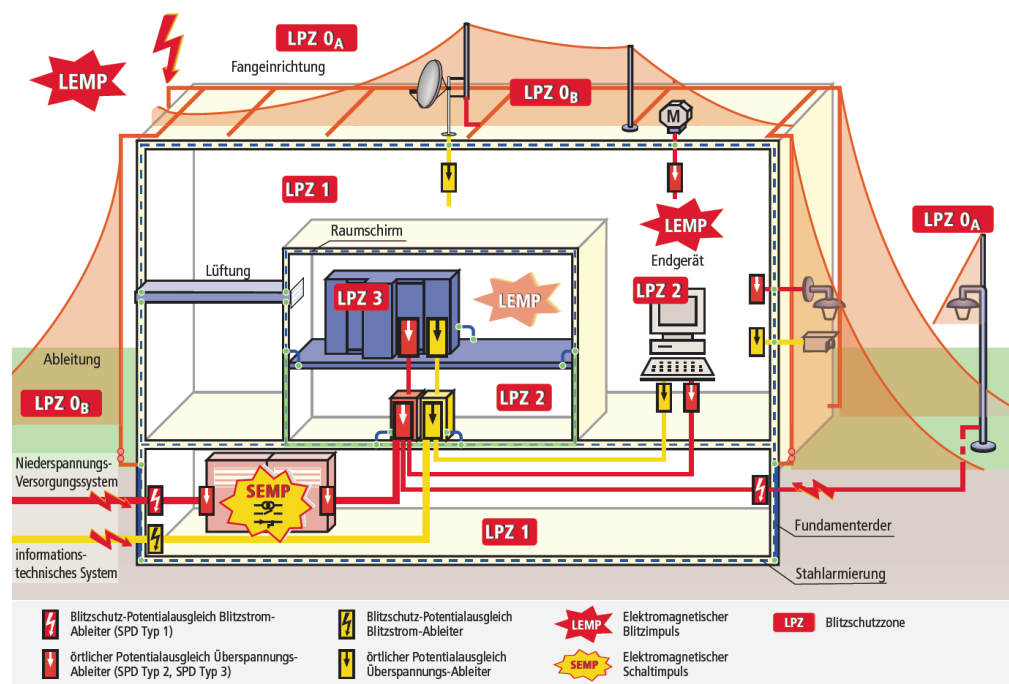
Bei der Planung des Blitzschutz- und Erdungssystems ist eine Klassifizierung durch Bestimmung der notwendigen Schutzklassen durchzuführen und mit der FHG, ggf. unter Hinzuziehung des Sachversicherers, abzustimmen.

Gefährdungspiegel, Schutzklasse	Radius der Blitzkugel R in m	maximaler Scheitelwert I in kA	Schutzwinkel bei < 2 m Höhe Fangeinrichtung	Schutzwinkel bei 5 m Höhe Fangeinrichtung	Schutzwinkel bei 10 m Höhe Fangeinrichtung	Ma-schen-weite w in m	Ablei-ter- ab-stand in m
I	20	200	71°	59°	45°	5 x 5	10
II	30	150	74°	65°	54°	10 x 10	10
III	45	100	77°	70°	61°	15 x 15	15
IV	60	100	79°	72°	65°	20 x 20	20

3.10.6 Blitz-Schutzzonen-Konzept

Für jedes neue Gebäude bzw. Anlage ist ein Blitz-Schutzzonen-Konzept zu erarbeiten. Hierbei sind die einzelnen Anwendungen im Gebäude oder den einzelnen Anlagenteilen zu berücksichtigen.

Beispiel für ein Blitz-Schutzzonen-Konzept:



3.10.7 Erdung

siehe Abschnitt 5.1 Erdungssysteme

3.10.8 Fangeinrichtung

Als Fangeinrichtungen können Stangen, gespannte Seile, Bestandteile der Baulichen Anlage (z. B. Attika, Dachrinne usw.) oder Kombinationen dieser verwendet werden. Fangeinrichtungen sind vor allem an Ecken und Kanten anzubringen. Generell ist auf die Blitzstromtragfähigkeit der verwendeten Fangeinrichtung zu achten. Werden Gebäudeteile als Fangeinrichtung verwendet, ist die Blitzstromtragfähigkeit nachzuweisen und eine normenkonforme Verbindung der Fangeinrichtung mit der Ableitung und der Erdungsanlage zu gewährleisten.

Für die Festlegung der Anordnung können alle drei Planungsverfahren verwendet werden:

- Schutzwinkelverfahren (bei einfachen Gebäudeformen)
- Maschenverfahren (bei ebenen Flächen)
- Blitzkugelverfahren (bei allen anderen Gebäuden)

3.10.9 Ableiter

Um die Auswirkungen des Blitzstroms zu reduzieren, ist dieser von der Einschlagstelle über möglichst viele Stromwege zur Erdungseinrichtung abzuleiten. Ableitungen sind so anzubringen, dass:

- mehrere parallele Stromwege bestehen
- die Länge so kurz wie möglich gehalten wird
- Verbindungen zu leitfähigen Teilen der baulichen Anlage hergestellt werden

Ableitungen sollten als direkte Verbindung der Fangleitung ausgeführt werden. Der ermittelte Trennungsabstand zwischen den Ableitern und leitfähigen Teilen außerhalb oder innerhalb des Gebäudes muss eingehalten werden. Gegebenenfalls ist der Verlauf der Ableitung zu verändern. Metallene Regenrinnen müssen an den Kreuzungsstellen mit der Ableitung sowie am Fußpunkt mit dem Potenzialausgleich oder der Erdungsanlage verbunden werden.

Metallene Regenfallrohre und metallene Fassaden dürfen als Ableitung genutzt werden. Es muss eine normengerechte dauerhafte Verbindung der Fangeinrichtung, des Ableiters und der Erdungsanlage sichergestellt sein. Es sind keine Steckverbindungen zu verwenden.

3.10.10 Befestigung und Verbindungen

Die Anzahl der Verbindungen, besonders bei den Ableitungen, ist auf ein Minimum zu beschränken. Alle Verbindungen sind durch Klemmen, Schrauben, Nieten, Schweißen, Pressen oder Hartlöten sicher auszuführen.

- Schweißverbindungen mindestens 30 mm lang und etwa 3 mm dick
- Schraubverbindungen zwei Schrauben mindestens M8 oder eine Schraube mindestens M10.
- Sind Bleche nur einseitig zugänglich, so ist der Anschluss mit Blindnieten möglich. Zu verwenden sind 5 Blindnieten mit 3,5 mm Durchmesser, 4 Blindnieten mit 5 mm Durchmesser oder 2 Blindnieten mit 6 mm Durchmesser

3.10.11 Trenn- und Messstellen

An jedem Anschluss einer Ableitung an die Fangeinrichtung bzw. an die Erdungseinrichtung ist eine Messstelle erforderlich, die mit Werkzeug geöffnet werden kann. Die Messstellen sollten, wenn möglich in der Nähe des Erdbodens errichtet werden und müssen mit Kennzeichnungen

versehen werden, die mit der Dokumentation des Blitzschutzsystems übereinstimmen. Die Messstelle ist so zu gestalten, dass sie leicht zu erreichen ist und eine Messung mit einer Blitzschutzmesszange möglich ist. Der notwendige allseitige Abstand beträgt 4 cm.

3.10.12 Trennungsabstände

Die zulässigen Trennungsabstände sind in der Planungsphase zu ermitteln.

Ist die Einhaltung der ermittelten Trennungsabstände aufgrund der Gebäudegegebenheiten nicht möglich, ist zu prüfen ob durch eine Erhöhung der Ableiteranzahl die gewünschten Trennungsabstände erreicht werden können.

Können die ermittelten Trennungsabstände zwischen dem Blitzschutzsystem und den leitenden Installationen nicht eingehalten werden, muss eine Verbindung hergestellt werden. Zwischen den verbundenen Installationen und anderen Leitfähigen Bauteilen sind die ermittelten Trennungsabstände einzuhalten.

3.10.13 Werkstoffe

Bei der Auswahl des Blitzschutzmaterials ist auf einen einheitlichen Werkstoff innerhalb der gesamten Anlage zu achten. Ist dies nicht möglich, sind Zweimetallverbindungsklemmen zu verwenden.

3.10.14 Prüfung und Dokumentation

Während der Arbeiten sind an nicht erneut zugänglichen Stellen (z. B. Erdungsanlagen, Ableiterführung hinter Fassaden usw.) Bilder anzufertigen, die dem Auftraggeber zusammen mit der Abschlussdokumentation übergeben werden.

Nach Abschluss der Arbeiten sind folgende Messungen durchzuführen:

- *Übergangswiderstand* von den Trennstellen zur Erdungsanlage an allen Messstellen (Richtwert $< 1 \Omega$)
- *Durchgang* zu metallenen Installationen
- *Gesamtausbreitungswiderstand* des Blitzschutzsystems
- (Richtwert $< 1 \Omega$)
- *Erdungswiderstand*

Dem Auftraggeber ist eine vollständige Dokumentation zu übergeben. Diese beinhaltet:

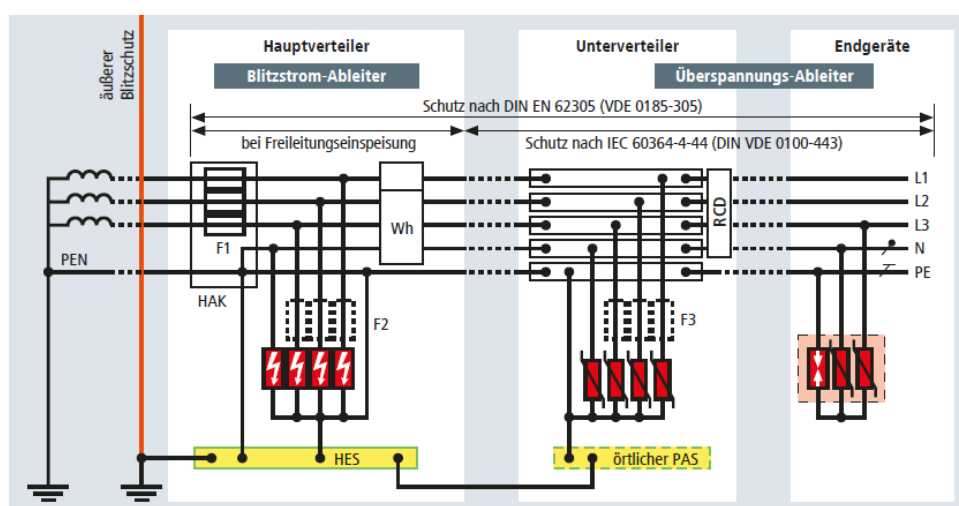
- Maßstabsgerechte Gebäudegrundrisspläne der errichteten Blitzschutzanlage (Die Zeichnung ist, wenn möglich auch als pdf- oder dxf/dwg-Datei zu liefern)
- Stücklisten der verbauten Bauteile (entsprechend Aufmaß)
- Prüfbericht einschließlich der ermittelten Messwerte

3.10.15 Überspannungsschutzgeräte (SPDs)

Die Überspannungsschutzgeräte sind an den Verbindungsstellen des Blitzschutz-Potenzialausgleichs mit Einrichtungen der elektrischen Energie- und Informationstechnik, sowie gemäß dem Blitz-Schutzzonen-Konzept an den jeweiligen Übergängen der einzelnen Blitz-Schutzzonen einzubauen.

Die SPDs sind in den Verteilungen der Energietechnik in unmittelbarer Nähe des Einführungspunktes der Kabel zu installieren. Sie sind, wenn möglich durch V-Verdrahtung in die Energieversorgung einzubeziehen. Die maximale Leitungslänge der Anschlusskabel sollte 0,5 m nicht überschreiten. Ein Kreuzen der Anschlusskabel mit anderen Leitungen der Energie- und Informationstechnik ist verboten.

Einsatz von Ableitern des Typs 1, 2 und 3 in einem TN-C-S-System:



3.11 Sonstiges

3.11.1 Konstruktive Aufhängungen

Für die Befestigung von Geräten, Leitungen, Trassen, Leuchten etc. mit Dübel an Stahlbetonteilen, Wänden usw. gelten folgende Bedingungen:

- Dübel dürfen nur gebohrt und nicht geschossen werden
- Für tragende Dübelverbindungen sowie für Montagen an Decken dürfen nur Metaldübel mit Zwangsspreizung verwendet werden
- Es dürfen nur mit Zulassungsbescheid bauaufsichtlich genehmigte Dübel Verwendung finden. Die Produktunterlagen sind der dem Nachweis zum Montageort zu übergeben.
- Die zugelassene Bohrtiefe insbesondere bei hochbewehrten Betonfertigteilbauteilen ist vor der Ausführung bei der FHG anzufragen.

3.12 Ladeinfrastruktur

3.12.1 Feuerwehrtotabschaltung

Aufgrund der steigenden Anforderungen an die Elektromobilität sind bei der Installation von Ladeinfrastruktur zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen. Für den Fall eines Brandereignisses ist eine Feuerwehr-Notabschaltung zu implementieren, die ein sofortiges Abschalten der elektrischen Anlage ermöglicht.

Die Ausführung erfolgt wie folgt:

- Sicherheitsbereich: Installation eines Pilz-Notastasters zur direkten Abschaltung
- Öffentlicher Bereich: Installation eines Schlüsselschalters zur Abschaltung durch autorisierte Einsatzkräfte

Die Bedienelemente sind mit dauerhaft angebrachter, gut sichtbarer Kennzeichnung auszuführen. Für den Schlüsselschalter ist ein PHZ-konformer Schließzylinder vorzusehen und eine Beschilderung anzubringen.



3.12.2 Lastmanagementsystem

Für jede neu installierte Ladeeinrichtung ist zusätzlich zur Hauptzuleitung ein separates Datenkabel für die Anbindung an ein Lastmanagementsystem zu verlegen.

Die Ausführung hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Geschirmtes Datenkabel (z. B. CAT 6 oder höher) zur Sicherstellung einer störungsfreien Kommunikation
- Verlegung in gemeinsamer Trasse mit der Energiezuleitung unter Berücksichtigung der EMV-Richtlinien
- Das Kabel muss für die Kommunikation mit dem zentralen Lastmanagement-Controller geeignet sein (z. B. Modbus TCP/IP, OCPP)

Das Ziel dieser Maßnahme ist die dynamische Steuerung der Ladeleistung zur Vermeidung von Netzüberlastungen und zur Einhaltung der vorgegebenen Anschlussleistung.

3.12.3 Erdungs-, Blitz- und Überspannungsschutz

Die Ladeboxinstallation ist gemäß DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534 mit einem abgestuften Überspannungsschutz auszuführen. Am Einspeisepunkt ist ein Kombiableiter Typ 1+2 vorzusehen.

Die Säule ist über einen blitzstromtragfähigen Leiter ($\geq 16 \text{ mm}^2$ Cu oder gleichwertig) an die Erdungsanlage anzuschließen. Bei freistehenden Säulen ist ein lokaler Erdungspunkt (z. B. Tiefenerder oder Anschluss an Ring-/Fundamenterder) herzustellen.

4 Fernmeldetechnische Anlagen

4.1 Allgemeines

Die fernmeldetechnischen Anlagen der Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH werden von der Fa. AirITSystems GmbH betreut und gewartet.

Die Brandmelde- und Alarmierungsanlagen, sowie die Antennen- und Uhrenanlagen befinden sich im Besitz der FHG. Die übrigen fernmeldetechnischen Anlagen sind teilweise bzw. komplett im Eigentum der Fa. AirITSystems GmbH.

Bei der Planung und Ausführung sind daher im Wesentlichen für die FHG-Anlagen die Vorgaben in diesem Planungshandbuch zu beachten. Sollte im besonderen Fall eine Planung und Ausführung auch für die übrigen fernmeldetechnischen Anlagen erfolgen, sind die Vorgaben der Fa. AirITSystems zu beachten. Dieses bedarf aber in jeden Fall einer gesonderten Abstimmung und Festlegung.

4.1.1 Leistungsabgrenzungen

Anlage	Hardware	Betriebssoftware	Applikationssoftware	Anwendungsdaten
Brandmelde	FHG	FHG	FHG	FHG
ELA	FHG	FHG	FHG	FHG
Zutritt	Ausweisleser / Zentralen FHG Server / Infrastruktur AirIT	AirIT	FHG	FHG
Uhren	FHG	FHG		
Antenne	FHG	FHG		Anwender
Telefonnetz	AirIT	AirIT	AirIT	Anwender
Datennetz	AirIT	AirIT	AirIT	Anwender
Video	AirIT	AirIT	AirIT	Anwender
Andocksystem	Pilotenanzeige / Rechner FHG Server / Infrastruktur AirIT	FHG	FHG / AirIT	FHG
Parkhaus-system	Schranken / Automaten / Anzeigen FHG Server / Clients / Monitore AirIT	FHG / AirIT	FHG	FHG
Gepäckförder-anlage	Drucker / Scanner FHG Server / Client / Infrastruktur AirIT	AirIT	AirIT / FHG	FHG

4.2 Brandmeldeanlagen

Jedes Gebäude auf dem Gelände des Flughafens Hannover soll mit einer Brandmeldeanlage ausgestattet sein. Bei Um- und Neubauvorhaben ist daher grundsätzlich eine Erneuerung, Ergänzung oder Neuinstallation einzuplanen.

Die Planung und Errichtung darf nur von einer Fachfirma erfolgen, welche nach DIN 14675 für die entsprechenden Phasen zertifiziert wurde. Das gilt ausdrücklich auch für Teilleistungen einer Phase bei der Errichtung einer Brandmeldeanlage, wie z. B. Kabelverlegearbeiten.

4.2.1 Normative Verweise

Die Brandmeldeanlagen sind entsprechend folgender Vorschriften in der aktuellen Fassung zu planen und zu errichten:

- DIN EN 54 -1 und -2 Brandmeldeanlagen
- DIN 14675 Brandmeldeanlagen - Aufbau und Betrieb
- DIN 14661 Feuerwehrbedienfeld für Brandmeldeanlagen
- DIN 14662 Feuerwehranzeigetableau für Brandmeldeanlagen
- DIN VDE 0833 - 1 Gefahrenmeldeanlagen - Allgemeine Festlegungen
- DIN VDE 0833 - 2 Gefahrenmeldeanlagen - Brandmeldeanlagen
- VdS 2540 Brandmeldeanlagen, Brandmeldezentralen
- VdS 2496 Ansteuerung von Feuerlöschanlagen
- Brandschutzkonzept

4.2.2 Aufstellung der BMZ

Die Brandmeldezentrale ist in einem eigenen elektrischen Betriebsraum unterzubringen, welcher von anderen Räumen feuerbeständig (F90) abgetrennt ist.

Eine brandschutztechnische Umhüllung der BMZ mit 30 min Funktionserhalt bildet die Ausnahme und bedarf der ausdrücklichen Genehmigung der Fachstelle der FHG.

4.2.3 Infrastruktur

Die Brandmelder werden mit Kupferkabel ringförmig an die Unterzentralen angeschlossen (Ringbustechnik). Jedes Element, ob automatischer Brandmelder, Druckknopfmelder, Parallelanzeige, Buskoppler (Relaisausgang) usw., muss im Ring frei programmierbar sein.

Auf einem Ringbus müssen 127 Elemente verwaltet werden können.

Die maximale Länge eines Ringes ist in Abhängigkeit von Art und Anzahl der Elemente zu dimensionieren und darf 2000 m nicht überschreiten.

Die Brandmeldezentralen sind untereinander über eine LWL-Leitung als Ringverkabelung miteinander zu vernetzen.

Revision 4.2	Stand 11.12.2025	Flughafen Hannover – Langenhagen GmbH Postfach 42 02 80 / 30662 Hannover	Seite 69 von 91
-----------------	---------------------	---	-----------------

Für dieses Planungshandbuch behalten wir uns alle Rechte vor. Die Weitergabe, Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind nur mit ausdrücklicher und schriftlicher Genehmigung erlaubt. Zuwiderhandlungen können Schadensersatzansprüche nach sich ziehen.

4.2.4 Schutzzumfang

Der Schutzzumfang definiert sich im Regelfall über das Brandschutzkonzept. Ohne dessen Vorlage ist bei der Planung von einem Vollschutz entsprechend DIN 14675 auszugehen.

4.2.5 Alarmierung

In den Fluggastgebäuden und Gebäuden mit öffentlicher Nutzung wird in der Regel ein stiller Alarm durchgeführt, der in der Einsatzzentrale der Flughafenfeuerwehr aufläuft. Hier werden nach Sichtprüfung weitere Maßnahmen veranlasst und bei Bedarf Sprachdurchsagen über die ELA abgesetzt.

Bei bestimmten Räumen, welche aufgrund ihrer Lage im Gebäude ein erhöhtes Gefährdungspotential besitzen, sind zusätzlich Sprachalarmgeber zu installieren, die unmittelbar bei Brandalarm in dem entsprechenden Bereich eine Durchsage absetzen.

Für die sonstigen Gebäude auf dem Gelände des Flughafens, u. a. Büro- und Verwaltungsgebäude, Werkstätten, Lager- und Frachtgebäude wird überwiegend ein hörbarer Alarm über Sirenen, Hupen, Sprachalarmgeber und Lautsprecher erfolgen.

4.2.6 Fabrikate

Es sind ausschließlich Betriebsmittel der Fa. ESSER zugelassen. Eventuell notwendige Sonderlösungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der Fachstelle.

Als Brandmeldezentrale sind die Brandmeldecomputer FlexES control FX2, FX10 oder FX18 einzusetzen.

Entsprechend der Festlegungen im Brandschutzkonzept werden Prozessanalogmelder IQ8Quad mit oder ohne integrierten Alarmgeber verwendet. Der Einsatz von Mehrkriterienmeldern ist als Standard zu berücksichtigen.

4.2.7 Mindestüberbrückungszeit

Der Instandhalter, die Fa. AirIT ist 24 h / 365 Tage verfügbar und die Signalisierung erfolgt an eine ständig besetzte Stelle. Die Mindestüberbrückungszeit wurde auf 30 h festgelegt.

4.2.8 Feuerwehrlaufkarten

Die Feuerwehrlaufkarten sind an den jeweiligen Brandmeldezentralen aufzubewahren.

Bei Brandalarm erfolgt ein automatischer Ausdruck der Laufkarten in der Fahrzeughalle der Flughafenfeuerwehr und im Übergaberaum für die kommunalen Feuerwehren an der Flughafenstraße.

Die Laufkarten werden auf Basis der Revisionszeichnungen des AN von der Fa. AirlT erstellt und durch die Flughafenfeuerwehr kontrolliert und freigegeben.

Da die Laufkarten den Grundriss eines Gebäudes darstellen, ist ein digitales Vorabexemplar mit dem annähernd gültigen Bautenstand 4 Wochen vor Fertigstellung bzw. Inbetriebnahme der FHG zur Weitergabe an die Fa. AirlT zu übergeben.

4.2.9 FW- Bedientableau

In Gebäuden der FHG und im Zuständigkeitsbereich der Flughafenfeuerwehr ist ein Feuerwehrbedientableau nicht erforderlich. Bei anderen Eigentümern ist in Abhängigkeit der Zuständigkeit der Ortsfeuerwehr Langenhagen eine weitere Abstimmung erforderlich.

4.2.10 FW- Schlüsseldepot

Das Feuerwehrschrüsseldepot dient der gesicherten Aufbewahrung der Hauptschlüssel des Objektes in einem nach Vorschrift einzumauernenden oder einzubetonierenden Schlüsseltesor. In Gebäuden der FHG und im Zuständigkeitsbereich der Flughafenfeuerwehr ist ein Feuerwehrschrüsseldepot im Regelfall nicht erforderlich. Sind in einem Gebäude große Teile oder komplett fremd vermietet, kann auf besondere Forderung der Flughafenfeuerwehr ein Depot erforderlich werden. Bei anderen Eigentümern ist in Abhängigkeit der Zuständigkeit der Ortsfeuerwehr Langenhagen eine weitere Abstimmung erforderlich.

4.2.11 Netzwerk

Ein Datenaustausch muss über das bidirektionale „Serielle Essernet-Interface“ mit dem Einsatzleitreehner bei der Feuerwehr des Flughafens möglich sein. Die Bedienungs- und Meldungsbe-arbeitung ist als Rückfallebene bei Ausfall des Einsatzleitreehners über das Bedienfeld der Hauptzentrale in der Einsatzzentrale vorzusehen.

4.2.12 Abnahme

Bei wesentlichen Änderungen an bestehenden Brandmeldeanlagen oder deren Neuerrichtung ist eine Sachverständigenprüfung erforderlich. Die abnehmende Institution ist grundsätzlich vor Auftragsvergabe mit der Fachstelle der FHG abzustimmen.

Eine fachtechnische Abnahme durch die FHG erfolgt erst bei Vorlage einer mängelfreien Sachverständigenabnahme und nach Freigabe durch die Flughafenfeuerwehr.

4.3 Elektroakustische Alarmierungsanlage

In allen Gebäuden sind Sprachalarmsysteme (SAA) und elektroakustische Notfallwarnsysteme (ENS) als Gefahrenmeldeanlage vorhanden. Bei Um- und Neubauvorhaben ist daher grundsätzlich eine Erneuerung, Ergänzung oder Neuinstallation einzuplanen.

Die Sprachalarmanlage wird in Verbindung mit einer Brandmeldezentrale primär zur Alarmierung eingesetzt. Zusätzlich wird u. a. in den Fluggastgebäuden die SAA auch für Aufgaben außerhalb dieses Anwendungsbereiches, zum Beispiel der Informationsdurchsage, genutzt.

Die Planung und Errichtung darf nur von einer Fachfirma erfolgen, welche nach DIN 14675 für die entsprechenden Phasen zertifiziert wurde. Das gilt ausdrücklich auch für Teilleistungen einer Phase bei der Errichtung einer Sprachalarmanlage, wie z. B. Kabelverlegearbeiten.

4.3.1 Normative Verweise

Die Alarmierungsanlagen sind entsprechend folgender Vorschriften in der aktuellen Fassung zu planen und zu errichten:

- DIN EN 54 -4, -16 und -24 Brandmeldeanlagen – Komponenten für Alarmierungsanlagen
- DIN EN 50849 Elektroakustische Notfallwarnsysteme
- DIN 14675 Brandmeldeanlagen - Aufbau und Betrieb
- DIN VDE 0833 - 1 Gefahrenmeldeanlagen - Allgemeine Festlegungen
- DIN VDE 0833 - 4 Gefahrenmeldeanlagen - Sprachalarmanlagen
- Brandschutzkonzept

4.3.2 Grundsätzliche Festlegungen

Folgende Festlegungen sind im Rahmen der Planung in Abstimmung mit dem Brandschutzgutachter, der Flughafenfeuerwehr und der Fachstelle festzulegen:

- Definition der Sicherheitsstufe (I, II, III)
- Beschallungsumfang
- Alarmierungsbereiche, Meldebereiche, Brandabschnitte
- Standort der Sprachalarmzentrale (SAZ), Ausbaustufen und Zugänglichkeit
- Notwendigkeit von Brandfallmikrofonen und Anzahl von Sprechstellen
- Alarmorganisation und Festlegung der Durchsagetexte

Bei Gebäuden mit Publikumsverkehr ist von der Sicherheitsstufe II und einem flächendeckenden Beschallungsumfang auszugehen.

4.3.3 Aufstellung der ELA-Zentrale

Die ELA-Zentrale ist in einem eigenen elektrischen Betriebsraum unterzubringen, welcher von anderen Räumen feuerbeständig (F90) abgetrennt ist.

4.3.4 Spannungsniveau

Die Beschallungsanlage ist in 100 V-Technik auszuführen. Damit ist es möglich die Verkabelung der einzelnen Lautsprecher mit einem sehr geringen Kabelquerschnitt auszuführen und trotzdem die erforderliche Leistung zu übertragen.

Das Ausgangssignal des Verstärkers wird mit einem Übertrager (Transformator) für die Lautsprecher auf 100 V hoch transformiert

Die Lautsprecherlinien sind so auszulegen, dass eine problemlose Erweiterung und Erhöhung der Lautsprecheranzahl möglich ist.

4.3.5 Überwachte Übertragungswege

Die Übertragungswege zwischen Lautsprechern und Sprachalarmzentrale müssen verfügbar sein und auf Funktionsfähigkeit überwacht werden. Werden Anzeige- und Bedienelemente von der SAZ abgesetzt, sind die erforderlichen Übertragungswege ebenfalls zu überwachen.

Störungen wie Drahtbruch, Kurzschluss oder Fehler gleicher Wirkung in einem Abschnitt eines Übertragungsweges dürfen nicht zum Ausfall von mehr als einem Alarmierungsbereich (Meldebereich) führen.

4.3.6 Überbrückungszeit

Als Überbrückungszeit sind bei Aufschaltung auf ein Netzersatzaggregat 4 Stunden und bei Versorgung aus dem Netz der allgemeinen Spannungsversorgung 30 Stunden einzuplanen. Zusätzlich ist der größte Energiebedarf für die Ansteuerung von optischen und akustischen Signalgebern und einer Alarmierungszeit von 30 Minuten nach Ablauf der Überbrückungszeit zu berücksichtigen

In jedem Fall ist der mögliche Spannungsausfall als Störmeldung auf die GLT der FHG aufzuschalten.

4.3.7 Funktionserhalt

Für SAA gemäß der DIN VDE 0828 (DIN EN 60849) oder DIN VDE 0833-4, mit denen im Notfall eine akustische Alarmierung von Personen oder Evakuierung von Gebäuden veranlasst wird, ist

die Anforderung an den Funktionserhalt in der DIN 4102 Teil 12 und der Leitungsanlagenrichtlinie LAR geregelt.

Der Funktionserhalt für die Leitungsanlage (inkl. Befestigungsmaterial, Verteiler etc.) beträgt im Regelfall 30 Minuten. Abweichende Festlegungen werden im Brandschutzkonzept dokumentiert.

4.3.8 A / B- Beschallungssystem

Bei der Planung eines SAA-Systems ist im Regelfall eine A/B-Beschallung zu berücksichtigen.

Für jeden Alarmierungsbereich (ggfs. Raum) sind mindestens 2 Lautsprecher (mit integriertem Übertrager) vorzusehen. Weiterhin ist ein eigenes Leitungsnetz für den A/B-Betrieb der Lautsprecher (A-Linie, B-Linie), eine Ansteuerung über Leistungsverstärker getrennt nach A/B inkl. Havarieverstärker und separate Lautstärkeregelungen zu planen.

4.3.9 Abnahme

Bei wesentlichen Änderungen an bestehenden Alarmierungsanlagen oder deren Neuerrichtung ist eine Sachverständigenprüfung erforderlich. Die abnehmende Institution ist grundsätzlich vor Auftragsvergabe mit der Fachstelle der FHG abzustimmen.

Eine fachtechnische Abnahme durch die FHG erfolgt erst bei Vorlage einer mängelfreien Sachverständigenabnahme.

5 Bautechnische Planungsvorgaben

5.1 Erdungssysteme

Bei allen neu zu errichtenden Bauten ist ein Fundamenterder zu installieren. Es ist zu beachten, dass für die verschiedenen elektrischen Systeme (Blitzschutz, Niederspannungsanlage und Fernmeldeanlage) eine gemeinsame Erdungsanlage zu bevorzugen ist. Diese Erdungsanlage muss mit dem Potenzialausgleich (siehe Abschnitt 3.9 Potenzialausgleich) verbunden werden.

Die Installation der Erdungsanlage hat durch eine Elektrofachkraft oder unter seiner Leitung zu erfolgen. Die Erdungsanlage ist mit dem Errichter der Blitzschutzanlage abzustimmen.

Die Verlegung muss so erfolgen, dass Einflüsse von Korrosion, Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur möglichst gering bleiben und der Erdungswiderstand sich nur unwesentlich verändert.

5.1.1 Normative Verweisungen

Der vorliegende Abschnitt des Planungshandbuches ist als Konkretisierung der DIN EN 62305 (VDE 0185-305) Teil 1 bis 4, der DIN VDE 0100-540, der DIN VDE 0101 sowie der DIN 18014 zu verstehen.

5.1.2 Typen von Erdungsanlagen

Erder vom Typ A sind: Band-, Strahlen-, Tiefen-, und Staberder. Für eine funktionsfähige Erdungsanlage sind mindestens zwei Erder notwendig. Die Länge der Erder sollte mindestens 9 m betragen. Sie sind gleichmäßig zu verteilen und müssen außerhalb der baulichen Anlage (Mindestabstand 1 m) in einer Tiefe von mindestens 0,5 m verlegt werden.

Auf Erdniveau ist ein Potenzialausgleich durch Verbindungsleiter zwischen den Erdern und dem Potenzialausgleich der baulichen Anlage herzustellen. Die Verbindung mit der Hauptpotenzialausgleichsschiene hat auf kürzestem Weg an nur einer Stelle zu erfolgen.

Der Einsatz von Erdungsanlagen vom Typ A ist nur in Ausnahmefällen zulässig und ist einzeln mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Erder vom Typ B sind Ring- und Fundamenterder. Die Mindesterderlänge sowie gegebenenfalls die Notwendigkeit zusätzlicher Erder ist gemäß den geltenden Normen zu ermitteln.

Ringerder sollten in einem Abstand von 1 m von der baulichen Anlage entfernt in einer Tiefe von mindestens 0,5 m verlegt werden. Er sollte die zu schützende Anlage umschließen und auf mindestens 80 % seiner Länge Kontakt zum Erdreich haben.

Fundamenterder müssen als geschlossener Ring im Streifenfundament oder der Betonplatte verlegt werden. Die Maschenweite des Fundamenterders sollte nicht mehr als 20 m x 20 m betragen. Der Fundamenterder ist mit der Bewehrung in Abständen von 2 m durch Schweiß- oder Klemm-

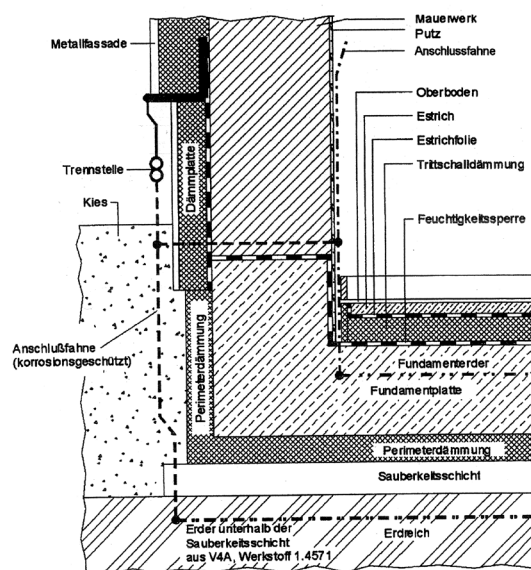
verbindungen zu verbinden. Für die Verbindungen sind geprüfte Verbindungsteile zu nutzen. Keilverbinder sind generell nicht zulässig. In unbewehrten Fundamenten müssen Abstandshalter verwendet werden.

5.1.3 Besondere Erdungsausführungen

Bei Gebäuden mit einer Dichtungsschicht oder Wärmedämmung, die das Fundament gegenüber dem Erdreich elektrisch isoliert, muss der Fundamenterder (in diesem Fall ggf. Ringerder) unterhalb der Dichtungs- und Wärmedämmung in die Sauberkeitsschicht oder unterhalb dieser Schicht eingebracht werden.

Bei Bauwerksabdichtung des Fundaments („**Schwarze Wanne**“) gilt als max. Maschenweite 10 m x 10 m. Die Einführung des äußeren Erders sollte in diesem Fall oberhalb der Gebäudeabdichtung erfolgen.

Beispiel für die Anordnung des Fundamenterders in der Sauberkeitsschicht:



5.1.4 Anschlüsse

Es sind Anschlussfahnen für die Blitzschutzanlage an den Ableitstellen vorzusehen. Ist kein Blitzschutz gefordert, sind Erdungsfestpunkte an jeder Gebäudeseite einzubauen.

In Verteilungsräumen und Technikzentralen sind Erdungsfestpunkte zu installieren.

5.1.5 Werkstoffe und Korrosionsschutz

Für den Erder ist ausschließlich Edelstahl V4A zu verwenden.

5.1.6 Messung und Dokumentation

Der Fundamenterder ist durch Prüfprotokolle, Pläne und Fotografien zu dokumentieren.

Zu messen sind:

- der Übergangswiderstand zur Erdungsanlage an allen Messstellen (Erdungsfestpunkte und Anschlussfahnen) zur Feststellung der Durchgängigkeit der Leitungen und Verbindungen
- Durchgang zu allen metallenen Installationen, die mit dem Erdungssystem verbunden sein müssen,
- Erdungswiderstand von Einzel-, Teilringerdern und anderen Erdern.

5.2 Elektroräume

5.2.1 Bauliche Anforderungen

Schaltanlagen- und Traforäume sind als abgeschlossene elektrische Betriebsstätten gemäß DIN VDE 0101 zu planen und zu errichten.

Die Trafostationen sind ebenerdig zu planen und natürlich zu belüften, der Zugang erfolgt direkt von außen.

Die Wände und Decken sind mind. In feuerbeständiger Bauart nach DIN 4102 zu errichten. Sie sind auf den möglichen starken Druckanstieg im Fehlerfall zu dimensionieren, im Regelfall ist eine Brandwandqualität zu berücksichtigen.

Die Räume sind weiß zu streichen, der Fußboden ist mit einem staubbindenden Anstrich zu versehen, in Trafoszellen ist dieser zudem ölfest auszuführen.

5.2.2 Türen

Türen von Elektroräumen innerhalb von Gebäuden sind entsprechend der Baugenehmigung und des Brandschutzkonzeptes auszuführen, mindestens jedoch in der Feuerwiderstandsklasse EI30 nach DIN EN 13501-2 (vormals T30 nach DIN 18082).

Sie müssen nach außen aufschlagen, selbstschließend sein und mit einem Panikschloss ausgestattet werden. Außen ist die Tür mit einem Knauf, innen mit einer Klinke zu versehen.

Die Türen in Trafostationen und Schaltanlagenräumen von Stationen und Stationsgebäuden sind als doppelwandige, pulverbeschichtete Aluminiumtüren auszuführen. Als Mindestmaß sind die Abmessungen B/H 110 x 210 cm einzuhalten.

Standardausstattung:

- Aluminium-Profilzarge mit Dichtung und Regenabweiser
- Türkonstruktion geprüft DIN EN 62271-200 (Nachfolger von DIN VDE 0670/T611, PEHLA)
- Profilhalbzylinder, außen Knauf, innen Klinke
- Türfeststeller selbstrastend
- Erdungsanschluss mit Kabelübergang
- Warnschilder außen: Blitzpfeil bzw. „Hochspannung - Lebensgefahr“

Sind aufgrund der Raumnutzung Lüftungselemente in den Türen erforderlich sind diese stoßsicher und mit Staub- / Insektenschutz auszuführen. Die Lüftungselemente müssen über Schiebegriffe verschließbar sein.

5.2.3 Druckentlastung

Die Druckentlastungsklappen sind so anzuordnen, dass im Fehlerfall eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen ist. Sie muss gedämmt und luftdicht nach DIN 1946 sein und kann als eine geschlossene Klappe oder mit Lamellen ausgeführt werden.

5.2.4 Kabeldurchführung

In den Außenwänden von MS- und NSHV-Räumen sind Kabeldurchführungen für Baustrom- und Messkabel anzuordnen. Die Durchführungen müssen von innen verschließbar sein und mind. die Größe von 15/15 cm aufweisen. Sie sind in das Erdungssystem der Anlage mit einzubeziehen.

5.2.5 Trafofahrschienen

Die Fahrschienen sind aus feuerverzinkten Stahlträgern mit seitlicher Spurbegrenzung und Erdungsanschluss herzustellen. Eine nachträgliche Änderung der Spurweite muss möglich sein. Der Transformator ist auf Schwingungsdämpfern zu installieren; dabei ist es unerheblich, ob diese unterhalb der Fahrschienen oder direkt unter dem Transformator angebracht werden.

5.2.6 Kabel- und Rohreinführungen

Zur Einführung von Kabelschutzrohren in die Elektroräume sind wasserdichte Kabeldurchführungssysteme zu verwenden. Es sind Doppeldichtpackungen Hauff HSI 150 o. g. bereits im Rohbau mit einzubetonieren oder zu mauern. Eine nachträgliche Abdichtung ist nur im Einzelfall und mit Zustimmung der FHG möglich.

5.2.7 Zuwegung / Außenanlagen

Die Stations- und Elektroräume müssen jederzeit uneingeschränkt zugänglich sein. Die Außenanlage ist so zu planen, dass auch ein Transport von schweren Materialien wie Transformatoren und ein direktes Anfahren von Fahrzeugen möglich ist.

Bei freistehenden Stationsgebäuden ist eine umlaufende Pflasterung von 1,50 m und im Bereich der Trafoszellen von 3,00 m auszuführen.

5.2.8 Doppelboden

Das Doppelbodensystem, Rastermaß 60/60 cm, Plattenstärke 38 mm und belegt mit grauen PVC-Spezialbelag, Stärke 2,0 mm, Ableitwiderstand $10^7 - 10^9$ Ohm, muss zur Aufnahme von Schaltanlagen geeignet sein.

Die Bodenplatten bestehen aus zellfaserverstärktem Kalziumsulfat, Baustoffklasse nach DIN EN 13501-1: A1, mit umlaufendem Kantenschutz und unempfindlich gegen Nassreinigung und relative Feuchte.

Der Doppelboden muss eine Mindesthöhe von 80 cm haben und eine Punktlast nach DIN EN 12825 von 5 kN aufweisen.

Die Unterkonstruktion besteht aus einer korrosionsgeschützten, höhenverstellbaren und verschraubten Stahlkonstruktion. Die Stützen werden am Rohboden verklebt. Eine elektrisch leitende Arretierungsauflage fixiert die Bodenplatten auf der Tragkonstruktion.

In Mittelspannungsräumen werden die Doppelbodenplatten mit der Unterkonstruktion verschraubt, Ausführung durch werkseitig hergestellte Stufenbohrung mit Inbusschraube. Der Schraubenkopf wird durch belagsgleiche Abdeckplättchen abgedeckt. Die Stützen sind in diesen Räumen mit dem Bauwerk verdübelt.

Im Bereich der Schaltschränke wird eine Grundrahmenkonstruktion erstellt, die mit den Gehbereichsflächen konstruktiv fest verbunden sind.

Als Wandanschluss sind PVC-Sockelleisten, Höhe 50 mm auszuführen. Die Sockelleisten sind dauerhaft mit der Wand zu verbinden.

Bis zur Abnahme ist der Doppelboden durch eine Schutzabdeckung – Hartfaserplatte zu schützen und nach Abschluss der Installationsarbeiten erneut auszurichten.

5.2.9 Gitterroste

In Trafoszellen und zur Abdeckung von Lichtschächten werden Gitterroste eingesetzt. Sie sind feuerverzinkt auszuführen und müssen eine Maschenteilung von 34/38 mm haben. Durch geeignet Oberflächen ist eine Rutschhemmung zu gewährleisten.

Die Unterkonstruktion wird mit dem Fußboden dauerhaft verbunden, im Wandbereich erfolgt die Befestigung durch Winkelprofile. Die Gitterroste sind mit der Konstruktion zu verschrauben.

5.3 Türen mit elektrischen Komponenten

Die Türen, wo für den bestimmungsgemäßen Gebrauch auch bei zukünftigen Anwendungen, technische Einbauten notwendig werden, sind für die nachträgliche Ausstattung mit Sicherheits- und Zutrittskontrolltechnik entsprechend vorzurüsten.

Ist für die Tür eine Zutrittskontrolle vorgesehen, ist bei Innentüren, welche nicht betriebsmäßig verschlossen werden, immer ein Leerrohr vom Fallenkasten bis zu einem definierten Übergabepunkt zu verlegen.

Handelt es sich um Außentüren, ist grundsätzlich vom betriebsmäßigen Verschluss auszugehen. Diese Türen erhalten eine Leerrohranbindung an den Schlosskasten.

Werden die Türen zusätzlich auf Öffnung und Verschluss überwacht, sind weitere Verkabelungsmöglichkeiten vorzubereiten.

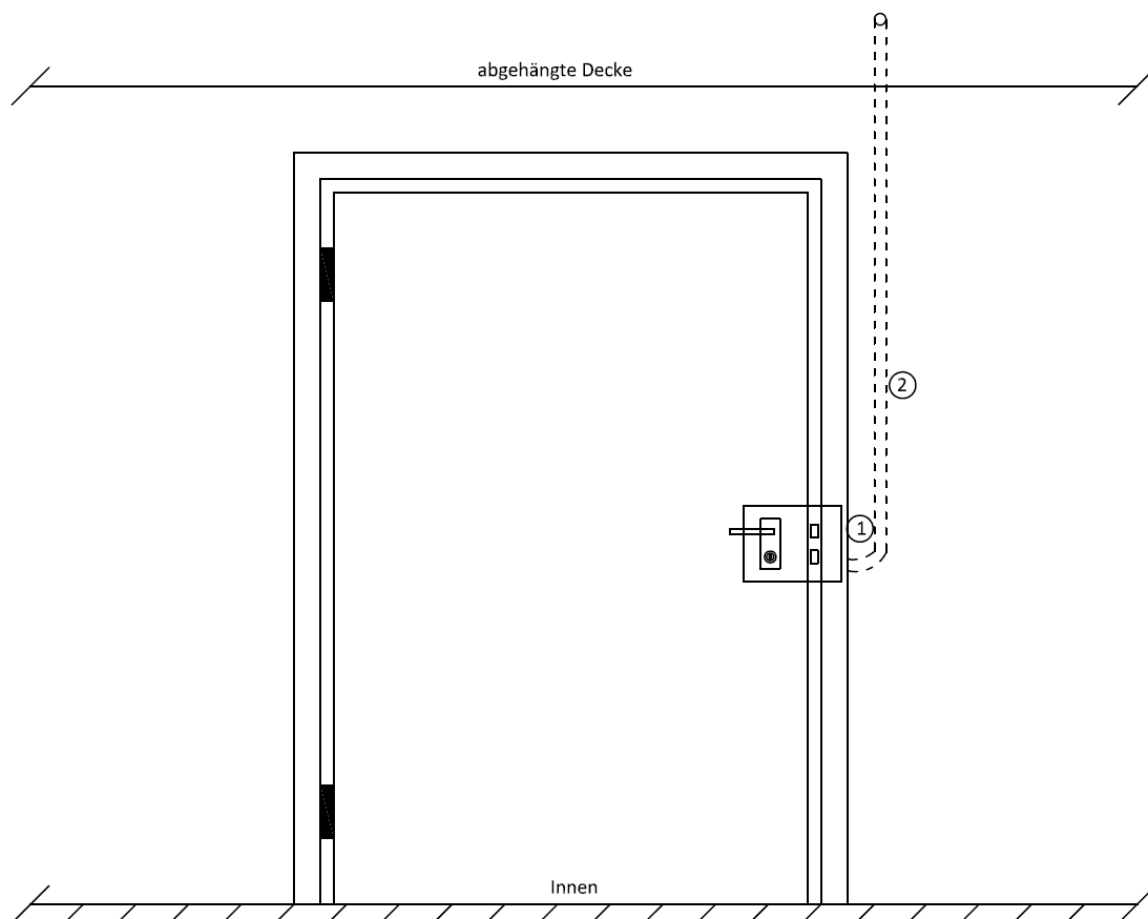
5.3.1 Zulassung

Die bauaufsichtlichen Zulassungen der Türen dürfen durch die technischen Einbauten nicht eingeschränkt werden. Bei der Angebotseinholung sind die Vorrüstungen bereits von den Bietern und Herstellern zu berücksichtigen.

5.3.2 Übergabepunkt

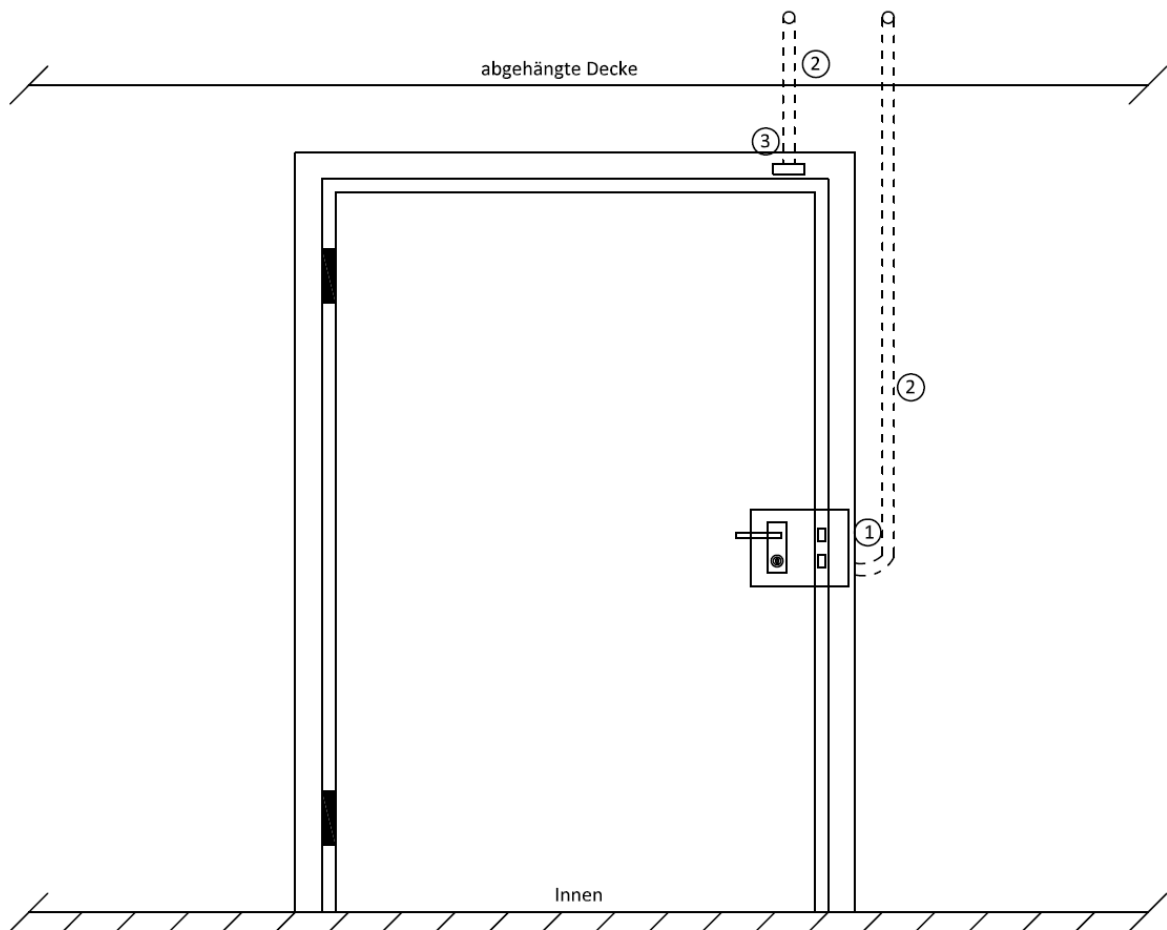
Der Übergabepunkt von der Tür- auf die Sicherheitstechnik ist immer im sicheren Bereich, überwiegend auf der Innenseite der Tür, zu planen. Befindet sich der Übergabepunkt im Deckenbereich ist für eine Revisionsmöglichkeit zu sorgen und bei zugänglicher Ausführung im Bereich der Tür ist die Leerrohranbindung mit einer Abzweigdose abschließen.

5.3.3 Tür mit elektrischem Türöffner



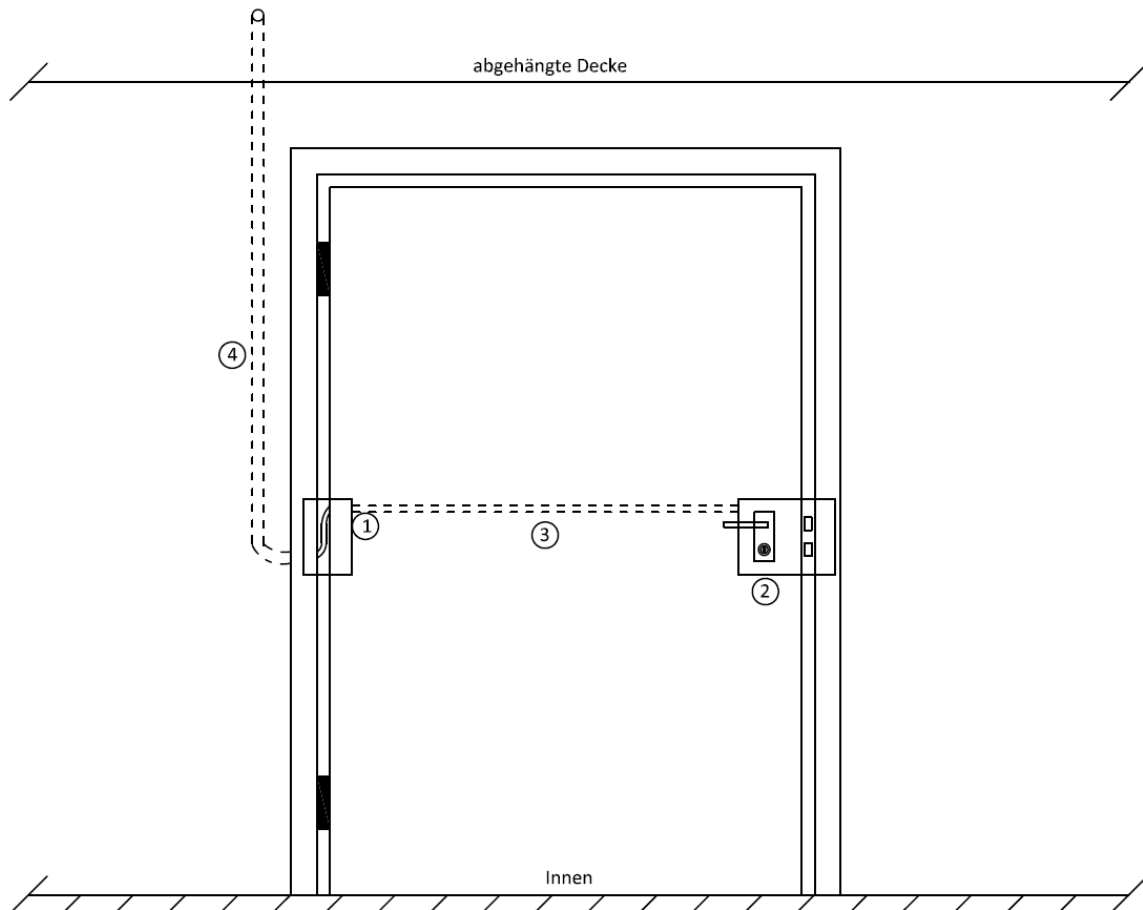
- ① Türzarge vorbereitet zur Aufnahme eines elektrischen Türöffners entsprechend technischer Beschreibung Lieferant Zutrittskontrolle
- ② Kabelschutzrohr M16 unter Putz bis in Deckenhohlraum / Übergabepunkt

5.3.4 Tür mit elektrischem Türöffner und Magnetkontakt



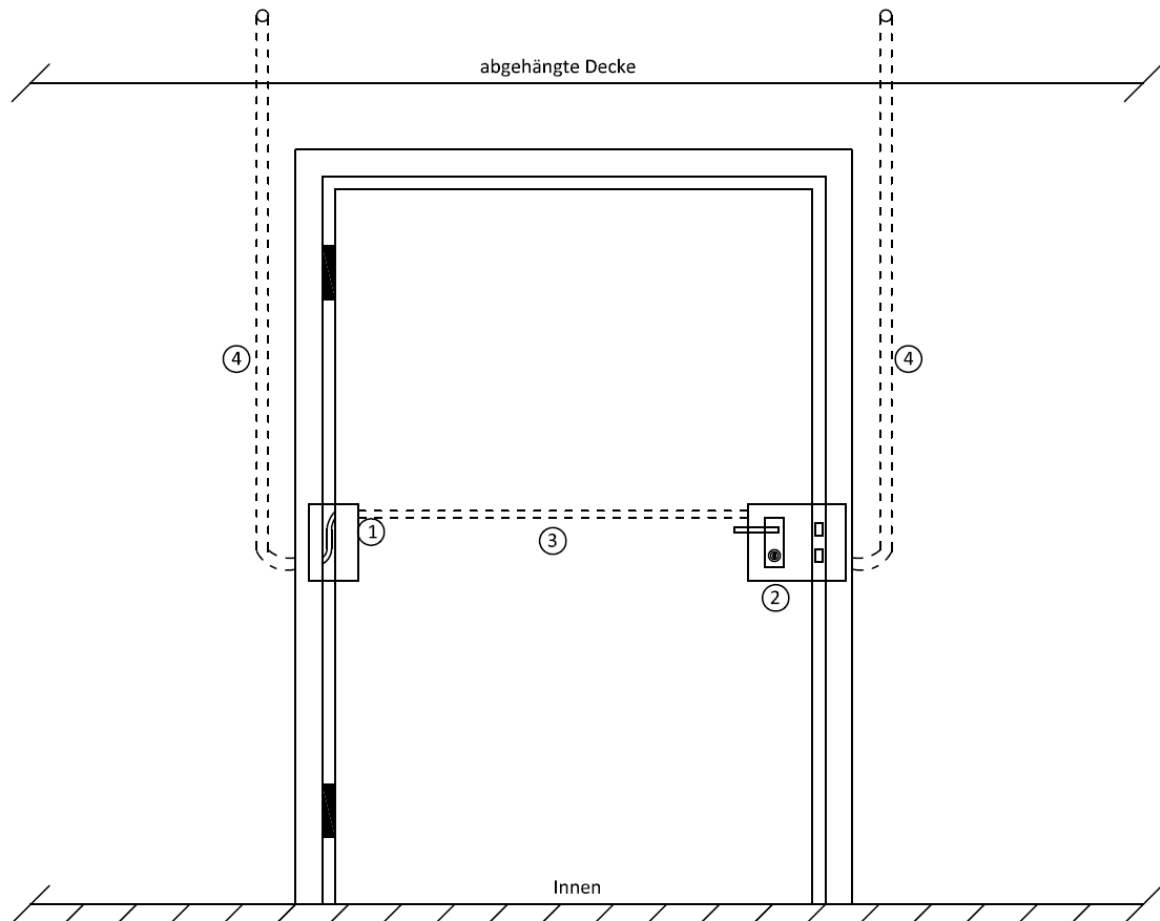
- ① Türzarge vorbereitet zur Aufnahme eines elektrischen Türöffners entsprechend technischer Beschreibung Lieferant Zutrittskontrolle
- ② Kabelschutzrohr M16 unter Putz bis in Deckenhohlraum / Übergabepunkt
- ③ Türzarge vorbereitet zur Aufnahme eines Magnetkontaktes entsprechend technischer Beschreibung Lieferant Zutrittskontrolle

5.3.5 Tür mit elektrischem Schloss



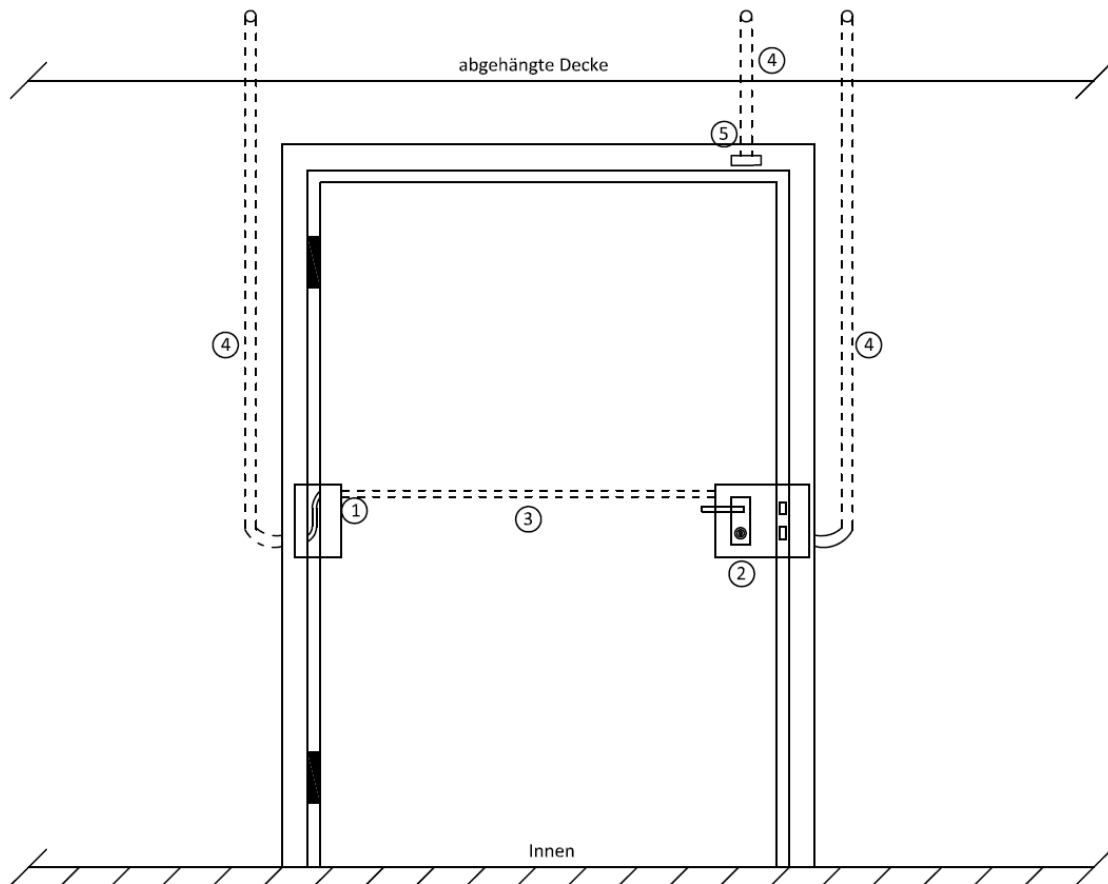
- ① Kabelübergang innenliegend
- ② Schloßkasten
- ③ Leerrohr im Türblatt
- ④ Kabelschutzrohr M16 unter Putz bis in Deckenhohlraum / Übergabepunkt

5.3.6 Tür mit elektrischem Schloss und Riegelkontakt



- ① Kabelübergang innenliegend
- ② Schloßkasten
- ③ Leerrohr im Türblatt
- ④ Kabelschutzrohr M16 unter Putz bis in Deckenhohlraum / Übergabepunkt

5.3.7 Tür mit elektrischem Schloss, Magnet- und Riegelkontakt



- ① Kabelübergang innenliegend
- ② Schloßkasten
- ③ Leerrohr im Türblatt
- ④ Kabelschutzrohr M16 unter Putz bis in Deckenhohlraum / Übergabepunkt
- ⑤ Türzarge vorbereitet zur Aufnahme eines Magnetkontaktes entsprechen technischer Beschreibung Lieferant Zutrittskontrolle

6 Revisionsunterlagen

Die äußere Form der Revisionsunterlagen ist nachfolgend beschrieben und bei allen Bauvorhaben vom AN zu berücksichtigen. Sämtliche Unterlagen, Zeichnungen, Protokolle, Anlagendokumentationen und allgemeiner Schriftverkehr sind in deutscher Sprache zu verfassen.

6.1 Lieferumfang

Die Revisionsunterlagen sind in Ordnern geheftet und mit Trennblättern gemäß der nachfolgenden Auflistung einzureichen. Die Dokumentationsunterlagen sind vom Auftragnehmer in einfacher Ausfertigung als Farbplot und digital spätestens 4 Wochen nach Schlussabnahme komplett dem Bauherrn zu übergeben.

6.1.1 Aufbau und Inhalt der Revisionsunterlagen

DECKBLATT (in Klarsichthülle)

Projektbezeichnung und Adresse

Gewerkebezeichnung

Name und Anschrift der ausführenden Firma

Name und Anschrift des Fachplaners

Gewährleistungsfristen

INHALTSVERZEICHNIS (in Klarsichthülle)

Gliederung gemäß nachfolgender Vorgabe – die nachfolgend aufgelisteten Gliederungspunkte sind durch entsprechend gekennzeichnete Registerblätter zu trennen.

ALLGEMEINES

Abnahmeprotokoll, Sachverständigenprotokolle im Original

Schriftlicher Abnahmeantrag des AN

Protokoll Einweisung Betriebspersonal

Teilnehmerliste Abnahme

ANLAGEN- UND FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Stichpunktartige Beschreibung der Installation

Erschöpfende Beschreibung der Funktion und der Funktionsabläufe

SCHEMATA

Gesamtübersichtsschaltplan

Übersichtsplan Steigleitungen

Übersichtsschaltplan Sicherheitsbeleuchtung

Installationsschemata

GRUNDLAGEN DER MONTAGEPLANUNG

Beleuchtungsberechnung pro Raumtyp

Selektivitätsnachweis

Kurzschlussberechnung

Leistungsbilanz (alle Netze)

BEDIENUNG UND WARTUNG

Bedienungsanleitungen

Wartungsanleitungen

BESCHEINIGUNGEN

Protokolle TÜV-Abnahmen

Bescheinigung über Einhaltung der VDE- und DIN-Normen

Bescheinigung nach DGUV Vorschrift 3

Stückprüfprotokolle für Verteilungen und Schaltanlagen (entfällt bei typengeprüften Anlagen)

Werksabnahmeprotokolle

VdS-Abnahmen

Inbetriebnahmeprotokoll BMA entsprechend VDE 0833-2

MESSPROTOKOLLE

Prüfprotokoll für elektr. Anlagen sämtlicher Stromkreise (Schleifen-/ Isolationswiderstand, Fehlerstrom, Erdungswiderstand)

Mindestbeleuchtungsstärke Sicherheitsbeleuchtung gemäß VDE 0108

Sichtabnahmeprotokoll Fachbauleitung für alle nicht mehr zugänglichen Installationsbereiche (z. B. Zwischendecken, Schächte, Kabeltrassen)

SCHALTSCHRANK- UND VERTEILERUNTERLAGEN

Stromlaufpläne und Klemmenpläne nach DIN 40719

Schaltschrankansicht (Außenansicht, Innenansicht, Querschnitt)

Kabelliste nach DIN 40719 (Kabelart, Querschnitt, Adernzahl, Ziel-/ Endpunkt)

Stromaufnahme/Einstellwerte Schutzorgane

Leistenbelegung Rangierverteiler

Stücklisten

HERSTELLERUNTERLAGEN

Herstellerprospekte (farbige Kennzeichnung aller eingesetzten Komponenten)

Gerätekartei (beinhaltet Fabrikatliste und Ersatzteilliste aller eingesetzten Komponenten)

REVISIONSPLÄNE

Installationspläne M 1:50 mit Angabe aller Betriebsmittel mit Stromkreisbezeichnungen bzw. mit Bezeichnungen gemäß Verteilerunterlagen

Deckenspiegelpläne mit eingetragener Beleuchtung und Angabe der Leuchtentypen

Vernetzungsplan inkl. Adressen, Lageplan und Beschreibung des Datenverkehrs

Beschreibung der Datenschnittstellen.

ERSATZTEILAUFSTELLUNG

Ersatzteilliste mit Angaben von: Hersteller (Hauptwerk), Auslieferungslager und Kundendienststützpunkt mit Anschrift und Telefonnummer, Typ- bzw. Fabrikatenummer, Größe, Leistung und Bestelldaten.

6.2 Lieferumfang Software

Zu den Revisionsunterlagen sind stets Dateien zu übergeben.

Für Zeichnungen ist das DWG-Format („ACAD 2018-Zeichnung“) sowie das DXF-Format zu verwenden.

Für Beschreibungen, Anleitungen und Schriftstücke sind die Formate DOCX und XLSX vorzusehen.

Die Dokumentation der Stromlaufpläne ist vorzugsweise mit EPLAN P8 V2.9 zu erstellen.

Alle Unterlagen sind zusätzlich als PDF-Datei zu übergeben.

6.2.1 Format Datenlieferung

1. Dateiformat: DWG für AutoCAD 2020.
2. Koordinatensystem: Gauß-Krüger-Koordinatensystem Lagestatus 100. Die Koordinatenlage sowie BKS im Modellbereich soll nicht verändert werden (Bitte nicht drehen, verschieben, skalieren). Dies gilt für Grundrisse und Lagepläne.
3. Dimension: 2D-Darstellung.
4. Zeichnungseinheit: 1 Meter.
5. Lt - Faktor 0.1
6. Die Layer- und Gewerkestruktur der FHG ist zu verwenden. Dies gilt für Grundrisse und Lagepläne.
7. Die Layer- und Gewerkeleiste sowie die Vorlage DWG-Datei sind von FHG anzufordern.
8. Die in den Zeichnungen der FHG verwendeten Textstile, Linientypen, Blöcke, Layernamen sind zu übernehmen.
9. Die Farbe Gelb ist nicht für Texte und Linien zu verwenden (auch keine anderen hellen Farben).
10. Externe Referenzdateien sind einzubinden.
11. Vor der Datenlieferung ist die Zeichnung zu bereinigen (nicht verwendete Blöcke, Layer, Textstile, Linientypen usw.) Im Übrigen gelten für die Darstellung DIN-Normen.
12. Die Dokumentation erfolgt in digitaler Form (DWG- und PDF-Dateien) sowie in Papierform.
13. Weitere technische originale Dokumentationsunterlagen wie Baugenehmigungsunterlagen, geprüfte statische Berechnungen und Positionspläne, Nachweise, Beschreibungen, Listen, Schemen usw. sind außer in Papierform auch im PDF-Dateiformat zu liefern.

7 Fabrikatliste

Betriebsmittel	Fabrikat	Typ	Bemerkung
Mittelspannung			
Schaltanlage	ABB	ZS 8.4	Schottungsklasse PM (Abzweigschottung), Betriebsverfügbarkeit LSC 2B
Leistungsschalter	ABB	VD4	
Schutzrelais Schaltanlage	ABB	REF615 E-D	
Schutzrelais MS-Kabelschutz	Siemens	Siprotec 7SD 610	60V - 7SD6105-4BA09-0BA0+M2B 24V - 7SD6105-2BA09-0BA0+M2B
Kapazitive Span- nungsanzeige	Kries	CAPDIS-S2+	
Spannungsprüfer	Dehn	PHE3 20 S	
EuK-Vorrichtung	Dehn	EKV3+1 95G	
Isolierstange	Dehn	IS ZK STK 670	
Niederspannung			
Niederspannungs- hauptverteilungen	Sedotec	Vamocon	
	Striebel & John	TR12-TR40	
	ABB	MNS	
Unterverteilungen Kleinverteiler	Hager	univers	Wand- und Standverteiler in IP41 und IP 54
	Striebel & John	TSK	
Leistungsschalter	ABB	Emax / Tmax	Leistungsschalter ab 630A sind ausfahrbar auszuführen
	Eaton	IZMN / NZM	
	Siemens	3VL / 3WL	
Sicherungs- schaltleisten	Jean Müller	Sasilplus	
Geräte für Frontplatteneinbau	Eaton	RMQ-Titan	
Reihenklemmen	Phoenix	Clipline STI / DTI	Bis 35qmm werden Zugfederklemmen einge- baut, diese werden ohne Aderendhülsen ver- drahtet
	Weidmüller	Z-Reihe ZDU / ZDL	
Kabeltragsysteme	OBO	RKS / MKS / SKS	Band- / Feuerverzinkt je nach Anwendungsfall
	Rico	161 W02 / 161 R02	
	PUK	RG / RGS	
	Niedax	RL / RS	
Geräteeinbau- kanäle	Hager	BRN/BRA/BRS	Systemangepasste Installationsgeräte
Leitungsführungs- kanäle	Hager Tehalit		
	HKL		
	Rehau		
Verteilungs- einbaugeräte	Hager		
	Siemens		
	ABB		

Zählmess-Schrank	Paul Deppe &Co. Gmbh	E 700/400 D1 und E 700/400 D1-HZ5-2-300-OZ	Ausführung Hannover Flughafen (Beschaffung ausschließlich über die FHG)
Schalter und Steckdosen u.P.	Busch-Jaeger	future linear	Farbe studioweiß
Schalter und Steckdosen a.P.	Peha	Aufputz	Beschriftungsfeld
	Busch-Jaeger	Ocean	
Leuchten			
Feuchtraumleuchte	Glamox	IG66	LED
Handscheinwerfer	Witte + Sutor Acculux	Arbeitsleuchte SL5 LED	Wiederaufladbare Acculeuchte für Stationen und elektrische Betriebsräume
Straßenleuchten	Siteco	Streetlight	Baugröße angepasst an den Bedarf
	Trilux	LUMEGA IQ	
Kabelschacht			
Abdeckung	ACO GmbH	S-KSA-D-075-075-FT18-OTC-HAN S-KSA-D-075-150-FT18-OTC-HAN	
	EJ GmbH	DT4S.075.075.AV.OTC.SB.FHAN DT4S.150.075.AV.OTC.SB.FHAN	