

# Arbeitsanweisung (AAW)

## AAW 01/24

### Kabel und Leitungen

der Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH

**Gültig für:**

| Org. Einheit | Org. Bezeichnung        |
|--------------|-------------------------|
| NT31         | Fahrweg                 |
| NT32         | Systemtechnik           |
| NT34         | Elektrische Anlagen     |
| NT53         | Infrastrukturprojekte   |
| NT55         | Gebäudemanagement       |
| NA43         | Zentrales IT-Management |
| NK14         | Immobilienmanagement    |

**Aktuelle Ausgabe:** Version 4.0

|                        | Name              | Org. Einheit | Datum      | Unterschrift                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-------------------|--------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GBA 17<br>überarbeitet | Delic, Kristian   | NT34.3       | 28.03.2023 | <br>Digital signiert von Delic<br>DN: cn=Delic, c=DE, o=Licht und<br>Kraft, ou=NT34.3,<br>email=k.delic@vgf-fm.de<br>Grund: Ich stimme dem Dokument<br>zu<br>Datum: 2024.05.23 15:45:45 +0200 |
| Geprüft                | Knatz, Dennis     | NT34.1       | 28.05.2024 | Dennis<br>Knatz<br>Digital signiert von Dennis Knatz<br>DN: cn=Dennis Knatz, c=DE, o=NT34,<br>ou=NT34.1, email=d.knatz@vgf-fm.de<br>Grund: Ich stimme dem Dokument<br>zu<br>Datum: 2024.05.28 09:18:18 +0200                                                                       |
| Geprüft                | Pham, Canh        | NT34.2       | 28.05.2024 | Thanh Canh<br>Pham<br>Digital signiert von Thanh Canh Pham<br>DN: cn=Thanh Canh Pham, c=DE,<br>ou=NT34.2, ou=NT34,<br>email=t.pham@vgf-fm.de<br>Grund: Ich stimme dem Dokument<br>zu<br>Datum: 2024.05.28 09:30:30 +0200                                                           |
| Geprüft                | Albrecht, Bernd   | NT32.1       |            | <br>Digital signiert von M. Eidenmüller<br>DN: cn=M. Eidenmüller, c=DE,<br>ou=NT32.1,<br>email=m.eidenmueller@vgf-fm.de<br>Grund: Im Auftrag<br>Datum: 2024.05.29 07:35:03 +0200              |
| Geprüft                | Pöhlmann, Patrick | NT32.2       |            | <br>Digital signiert von Pöhlmann Patrick<br>DN: cn=Pöhlmann Patrick, c=DE,<br>ou=NT32.2, ou=Systemtechnik,<br>email=p.poeschlmann@vgf-fm.de<br>Datum: 2024.08.07 11:05:01 +0200              |

|             |                       |        |            |                   |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|-----------------------|--------|------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Geprüft     | Eller, Tobias         | NT32.3 |            |                   | Digital signiert von e261<br>DN: cn=e261, ou=NT32,<br>email=t.eller@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.08.30 10:38:25<br>+02'00'                                                                                                                                 |
| Geprüft     | Tiesler, Jürgen       | NT53.1 |            | Jürgen Tiesler    | Digital signiert von Jürgen Tiesler<br>DN: cn=Jürgen Tiesler, c=DE, o=VGF,<br>ou=NT53.1, email=j.tiesler@vgf-ffm.de<br>Grund: Technisch geprüft<br>r567                                                                                                 |
| Geprüft     | i.A. Joanna Günther   | NT53.2 |            |                   | Digital signiert von r567<br>DN: cn=r567, ou=NT53,<br>email=s.rack@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.08.29<br>10:19:25 +02'00'                                                                                                                                  |
| Geprüft     | Winnefeld, Michael    | NT53.3 | 11.06.2024 | Michael Winnefeld | Digital signiert von Michael Winnefeld<br>DN: cn=Michael Winnefeld, c=DE,<br>ou=VGF, ou=NT53,<br>email=m.winnefeld@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.06.11 08:06:00 +02'00'                                                                                     |
| Geprüft     | Dworatzek, Dirk       | NT53.4 |            | Dirk Dworatzek    | Digital signiert von Dirk Dworatzek<br>DN: cn=d481, ou=NT53,<br>email=d.dworatzek@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.09.04 08:54:59<br>+02'00'                                                                                                                   |
| Geprüft     | Altmeyer, Max         | NT55.1 |            |                   | Ort: FFM<br>Datum: 2024.07.16<br>08:54:47 +02'00'                                                                                                                                                                                                       |
| Geprüft     | Wagner, Violand       | NT55.2 |            |                   | Digital signiert von v.wagner<br>DN: cn=v.wagner, ou=NT55,<br>email=v.wagner@vgf-ffm.de<br>Grund: Freigabe<br>Datum: 2024.08.01 12:16:34<br>+02'00'                                                                                                     |
| Geprüft     | Krauß, Arno           | NT55.3 |            |                   | Digital signiert von kc70<br>DN: cn=kc70, ou=NT55,<br>email=a.krauss@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.10.16<br>09:04:17 +01'00'                                                                                                                                |
| Geprüft     | Laska, Paul           | NA03   |            | Lars Rosenberg    | Digital signiert von I147<br>DN: cn=I147, ou=NA03,<br>email=p.laska@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.10.16<br>09:04:17 +01'00'                                                                                                                                 |
| Geprüft     | Rosenberg, Lars       | NA03   |            | Lars Rosenberg    | Digital signiert von Lars Rosenberg<br>Datum: 2024.06.13<br>09:07:02 +02'00'                                                                                                                                                                            |
| Gesehen     | Heimbürger, Thomas    | NBR    |            |                   | Digital signiert von t.heimbuerger<br>DN: cn=t.heimbuerger, ou=NBR,<br>email=t.heimbuerger@vgf-ffm.de<br>Grund: Ich stimme den angegebenen<br>Bedingungen durch meine digitale Signatur in<br>diesem Dokument zu.<br>Datum: 2024.05.17 09:29:45 +02'00' |
| Gesehen     | Müller, Knut          | NT31   |            |                   | Digital signiert von Knut Müller<br>Datum: 2024.11.04<br>10:06:05 +01'00'                                                                                                                                                                               |
| Gesehen     | Schmidt, Christian    | NT32   |            |                   | Digital signiert von c.schmidt<br>DN: cn=c338, ou=NT32,<br>email=christian.schmidt@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.11.04 14:30:19<br>+01'00'                                                                                                                  |
| Gesehen     | Keim, Nico            | NT34   |            |                   | Digital signiert von Nico Keim<br>Datum: 2024.05.28<br>10:58:07 +02'00'                                                                                                                                                                                 |
| Gesehen     | Rack, Sven            | NT53   |            |                   | Digital signiert von r567<br>DN: cn=r567, ou=NT53,<br>email=s.rack@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.08.29<br>10:19:25 +02'00'                                                                                                                                  |
| Gesehen     | Hoffmann, Jan Rüdiger | NT55   |            |                   | Digital signiert von h.b58<br>DN: cn=h58, ou=NT55,<br>Grund: Ich stimme dem Dokument<br>zu<br>Datum: 2024.10.18 08:07:28 +02'00'                                                                                                                        |
|             |                       |        |            |                   |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Gesehen     | Stöber, Frank         | NK14   |            |                   | Digital signiert von SV95<br>DN: cn=SV95, ou=NK14,<br>email=f.stoeb@vgf-ffm.de<br>Grund: Ich stimme den angegebenen<br>Bedingungen durch meine digitale Signatur in<br>diesem Dokument zu.<br>Datum: 2024.11.01 09:38:40 +01'00'                        |
| Freigegeben | Schmidt, Michael      | NT3    |            |                   | Digital signiert von Michael Schmidt NT3<br>DN: cn=Michael Schmidt NT3,<br>ou=NT3,<br>email=m.schmidt@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.11.05 14:19:27<br>+01'00'                                                                                               |
| Freigegeben | Külzer, Stephanie     | NT5    |            |                   | Digital signiert von r567<br>DN: cn=r567, ou=NT53,<br>email=s.rack@vgf-ffm.de<br>Datum: 2024.08.29<br>10:19:41 +02'00'                                                                                                                                  |

## Änderungsmanagement:

| Version | Datum      | Änderung                                                      | Org. Einheit      |
|---------|------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1.0     | 01.11.2009 | Neuerscheinung                                                | Bernd Brandt      |
| 2.0     | 14.12.2018 | Absatz 5.4 verbessertes Brandverhalten komplett überarbeitet. | Christian Schmidt |
| 3.0     | 04.02.2022 | Änderungen im gesamten Dokument                               | Nico Keim         |

|     |            |                                                                                                                      |                |
|-----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 4.0 | 07.03.2024 | Übertragung der Richtlinie in die neue Vorlage<br>AAW sowie Einarbeitung der Stellungnahme von<br>BCL vom 10.02.2023 | Kristian Delic |
|-----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|

**Unterweisung bis 31.08.2024**

|                                     |                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Unterweisung für den gesamten Geltungsbereich.                                                                                                                  |
| <input type="checkbox"/>            | Unterweisung für ausgewählte Mitarbeitende plus Information für alle weiteren Mitarbeitenden des Geltungsbereichs, die keiner Unterweisungspflicht unterliegen. |

**Überarbeitungsturnus: 18 Monate**

**Aufbewahrungsfrist:**

Fünf Jahre nach Ablauf der Gültigkeit der Arbeitsanweisung.

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                   |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Geltungsbereich und Grundlage .....</b>                        | <b>6</b>  |
| 1.1      | Geltungsbereich .....                                             | 6         |
| 1.2      | Normative Grundlagen & besondere Anforderungen .....              | 7         |
| <b>2</b> | <b>Kabel- und Leitungsrichtlinie.....</b>                         | <b>7</b>  |
| 2.1      | Abkürzungen .....                                                 | 7         |
| 2.2      | Kabel .....                                                       | 8         |
| 2.2.1    | Anforderungen an Kabel .....                                      | 8         |
| 2.2.2    | Lagerung, Transport und Installation von Kabeln.....              | 8         |
| 2.2.3    | Korrosion und Streuströme .....                                   | 8         |
| 2.3      | Brandschutz .....                                                 | 8         |
| 2.3.1    | Kabelanlagen in Flucht- und Rettungswegen .....                   | 9         |
| 2.3.2    | Kabelschott .....                                                 | 9         |
| 2.3.3    | Brandklassen .....                                                | 12        |
| 2.3.4    | Brandverhalten von Kabeln .....                                   | 13        |
| 2.4      | Prüfungen .....                                                   | 14        |
| 2.5      | LWL-Abnahme .....                                                 | 15        |
| 2.6      | Kabeltrassen und Verlegesysteme .....                             | 15        |
| 2.7      | Leitungen im Oberleitungs- und Stromabnehmerbereich der VGF ..... | 15        |
| 2.8      | Kabelschirmungen / Elektromagnetische Verträglichkeit .....       | 15        |
| 2.9      | Nagetierschutz .....                                              | 16        |
| 2.10     | Kabelverbindungen .....                                           | 16        |
| 2.11     | Nicht mehr benötigte Kabel .....                                  | 16        |
| 2.12     | Datenblätter und Herstellerangaben .....                          | 16        |
| 2.13     | Asbestbelastete Installationsflächen .....                        | 16        |
| 2.14     | Plandokumentationen .....                                         | 17        |
| 2.15     | Schlussvermessung .....                                           | 17        |
| 2.16     | Kennzeichnung von Kabeln .....                                    | 17        |
| 2.17     | Errichterbescheinigung .....                                      | 18        |
| <b>3</b> | <b>Unterweisung .....</b>                                         | <b>18</b> |
| <b>4</b> | <b>Schlussbestimmungen.....</b>                                   | <b>18</b> |

# 1 Geltungsbereich und Grundlage

Diese Arbeitsanweisung dient dazu, die Anforderungen an zu verwendende Kabel und Leitungen sowie der zugehörigen Verlegesysteme zu definieren, die zum Erreichen des hohen Qualitätsstandards bei Baumaßnahmen an den elektrischen Anlagen der VGF maßgebend sind.

Sie ist für alle Mitarbeitende des festgelegten Geltungsbereiches der Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (im Folgenden VGF genannt) verbindlich.

Spezifische Angaben zur Ausführung von Verkabelungen über geltende Normen hinaus, obliegen den jeweiligen Fachbereichen.

## 1.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Kabel und Leitungen – nachfolgend unter dem Begriff Kabel zusammengefasst, welche in den Bauwerken der VGF für die folgenden Zwecke eingesetzt werden:

- Verkabelung von Licht- und Kraftanlagen (Elektroanlagen der Spannungsebene von 230V/400V, Wechsel- bzw. Drehstrom)
- Verkabelung von Fernmelde- und Informationseinrichtungen
- Verkabelung von signal- und nachrichtentechnischen Anlagen
- Verkabelung von elektrischen Anlagen der zentralen Leittechnik
- Verkabelung von elektrischen Anlagen von Nahverkehrs-Gleichstrombahnen (Elektroanlagen der Spannungsebene bis zu 750V Gleichspannung)
- Verkabelung von elektrischen Anlagen des Gebäudemanagements
- Verkabelung von elektrischen Anlagen für fördertechnische Anlagen

Diese Richtlinie gilt sowohl für die Errichtung von Neuanlagen als auch für die Erweiterung oder Veränderung von Bestandsanlagen.

Elektroinstallationen Dritter im Bereich der VGF:

- Installationen in beispielsweise gewerblich vermieteten Räumen der VGF, sind gemäß dieser Richtlinie durchzuführen
- Kabelinstallationen, die durch Dritte veranlasst werden, bedürfen vor Ausführungsbeginn der schriftlichen Genehmigung (in Textform) der VGF
- Die Wartung und Instandhaltung dieser Installationen liegt im Verantwortungsbereich des Betreibers und ist entsprechend den technischen Anforderungen, dem VGF-Anlagenbetreiber dokumentiert unaufgefordert vorzulegen
- Die Schnittstelle der Anlagenbetreiber ist die Zugangsklemme am Elektroverteiler Dritter

## 1.2 Normative Grundlagen & besondere Anforderungen

Bei der Errichtung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen sind die zutreffenden allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten.

Für die elektrische Anlage im Haltestellenbereich von Gleichstrombahnen gilt die Vermutungswirkung, dass neben der BOStrab und der TRStrab EA u.a. auch die Normen der Reihe VDE und die VDV-Schriften zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik zählen.

Grundsätzlich sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik (d. h. entsprechende Gesetze, Normen, Richtlinien und Empfehlungen) im aktuell gültigen Stand einzuhalten. Die folgende Aufzählung dient nur als Beispiel und stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit dar:

- DIN EN
- DIN VDE
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR)
- International-Electrotechnical Commission (IEC)
- Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab)
- VDV-Schriften (Verband der Verkehrsunternehmen)
- VDV-Schrift 515 Kabel und Leitungen für die Stromversorgungsanlagen von Gleichstrom- Nahverkehrsbahnen und Obussen
- Hessische Bauordnung (HBO)
- Technische Spezifikation für die Interoperabilität „Sicherheit in Eisenbahntunneln“
- ZVEI – White Paper Vorbeugender Brandschutz nach der europäischen Bauproduktverordnung
- Vorhandene Brandschutzgutachten der jeweiligen Bauvorhaben
- Musterverordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektr. Anlagen (EltBauVO)
- etc.

## 2 Kabel- und Leitungsrichtlinie

### 2.1 Abkürzungen

- |            |                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| - GVEFK    | Gesamtverantwortliche Elektrofachkraft (VGF)                                    |
| - VEFK     | Verantwortliche Elektrofachkraft                                                |
| - VDE      | Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.                  |
| - MLAR     | Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie                                               |
| - EltBauVO | Muster einer Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen |
| - IEC      | International Electrotechnical Commission                                       |
| - BOStrab  | Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung                                            |

- VDV            Verband der Verkehrsunternehmen
- HBO           Hessische Bauordnung
- ZVEI          Verband der Elektro- und Digitalindustrie
- DIBt          Deutsches Institut für Bautechnik
- TAB          Technische Aufsichtsbehörde (Regierungspräsidium Darmstadt)
- AG            Auftraggeber
- APV          Arbeitspaketverantwortliche

## **2.2    Kabel**

### **2.2.1   Anforderungen an Kabel**

Die Anforderungen an zu verwendende Kabel sind in den Gewerke spezifischen Planungsgrundlagen enthalten, die in separaten Dokumenten beschrieben und zu beachten sind.

### **2.2.2   Lagerung, Transport und Installation von Kabeln**

Kabelenden sind bei Lagerung, Transport und Installation gegen eindringende Feuchtigkeit und Schmutz zu schützen. Die Umgebungstemperaturen sind zu beachten. Bei Verlegung von Kabeln dürfen die zulässigen Verlegetemperaturen bei Kabelzugarbeiten gemäß DIN VDE 0298 nicht unterschritten werden. Die entsprechenden Kabel-Zugbelastungsgrenzen und Mindestbiegeradien sind zu beachten.

### **2.2.3   Korrosion und Streuströme**

Bei der Installation von Kabeln sowie deren Tragsystemen im Beeinflussungsbereich gemäß VDE 0115, sind die Bestimmungen zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstromanlagen zu beachten.

## **2.3    Brandschutz**

Bei der Auswahl der Kabel, Befestigungen, Muffen, Klemmstellen und der Art ihrer Verlegung müssen die Gefahren von Bränden, ihre Ausdehnung sowie deren unmittelbare Wirkung auf das Umfeld, insbesondere bei baulichen Anlagen für Menschenansammlungen, berücksichtigt werden.

Grundsätzlich sind im unterirdischen Bereich Kabel mit verbessertem Brandverhalten einzusetzen:

Abhängig von betrieblichen und sicherheitsrelevanten Anforderungen sind Kabelanlagen in folgenden Gruppen zu unterteilen:

- Allgemeine Kabelanlagen
- Kabelanlagen mit Funktionserhalt

Für alle sicherheitsrelevanten Anlagen (wie z. B. Sicherheitsbeleuchtung und Brandschutzeinrichtungen) müssen entsprechend den technischen Regeln für elektrische Anlagen, nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab), der EltBauVO und der MLAR die Kabelanlagen in Funktionserhalt erstellt werden. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass diese Anlagen, bestehend aus dem Kabel und dem Verlegesystem, auch im Falle eines Brandes über einen definierten Zeitraum noch in Funktion bleiben.

### **2.3.1 Kabelanlagen in Flucht- und Rettungswegen**

In Flucht- und Rettungswegen ist die Brandlast der Installation auf ein Minimum zu begrenzen (MLAR). Eine Möglichkeit zur Minderung der Brandlast ist die Verkleidung der Kabelanlage.

Offene Verlegung ist nur nach Rücksprache und mit schriftlicher Zustimmung der VGF erlaubt.

Das Lagern oder unbeaufsichtigtes Abstellen von brennbaren Materialien (Verpackungsmaterial oder Kabeltrommeln) im Tunnel bzw. in Flucht- und Rettungswegen ist verboten.

Die Brandlast von Kabeln wird durch die Messung der freiwerdenden Energie pro Meter Kabel bestimmt. Die Angabe erfolgt in kWh/m und ist nach dem Verlegen in einem Protokoll zu dokumentieren. Ferner ist auch die verlegte Länge und die Kabeltypen (je Brandabschnitt) zu dokumentieren.

### **2.3.2 Kabelschott**

#### **2.3.2.1 Grundsätzliches**

Kabel dürfen nur durch raumabschließende Bauteile (Wände und Decken), für die ein Feuerwiderstand vorgeschrieben ist, geführt werden, wenn eine Übertragung von Feuer und Rauch durch geeignete Maßnahmen ausgeschlossen werden kann.

Bei Durchführungen von Kabel durch raumabschließende Bauteile (Decken und Wände) sind bauaufsichtlich zugelassene Kabelschottungen nach Musterleitungsanlagenrichtlinie (MLAR) und Bauproduktverordnung vorzusehen.

- Generell gilt, dass der jeweilige Arbeitsverantwortliche, der ein vorhandenes Kabelschott zwecks Verkabelung öffnet oder neue Durchführungen erstellt, auch für die fachgerechte Wiederherstellung bzw. Neuerstellung verantwortlich ist. Dies hat sofort nach Abschluss der Arbeiten zu erfolgen
- Es ergibt sich eine komplette Erneuerung eines Brandschotts, nach einer Ergänzungsinstallation, wenn das gleiche, den Anforderungen entsprechende Bestandsmaterial nicht verfügbar ist
- Geruchsentwicklungen sind zu vermeiden oder für entsprechende Belüftung der Arbeitsstelle zu sorgen

- Das einzusetzende Material ist nach der Größe der zu verschließenden Öffnung auszuwählen
- Sämtliche Bauteilöffnungen / Brandabschottungen sind nach baulicher Gegebenheit beidseitig / wandbündig mit dem gleichen Material zu schließen und entsprechend zu kennzeichnen, um Einnistungen zu vermeiden, Verschmutzungen vorzubeugen und eine Sichtkontrolle zu vereinfachen
- Die Abschottung muss mindestens die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen wie das raumabschließende Bauteil
- In bestehenden Betriebsanlagen sind Durchbrüche in Wänden und Decken während der Bauzeit, bis zum Einbau des endgültigen Brandschotts, arbeitstäglich provisorisch mit zugelassenen Brandschutzkissen zu verschließen
- Die Arbeiten sind entsprechend zu dokumentieren und jedes Brandschott ist zu kennzeichnen
- Hohlleiter (z. B. für Funk) sind möglichst in separaten Aussparungen / Kernbohrungen zu führen und als Einzeldurchführungen mit Einzelmanschette zu planen bzw. auszuführen
- Kennzeichnungsschilder müssen mindestens folgende Informationen enthalten und sind gut sichtbar und dauerhaft anzubringen:
  - Art der Schottung
  - Erstellungs-Datum
  - Produktbezeichnung
  - DIBt-Zulassungs-Nr.
  - Feuerwiderstandsklasse
  - Ausführende Firma / Abteilung / Dienststelle / Fachbereich
  - QR-Code nach Vorgabe der VGF (Bauwerksunterhaltung)

Die maximale Belegung der Rohbauöffnung ist den Herstellerangaben zu entnehmen.

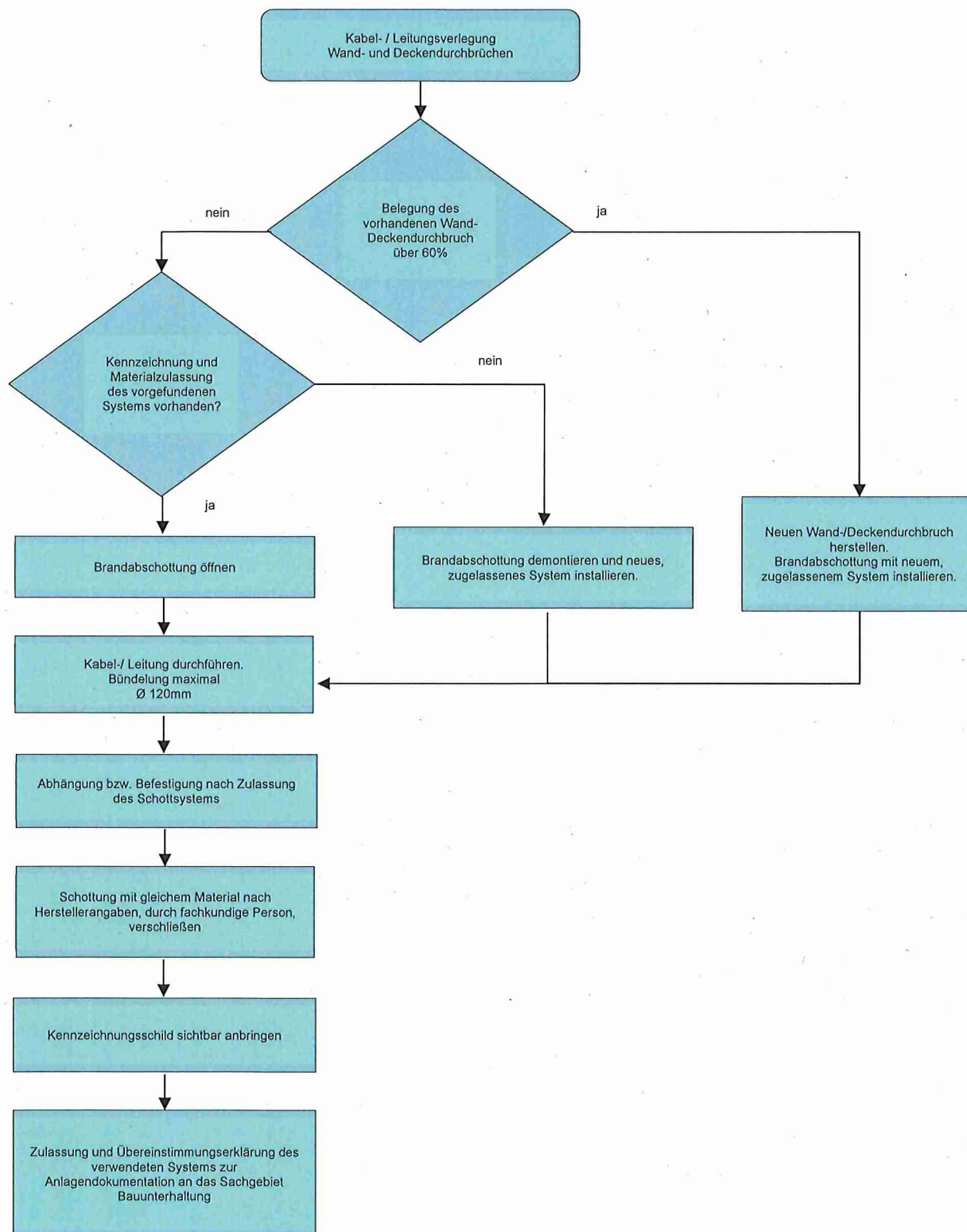
Im Zuge von Projektarbeiten ist vor Beginn der Maßnahme durch den jeweiligen Planungsverantwortlichen die Machbarkeit zu prüfen.

Die ordnungsgemäße Schließung der Wand- und Deckendurchbrüche ist bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen. Die Ausführung liegt im Verantwortungsbereich des jeweiligen Arbeitspaketverantwortlichen und ist der Bauwerksunterhaltung nach Abschluss der Arbeiten dokumentiert zu übergeben.

Der Errichter muss mit einer Übereinstimmungserklärung bestätigen und dokumentieren, dass er die Abschottung zulassungsgerecht eingebaut hat.

Die Schottung ist bevorzugt als festes Schott mit Brandschott Modulsteinen auszuführen. Ausnahmen bilden Räume mit Druckbeanspruchung wie MS-Anlage, NRM-Bereiche, etc.

### 2.3.2.2 Grafische Darstellung – Bestandsanlagen



### 2.3.3 Brandklassen

Entsprechend der Kennzeichnung lassen sich Kabel, die unter die Bauproduktenverordnung fallen, in die Brandklassen A-F und die zusätzlichen Klassen s, a und d einstufen. Hierbei gelten die aktuell gültigen Normen. Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht zur Bedeutung der einzelnen Klassen, hier mit dem Stand des Jahres 2018:

| Brandklasse | Kurzbeschreibung                                                                                                                                                              |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A           | Höchste Stufe<br>Praktisch nichtbrennbar<br>Kein Beitrag zur Brandentwicklung oder zu vollentwickeltem Brand                                                                  |
| B1ca        | Brennbar<br>Sehr geringer Abbrand                                                                                                                                             |
| B2ca        | Keine stetige Brandausbreitung<br>Begrenzte Brandentwicklung<br>Begrenzte Wärmefreisetzungsrate                                                                               |
| Cca         | Ähnlich B2ca<br>Brandausbreitung und Wärmefreisetzung etwas ungünstiger als bei B2ca                                                                                          |
| Dca         | Brandverhalten entspricht etwa dem von Holz<br>Stetige Flammenausbreitung<br>Mäßige Brandentwicklung<br>Mäßige Wärmefreisetzung                                               |
| Eca         | Erfüllen die Mindestanforderungen<br>aber keine Prüfung des Abbrandverhaltens als Bündel<br>Einwirken einer kleinen Flamme führt nicht zu einer intensiven Flammenausbreitung |
| Fca         | Brandverhalten nicht geprüft und damit unbekannt                                                                                                                              |

| Rauchentwicklung s | Kurzbeschreibung                                                   |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|
| S1                 | Geringe Rauchentwicklung                                           |
| S1a                | Kaum eingeschränkte Sichtverhältnisse (80% Lichtdurchlässigkeit)   |
| S1b                | Leicht eingeschränkte Sichtverhältnisse (60% Lichtdurchlässigkeit) |
| S2                 | Mittlere Rauchentwicklung                                          |
| S3                 | Keine Prüfung, möglicherweise starke Rauchentwicklung              |

| Azidität | Kurzbeschreibung                                    |
|----------|-----------------------------------------------------|
| a1       | Leicht korrosive Gase                               |
| a2       | Mittel korrosive Gase                               |
| a3       | Keine Prüfung, möglicherweise starke korrosive Gase |

| Brennendes Abtropfen | Kurzbeschreibung                                                       |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| d0                   | Kein brennendes Abtropfen innerhalb von 20 Minuten                     |
| d1                   | Brennendes Abtropfen nicht länger als 10 Sekunden innerhalb 20 Minuten |
| d2                   | Weder d0 noch d1                                                       |

## 2.3.4 Brandverhalten von Kabeln

Als Kabel mit verbessertem Brandverhalten gelten grundsätzlich alle Kabel der Brandklasse B2ca s1 a1 d1. In Ausnahmefällen kann die geforderte Brandklasse auf Cca s1 a1 d1 reduziert werden. In dieser Brandklasse bleibt das selbstständige Verlöschen im Kabelbündel gewährleistet, die Energiefreisetzung ist aber im Vergleich zur Brandklasse B2ca höher.

### 2.3.4.1 Erleichterungen, Abweichungen und Ausnahmefälle

Im Hochbau werden diese Schutzziele durch andere Maßnahmen, wie die besondere Abtrennung von Rettungswegen (notwendige Flure) und weiteren Maßnahmen erreicht. Ein verbessertes Brandverhalten ist hier nur in wenigen Einzelfällen gefordert und in der Regel sind Kabel mit der Brandklasse Eca ausreichend.

Daraus folgend sind für oberirdische Gebäude der VGF, die auf Basis von bauordnungsrechtlichen Vorschriften (Landesbauordnung etc.) brandschutztechnisch bewertet werden, Kabel der Brandklasse Eca ausreichend. Maßgeblich ist in jedem

Fall das Brandschutzkonzept, sofern dieses für das konkrete Bauvorhaben höhere Anforderungen für erhöhte Risiken im Einzelfall begründet.

In unterirdischen Bauwerken der VGF gilt die TRStrab EA, deshalb sind weiterhin Kabel mit verbessertem Brandverhalten zu verbauen. Ausgenommen hiervon sind Kabel, die über lange Distanzen im Freien verlegt werden und nur über eine kurze Strecke innerhalb eines unterirdischen Bauwerks geführt werden. Dies betrifft bspw. die Netzzuführung oder die LWL-Anbindung. Für diese Kabel ist kein verbessertes Brandverhalten erforderlich, wenn Sie außerhalb oder brandschutztechnisch abgetrennt von Rettungswegen verlegt werden und es sich um maximal 5 Kabel im Bündel handelt. Weitere Ausnahmen sind im Einzelfall zu beurteilen. Hierzu ist eine individuelle Bewertung der baulichen und brandschutztechnischen Situation, i. d. R. als Bestandteil eines Brandschutzkonzeptes, erforderlich. Die Abweichung für jeden Einzelfall muss schriftlich begründet und dokumentiert werden.

Folgende Kabel fallen nicht in den Anwendungsbereich der Bauproduktenverordnung und sind demnach nicht in der empfohlenen Brandklasse erhältlich:

- Liftkabel
- Kabel innerhalb von Maschinen
- Kabel zur Verwendung innerhalb von industriellen Anlagen
- Kabel mit Funktionserhalt
- Kabel die während ihrer Betriebszeit gelegentlich bewegt werden (z. B. Pendelklappen Bahnsteig)

Kabel mit Funktionserhalt und für Kabel, die aus technischen bzw. prozesstechnischen Gründen (bspw. Lichtwellenleiterkabel) nicht in der geforderten Brandklasse erhältlich sind, sind solche zu verwenden, die über einen Nachweis der geringen Rauchfreisetzung nach DIN EN 61034 bzw. IEC 61034 verfügen, halogenfrei nach DIN EN 50267 bzw. IEC 60754 und flammenwidrig nach DIN EN 60332 bzw. IEC 60332 sind.

## 2.4 Prüfungen

An allen neu verlegten Kabeln sind elektrische Prüfungen durchzuführen, die dem Nachweis einer ordnungsgemäßen Errichtung sowie Verlegung der Kabel dienen.

Der Nachweis der festgelegten Prüfungen ist die Voraussetzung zur Inbetriebnahme der Kabelanlagen.

Die Prüfungen sind gemäß nachfolgenden Festlegungen durchzuführen und in einem Prüfprotokoll, dass bei der Abnahme zu übergeben ist, zu dokumentieren:

Das entsprechende Messprotokoll gemäß  
PRUEF 01\_VDE 0100-600\_VDE 0105-100 ist zu verwenden  
Bei Muffen, Protokoll der Zuordnungsprüfung

Die Prüfergebnisse sind der VGF vorzulegen und werden ggf. zur TAB weitergeleitet.

Die VGF behält sich eine Teilnahme an den Prüfungen vor.

## **2.5 LWL-Abnahme**

An allen neu verlegten LWL-Kabeln sind Abnahmemessungen zum Nachweis der Qualität und Leistungsfähigkeit der LWL-Übertragungsstrecke durchzuführen.

Der Nachweis der festgelegten Prüfungen ist die Voraussetzung zur Inbetriebnahme der LWL-Übertragungsstrecke. Das Messprotokoll ist der VGF vorzulegen.

## **2.6 Kabeltrassen und Verlegesysteme**

Der Trassenverlauf und die Trassenbelegung sind vor Beginn mit der VGF abzustimmen. Bei sicherheitsrelevanten Kabeltrassen ist die Planung und die Ausführung mit einem Sachverständigen nach Baurecht abzustimmen und von diesem freigeben zu lassen.

Auf gemeinsam genutzten Kabelwegen ist eine mechanische Trennung entsprechend den technischen Regeln einzuhalten. Bei Neubauprojekten ist zusätzlich eine Trennung zwischen Kabeln für Fahrstrom (DC-Spannung), Stromkabeln der Spannungsebene 230/400 Volt sowie nachrichtentechnische Kabeln (Signaltechnik bzw. Kabeln der zentralen Leittechnik) zu gewährleisten. Bei Nachverlegung auf Bestandstrassen ist zuvor die Genehmigung der VGF einzuholen, ob die vorhandenen Kabelwege für neue Kabelanlagen verwendet werden dürfen.

## **2.7 Leitungen im Oberleitungs- und Stromabnehmerbereich der VGF**

Die Leitungen sind mit entsprechender spannungsfester Isolierung bis 1000 V DC auszulegen oder entsprechend zu schützen (z. B. mittels Leerrohre). Siehe Anlage, Referenzdokument [RD 02].

## **2.8 Kabelschirmungen / Elektromagnetische Verträglichkeit**

Bei der Verwendung der Kabelschirmung bzw. Erdung der Schirmung ist dies mit den jeweiligen Fachbereichen, in Hinblick auf Potentialverhältnisse (Personenschutz und Korrosionsstreuströme) und zur Verbesserung der EMV, vor der Installation abzustimmen und zu dokumentieren. Im Einzelnen geht es um folgende Themen:

Schirmungsarten

Potential-Anschlussarten (einseitig, beidseitig, ohne)

Vermeidung von Potentialverschleppungen

Einsatz von RC-Gliedern

Anforderungen aus Erdungskonzepten, falls verfügbar

## **2.9 Nagetierschutz**

Falls es die Örtlichkeiten erfordern, sind Kabel mit metallischem Nagetierschutz einzusetzen.

Bei der Verlegung der Kabel gilt es, Potentialverschleppungen zu vermeiden. Der Nagetierschutz darf nicht als Schirmung verwendet werden und dient nur dem mechanischen Schutz. Um beim elektrisch leitfähigem Nagetierschutz keine Potentialverschleppung herbeizuführen, gilt es vor Ausführung die Konzeptplanung vorzulegen, durch die VGF zu genehmigen und der abschließenden Anlagendokumentation beizufügen.

## **2.10 Kabelverbindungen**

Muffen sind generell mit der VGF abzustimmen. Sie sind einzumessen und in den Verortungsplänen einzuzeichnen.

## **2.11 Nicht mehr benötigte Kabel**

Grundsätzlich sind alle Kabel, die nicht mehr benötigt werden, zu demontieren. In Ausnahmefällen können Kabelenden auf Abschlussklemmen in einem getrennten Gehäuse abgeschlossen werden. Im Bereich der Fahrstromtechnik sind die Gegebenheiten entsprechend zu prüfen und zu klären. Die installierten Gehäuse müssen entsprechend gekennzeichnet werden. Eine fachgerechte Entsorgung von Kabel und Tragesystemen ist zu veranlassen, zu dokumentieren und der VGF vorzulegen.

## **2.12 Datenblätter und Herstellerangaben**

Die Angaben in den Datenblättern oder sonstigen Herstellerangaben der Kabel sind zu beachten.

Die Datenblätter sind vor der Verlegung der Kabel dem Arbeitspaketverantwortlichen der VGF auszuhändigen. Nach Abschluss der Installationsarbeiten ist die Einhaltung der Herstellervorgaben dokumentiert vorzulegen. Die VGF behält sich eine stichprobenartige Prüfung vor.

## **2.13 Asbestbelastete Installationsflächen**

Vor erforderlichen Installationen in Asbestgekennzeichneten Bereichen, ist eine fachgerechte Sanierung nach TRGS 519 erforderlich.

Wenn der Verdacht besteht, dass Asbest sich in ungekennzeichneten Durchbrüchen oder Verkleidungen verbergen könnte, ist sofort der Fachbereich NA03 der VGF (Sicherheitstechnischer Dienst) zur Klärung und Unterstützung einzubeziehen.

NA03 legt das weitere Vorgehen in Abstimmung mit den Fachbereichen fest.

## 2.14 Plandokumentationen

Die Kabelverlegepläne sind entsprechend der Kennfarben in der Tabelle unter Punkt 2.16 zu kennzeichnen.

Es ist die CAD-Richtlinie der VGF in der jeweils gültigen Fassung zu beachten.

## 2.15 Schlussvermessung

Der jeweilige APV überstellt seinem AN einen Ausführungsplan für die Arbeiten an den VGF-Trassen.

Bei allen Baumaßnahmen ist eine Schlussvermessung der errichteten Kabeltrassen durchzuführen. Die Unterlagen sind der VGF auszuhändigen.

## 2.16 Kennzeichnung von Kabeln

Kabel sind eindeutig, dauerhaft, alterungsbeständig und wischfest zu kennzeichnen.

Die Kennzeichnung ist mit den jeweiligen Fachbereichen abzustimmen.

Die Kabel sind an allen Schächten bzw. auf Kabelpritschen (alle 40 m – 60 m), bei Abzweigungen sowie am Anfang und am Ende mit halogenfreien Kabelkennzeichnungsschildern zu versehen.

Der Kabelbetreiber ist durch die Farbe des Schildes ersichtlich. Nachfolgend ist das Kabelkennzeichnungssystem für die Techniken der Fachbereiche dargestellt:

| BETREIBER                      | KENNFARBE               |  |
|--------------------------------|-------------------------|--|
| Signaltechnik,<br>FSA, EW, WHZ | grün / schwarz          |  |
|                                | grün / weiß             |  |
| Licht- u. Kraft                | blau / schwarz          |  |
|                                | blau / weiß             |  |
| ZLT                            | silber (matt) / schwarz |  |
|                                | silber / schwarz        |  |
| FG, ELA, IFE<br>BMZ            | rot / schwarz           |  |
|                                | rot / weiß              |  |
| Funk                           | gelb / schwarz          |  |

|                                              |                        |  |
|----------------------------------------------|------------------------|--|
| DFI / ZZA, MOFIS                             | orange / weiß          |  |
|                                              | signalorange / schwarz |  |
| Fahrstrom                                    | weiß / rot             |  |
|                                              | weiß / blau            |  |
| TGA , HKL, Fahrtreppen,<br>Aufzüge, Rolltore | schwarz / Weiß         |  |

## 2.17 Errichterbescheinigung

Eine Errichterbescheinigung ist nach Abschluss der Arbeiten der VGF auszuhändigen.

## 3 Unterweisung

Diese Arbeitsanweisung muss allen betroffenen Mitarbeitenden in Form einer Unterweisung/Information innerhalb von 4 Wochen ab Freigabe dieser Arbeitsanweisung zur Kenntnis gegeben werden. Die Unterweisung ist in Ecadia zu dokumentieren.

## 4 Schlussbestimmungen

Diese Arbeitsanweisung tritt am Tage der Unterzeichnung in Kraft und gilt bis auf Widerruf.