

**Land Hessen**

**Installations-**

**Richtlinie**

**für**

**Kommunikations-**

**Verkabelungen**

**- IRKoV 2017 -**

**Stand: 19.01.2017**

**LBIH**

Zentraler Ansprechpartner für Rückfragen bei der technischen Planung, für die auszuführenden Maßnahmen sowie für Anmerkungen und Hinweise ist:

LBIH

Landesbetrieb Bau und Immobilien Hessen

Herr Jürgen Baumann

Abraham-Lincoln-Str. 38 – 42

65189 Wiesbaden

Tel. +49 (611) 89051 720

E-Mail: [Juergen.Baumann@lbih.hessen.de](mailto:Juergen.Baumann@lbih.hessen.de)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>6</b>
1.1	Zweck.....	6
1.2	Geltungs- und Anwendungsbereich .....	6
<b>2</b>	<b>Planungsvorgaben.....</b>	<b>8</b>
2.1	Allgemeine Anforderungen.....	8
2.2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	8
2.3	Bauliche Voraussetzungen .....	9
2.3.1	Brandschutz .....	9
2.3.2	Schallschutz .....	10
2.3.3	Schadstoffe .....	10
2.3.4	Störschutzzonen .....	10
2.3.5	Leitungswege .....	11
2.4	Stromversorgung.....	12
2.4.1	Stromversorgung.....	12
2.4.2	Unterbrechungsfreie Stromversorgung .....	13
2.4.3	Ersatzstromversorgung .....	13
2.5	Anforderungen an die Einzelkomponenten und Qualitätssicherungsprogramm	14
2.6	Qualifikation der Installationsdienstleister .....	14
<b>3</b>	<b>Strukturelle Vorgaben.....</b>	<b>15</b>
3.1	Definition der Verkabelungsstruktur .....	15
3.2	Netztopologie .....	15
3.2.1	Primärbereich.....	16
3.2.2	Sekundärbereich .....	16
3.2.3	Tertiärbereich.....	17
3.3	Aufbau der Raumtypen .....	17
3.3.1	Verteiler-/Serverräume .....	17
3.3.2	Büroräume .....	19
3.3.3	Sonstige Raumtypen / Gewerke.....	19

---

3.4	Wireless LAN .....	20
3.4.1	Allgemeine Anforderungen an WLAN .....	20
3.4.2	Anforderungen an WLAN-Versorgung .....	20
3.4.3	Durchführung der WLAN-Planung.....	21
3.4.4	Koexistenz mit anderen Funksystemen .....	23
3.4.5	Installation der Accesspoints.....	23
3.4.6	Qualitätssicherung der Funkversorgung .....	23
3.5	Anforderungen an Trassen.....	24
3.5.1	Kabelkategorisierung .....	24
3.5.2	Trennabstände bei gemeinsamer Verlegung von Energie- und Kupferdatenverkabelung .....	26
3.5.3	Trassen .....	27
3.6	Erdung und Potentialausgleich.....	32
3.6.1	Allgemeines.....	32
3.6.2	Potentialausgleich im Verteilerraum.....	32
3.6.3	Potentialausgleich im Verteilerschrank .....	33
3.6.4	Potentialausgleich bei Steigetrasse .....	34
<b>4</b>	<b>Anforderungen an die Einzelkomponenten (LWL, Kupfer und Sonstige) ..</b>	<b>35</b>
4.1	Vorbemerkung.....	35
4.2	LWL-Einzelkomponenten .....	36
4.2.1	LWL-Kabel .....	36
4.2.2	LWL-Fasertechnologie .....	39
4.2.3	LWL-Stecksysteme .....	40
4.2.4	Werkskonfektionierte LWL-Komponenten.....	41
4.2.5	LWL-Spleißbox.....	43
4.2.6	LWL-Verteilbox.....	45
4.3	Kupfer-Einzelkomponenten .....	47
4.3.1	Symmetrisches Datenkabel Cat. 7 <sub>A</sub> .....	47
4.3.2	RJ45 Anschluss- und Rangierschnur (Patchkabel) Cat.6 <sub>A</sub> .....	48
4.3.3	RJ45 Anschlussmodul Cat. 6 <sub>A</sub> .....	49
4.4	Spezifikation der Verteilerschränke.....	50
4.4.1	Allgemeine Anforderungen an die Konstruktion .....	50
4.4.2	Ergänzende Anforderungen an die Konstruktion.....	52
4.4.3	Bestückungsschema der Verteiler.....	54
<b>5</b>	<b>Abnahmemessungen und Dokumentation .....</b>	<b>56</b>
5.1	Abnahmemessungen .....	56
5.1.1	Messtechnik LWL.....	56
5.1.2	Messtechnik Kupfer.....	62

---

---

5.2	Übergeordnete Begutachtung zur Absicherung der Inbetriebnahme .....	63
5.3	Beschriftung und Etikettierung .....	64
5.3.1	Beschriftung Verteilerschrank .....	64
5.3.2	Beschriftung Verteilerfeld .....	64
5.3.3	Beschriftung Datendosen .....	65
5.3.4	Beschriftung der installierten Kabel.....	66
5.3.5	Beschriftung der Potentialausgleichsschienen.....	66
5.4	Dokumentation .....	67
<b>6</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>Normen .....</b>	<b>68</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Zweck

Die IRKoV ist eine **einheitliche Planungsgrundlage** um zu erreichen, dass die Kommunikationsverkabelung **standortunabhängig** in allen Dienststellen gleichen Anforderungen genügt und **gleichen Qualitätsmerkmalen** entspricht.

Sie stellt keinen „fertigen“ Anforderungskatalog dar. Sie trifft vielmehr **generelle Aussagen hinsichtlich der Qualität und Leistungsfähigkeit der einzusetzenden Produkte**.

Die über die passive Kommunikationsinfrastruktur abgewickelten Dienste und Anwendungen sollen hierbei mit möglichst geringem Wartungs- und Pflegeaufwand stabil, langfristig und leistungsfähig betrieben werden können.

## 1.2 Geltungs- und Anwendungsbereich

Die IRKoV gilt für die Planung, Beschaffung und den Bau von Datenverkabelungen in den **Liegenschaften des Landes Hessen** mit überwiegender Bürotätigkeit (Verwaltungsgebäude). Die Vorgaben erstrecken sich über:

- Primärverkabelungen (Core-/Backbone-Bereich, Standortverteiler zu den Gebäudeverteilern bzw. der Gebäudeverteiler untereinander)
- Sekundärverkabelungen (Distribution-Bereich, Gebäudeverteiler zum Etagenverteiler)
- Tertiärverkabelungen (Anschluss-Bereich, Etagenverteiler zu den Anschlussdosen)

### Hinweis:

Die Verkabelung innerhalb von Rechenzentren ist nicht Bestandteil der IRKoV.

## 1.3 Begriffe

### KomIn

**bedeutet medienkonvergente Kommunikations-Infrastruktur**, bestehend aus einem „passiven“ Anteil **Basis-Infrastruktur** sowie einen „aktiven“ Anteil zur digitalen Informationsübertragung und zur Vermittlung von Kommunikationsvorgängen.

Die IRKoV betrifft ausschließlich den passiven Anteil der **Basis-Infrastruktur**

bestehend aus

- Verlegesysteme (u.a. Kabelwannen, Pritschen, Kanäle, Erdkabelstrecken)
- Verkabelung (z.B. Kupferdatenkabel und Lichtwellenleiter)

- 19 Zoll-Verteilerschränke mit Kupfer- und LWL-Verteilerfeldern
- Stromversorgung (230V) für die Datenverarbeitungs-Geräte
- Potentialausgleich und die Erdungseinrichtung
- zugehörige Räume mit erforderlichen Klima- und lichttechnischen Einrichtungen

Grundlage der Leistungsspezifikationen sind die Normen EN50173-x, EN 50174-x, EN 50310 und die IEC 14763-3.

Sofern sich zwischen den normativen Vorgaben und der IRKoV Abweichungen ergeben, sind - die Vorgaben der IRKoV umzusetzen, soweit die gegebene Situation vor Ort dies zulässt. (Im Zweifel einfach mal anrufen, (LBIH, FB:Grundsatz, Jürgen Baumann, 0611-89051-720)

Bei Neubaumaßnahmen müssen bereits bei der Planung und Ausführung der Fundament- und Betonierarbeiten Vorkehrungen für eine EMV-gerechte Kommunikationsinfrastruktur (EMV = elektromagnetische Verträglichkeit,) getroffen werden.

Bestehende Komln´s in Gebäuden, welche nicht gemäß IRKoV ausgestattet wurden (z.B. angemietete Gebäude), sind im Einzelfall auf die erforderliche Funktionalität zu prüfen und ggf. anzupassen

Vorhandene Komln´s sind bei Bedarf systemgerecht zu erweitern. Wenn die IRKoV höhere Anforderungen vorsieht, ist nach Möglichkeit entsprechend der IRKoV zu erweitern.

Für eventuell vorhandene zeitweise parallel zu betreibende "alte" DV-Systeme und sonstige Kommunikationsinfrastrukturen (z.B. Aufrufanlagen) sind nach jeweiligen Erfordernissen geeignete Installationen vorzusehen.

Dienststellenspezifische individuelle Anpassungen an die Arbeitsplatzgestaltung können die IRKoV ergänzen.

### **PKP**

Primärer Konzentrationspunkt (Einspeisung bei mehreren Gebäuden)

### **SKP**

Sekundärer Konzentrationspunkt (Gebäudeverteiler)

### **TKP**

Tertiärer Konzentrationspunkt (Etagenverteiler)

## 2 Planungsvorgaben

### 2.1 Allgemeine Anforderungen

**Alle Planungsleistungen müssen eigenverantwortlich erbracht werden. Es dürfen hierbei insbesondere keine Planungsleistungen auf Installationsunternehmen übertragen werden.**

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

**Die Basis-Infrastruktur muss zur Sicherstellung der EMV mindestens der Klasse E<sub>2</sub> entsprechen.**

Für die jeweiligen Umgebungsbedingung (MICE-Klassen) sind im Anschluss geeignete Komponenten auszuwählen und einzusetzen.

Elektromagnetisch	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
Entladung statischer Elektrizität-Kontakt (0,667 µC)	4 kV	4 kV	4 kV
Entladung statischer Elektrizität-Luft (0,132 µC)	8 kV	8 kV	8 kV
Abgestrahlte Hochfrequenz, amplitudenmoduliert	3 V/m bei (80 bis 1 000) MHz 3 V/m bei (1 400 bis 2 000) MHz 1 V/m bei (2 000 bis 2 700) MHz	3 V/m bei (80 bis 1 000) MHz 3 V/m bei (1 400 bis 2 000) MHz 1 V/m bei (2 000 bis 2 700) MHz	10 V/m bei (80 bis 1 000) MHz 3 V/m bei (1 400 bis 2 000) MHz 1 V/m bei (2 000 bis 2 700) MHz
Leitungsgeführte Hochfrequenz	3 V bei 150 kHz bis 80 MHz	3 V bei 150 kHz bis 80 MHz	10 V bei 150 kHz bis 80 MHz
Schnelle elektrische Transiente (Burst) einschließlich des Schutzleiters	1000 V	1000 V	2000 V
Schnelle elektrische Transiente (Burst) - (Signal/Daten/Steuerung)	500 V	500 V	1000 V
Stoßspannung (transiente Erdpotentialunterschied) - Signalleitung/Erde	500 V	1000 V	1000 V
Magnetfeld (50/60 Hz)	1 A/m	3 A/m	30 A/m

Tabelle 1: Auszug der MICE-Tabelle

**Zur Sicherstellung der EMV muss projektspezifisch eine Risikobewertung durchgeführt werden.**

Das Gesamtsystem muss nach Zusammenschluss aller Komponenten (aktive und passive Komponenten sowie Verbindungselementen für Erdung, Massung, etc.) die nachfolgend aufgeführten EMV-Normen einhalten und darüber hinaus die in der **EMV-EU-Richtlinie Nr. 2014/30/EU** definierten Schutzziele erfüllen:

(Auszug)

- IEC/CISPR 22 (Funkstöreigenschaften Grenzwerte und Messverfahren)

- IEC/CISPR 24 (Störfestigkeitseigenschaften - Grenzwerte und Prüfverfahren)
- IEC 61000-4-8 (Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen)
- IEC 61000-4-9 (Prüfung der Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder)
- IEC 61000-4-10 (Prüfung der Störfestigkeit gegen gedämpft schwingende Magnetfelder)
- IEC 61000-6-2 (Fachgrundnormen Störfestigkeit für Industriebereich)

Kann ein Planer die Vorgaben nicht erfüllen, weil z.B. bauliche oder organisatorische Gegebenheiten dem entgegenstehen, hat er den Auftraggeber hierüber umgehend detailliert und begründet unter Nennung der Einschränkungen zu informieren.

Außerdem muss der Schutz der über die Kommunikationsinfrastruktur übermittelten Daten vor unberechtigtem Zugriff gewährleistet sein.

## **2.2 Bauliche Voraussetzungen**

### **2.2.1 Brandschutz**

Brandlasten sowie halogenhaltige Baustoffe sind auf ein Minimum zu reduzieren. Die brandschutzrechtlichen Vorschriften sowie die Brandschutzforderungen der örtlichen Behörden sind zu beachten.

- Soweit brandschutzrechtliche Vorschriften nichts anderes voraussetzen, sind die Räume in F30-A auszuführen.
- Alle Durchbrüche und Öffnungen in brandabschnittsbegrenzenden Decken und Wänden sind in der gleichen Feuerwiderstandsklasse vollständig zu verschließen.
- Im Bereich der Kabeldurchführungen durch brandabschnittsbegrenzende Decken und Wände ist die Abschottung gemäß der vorgegebenen Feuerwiderstandsfähigkeit sicherzustellen.
- In Fluchtwegen darf die zulässige Brandlast nicht überschritten werden. Daher sollten Kabeltrassen möglichst nicht durch Fluchtwege geführt werden (z.B. Verlegung parallel zum Flur durch Büroräume). Erforderlichenfalls sind Brandschutzkanäle zu verwenden bzw. die Trassen mit Brandschutzplatten gemäß der entsprechenden zugelassenen Montagevorschrift zu verkleiden.

- In allgemein zugänglichen und ohne Hilfsmittel erreichbaren Bereichen sind keine Weichschotts zu verwenden.

### **2.2.2 Schallschutz**

Sämtliche Durchbrüche und Öffnungen für Kabelkanäle und Trassen sind in Räumen, in denen sich Arbeitsplätze befinden oder eingerichtet werden können, mit geeignetem Schalldämmmaterial so zu schließen, dass ein Schallwiderstand von mindestens 40 dB gewährleistet ist.

### **2.2.3 Schadstoffe**

In einer möglichst frühen Planungsphase ist zu untersuchen, ob bei Installationsmaßnahmen im Bauwerk befindliche Schadstoffe (z.B. Asbest oder Mineralfaser) zu erwarten ist und dies dem Auftraggeber schriftlich mitzuteilen

### **2.2.4 Störschutzzonen**

Da es aus technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten häufig nicht möglich ist, für das gesamte Gebäude gleichwertige elektromagnetische Verhältnisse zu erzielen, werden die Räumlichkeiten in Störschutzzonen eingeteilt.

Die Störschutzzonen dienen dem geordneten Schutz empfindlicher Anlagen und Systeme. Sind diese für den Betrieb besonders wichtig, so werden sie in einer Zone mit niedrigerem elektromagnetischem Störpotential untergebracht als Systeme, deren Beeinträchtigung oder gar Ausfall toleriert werden kann. Das nachfolgende Bild stellt die Störschutzzonen schematisch dar.

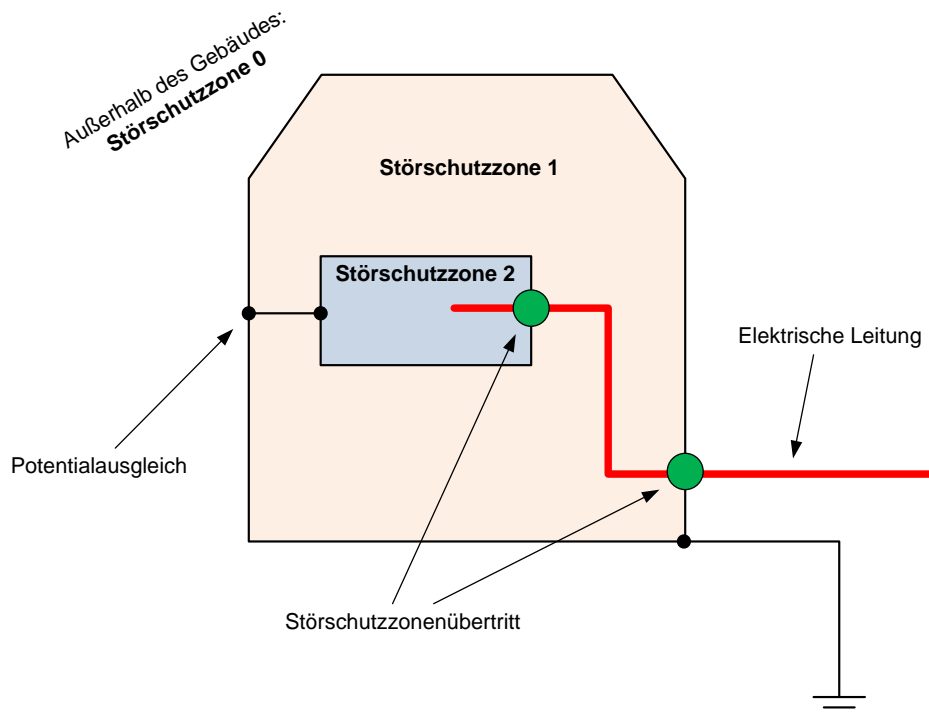


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Störschutzzonen

## 2.2.5 Leitungswege

Die horizontalen und vertikalen Leitungswege müssen so dimensioniert werden, dass ein späteres Nachziehen von Leitungen möglich ist. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Leitungswege zugänglich sind.

Auf die konsequente Trennung von Stark- und Schwachstrom ist zu achten. Die Kanäle sind ebenfalls durchgängig mit niederohmigen Verbindungen in den Potentialausgleich einzubeziehen.

Die konsequent durchgeführte Verlegung der Datenkabel und der Kabel des gesonderten 230 V- Netzes in geschlossenen und am Potentialausgleich angeschlossenen Stahlblechkanälen ist ein elementarer Bestandteil des Überspannungsschutzes, da die bei einer atmosphärischen Entladung auftretenden elektromagnetischen Felder keine zu hohen Spannungen in die Leitungsnetze induzieren dürfen.

Grundsätzlich soll der Potentialausgleich bei den Leitungsführungs-Systemen möglichst engmaschig erfolgen.

Sämtliche Schnittstellen und Enden sind zum Schutz der Kabel mit Kantenschutz zu versehen.

Kabeltrassen, Pritschen und Kanäle sind aus Stahl mit durchgängiger niederohmiger Potentialausgleichsverbindung jeweils getrennt für Stark- und Schwachstrom auszuführen.

Die für die Leitungsführung in den Büroräumen notwendigen Kanäle, vorzugsweise Fensterbankkanäle, müssen einschließlich Abdeckung und Trennsteg komplett aus lackiertem Stahlblech bestehen (siehe VDE 0185 103).

## 2.3 Stromversorgung

Für die Errichtung der Stromversorgung (230V-Netz) gelten grundsätzlich die einschlägigen VDE-Vorschriften sowie die technischen Anschlussbedingungen der örtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU).

Grundsätzlich ist ein Überspannungsschutz als Grobschutz in der Gebäudehauptverteilung und als Mittelschutz in der Etagenverteilung vorzusehen.

**Das TN-S System (separater betriebsstromloser PE-Leiter) ist bei Neuinstallationen generell ab Gebäudehauptverteilung gemäß EN 50310 vorzusehen.**

Müssen wegen des Investitionsschutzes für das Allgmeinnetz vorhandene TN-C-Netze übernommen werden, so sind z.B. folgende Maßnahmen durch den Fachplaner zu berücksichtigen:

- Nachinstallation eines entsprechenden PE Leiters zur Umwandlung in ein 5 Leiter TN-S Netz.
- Alle N-PE Brücken sind zu entfernen.
- Die Anlage muss auf Basis einer Kurzschlussstromberechnung neu eingestellt und dimensioniert werden.

Die Spannungsqualität der Versorgung muss unter den gegebenen / zu erwartenden Lastbedingungen einem Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen **gemäß DIN EN 61000-2-4 mindestens Klasse 2** entsprechen.

### 2.3.1 Stromversorgung

Zur Versorgung der aktiven Komponenten (IT-Geräte) ist ab der Gebäudehauptverteilung ein **separates TN-S-Netz** zu installieren. Vorzugsweise sind die Etagenverteiler sternförmig an die Gebäudehauptverteilung anzubinden.

Die Verlegung von Energie- und Kommunikationsverkabelung hat separiert in getrennten Trägern zu erfolgen. Sollte dies bauseits nicht realisierbar sein, sind die gemäß EN 50174-2 definierte Trennungsabstände einzuhalten.

#### 2.3.1.1 Stromversorgung für Allgemeinverbraucher

- Pro Arbeitsplatz sind zwei Schuko-Steckdosen für Allgemeinverbraucher vorzusehen.
- Innerhalb des Raumes muss im Radius von maximal 5 m eine 230V-Allgemeinnetz-Steckdose erreichbar sein. Ist dies nicht der Fall, sind entsprechend zusätzliche 230V-Allgemeinnetz-Steckdosen vorzusehen.
- Grundsätzlich sollte jeder Brüstungskanal, der länger als 3 m ist, auch wenn an diesem zurzeit keine Arbeitsplätze eingerichtet sind, **zwei 230V-Allgemeinnetz-Steckdosen** erhalten.

- In einem Stromkreis zur Versorgung von Allgemeinverbrauchern dürfen **maximal 6 Arbeitsplätze** zusammengefasst werden. In Übereinstimmung mit der VDE 100 soll der Leiterquerschnitt 2,5 mm<sup>2</sup> betragen und die Absicherung mit 16 Amp. erfolgen. Ein gemeinsamer vorgeschalteter 30 mA FI-Schutzschalter ist gemäß **VDE 0100 Teil 410** vorzusehen.

### 2.3.1.2 Stromversorgung für IT-Geräte

- Die zu einem Netzabschnitt gehörenden aktiven Komponenten (IT-Geräte) werden ausschließlich von der betreffenden, gleichen Unterverteilung aus versorgt.
- Pro Arbeitsplatz sind zwei Schuko-Steckdosen für IT-Geräte vorzusehen. Diese sind farblich, vorzugsweise in roter Farbe, von den Allgemeinnetzdo- sen zu unterscheiden.
- Da die IT-Geräte auf der fensterabgewandten Seite der Schreibtische stehen sollen und die serienmäßigen Netzanschlusskabel üblicherweise ca. 1,5 m lang sind, werden diese über eine im Schreibtisch integrierte Netzanschluss- leiste angeschlossen.
- In einem Stromkreis zur Versorgung von IT-Geräten dürfen **maximal 4 Ar- beitsplätze** zusammengefasst werden. In Übereinstimmung mit der VDE 0100 soll der Leiterquerschnitt 2,5 mm<sup>2</sup> betragen und die Absicherung mit 16 Amp. erfolgen.

### 2.3.2 Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Grundsätzlich ist eine USV nicht erforderlich. Bei „wichtigen“ Geräten gehört die USV zum IT-Gerät (Server) und ist nicht Bestandteil des passiven Netzes.

### 2.3.3 Ersatzstromversorgung

IT-Geräte werden im Regelfall nicht an eine Ersatzstromversorgung angeschlossen. In Einzelfällen können Abweichungen möglich sein.

## 2.4 Anforderungen an die Einzelkomponenten und Qualitätssicherungsprogramm

Um eine zuverlässige anwendungsneutrale Kommunikationsinfrastruktur zu erreichen, werden neben der Installation auch hohe Anforderungen an die Qualität und die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Einzelkomponenten gestellt. Hierzu werden konkrete Anforderungen an die folgenden Einzelkomponenten definiert:

### Lichtwellenleiterverkabelung

- Kabel
- Fasertechnologie
- Stecksystem
- Anschluss- und Rangierkabel
- Werkskonfektionierte Trunkkabel
- Spleißbox bzw. Verteilbox

### Kupferverkabelung

- Kabel
- Anschlussmodul (maximale Ausführung aus 2-fach Datenanschlussdose)
- Anschluss- und Rangierkabel

Für die eingesetzten Kupfer- und LWL-Einzelkomponenten müssen Qualitätsnachweise durch ein unabhängiges und neutrales Prüfinstitut erbracht werden.

## 2.5 Qualifikation der Installationsdienstleister

Die für die Installation von Kupfer- und LWL-Einzelkomponenten beauftragten Unternehmen haben hinsichtlich der für die Installation vorgesehenen Mitarbeiter nachfolgende Kenntnisse und Erfahrungen nachzuweisen:

- Qualifikation über fachgerechte Kabelinstallation und -verlegung (Konfektion der Verkabelungskomponenten, Einhaltung max. Zugkräfte und min. Biegeradien, etc.)
- Qualifikation gemäß einem aktuellen Ausbildungsprogramm über die eingesetzten Einzelkomponenten (Kupfer und LWL) durch den Hersteller
- Nachweis, Prüfmessungen an der strukturierten Verkabelung fachgerecht sowie unter Anwendung der geforderten Messverfahren durchzuführen
- Namen der Monteure, die das Projekt realisieren und die dazugehörigen Kopien der Zertifikate
- Referenzen von bereits realisierten Projekten, mit Angabe des Ansprechpartners

### 3 Strukturelle Vorgaben

#### 3.1 Definition der Verkabelungsstruktur

Die bei den **Liegenschaften des Landes Hessen** neu zu planenden und zu errichtenden Übertragungsstrecken sind gemäß den aktuell geltenden europäischen Standards EN 50173-1 und EN50173-2 strukturiert aufzubauen und müssen die Anforderungen für 10Gbit-Ethernet (Klasse E<sub>A</sub> bis 500MHz) im Kupferbereich bzw. für 10Gbit-Ethernet im LWL-Bereich erfüllen.

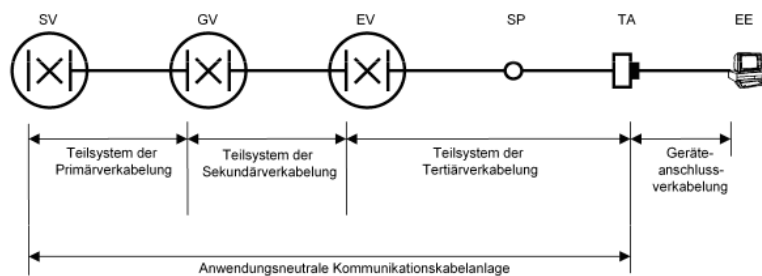


Abbildung 2: Struktur der anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung

Die Struktur ist gemäß der DIN EN 50173-2 zu planen und umzusetzen. In der folgenden Abbildung wird die Struktur der einzelnen Teilsysteme schematisch dargestellt.

#### 3.2 Netztopologie

Grundsätzlich wird eine Verkabelung in drei Bereiche (Primär, Sekundär und Tertiär) eingeteilt.

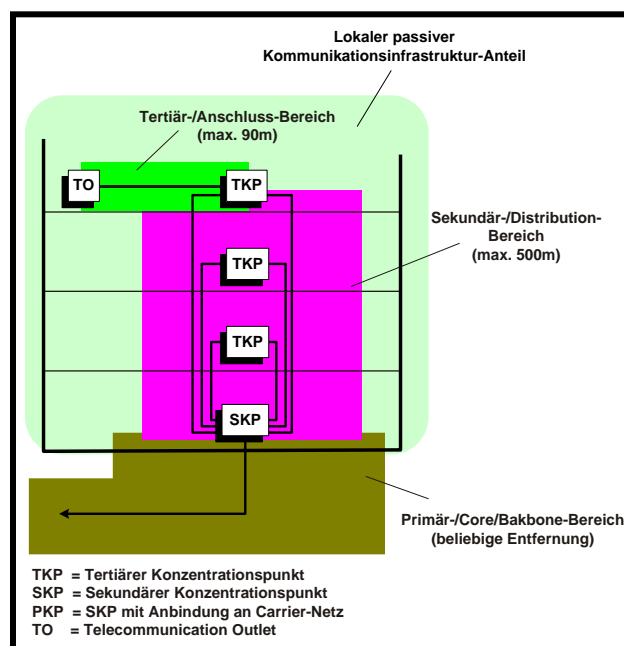


Abbildung 3: Skizze der Basis-Infrastruktur

### 3.2.1 Primärbereich

Als Primärbereich wird die gebäudeübergreifende Verkabelung zwischen den Gebäuden einer Liegenschaft (zusammenhängendes Gelände, auch Campus genannt) bezeichnet. Ist nur ein einzelnes Gebäude vorhanden oder grenzen die Gebäude unmittelbar aneinander, besteht der Primärbereich nur aus dem zentralen Standortverteiler (Liegenschaftsverteiler = PKP). Im Primärbereich kann zur Erhöhung der Ausfallsicherheit ein vermaschtes Netz vorgesehen werden.

Grundsätzlich werden vom PKP zu den Gebäudeverteilern (SKP) bzw. zwischen den Gebäudeverteilern untereinander jeweils **mindestens zwei 12-faserige Lichtwellenleiterkabel** (LWL-Kabel) eingesetzt. Damit diese Übertragung möglichst wirtschaftlich realisiert werden kann, ist die LWL-Faser nach folgender Reihenfolge auszuwählen:

1. Priorität 10 GBase-SR über Multimodefaser
2. Priorität 10 GBase-LR über Monomodefaser

In begründeten Ausnahmefällen kann eine abweichende Faseranzahl zugrunde gelegt werden.

Zusätzlich sollte parallel zu den LWL-Kabeln mindestens ein symmetrisches Kupferdatenkabel als ergänzendes Übertragungsmedium verlegt werden, um im Bedarfsfall darauf zugreifen zu können.

### 3.2.2 Sekundärbereich

Als Sekundärbereich wird die Verbindung zwischen den Gebäudeverteilern (SKP) und den Etagenverteilern (TKP) bezeichnet. Die Anforderungen an das Sekundäre Netzwerk sind im Grunde die gleichen wie bei dem Primären Netzwerk.

1. Priorität 10 GBase-SR über Multimodefaser
2. Priorität 10 GBase-LR über Monomodefaser

Sind mehrere Verteilerschränke zu einem TKP zusammengefasst, ist im Bedarfsfall die Anzahl der Fasern zu erhöhen.

Zusätzlich sollte parallel zu den LWL-Kabeln mindestens ein symmetrisches Kupferdatenkabel als ergänzendes Übertragungsmedium verlegt werden, um im Bedarfsfall darauf zugreifen zu können.

### 3.2.3 Tertiärbereich

Als Tertiärbereich wird die Verbindung zwischen den Etagenverteilern (TKP) und den Datendosen bezeichnet. Das Tertiärnetz ist sternförmig mit symmetrischen Kupferdatenkabel zu installieren.

Für fest installierte symmetrische geschirmte Kupferverbindungen (Permanent Link) darf grundsätzlich die max. Länge der Strecke von Verteiler und Datendose nicht überschritten werden. Damit ergibt sich bei max. 10,0 m Länge der Patchkabel eine max. Gesamt-Übertragungsstrecke (Channel) von 100,0 m.

Nur in Ausnahmefällen ist die Verlegung von LWL-Kabeln statthaft.

Die Stromversorgung der Endgeräte kann dabei über die Kommunikationsinfrastruktur erfolgen (Power over Ethernet = PoE). An einer Datendose darf nur ein Endgerät angeschlossen werden. Cabelsharing (Aufteilung eines Kabels auf zwei Datendosen) ist unzulässig.

Eine Datenanschlussdose darf max. 2 RJ45-Anschlussmodule enthalten.

Das Datennetz ist nach EN 50173, Anwendungsklasse E<sub>A</sub> zu errichten und muss vollumfänglich 10 Gigabit Ethernet sowohl über Kupfer auch LWL unterstützen.

## 3.3 Aufbau der Raumtypen

Die nachfolgenden Festlegungen, zu den unterschiedlichen Raumtypen sind Basiswerte und Mindestanforderungen, welche zwingend umzusetzen sind. Dies entbindet jedoch den Auftragnehmer nicht, auf Grundlage der Anforderungen, eine Detailplanung durchzuführen.

### 3.3.1 Verteiler-/Serverräume

Alle Verteiler (PKP, SKP und TKP) sind nach Möglichkeit in geschlossenen Verteilerräumen einzubauen, deren Nutzung auf die IT-Technik beschränkt ist. Eine Mitnutzung als Elektro-Unterverteilung, Abstellraum, Lager, Gebäudeleittechnik, Gefahrenmeldetechnik etc. ist grundsätzlich zu vermeiden. Soweit dies nicht möglich ist, sind abschließbare Verteilerschränke zu verwenden.

Zum Schutz der Einsichtnahme und als externer Eindringenschutz sollten nach Möglichkeit in von außen leicht zugänglichen Bereichen (EG, KG) keine Verteilerräume eingerichtet werden. Ist dieses unvermeidbar, sind die Fenster durch geeignete Maßnahmen vor Einsichtnahme und durch einwurfhemmende Verglasung zu schützen (Vergitterung).

Soweit brandschutzrechtliche Vorschriften nichts anderes voraussetzen, sind die Räume in der Feuerwiderstandsklasse F 90 auszuführen. Türen, Fenster und Leitungsdurchführungen sind feuerhemmend (T 30, G 30, L 30) auszuführen.

In den Verteilerräumen dürfen keine unter Druck stehenden flüssigkeitsführenden Leitungen verlegt sein. Soweit dieses unvermeidbar ist, sind entsprechende Vorkehrungen (Doppelrohre) zu treffen. Ist eine Raumkühlung erforderlich, sollte der Wärmetauscher nicht direkt über einem Server/Verteiler montiert sein. Anderenfalls ist

---

unter dem Wärmetauscher eine Ableitwanne zu installieren, damit austretende Flüssigkeit nicht in die Verteiler/Server eintreten kann.

Der Verteilerraum muss trocken, staubfrei und ausreichend dimensioniert sein (mindestens 3,0 m x 2,0 m für einen Verteiler, bei mehreren Verteiler entsprechend größer). In einem Verteilerraum können bei Bedarf mehrere Verteiler aufgestellt werden. Ist dies der Fall, sind die Verteiler fest nebeneinander zu platzieren und die Trennwände zu entfernen. Sie sind so anzuordnen, dass sie von vorn und einer weiteren Seite zugänglich sind. Ist der weitere Zugang seitlich, muss die Seitenwand leicht herausnehmbar (verschraubt) sein. Das Vorbeigehen bei geöffneten Türen sollte möglich sein. Es ist darauf zu achten, dass die Verkehrsfläche frei zugänglich ist.

In Abstimmung mit dem IT-Sicherheits- und Datenschutzkonzept sind Maßnahmen hinsichtlich Zutrittsberechtigungen zu treffen. Die Zugangstür muss mit einem Panikschloss und einem gesonderten Schließzylinder versehen werden, zu dem außer den zugehörigen Schlüsseln nur der Generalschlüssel passt. Die Tür darf von der Flurseite nur mittels Schlüssel zu öffnen sein. Lichtausschnitte in der Tür sind zu vermeiden. Die Fenster sollten durchwurfhemmend verglast sein.

Damit die Verteiler-/Serverschränke und andere sperrige Gegenstände in den Raum eingebracht werden können, sollten die Türen der Verteilerräume nach außen aufgehend sein, eine lichte Durchgangsbreite von min. 90 cm und eine lichte Durchgangshöhe von mind. 200 cm haben.

Es sollte ein PVC-freier, antistatischer, wischbarer Fußbodenbelag mit einem Ableitwiderstand  $< 10^8 \Omega$  gemäß DIN EN 1081 verwendet werden.

Nach Möglichkeit sind Räume mit geringen inneren und äußeren Wärmelasten auszuwählen (Sonneneinstrahlung). Für die Verteilerräume ist vorzugsweise durch Belüftung oder Kühlung bzw. Heizung sicherzustellen, dass folgende Bedingungen eingehalten werden:

- **Temperaturbereich (gemessen 1,5m über Boden):**
  - **max. 27°C**
  - **min. 15°C**
- **relative Feuchte:**
  - **max. 60%**
  - **min. 20%**

Die Kühlgeräte sind so zu installieren, dass auftretende Schwingungen nicht auf die im Verteilerraum aufgestellten Geräte übertragen werden können. Es sind Lüfter mit geringer Schallentwicklung einzusetzen.

Der zentrale Rechnerraum (Serverraum) sollte unmittelbar an den IT-Hauptverteilerraum (SKP) angrenzen bzw. in diesen integriert werden. Oberhalb jedes vorgesehenen Server-Schranks ist 1 CEE-Steckdose 32A vorzusehen zusätzlich eine CEE-Steckdose 32A als Reserve. Die Unterverteilung für die Server (und Verteiler) sollte sich im Serverraum befinden.

Für die Anbindung der Dienststelle an das HessenNetz sowie zu weiteren externen Kommunikationspartnern ist vom zentralen Verteiler zum Telekom-Übergabepunkt

eine LWL-Anbindung Singlemode 24 Fasern vorzusehen. Zusätzlich sollte parallel zu dem LWL-Kabel mindestens ein symmetrisches Kupferdatenkabel verlegt werden, um im Bedarfsfall darauf zugreifen zu können, sowie ein 20 DA-Kabel zur Anbindung z.B. der Telefonanlage.

### 3.3.2 Büroräume

Bei einer Installation ist immer die maximal mögliche zulässige Belegung mit Arbeitsplätzen innerhalb eines Raumes zugrunde zu legen. Begründete Abweichungen sind möglich.

Ein Arbeitsplatz besteht aus einem PC-Anschluss, einem Telefon-Anschluss sowie einem weiteren Anschluss für ein zusätzliches Endgerät. Es sind daher grundsätzlich 3 Anschlußdosen pro Arbeitsplatz vorzusehen.

Zum Anschluss allgemeiner Verbraucher (Tischlampe etc.) sind 2 Schuko-Steckdosen in der Farbe Weiß pro Arbeitsplatz vorzusehen.

Die Stromversorgung für Allgemein und IT ist zu trennen.

Es sind für jeden Arbeitsplatz 2 Schuko-Steckdosen aus dem IT-Netz vorzugsweise in der Farbe rot vorzusehen.

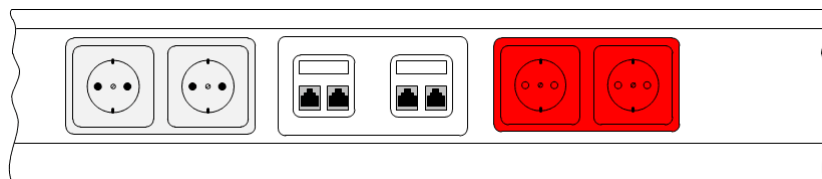


Abbildung 4: Arbeitsplatzausstattung

### 3.3.3 Sonstige Raumtypen / Gewerke

#### 3.3.3.1 DV-Schulungsräume

Für computergestützte Schulungen können spezielle Schulungsräume vorgesehen werden. Grundsätzlich ist von einem Dozenten und 12 Schulungsteilnehmern auszugehen. Zusätzlich sind ein Netzwerkdrucker und ein Telefon zu berücksichtigen.

Damit genügend Anschlusspunkte (auch für weitere Geräte) zur Verfügung stehen, sind in der Regel 20 Datendosen pro Schulungsraum vorzusehen. Die Lage sowie die Anzahl der Stromversorgungen richten sich nach den örtlichen Gegebenheiten sowie den Ausstattungsmerkmalen (Tischreihen etc.) und sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

#### 3.3.3.2 Copy-Räume

Für Kopierer, Netzwerkdrucker, FAX, etc. können zentrale Copy-Räume vorgesehen werden. In der Regel sind 2 Datenanschlussdosen (mit jeweils 2 RJ45-

Anschlussmodule) und 2 Doppel-Schuko-Steckdosen aus der allgemeinen Stromversorgung pro Copy-Raum ausreichend.

### **3.3.3.3 Wireless LAN**

Für jeden vorgesehenen Access-Point sind 2 Datendosen vorzusehen. Die Stromversorgung der Access-Points erfolgt in der Regel über PoE.

### **3.3.3.4 GLT, Notruf und weitere Gewerke**

Werden für andere Gewerke wie z.B. GLT, Notruf, Infomonitoring usw. Datenanschlüsse, so ist dies im Rahmen der Planung zu ermitteln und mit dem Auftraggeber abzustimmen.

## **3.4 Wireless LAN**

### **3.4.1 Allgemeine Anforderungen an WLAN**

Der Einsatz von WLAN ist als Ergänzung im Tertiärbereich und nicht als Ersatz der Basis-Infrastruktur zu sehen.

**Nur im Fall, dass WLAN gleichrangig oder als Ersatz für die Datenverkabelung eingesetzt werden soll, gelten die Forderungen des Abschnitts 3.4**

**Für kleine ergänzende Anwendungen bitte Rücksprache mit dem Auftraggeber.**

### **3.4.2 Anforderungen an WLAN-Versorgung**

#### **3.4.2.1 Relevante WLAN-Standards**

Für die Funkschnittstelle sind die lizenz- und gebührenfreien ISM-Frequenzbänder einzusetzen. Es ist daher eine WLAN-Versorgung in 2,4 GHz und 5 GHz Frequenzbereichen sicherzustellen.

Die Planung der WLAN-Versorgung hat nach IEEE 802.11a/b/g/n zu erfolgen. Auch wenn aktuell der Einsatz von IEEE 802.11ac derzeit nicht vorgesehen ist, ist dies ebenfalls schon bei der Planung von Neubauten zu berücksichtigen. Die WLAN-Infrastruktur muss eine mögliche Einführung von VoWLAN (Sprache über WLAN) ebenfalls ohne Änderungen ermöglichen.

#### **3.4.2.2 Grenzwerte des Signalpegels**

Die Grenzwerte des Signalpegels sind so auszuwählen, dass diese eine stabile Verbindung aller für den Einsatz geplanten WLAN-Geräte mit erforderlicher Performance ermöglichen. Ein Handover (AP-Roaming) innerhalb einer Liegenschaft oder eines Liegenschaftsabschnittes sollte möglich sein und ist vor Bauausführung mit dem Nutzer abzustimmen.

Weiterhin ist die WLAN-Planung mit einer in Bezug auf den maximalen Wert um 3dB reduzierten Leistung durchzuführen, um eine spätere Nachjustierung des Netzes im Falle kleinerer Veränderungen zu ermöglichen.

### **3.4.3 Durchführung der WLAN-Planung**

Basis für die Auslegung des WLANs mit Accesspoints (AP) sind messtechnisch ermittelte, aus Erfahrungswerten gewonnene oder durch Simulationen errechnete Installationsstandorte.

Die ermittelten und endgültig festgelegten AP-Positionen sowie die Montage sind mit dem Auftraggeber abzustimmen und exemplarisch nachzuweisen sowie eine selbsterklärende Dokumentation (WLAN-Layouts, Montageskizzen, etc.) ist zu erstellen.

#### **Hinweis:**

Mittelfristig absehbare Änderungen in der Raumaufteilung, Möblierung etc. sind bei der Planung des WLANs im Vorfeld bereits zu berücksichtigen. Die Positionen und die Montage der Accesspoints sind vor Ort abzustimmen, in die Gebäudepläne einzuzichnen und eine selbsterklärende Dokumentation zu erstellen.

#### **3.4.3.1 WLAN-Vermessungsplanung**

Für die Vermessungsplanung ist eine WLAN-Site-Survey-Software zu verwenden, die folgende Eigenschaften aufweist:

- Großflächige Aufnahme der WLAN-Versorgung und Speichern der Ergebnisse auf dem Gebäudeplan
- Visualisierung des WLAN-Signalpegels mit den dazugehörigen MAC-Adressen der APs, Darstellung der Ergebnisse in Form von Heat-Maps
- Ermittlung und Visualisierung der Positionen von Fremd-APs

Dabei ist ein WLAN-Adapter zu nutzen, dessen Signalpegel-Anzeige an alle im Rahmen der Planung ermittelten relevanten Endgeräte (Laptops, Tablet-PCs, Smartphones und VoWLAN) übertragbar ist.

#### **Hinweise:**

- Bei der WLAN-Vermessung sind alle relevanten Räume messtechnisch zu erfassen.
- Eine Hochrechnung der Ergebnisse für die nicht vermessenen Flächen ist nicht zulässig.
- Die Anzeige der Software ist durch punktuelle WLAN-Performance-Messungen an neuralgischen Stellen zu verifizieren.

### 3.4.3.2 Simulationsgestützte WLAN-Planung

Hierfür ist eine Simulationssoftware zu verwenden, die ein Ray-Tracing-Verfahren (Berücksichtigung von Dämpfung und Mehrwegeausbreitung der Funkwellen wie Reflexionen, Beugung und Streuung) einsetzt, da dieses bei gleichem Aufwand eine deutlich bessere Genauigkeit als empirische Verfahren ermöglicht.

In einem ersten Schritt ist ein 3D-Modell des Gebäudes unter Berücksichtigung der eingesetzten Baumaterialien und ggf. weiterer Gegenstände, die einen maßgeblichen Einfluss auf die WLAN-Versorgung haben, zu erstellen.

Anschließend sind simulationsgestützte WLAN-Planung und Optimierung durchzuführen und der gegenseitige Einfluss zwischen den Accesspoints zu minimieren. Dabei sind alle absehbaren, relevanten Änderungen in der Gebäudestruktur zu berücksichtigen.

### 3.4.3.3 Dokumentation der Ergebnisse

Die Dokumentation der WLAN-Planung muss folgende Informationen beinhalten:

- Zusammenfassung der ermittelten Anforderungen an WLAN:
  - Grafische Darstellung der ausleuchtungsrelevanten Flächen auf dem Gebäude-Layout
  - Einzusetzende WLAN-Accesspoints
  - Sonstige projektspezifische Anforderungen an WLAN
- Prognose der Funkversorgung in einer leicht verständlichen Form:
  - Messergebnisse: z.B. Heat-Maps, Datendurchsatzmessungen, WLAN-Traces, etc.
  - Simulationsergebnisse der Funkversorgung: z.B. Prognose des Signalpegels, Prognose der WLAN-Performance, etc.
- WLAN-Layouts, die :
  - eine eindeutige Zuordnung der geplanten Position der WLAN-Accesspoints ermöglichen
  - alle relevanten Informationen zur WLAN-Installation in einer leicht verständlichen Form beinhalten
- Selbsterklärende Montageskizzen oder Fotodokumentation der AP-Installation
- Zusammenfassung der für die Umsetzung des Projektes erforderlichen Hardware

### 3.4.4 Koexistenz mit anderen Funksystemen

Es ist zu beachten, dass WLAN lizenz- und genehmigungsfreie Abschnitte des Frequenzspektrums nutzt, die parallel auch durch verschiedene andere Funkanwendungen (2,4 GHz) oder andere WLANs (2,4 GHz und 5 GHz) genutzt werden können. Diese anderen Frequenznutzer können das WLAN hierdurch negativ beeinflussen und sind bei der Planung zu berücksichtigen.

Die erforderlichen Informationen sind bei Neubauten über die zuständigen Ansprechpartner abzufragen (Planer der technischen Gebäudeausrüstung, Elektroplaner, Planer der Sondereinrichtungen, etc.) und zu dokumentieren.

In bestehenden Gebäuden erfolgt die Ermittlung anderer Funksysteme entweder messtechnisch oder durch Abfragen bei zuständigen Ansprechpartnern. Das geeignete Verfahren zur Ermittlung dieser potenziellen Störer ist projektindividuell festzulegen.

Sollte ein Funksystem, durch das eine Beeinflussung des WLANs möglich ist, identifiziert werden, so sind weitere Untersuchungen oder geeignete Maßnahmen in Abstimmung mit dem Auftraggeber einzuleiten.

### 3.4.5 Installation der Accesspoints

Es ist grundsätzlich eine sichtbare, für die Wartung leicht zugängliche Montage der WLAN-Accesspoints (AP) vorzusehen (z.B. sichtbar unterhalb der Decke oder an der Wand).

Jeder AP-Standort wird zur Sicherheit gegen Kabelausfall und für AP-Weiterentwicklungen mit **zwei** symmetrischen Kupferdatenkabeln versorgt.

Die genaue Ausführung der WLAN-Installation ist während der Planung mit dem Auftraggeber abzustimmen und zu dokumentieren.

Ist während des Projektes absehbar, dass die Installation der WLAN-Accesspoints nach Abschluss der Verkabelungs- und Bauarbeiten erfolgt, so ist die Planung so auszulegen, dass eine spätere Installation der Accesspoints mit einem minimalen Aufwand möglich ist.

### 3.4.6 Qualitätssicherung der Funkversorgung

APs gehören zum aktiven Netz und sind daher dort zu behandeln.

## 3.5 Anforderungen an Trassen

Bei der Planung und Umsetzung aller Kabelwege sind die folgenden Gesichtspunkte zu beachten:

- Die zu verlegenden Kabel und Leitungen sind gemäß ihres Störpotentials in Kategorien einzuteilen.
- Die Kabelführung verschiedener Kabelkategorien ist so zu wählen, dass eine möglichst geringe Verkopplung zwischen diesen Kategorien erreicht wird.
- Die Trassierung ist so zu wählen, dass Induktionsschleifenflächen beispielsweise zwischen Stromversorgungs- und Datenleitungen oder Signalleitungen möglichst klein gehalten werden
- Der Eintritt von Kabeln, Leitungen und metallischen Rohren erfolgt nicht an unnötig vielen Stellen.
- Es ergibt sich eine möglichst geringe Anzahl von Übertritten von einer Stör-schutzzone in eine andere.
- Kabeltragsysteme sind niederimpedant, d.h. auf möglichst kurzem Weg, an die VPAA anzubinden und sind niederimpedant durchzuverbinden.
- 

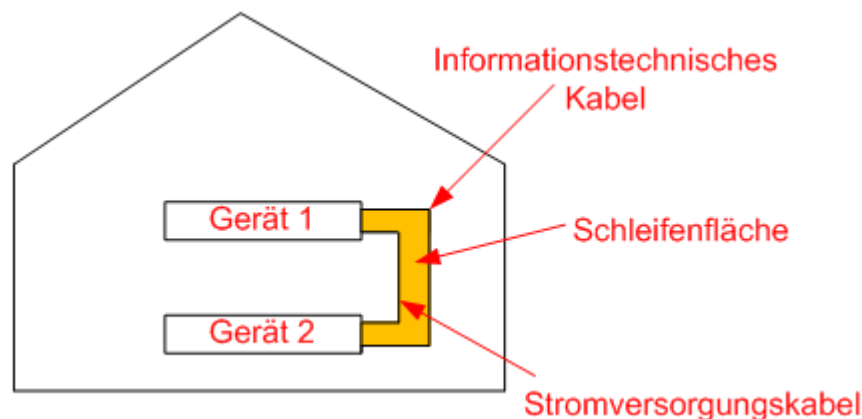


Abbildung 5: Beispiel Reduktion von Schleifenflächen

### 3.5.1 Kabelkategorisierung

Alle an einem System (Anlagensystem, Verteilerraum, Rechenzentrum, etc.) angeschlossenen Leitungskategorien:

- Kupfer- bzw. LWL-Verkabelung (IT/TK-Verkabelung)
- Messleitungen
- Hilfsleitungen
- Stromversorgungs- bzw. Energieleitungen

sind möglichst in gleichen Haupttrassen parallel, jedoch in unterschiedlichen Trägern oder Kammern, zu führen.

Die Vermischung unterschiedlicher Kabelkategorien im gleichen Träger bzw. in der gleichen Kammer eines Kabelkanals oder einer Kabelbühne ist zu vermeiden. Sollte

eine Trennung durch Abstand nicht möglich sein, sind innerhalb des Kabelkanals oder der Kabeltrasse Trennstege aus Metall zu verwenden.

Energie- und Kommunikationsverkabelung sind innerhalb der Haupttrassen räumlich voneinander getrennt zu verlegen.

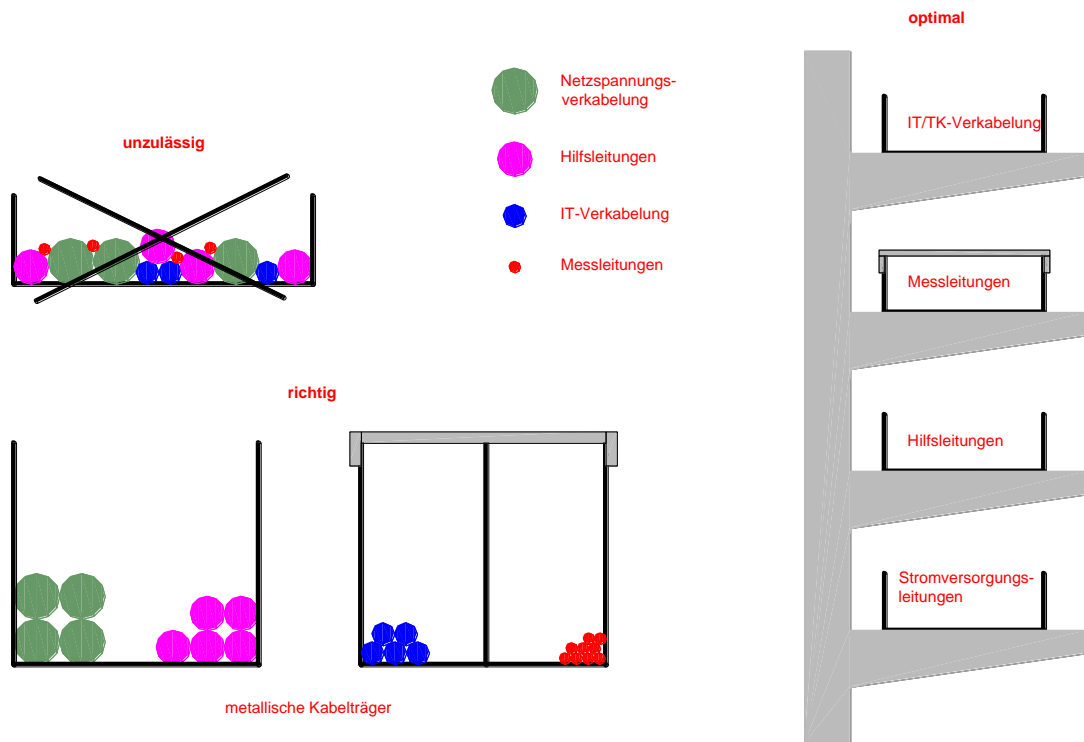


Abbildung 6: Beispiel Kabelträger ohne / mit Kategorisierung

### 3.5.2 Trennabstände bei gemeinsamer Verlegung von Energie- und Kupferdatenverkabelung

Zur Gewährleistung einer möglichst geringen Verkopplung zwischen störungsbehafteten Energiekabeln und störanfälligen Datenkabeln ist für eine räumliche Trennung zu sorgen. Zu große Abstände zwischen Energie- und Kommunikationsverkabelung eines Systems laufen jedoch den Anforderungen eines effizienten LEMP-Schutzes nach möglichst kleinen Schleifenflächen zuwider.

Bevorzugt hat die Verlegung von Energie- und Kupferdatenverkabelung separiert in getrennten Trägern (= Kabelkategorisierung) zu erfolgen. Sollte dies bauseits nicht realisierbar sein, sind die gemäß EN 50174-2 definierte Trennungsabstände einzuhalten.

Zur Berechnung der Trennungsabstände sind folgende Punkte zu beachten:

- Trennklasse, die durch die Kopplungsdämpfung des Kabels klassifiziert wird
- Mindesttrennabstand S für das ausgewählte Kabelführungssystem
- Faktor P für die Stromversorgungsverkabelung

Abhängig von den obigen Parametern lässt sich mithilfe nachfolgender Tabellen der Trennungsabstand A gemäß Formel  $A = S * P$  berechnen.

Angewandt auf das symmetrische Kupferdatenkabel resultieren folgende Mindesttrennabstände S:

Trennklasse	Trennung ohne elektromagnetische Barrieren	Für informationstechnische Verkabelung oder Stromversorgungsverkabelung verwendete Kabelkanäle		
		Offener metallener Kabelkanal	Lochblech Kabelkanal	Massiver metallener Kabelkanal
C	50 mm	38 mm	25 mm	0 mm

Tabelle 2: Mindesttrennabstände S gemäß DIN EN 50174-2

**Zur Berechnung des Trennungsabstands, ist neben dem Mindestabstand „S“ zusätzlich noch der Faktor für die Stromversorgungsverkabelung „P“ zu berücksichtigen.**

Art des elektrischen Stromkreises <sup>a, b, c</sup>	Anzahl von Stromkreisen	Faktor für die Stromversorgungsverkabelung P
<b>20 A, 230 V, einphasig</b>	1 bis 3	0,2
	4 bis 6	0,4
	7 bis 9	0,6
	10 bis 12	0,8
	13 bis 15	1,0
	16 bis 30	2,0
	31 bis 45	3,0
	46 bis 60	4,0
	61 bis 75	5,0
	> 75	6,0
<sup>a</sup> Dreiphasige Kabel müssen als 3 einzelne einphasige Kabel behandelt werden. <sup>b</sup> Mehr als 20 A müssen als Vielfaches von 20 A behandelt werden. <sup>c</sup> Stromversorgungskabel für geringere Wechsel- oder Gleichspannung müssen auf Grundlage ihrer Stromstärkebemessung behandelt werden, d. h. ein 100 A/50 V-Gleichstromkabel entspricht 5 der 20-A-Kabel (P = 0,4).		

Tabelle 3: Faktor für die Stromversorgungsverkabelung P gemäß DIN EN 50174-2

### 3.5.3 Trassen

Kabel sind grundsätzlich in dafür geeigneten Trassen zu führen. Je nach Umgebungsbedingungen und Menge der Kabel können dies Kabeltritschen, Leitungsführungskanäle, Brüstungskanäle, Installationsrohre, Kabelsammelhalter oder sonstige Leitungsführungssysteme sein.

Eine Kabelverlegung ohne ein geeignetes Leitungsführungssystem oder eine geeignete Befestigung ist nicht gestattet.

Das gilt insbesondere für die Hohlräume zwischen Rohdecke und abgehängter Decke, in denen häufig Installationen verschiedener Gewerke verlaufen. Hier dürfen keine Kabel auf den Deckenpaneelen abgelegt werden. Auch die Befestigung mittels Kabelbindern an Deckenunterkonstruktionen ist nicht zulässig.

#### 3.5.3.1 Kabeltritschen und -rinnen

Alle Kabeltritschen müssen aus Metall hergestellt sein. Die herstellerepezifischen Vorgaben in Bezug auf Erdung, Abstände der Befestigungen und Ausleger, sowie die separate Trassenführung für Netzspannungsverkabelung und Schwachstromleitungen müssen eingehalten werden.

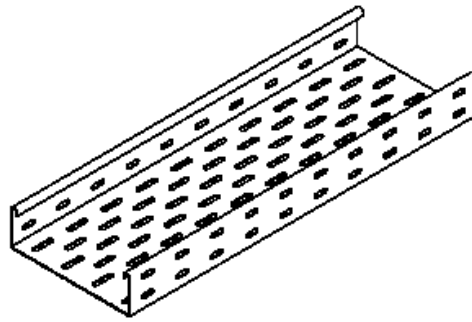


Abbildung 7: Beispiel Kabelrinne mit Längsschlitz

Generell sind für die LWL- und Kupferverkabelungen eigene Trassen zu installieren. Gemeinsam mit anderen Gewerken genutzte Trassen sind nur im Ausnahmefall zulässig. Dies ist vorab mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Um eine saubere Kabelführung und die Einhaltung der vorgegebenen Biegeradien zu gewährleisten sind zur Verbindung von Trassen ausschließlich Formstück (T-Stück, Bögen, Winkelstücke, usw.) einzusetzen.

Leitungsführungssysteme, mit Kreuzungspunkten, sowie Kabelabgängen, müssen mit einer werksseitigen Abkantung oder Kantenschutz versehen sein. Zusätzlich sind „scharfe“ Kanten immer zu behandeln (entgraten, feilen). Alle Schnittstellen sind mit Kaltverzinker (Rostschutz) zu behandeln.

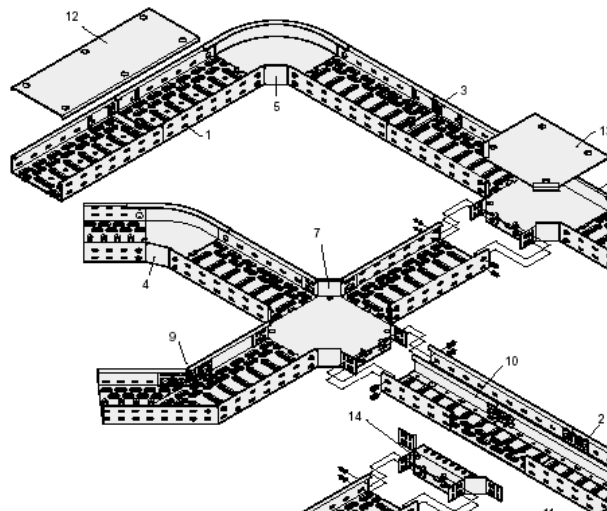


Abbildung 8: Beispiel Formstücke bei Kabelrinnen

Oberhalb von Trassen ist ein Arbeitsraum von mindestens 150 mm sicherzustellen. Dies gilt z.B. auch, wenn mehrere Trassen übereinander montiert sind.

Die Trassen sind an Deckenstiele bzw. an Wandausleger zu montieren. Die Vorgaben des jeweiligen Herstellers (z.B. Abstände der einzelnen Auflagepunkte) müssen eingehalten werden (abhängig von maximaler Tragkraft der verwendeten Decken-

stiele und Ausleger und deren Befestigung; Blechstärke, Versteifungen und maximal möglichem Gewicht durch Füllung der Trasse usw.).

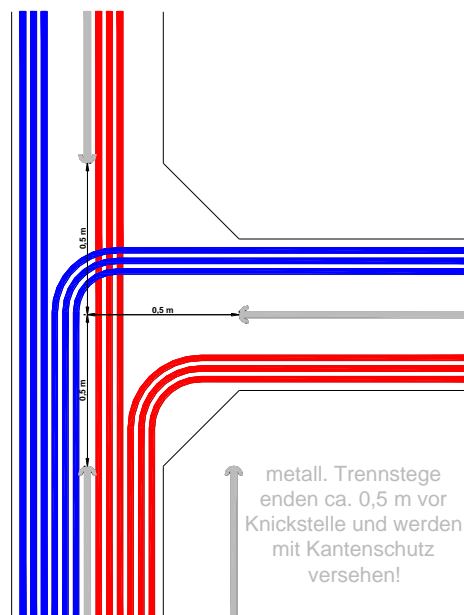


Abbildung 9: Beispiel Kabelverlegung im Abzweig- bzw. Kreuzungsbereich

Kreuzungen unterschiedlicher Kabelkategorien sind zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, sind die Kreuzungen auf kürzestem Weg unter Einhaltung eines 90°-Bogens durchzuführen.

**Trassen im öffentlich zugänglichen Bereich müssen gegebenenfalls mit verschraubtem Deckel installiert werden. Dies ist im Einzelfall mit dem Auftraggeber abzustimmen.**

Leitungen in blitzeinschlaggefährdeten Bereichen, sind in geschlossenen Kabeltrassen zu führen, die mehrfach in den Potentialausgleich einzubinden sind.

### 3.5.3.2 Steigetrasse

Die Kabelführung innerhalb eines Steigschachtes erfolgt über Kabelleitern (Steigleitern) oder über an der Wand montierte C-Schienen.

Die Befestigung der Kabel muss mittels Kabelschellen und passenden Gegenwänden erfolgen. Jedes Kabel bzw. Kabelbündel muss an jeder Schiene befestigt werden.

Bei Steigetrasse mit einer Höhe von mehr als 3,5 m sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, damit im Brandfall die Kabel durch ihr Eigengewicht nicht das obere Brandschott beschädigen, wenn der Kabelmantel abgebrannt ist und somit nicht mehr von den Kabelschellen gehalten werden kann.



Abbildung 10: Beispiel Kabelverlegung im Steigbereich

### 3.5.3.3 Brüstungskanal (BRK)

Werden Brüstungskanäle eingesetzt, so sind diese zur Trennung von Datenleitung und 230 V-Versorgung mindestens zweizügig, bzw. mit einem Trennsteg auszulegen.

Die Standardtiefe für Kanäle für Geräteeinbau muss mindestens 80 mm betragen, damit zulässige Biegeradien von Leitungen bei der Einführung in Gerätebecher eingehalten werden können.

Da die Anschlussdosen einen großen Anteil der Querschnittsfläche des BRK beanspruchen, sind die Kanäle nur bedingt dazu geeignet, größere Kabelmengen aufzunehmen.

Daher sind bei der Planung folgende Punkte zu beachten:

- Die für die Leitungsführung in den Büroräumen notwendigen Kanäle, vorzugsweise Fensterbankkanäle, müssen einschließlich Abdeckung und Trennsteg komplett aus lackiertem Stahlblech bestehen (siehe VDE 0185 103).
- Die Kabelführung zu den einzelnen Büros erfolgt nach Möglichkeit über eine Trasse in der abgehängten Decke oder dem Zwischenboden. Von hier aus werden Brüstungskanäle der einzelnen Büros über senkrechte Kanäle versorgt.

- Bei der Kanalführung um bauliche Vorsprünge, Säulen, etc. sind ausschließlich Formteile zu verwenden. Freiliegende und sichtbare Kabel werden nicht akzeptiert.



Abbildung 11: Beispiel Querschnitt metallener Brüstungskanal (BRK)

### 3.5.3.4 Einhausungen

Sind aus Brandschutzgründen Kabelrinnen mit einer Einhausung zu versehen, so sind Revisionsöffnungen in der notwendigen Brandschutzklasse zu berücksichtigen. Insbesondere vor Wanddurchdringungen sind Revisionsöffnungen notwendig, um die dahinterliegenden Brandschottungen herzustellen.

Die Revisionsöffnungen sind so zu platzieren, dass ein Zugriff auf die geführten Kabel und eine spätere Nachverkabelung möglich sind.

## 3.6 Erdung und Potentialausgleich

### 3.6.1 Allgemeines

Ein möglichst eng vermaschtes Potentialausgleichssystem ist eine wichtige Voraussetzung für gute elektromagnetische Abschirmeigenschaften.

### 3.6.2 Potentialausgleich im Verteilerraum

Zur Ableitung hochfrequenter Störströme zur Sicherstellung einer störungsfreien Datenübertragung müssen die Verteilerschränke innerhalb eines Verteilerraumes an den Potentialausgleich der Etage bzw. des Gebäudes angeschlossen werden.

**In neuen Gebäuden ist ein vermaschtes Erdernetz gemäß EN 50310 zu planen und umzusetzen.**

Die Verteilerschränke sind auf direktem Wege sternförmig an die Potentialausgleichsschiene des Raumes anzubinden. Verkettungen sind nicht erlaubt. Je nach Raumgröße können auch mehrere Potentialausgleichsschienen vorhanden sein. Sind mehrere Potentialausgleichsschienen vorhanden, ist der kürzeste Weg zur Anbindung eines Verteilerschranks wählen.

Der Anschluss von der Potentialausgleichsschiene des Raumes zum Verteilerschrank darf maximal eine Länge von 5 m mit einem Mindestquerschnitt von 16 mm<sup>2</sup> betragen. Die PA-Leitung muss gemäß IEC 60228 mindestens feindrätig (Klasse 5) sein.

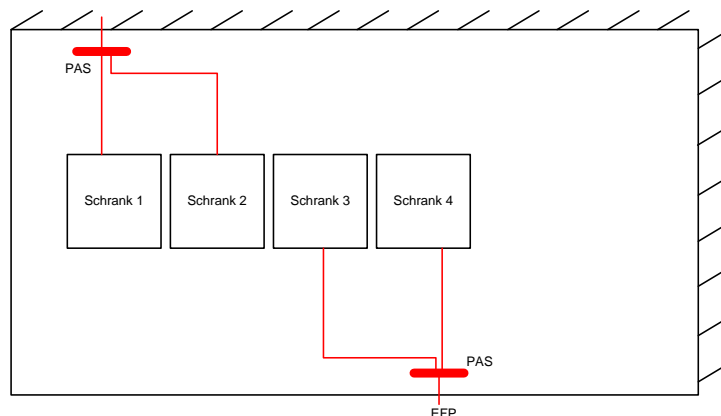


Abbildung 12: Beispiel Potentialausgleich innerhalb eines Verteilerraumes

### Hinweis zum Potentialausgleich im Bestand:

- Auch im Bestand ist ein vermaschtes Erdernetz gemäß EN 50310 anzustreben. Hierzu muss mit den vorhandenen Möglichkeiten der maximal mögliche Schutz realisiert werden.
- Als Mindestanforderung gilt, dass, je nach Größe des Verteilerraums, ein oder mehrere Potentialausgleichsschienen zu setzen sind und mit einer Zuleitung von mindestens 16mm<sup>2</sup> an den nächstmöglichen Potentialausgleich des Gebäudes anzuschließen sind.

### 3.6.3 Potentialausgleich im Verteilerschrank

Jeder Verteilerschrank ist mit einer senkrechten Potentialausgleichsschiene, welche sich über die komplette Höhe des 19" Rahmens erstreckt, auszustatten. Diese ist wie zuvor beschrieben an die nächstgelegene Potentialausgleichsschiene des Raums anzuschließen.

Die einzelnen Verteilerfelder sind auf direktem Wege mit 6 mm<sup>2</sup> und einer Länge von max. 20 cm an die senkrechte Potentialausgleichsschiene anzuschließen. Ein Durchschleifen von Verteilerfeld zu Verteilerfeld ist nicht erlaubt. Der Litzenaufbau der PA-Leitungen muss gemäß IEC 60228 mindestens feindrätig (Klasse 5) sein.

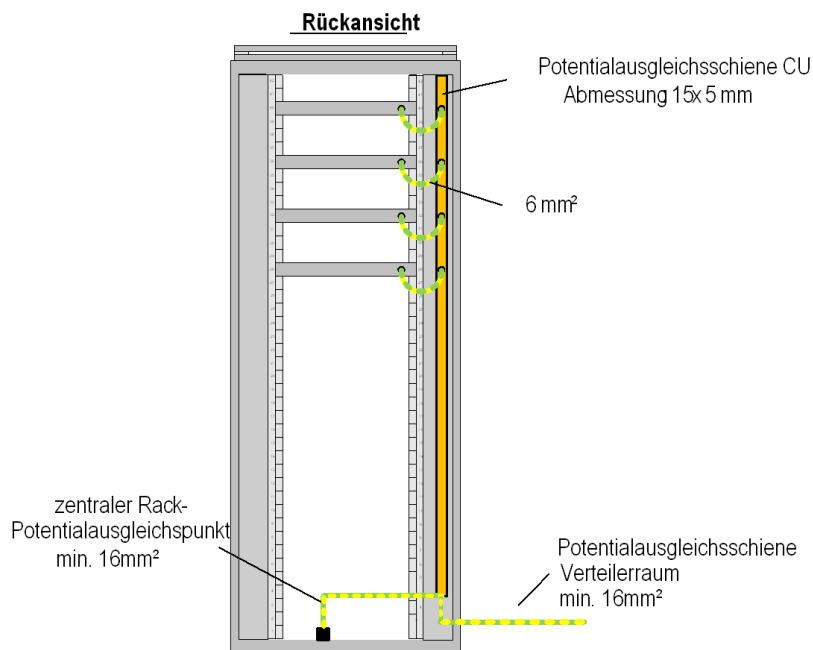


Abbildung 13: Beispiel Aufbau Potentialausgleich im Verteilerschrank

### 3.6.4 Potentialausgleich bei Steigetrassen

Die einzelnen Elemente von Steigleitern sind beidseitig niederimpedant durchzuverbinden und an den nächstgelegenen Erdungsfestpunkt bzw. an die nächstgelegene Potentialausgleichsschiene anzubinden.

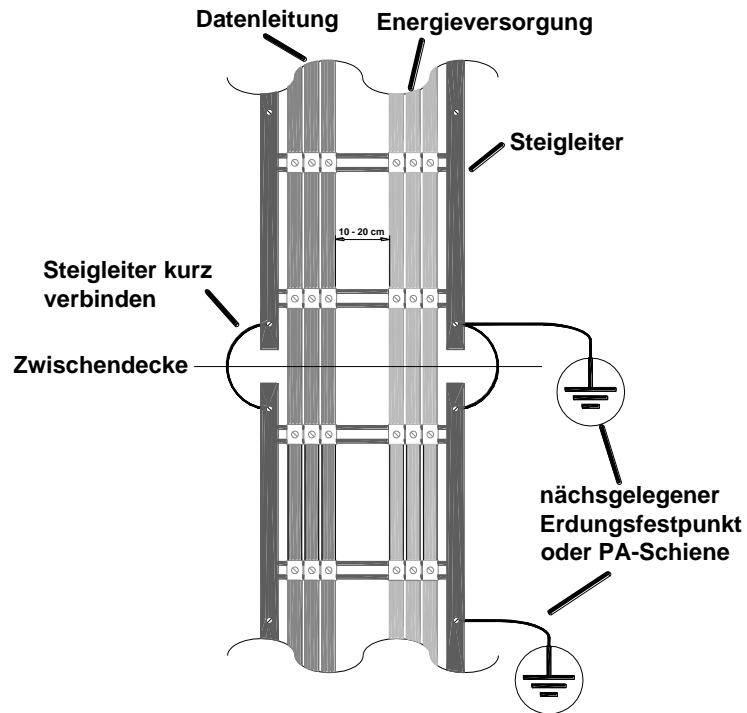


Abbildung 14: Beispiel Potentialausgleich im Steigbereich

## 4 Anforderungen an die Einzelkomponenten (LWL, Kupfer und Sonstige)

### 4.1 Vorbemerkung

Die Primär- und Sekundärverkabelungen der Liegenschaften werden mit Lichtwellenleiterkabeln errichtet.

Bei Neuinstallationen in Gebäuden werden grundsätzlich folgende LWL-Stecksysteme eingesetzt:

- **Multimode (MM):** LC/PC
- **Singlemode (SM):** E2000™/APC

Bei Erweiterungen im Bestand kann die bereits vorhandene LWL-Stecker- und Anschlussstechnologie weiter verwendet werden, wenn dies vom Auftraggeber akzeptiert wurde. Es gelten allerdings grundsätzlich dieselben technischen und qualitativen Anforderungen wie im Leitfaden beschrieben.

#### **Forderung:**

- LWL-Stecksysteme und LWL-Kupplungen sind vom gleichen Hersteller zu beziehen.
- In den Liegenschaften des Landes Hessen sind ausschließlich LWL-Stecksysteme mit Zirkonium-Ferrulen erlaubt.
- Feldkonfektionierbare LWL-Steckertechnologie ist grundsätzlich nicht zugelassen.
- Vorzugsweise sind vorkonfektionierte LWL-Kabel (LWL-Trunk) einzusetzen.

Bei Neuinstallationen bzw. Erweiterungen der Datenverkabelung im Büro- und Etagenbereich wird eine symmetrische Kupferdatenverkabelung verwendet.

Das verwendete Verkabelungssystem mit den darin verwendeten Einzelkomponenten (Datenkabel, Anschlussmodul und Patchkabel) muss mindestens eine 10GBit-Ethernetauglichkeit im Permanent Link und Channel der Klasse E<sub>A</sub> gemäß EN50173-1 erfüllen.

Die Anschlussmodule und Patchkabel müssen Kategorie 6<sub>A</sub> bis 500 MHz und das symmetrische Datenkabel mindestens Kategorie 7<sub>A</sub> bis 1000 MHz erfüllen. Die gesamte symmetrische Kupferdatenverkabelung wird als geschirmte Lösung aufgebaut.

---

## 4.2 LWL-Einzelkomponenten

### 4.2.1 LWL-Kabel

#### 4.2.1.1 LWL-Außenkabel

Außenkabel werden im Campusbereich, MAN oder WAN eingesetzt. An Außenkabel werden hohe mechanische Anforderungen hinsichtlich Robustheit und Widerstandsfähigkeit gestellt, um die Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen wie Frost und Feuchtigkeit zu gewährleisten. Der standardmäßig verwendete Außenmantel aus PE (Polyethylen) ist halogenfrei und UV- beständig.

**Spezifikation:** A-DQ(ZN)B2Y n x m

**Mantelmaterial:** HDPE

**Optische Anforderungen:** OS2 bzw. OM4

**Kabelkennzeichnung:** Hersteller und Typ wischfest, kratzfest, beständig gegen Öle, Benzine, alkoholische Lösungsmittel bedruckt

**Allgemeine Anforderungen:** 100% UV-beständig  
metallfreier Nagetierschutz  
für direkte Erdverlegung geeignet  
in Rohranlagen, Kanälen, Schächten  
und auf Kabeltrassen verlegbar

**Temperaturbereich:** Betrieb: -40 bis +70 °C  
Verlegung: -15 bis +50 °C  
Transport und Lagerung: -30 bis +70 °C

**Brandverhalten:** geringe Rauchgasemission gemäß IEC 61034-2  
halogenfrei gemäß IEC 60754-2

#### **Mechanische Anforderungen:**

**Allgemein:** Längswasserdicht gemäß IEC 60794-1-21 F5  
Schlagbeständig gemäß IEC 60794-1-21 E4

#### **zentrale Bündeladerkonstruktion (für ≤ 24 Fasern):**

Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21 E1:  
≥ 2.500 N (mit einer Faserdehnung ≤ 0,6%)

Querdruckfestigkeit:  
≥ 3.000 N/10cm (kurzzeitig)

#### **verseilte Bündeladerkonstruktion (für >24 Fasern):**

Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21 E1:  
≥ 6.000 N (mit einer Faserdehnung ≤ 0,33%)

Querdruckfestigkeit:  
≥ 8.000 N/10cm (kurzzeitig)

#### 4.2.1.2 LWL-Universalkabel

LWL-Universalkabel besteht im Gegensatz zu LWL-Außenkabel aus einem halogenfreien, flammwidrigen Mantelmaterial (FRNC/LSOH). Aus diesem Grund kann bei Verwendung von LWL-Universalkabel auf ein Ummuffen am Hausübergabepunkt von Außen- auf Innenkabel verzichtet werden.

LWL-Universalkabel müssen im Gegensatz zu LWL-Außenkabel im Außenbereich in HDPE-Schutzrohren geführt werden, welche zu beiden Seiten gegen Feuchtigkeitseintritt abgedichtet werden müssen. Dies ist notwendig, da das Mantelmaterial der Universalkabel im Gegensatz zum PE Außenmantel der Außenkabel einen geringen Schutz gegen Querwasserdiffusion bietet.

**Spezifikation:** U-DQ(ZN)BH n x m

**Mantelmaterial:** LSOH

**Optische Anforderungen:** OS2 bzw. OM4

**Kabelkennzeichnung:** Hersteller und Typ wischfest, kratzfest, beständig gegen Öle, Benzine, alkoholische Lösungsmittel bedruckt

**Allgemeine Anforderungen:** metallfreier Nagetierschutz

**Temperaturbereich:**

Betrieb:	-20 bis +60 °C
Verlegung:	-10 bis +50 °C
Transport und Lagerung:	-25 bis +70 °C

**Brandverhalten:** geringe Rauchgasemission gemäß IEC 61034-2  
halogenfrei gemäß IEC 60754-2

**Mechanische Anforderungen:**

**Allgemein:** Längswasserdicht gemäß IEC 60794-1-21 F5  
Schlagbeständig gemäß IEC 60794-1-21 E4

**zentrale Bündeladerkonstruktion (für ≤ 24 Fasern):**

Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21 E1:  
≥ 2.500 N (mit einer Faserdehnung ≤ 0,6%)

Querdruckfestigkeit:  
≥ 3.000 N/10cm (kurzzeitig)

**verseilte Bündeladerkonstruktion (für >24 Fasern):**

Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21 E1:  
≥ 4.000 N (mit einer Faserdehnung ≤ 0,33%)

Querdruckfestigkeit:  
≥ 5.000 N/10cm (kurzzeitig)

---

### 4.2.1.3 LWL-Innenkabel

Es werden folgende Anforderungen an die LWL-Innenkabel als LWL-Patchkabel, gestellt:

<b>Spezifikation:</b>	I-V(ZN)HH n x 1 <sup>1</sup>	
<b>Mantelmaterial:</b>	LS0H	
<b>Optische Anforderungen:</b>	OS2 bzw. OM4	
<b>Kabelkennzeichnung:</b>	Hersteller und Typ wischfest, kratzfest, beständig gegen Öle, Benzine, alkoholische Lösungsmittel bedruckt	
<b>Allgemeine Anforderungen:</b>	Festaderkonstruktion (2-4 Fasern) verlegbar in trockenen Rohranlagen, Kabelpitschen und Vertikalschächten metallfreier Nagetierschutz und Zugentlastung kombiniert	
<b>Temperaturbereich:</b>	Betrieb:	-10 bis +60 °C
	Verlegung:	-5 bis +50 °C
	Transport und Lagerung:	-25 bis +70 °C
<b>Brandverhalten:</b>	geringe Rauchgasemission gemäß IEC 61034-2 halogenfrei gemäß IEC 60754-2	
<b>Mechanische Anforderungen:</b>		
<b>Allgemein:</b>	Längswasserdicht gemäß IEC 60794-1-21 F5 Schlagbeständig gemäß IEC 60794-1-21 E4	
<b>zentrale Festaderkonstruktion (für 2 Fasern):</b>	Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21 E1: ≥ 250 N (mit einer Faserdehnung ≤ 0,6%) Querdruckfestigkeit: ≥ 500 N/10cm (kurzzeitig)	
<b>zentrale Festaderkonstruktion (für &gt;2 Fasern):</b>	Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21 E1: ≥ 500 N (mit einer Faserdehnung ≤ 0,6%) Querdruckfestigkeit: ≥ 1.000 N/10cm (kurzzeitig)	

---

<sup>1</sup> n: Anzahl der Festadern

## 4.2.2 LWL-Fasertechnologie

### 4.2.2.1 SM OS2 LWL-Faser (E9/125µm)

**Spezifikation:** OS2, normkonform gemäß ITU-T Rec. G.652.D und IEC 60793-2-50 Typ B1.3 (Singlemode)

**Einfügedämpfung:** ≤ 0,36 dB/km (1.310 nm)  
≤ 0,25 dB/km (1.550 nm)

**chromatische Dispersion:** ≤ 3,5 ps/(nm x km) (1.310 nm)  
≤ 18,0 ps/(nm x km) (1.550 nm)

**Polarisationsmoden Dispersionskoeffizient:**  
≤ 0,2 ps/√km (1.310 nm und 1.550 nm)

**Geometrie/mechanische Anforderungen:**

Glasmanteldurchmesser: 125 ±1,0 µm  
Coatingdurchmesser: 235 - 265 µm  
Prüflast: ≥ 100 kpsi

**Sonstige Anforderungen:**

Die Faser muss sich im Temperaturbereich für die Verlegung gemäß Montaganleitung des Herstellers ohne Abbrüche, orthogonal brechen lassen. Ferner muss sich das Primär- und Sekundärcoating rückstandsfrei entfernen lassen.

### 4.2.2.2 MM OM4 LWL-Faser (G50/125)

**Spezifikation:** OM4, normkonform gemäß IEC 60793-2-10 Typ A1a.3

**Einfügedämpfung:** ≤ 2,5 dB/km (850 nm)  
≤ 0,7 dB/km (1300 nm)

**Laserbandbreite EMB:** ≥ 4.700 MHz\*km (850 nm)

**modale Bandbreite bei OFL-Bedingungen:** ≥ 3.500 MHz\*km (850 nm)  
≥ 500 MHz\*km (1300 nm)

**Geometrie/mechanische Anforderungen:**

Kerndurchmesser: 50 ±2,5 µm  
Glasmanteldurchmesser: 125 ±2,0 µm  
Coatingdurchmesser: 250 ±15,0 µm  
Prüflast: ≥ 100 kpsi

**Sonstige Anforderungen:**

Die Faser muss sich im Temperaturbereich für die Verlegung gemäß Montaganleitung des Herstellers ohne Abbrüche, orthogonal brechen lassen. Ferner muss sich das Primär- und Sekundärcoating rückstandsfrei entfernen lassen.

---

## 4.2.3 LWL-Stecksysteme

### 4.2.3.1 SM LSH/APC (E2000™ APC) LWL-Stecksystem

Für LWL-Stecksysteme (Trunks / Pigtailes / Kupplungen) sowie für Anschluss und Rangierschnüre sind LWL-Stecksysteme gemäß folgender Spezifikationen zu verwenden.

<b>Stecker:</b>	<b>LSH → E2000™</b>
<b>normkonform gemäß:</b>	IEC 61754-15
<b>Schliffart:</b>	APC 8°
<b>Ferrule:</b>	∅ 2,5 mm aus Zirkonia-Vollkeramik
<b>Steckzyklen:</b>	≥ 1.000 bei gleichbleibendem IL
<b>Kabelzugabfangung (Crimp):</b>	≥ 100 N
<b>Steckergehäuse:</b>	aus Kunststoff-Verbundwerkstoff, Farbe: grün Schutzklappe aus Metall (Laserschutz)
<b>Einfügedämpfung:</b>	≤ <b>0,25 dB</b> bei 1310 nm und 1550 nm gemäß IEC 61300-3-4 Methode B gegen Referenz gültig für 100% der Stecker)
<b>Rückflusdämpfung:</b>	≥ <b>60 dB</b> bei 1310 nm und 1550 nm gemäß IEC 61300-3-6 Methode 1 gegen Referenz gültig für 100% der Stecker)
<b>Betriebstemperatur:</b>	-20°C bis +85°C
<b>Kupplung:</b>	Simplexkupplung mit Metallschutzklappen Gehäuse aus Kunststoff-Verbundwerkstoff Farbe: grün Führungshülse (Sleeve) aus Zirkonia-Vollkeramik

### 4.2.3.2 MM LC/PC LWL-Stecksystem

Für LWL-Stecksysteme (Trunks / Pigtailes / Kupplungen) sowie für Anschluss und Rangierschnüre sind LWL-Stecksysteme gemäß folgender Spezifikationen zu verwenden.

<b>Stecker:</b>	<b>LC</b>
<b>normkonform gemäß:</b>	IEC 61754-20
<b>Schliffart:</b>	PC 0°
<b>Ferrule:</b>	∅ 1,25 mm aus Zirkonia-Vollkeramik
<b>Steckzyklen:</b>	≥ 1.000 bei gleichbleibendem IL

<b>Kabelzugabfangung (Crimp):</b>	≥ 100 N
<b>Steckergehäuse:</b>	aus Kunststoff-Verbundwerkstoff, Farbe: beige, alternativ mit farblicher Kennzeichnung
<b>Einfügedämpfung:</b>	≤ <b>0,25 dB</b> bei 850 nm und 1300 nm gemäß IEC 61300-3-4 Methode B gegen Referenz gültig für 100% der Stecker)
<b>Rückflusdämpfung:</b>	≥ <b>40 dB</b> bei 850 nm und 1300 nm gemäß IEC 61300-3-6 Methode 1 gegen Referenz gültig für 100% der Stecker)
<b>Betriebstemperatur:</b>	-20°C bis +85°C
<b>Kupplung:</b>	Duplexkupplung Gehäuse aus Kunststoff-Verbundwerkstoff Farbe: VIOLET(OM4), alternativ mit entsprechender farblicher Kennzeichnung Führungshülse (Sleeve) aus Zirkonia-Vollkeramik

## 4.2.4 Werkskonfektionierte LWL-Komponenten

### 4.2.4.1 LWL Anschluss- und Rangierschnur (LWL-Patchkabel)

<b>Kabeltyp:</b>	LWL Innenkabel
<b>Faserspezifikation:</b>	OS2 bzw. OM4
<b>Steckertyp:</b>	SM LSH/APC bzw. MM LC/PC
<b>Mantelfarbe:</b>	Die Farbe ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.
<b>Kodierung:</b>	kanalweise, ungekreuzt
<b>Allgemein:</b>	Ausführungen mit 2 oder 4 Festadern
<b>Messdokumentation:</b>	Messprotokoll der Einfüge- und Rückflusdämpfung je Faser bei SM (1.310 nm sowie 1.550 nm) bei MM (850 nm sowie 1.300 nm) sowie Dokumentation der Oberfläche mittels Interferometer

#### 4.2.4.2 LWL-Trunkkabel

<b>Kabeltyp:</b>	LWL Universalkabel
<b>Faserspezifikation:</b>	OS2 bzw. OM4
<b>Steckertyp:</b>	SM LSH/APC bzw. MM LC/PC
<b>Mantelfarbe:</b>	Die Farbe ist mit dem Nutzer abzustimmen.
<b>Kodierung:</b>	kanalweise, ungekreuzt
<b>Allgemein:</b>	abgestuft zur Aufnahme in LWL Verteilbox und beidseitig mit Verteilköpfen konfektioniert
<b>Messdokumentation:</b>	Messprotokoll der Einfüge- und Rückflusdämpfung je Faser: bei SM (1.310 nm sowie 1.550 nm) bei MM (850 nm sowie 1.300 nm)  sowie Dokumentation der Oberfläche mittels Interferometer

**Anforderungen Aufteilköpfe:** gemäß Schutzklasse IP67

torsions- und biegewechselfest mit LWL Universalkabel verbunden

mit Schnittstellen zur werkzeug- und teilelosen Abfängerung in den zugehörigen LWL Verteilboxen

Aufteilköpfe und konfektionierte Steckerpeitschen durch Einzugschläuche geschützt

**Anforderungen Einzugschlauch:**

mind. IP50 für ausschließlich Innenverlegung  
bzw. IP67 für Innen- bzw. Außenverlegung

Aufnahme der Steckerpeitschen und Verteilköpfe tritt-, biege- und torsionsfest

Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21 E1: mind. 600 N

Produkt-ID-Label beidseitig hinter Verteilköpfen auf Kabel inkl. Installationsanleitung und Messprotokoll je Faser

## 4.2.5 LWL-Spleißbox

**Spezifikation:** **19-Zoll Spleißbox, ausziehbar, 1HE, komplett bestückt**

Lieferung inkl. Kupplungen, Spleißkassetten, Spleißschutz, Spleißhalter, Adernklipse zur fachgerechten Führung der Fasern, Pigtails, Kabelverschraubungen, Muttern, je nach Größe der Kabel ggfs. notwendige Reduzierringe und Zugentlastungslaschen.

### Anforderungen an das Gehäuse:

Vollmetallausführung

Material: Stahlblech, alle Kanten sauber entgratet

Maße: B/H/T: z.B. 19-Zoll/1HE mind. 300mm

Gehäusefront bestückt mit bis zu 24 Kupplungen, nummerisch beschriftet je Kupplung (1-24) mittels Siebdruckverfahren

Alle Kupplungen müssen fest mit dem Gehäuse verschraubt sein, Clipvarianten sind unzulässig

Eingriffshemmendes Grundgehäuse aus Metall, komplett montiert, frontbündige Montage

Gehäuse ist ohne Werkzeug zu öffnen und kann komplett nach vorne ausgezogen werden (ohne Abkippen des Auszuges)

Blindabdeckungen auf nicht benutzte Kabeleingänge und Frontplattenbohrungen montiert

Kabeleinführung über 45°-Schrägeneinführung

Zugentlastung für mind. 2 LWL-Kabel, jeweils über universelle PG-Verschraubung und zusätzlicher Kabelabfangung aus Metall

2, 4, 8, oder 12 x 12 spleißfertig in Gehäuse eingelegte LWL Pigtails

**Temperaturbereich:** Betrieb: -10 bis +60 °C  
Transport und Lagerung: -15 bis +70 °C

**Brandverhalten:** geringe Rauchgasemission gemäß IEC 61034-2  
halogenfrei gemäß IEC 60754-2



Abbildung 15: Beispiel einer LWL-Spleißbox 19"/1HE

### Spezifikation LWL-Pigtails:

<b>Faserspezifikation:</b>	OS2 bzw. OM4
<b>Steckertyp:</b>	SM LSH/APC bzw. MM LC/PC
<b>Sekundärcoating:</b>	∅ 0,9 mm ± 0,1 mm
<b>Farbe Primärcoating:</b>	gemäß Farbcode nach IEC 60304 gefärbt:

Faser 1: rot	Faser 13: rot
Faser 2: grün	Faser 14: grün
Faser 3: blau	Faser 15: blau
Faser 4: gelb	Faser 16: gelb
Faser 5: weiß	Faser 17: weiß
Faser 6: grau	Faser 18: grau
Faser 7: braun	Faser 19: braun
Faser 8: violett	Faser 20: violett
Faser 9: türkis	Faser 21: türkis
Faser 10: schwarz	Faser 22: transparent (ohne Ring)
Faser 11: orange	Faser 23: orange
Faser 12: rosa	Faser 24: rosa

Abbildung 16: Farbcode nach IEC 60304 bzw. DIN/VDE 0888 Teil

<b>Allgemein:</b>	gelfreie Ausführung spleißfertig in Gehäuse eingelegt mit Aderklipse fixiert inkl. Spleiß- / Auflegeplan
<b>Messdokumentation:</b>	Messprotokoll der Einfüge- und Rückflusdämpfung je Faser: bei SM (1.310 nm und 1.550 nm) bei MM (850 nm und 1.300 nm)  sowie Dokumentation der Oberfläche mittels Interferometer
<b>Lieferlängen:</b>	2,0 m

#### 4.2.6 LWL-Verteilbox

<b>Spezifikation:</b>	<b>19-Zoll Verteilbox, ausziehbar, 1HE, komplett bestückt</b>  Lieferung inkl. Kupplungen, Adernklipse zur fachgerechten Führung der Fasern, Kabelverschraubungen, Muttern, je nach Größe der Kabel ggfs. notwendige Reduzierringe und Zugentlastungslaschen.
-----------------------	---

#### **Anforderungen an das Gehäuse:**

Vollmetallausführung  
Material: Stahlblech, alle Kanten sauber entgratet  
Maße: B/H/T: z.B. 19-Zoll/1HE mind. 300mm  
Gehäusefront bestückt mit bis zu 24 Kupplungen, nummerisch beschriftet je Kupplung (1-24) mittels Siebdruckverfahren  
Alle Kupplungen müssen fest mit dem Gehäuse verschraubt sein, Clipvarianten sind unzulässig  
Eingriffshemmendes Grundgehäuse aus Metall, komplett montiert, frontbündige Montage  
Gehäuse ist ohne Werkzeug zu öffnen und kann komplett nach vorne ausgezogen werden (ohne Abkippen des Auszuges)  
Blindabdeckungen auf nicht benutzte Kabeleingänge und Frontplattenbohrungen montiert  
Kabeleinführung über 45°-Schrägeneinführung

Zugentlastung für mind. 2 LWL-Kabel, jeweils über universelle PG-Verschraubung und zusätzlicher Kabelabfangung aus Metall

<b>Temperaturbereich:</b>	Betrieb:	-10 bis +60 °C
	Transport und Lagerung:	-15 bis +70 °C
<b>Brandverhalten:</b>	geringe Rauchgasemission gemäß IEC 61034-2 halogenfrei gemäß IEC 60754-2	

**Bei Verwendung einer LWL-Verteilbox zum Abschluss werkseitig vorkonfektio-  
nierter Trunk Aufteilköpfe, gelten zusätzlich folgende Anforderungen:**

- Zugentlastung und Kabelabfangung zur Abfangung von mindestens zwei werkseitig vorkonfektionierten Trunk Aufteilköpfen (Einhängen der Aufteilköpfe, ohne Schrauben, Kabelbinder etc.)
- Kabelabführung wahlweise unter 45° nach rechts oder links



Abbildung 17: Beispiel einer LWL-Verteilbox 19"/1HE

## 4.3 Kupfer-Einzelkomponenten

### 4.3.1 Symmetrisches Datenkabel Cat. 7<sub>A</sub>

<b>Spezifikation:</b>	<b>Cat. 7<sub>A</sub> S/FTP, geprüft bis 1.000 MHz</b>
<b>Dimension (n x n x AWG):</b>	4x2xAWG22/1 (Simplex)
<b>Leiter:</b>	blankes Kupfer
<b>Gesamtschirm:</b>	verzinntes Kupfer-Geflecht
<b>Kabelkennzeichnung:</b>	Hersteller und Typ wischfest, kratzfest, beständig gegen Öle, Benzine, alkoholische Lösungsmittel bedruckt

#### **Elektrische und elektromagnetische Anforderungen:**

gemäß ISO/IEC 11801 Ed.2.2  
gemäß IEC 61156-5 Ed.2.1 (Cat.7<sub>A</sub>)  
mit CA: Type 1b (oder besser) und zT: Grade 2 (oder besser)  
geeignet für PoEP gemäß IEEE 802.3at  
geeignet für mind. 10 GBase-T gemäß IEEE 802.3an

#### **Mechanische Anforderungen:**

Zugfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21E1:  
≥ 130 N  
Querdrukfestigkeit gemäß IEC 60794-1-21E3:  
≥ 1.000N/10cm  
Biegeradius während der Installation:  
≤ 8x Außendurchmesser  
Biegeradius nach der Installation:  
≤ 4x Außendurchmesser  
Betriebstemperatur: -20°C bis + 60°C  
Verlegetemperatur: 0°C bis + 50°C

#### **Brandverhalten:**

FRNC/LS0H (Flame Retardant Non Corrosive / Low Smoke Zero Halogen)  
flammwidrig gemäß IEC 60332-1-2  
geringe Rauchgasemission gemäß IEC 61034-2  
halogenfrei gemäß IEC 60754-2

#### **Anmerkung:**

Werden symmetrische Datenkabel direktem Sonnenlicht ausgesetzt (beispielsweise bei Deckenmontage von Kabelpörschen in der Nähe von Oberlichtern), sind im Vorfeld der Installation ggf. Langzeitverträglichkeitstests bezüglich UV-Bestrahlung durchzuführen.

---

### 4.3.2 RJ45 Anschluss- und Rangierschnur (Patchkabel) Cat.6<sub>A</sub>

<b>Spezifikation:</b>	<b>Patchkabel Cat. 6<sub>A</sub> S/FTP, geprüft bis 500 MHz</b>
<b>Dimension (n x n x mm):</b>	4x2xAWG26/7
<b>Leiter:</b>	blanke Kupfer-Litze
<b>Ausführung:</b>	RJ45 beidseitig, durchgängig geschirmt
<b>Belegung:</b>	1:1
<b>Lieferlängen:</b>	Standard: 2,0 m bis 5,0 m Sonderfall: bis max. 15m
<b>Farbe:</b>	unterschiedliche Farbe bzw. farbliche Codierbarkeit, je nach Dienstanwendung  Die Farbe ist mit dem Nutzer abzustimmen.

#### **Elektrische und elektromagnetische Anforderungen:**

gemäß ISO/IEC 11801 Ed.2.2: 2011  
gemäß IEC 61935-2 Ed.3.0: 2010  
geeignet für PoEP gemäß IEEE 802.3at  
geeignet für mind. 10 GBase-T gemäß IEEE 802.3an

#### **Mechanische Anforderungen:**

Zugbelastbarkeit:  $\geq 300$  N  
360°-Schirmkontaktierung  
 $\geq 750$  Steckzyklen gemäß IEC 60603-7-5: 2010  
Betriebstemperatur: -20°C bis +60°C  
Knickschutz  
Rastnasenschutz auf beiden Seiten  
kontaktsichere Verriegelung mit der RJ45-  
Anschlusskomponente

#### **Brandverhalten:**

FRNC/LS0H (Flame Retardant Non Corrosive / Low  
Smoke Zero Halogen)  
flammwidrig gemäß IEC 60332-1-2  
geringe Rauchgasemission gemäß IEC 61034-2  
halogenfrei gemäß IEC 60754-2

#### **Anmerkung:**

Der konfektionierte Steckverbinder muss eine eindeuti-  
ge Zugentlastung für die flexiblen Anschluss- und Ran-  
gierkabel aufweisen. Das Verbindungselement muss  
eine sichere Verriegelung aufweisen, so dass ein unbe-  
absichtigtes Lösen des Steckers aus der Buchse im  
späteren Betrieb ausgeschlossen wird.

### 4.3.3 RJ45 Anschlussmodul Cat. 6<sub>A</sub>

**Spezifikation:** Modul Cat. 6<sub>A</sub>, geprüft bis 500 MHz  
(alternativ Keystone)

**Ausführung:** RJ45, voll geschirmt

**Belegungsart:** gemäß EIA/TIA-568-A

**Elektrische und elektromagnetische Anforderungen:**  
gemäß ISO/IEC 11801 Ed.2.2  
gemäß IEC 60603-7-51  
geeignet für PoEP gemäß IEEE 802.3at  
geeignet für mind. 10 GBase-T gemäß IEEE 802.3an

**Mechanische Anforderungen:**  
zum Beschalten mit massivem und  
flexiblem Kupferleiter AWG26 bis AWG22  
Zugentlastung getrennt von der Schirmkontaktierung  
360°-Schirmkontaktierung  
≥ 750 Steckzyklen gemäß IEC 60603-7-51  
Betriebstemperatur: -20°C bis +60°C

Passend für das Buchsenmodul muss ein umfangreiches Panel-, Kanaleinbau-, sowie Bodentankeinbauprogramm verfügbar sein. Abhängig von den örtlichen Begebenheiten werden diese Komponenten projektbezogen durch das Fachplanungsbüro ausgeschrieben.

#### **Mindestanforderungen für das Zubehör ist:**

- 19“-Verteilerfeld und Anschlussdosen müssen mit einer Staubschutzklappe für das RJ45-Modul ausgestattet sein.
- Jeder RJ45-Port am Verteilerfeld muss standardgemäß von 1-24 mittels Siebdruck gut leserlich beschriftet sein
- Jede RJ45-Datendose (1-fach bzw. 2-fach) muss die Möglichkeit zur individuellen Beschriftung (mit genügend Platz) bieten.
- Der RJ45-Port bei Datendosen und im Bodentank hat aus Gründen der Ergonomie sowie zur Verhinderung der leichten Beschädigung in einem Winkel von 45° als Schrägauslass zu erfolgen!
- Der RJ45-Port am Verteilerfeld wird als gerader Auslass montiert!
- Für Bodentankmontage, müssen entsprechend dem verbauten Bodentanksystem, passende Einsätze verfügbar sein, die eine fachgerechte Montage, unter Einhaltung aller kabel- und anschlusspezifischen Anforderungen, sicherstellen.
- Das Zentralstück zur Aufnahme der RJ45-Anschlussmodule muss zu den führenden Schalterprogrammherstellern kompatibel sein.

## 4.4 Spezifikation der Verteilerschränke

Eine detaillierte Planung von Verteilerschränken ist Grundlage für einen sicheren Betrieb der Basis-Infrastruktur. Je nach Auslegung und Ausstattung der Schränke kann die Verfügbarkeit solcher Netzwerke erheblich erhöht werden.

Es wird zwischen folgenden Verteilerschränken unterschieden:

- Standverteilerschrank
- Kleinstandverteiler
- Wandverteiler

**Forderungen und Vorschriften bezüglich der Ausstattung der Verteiler werden in diesem Kapitel beschrieben.**

**Hinweise:**

**Grundsätzlich sind Standverteilerschränke vorzusehen.**

Je nach Größe der Liegenschaft oder wenn die baulichen Gegebenheiten es erfordern können auch Kleinstandverteiler bzw. Wandverteiler vorgesehen werden.

**Bedarf es der Installation von Sonderlösungen, die von den Vorgaben abweichen, so ist dies im Vorfeld mit dem Auftraggeber abzustimmen.**

### 4.4.1 Allgemeine Anforderungen an die Konstruktion

Nachfolgende Anforderungen werden an Verteilerschränke gestellt:

- Material:
  - Stahlblech, alle Kanten sauber entgratet
- Materialstärke:
  - Schrankgerüst, Dachblech, Wände, Bodenblech:  $\geq 1,5$  mm
  - Tür:  $\geq 1,0$  mm
  - Seitenteile:  $\geq 0,7$  mm
  - Montageplatte:  $\geq 3,0$  mm
- Oberfläche:
  - Schrankgerüst: tauchgrundiert
  - Tür, Dach, Rückwand (alle Sichtflächen): pulverbeschichtet in RAL70xx (heller Grauton)
  - Montageplatte und Bodenbleche: verzinkt
  - Resistent gegen Öle, Benzine, alkoholische Lösungsmittel
- Profilschienen:
  - 19" nutzbare HE vorne und hinten montiert, tiefenvariable Ausführung, mit abgerundeten Profilkanten; Oberflächenausführung mit

kontinuierlicher Systemlochung (DIN-Maßraster von 25 mm), für die Aufnahme von 19“-Einbaueinheiten; keine Schieberahmen

- Kennzeichnung der Höheneinheiten
- Alle elektrisch leitfähigen Anbauteile geerdet (inkl. Komponenten zur Anbindung aller elektrisch leitfähigen Teile und Einbaueinheiten an den Potentialausgleich), Erfüllung der Schutzmaßnahmen gemäß IEC 60364-6
- Einteilige, verglaste Fronttür mit Sicherheitsglas; Türöffnungswinkel mindestens 120°
- Anschlag rechts bzw. links zur Beachtung der Fluchrichtungen, mit Griffen (Klappschließung), welche für die Aufnahme von Profil-Halbzylindern geeignet sind
- Mindestens zwei Schlüssler, die evtl. auf den Bestand abzustimmen sind
- Lüftungsschlitze für passive Be- und Entlüftung
- Abnehmbare gesteckte Seitenwände
- Seitliche Abfangung (links und rechts) der Datenkabel mit Hilfe von ausreichend (mindestens 4 Stck.) Kabelabfangschienen (C-Profil) aus Stahlblech und Winkeleisenschellen (inkl. Kunststoff-Gegenwannen)
- Rangierbügel aus Metall in ausreichender Anzahl
- Mit Staubschutz versehene Kabelzuführungen (z.B. Bürstenleiste) im Dach- und Bodenbereich
- Ausreichend Käfigmuttern, Schrauben und Unterlegscheiben für die Montage der 19“-Produkte in den **Größen M5 bzw. M6**
- Es ist darauf zu achten, dass bei der Einführung sämtlicher Daten- und Elektroanschlusskabel dieser Schutzgrad mittels kleiner, flacher Kabelbündelung eingehalten wird.

### Hinweise:

Erfolgt die Kühlung über die Raumluft, so müssen vorn und hinten gelochte Türen eingesetzt werden.

Erfolgt die Zufuhr der Kaltluft über den Doppelboden, muss vorn eine geschlossene Tür eingebaut sein.

Dachblech geschlossen in Abhängigkeit der notwendigen Belüftung des Schrankes und des Einsatzbereichs.

Erfolgt eine Kabeleinführung aus dem Doppelboden in den Verteilerschrank, so sind geteilte Bodenbleche zu verwenden.

---

## 4.4.2 Ergänzende Anforderungen an die Konstruktion

### 4.4.2.1 Potentialausgleich

- Um eine kurze und niederimpedante Anbindung der Einbaukomponenten zu ermöglichen, muss diese unmittelbar an eine frei wählbare 19“-Profilschienen montierbar sein
- Technische Daten:
  - Material: Cu
  - Querschnitt:  $\geq (15 \times 5)$  mm
  - Strombelastbarkeit:  $\geq 150$  A
  - geeignet zur Aufnahme von Leiteranschlussklemmen 2,5-25 mm<sup>2</sup>
- Der Erdungspunkt im Verteilerschrank ist mit der senkrechten Erdungsschiene vorne links zu verbinden (A= 25mm<sup>2</sup> und so kurz wie möglich)

### 4.4.2.2 Standverteilerschränke

Standverteilerschränke haben mind. folgende Bedingungen zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen zu erfüllen:

- Abmaße Schrankgerüst (HxBxT): (2.000x800x1000) mm (exkl. Sockel)
- Sockel H100mm
- Freie Kapazität für mind. 40 Höheneinheiten (HE)
- Mind. 1.500 kg Ladekapazität
- **Schutzklasse mindestens IP40**
- Stahltür hinten
- Mind. 2 an getrennten Stromkreisen abgesicherte Ventilatoren höchstmöglicher Ausbaustufen zur Wärmeableitung, getrennt regelbar
- 2 Steckdosenleisten mit mind. 5 Schuko-Steckdosen mit 45° Schrägauslass, fest montiert oder als 19“-Einbaumodul, jede Steckdosenleiste einzeln abgesichert und mit Überspannungsschutz versehen.
- Fest verbaute Beleuchtungseinheit vor den vorderen Winkelprofilschienen, mit Türkontaktschalter.
- An der Vorderseite und einer weiteren Seite muss der Zugang gewährleistet sein.

#### Hinweis:

Bei Verteilerräumen, die die erforderlichen baulichen und sicherheitsrelevanten Voraussetzungen erfüllen, kann auf die Umhüllung der Verteiler verzichtet und dieser als offener Einbaurahmen ausgeführt werden. Dies ist mit dem Auftraggeber im Vorfeld abzustimmen.

#### 4.4.2.3 Kleinstandverteiler

Kleinstandverteiler haben folgende Bedingungen zusätzlich zu erfüllen:

- Mindestabmaße Schrankgerüst (HxBxT): (1.000x800x800) mm (exkl. Sockel)
- Sockel H100mm
- Freie Kapazität für mind. 20 Höheneinheiten (HE)
- Mind. 1.000 kg Ladekapazität
- **Schutzklasse mindestens IP40**
- Stahltür hinten
- Mind. 2 an getrennten Stromkreisen abgesicherte Ventilatoren höchstmöglicher Ausbaustufen zur Wärmeableitung, getrennt regelbar
- 2 Steckdosenleisten mit mind. 5 Schuko-Steckdosen mit 45° Schrägauslass, fest montiert oder als 19“-Einbauweise, jede Steckdosenleiste einzeln abgesichert und mit Überspannungsschutz versehen.
- Fest verbaute Beleuchtungseinheit vor den vorderen Winkelprofilschienen, mit Türkontaktschalter.
- An der Vorderseite und einer weiteren Seite muss der Zugang gewährleistet sein.

#### Hinweis:

Kleinstandverteiler werden nur eingesetzt, wenn für einen Standverteilerschrank keine ausreichende Raumhöhe vorhanden ist. Dies ist mit dem Auftraggeber im Vorfeld abzustimmen.

#### 4.4.2.4 Wandverteiler

Nur in begründeten Ausnahmefällen, in denen kein separater Verteilerraum eingerichtet werden kann, sind Wandverteiler in Technikräumen zulässig. Dabei sind die besonderen IT-Sicherheitsbedenken zu beachten. Wandverteiler haben folgende Bedingungen zusätzlich zu erfüllen:

- Mindestabmaße Schrankgerüst (HxBxT): (600x600x450) mm
- Freie Kapazität für mind. 12 Höheneinheiten (HE)
- Mind. 50 kg Ladekapazität
- **Schutzklasse mindestens IP54**
- Mind. 1 regelbarer leiser Ventilator höchstmöglicher Ausbaustufen zur Wärmeableitung
- 2 Steckdosenleisten mit mind. 3 Schuko-Steckdosen mit 45° Schrägauslass, fest montiert oder als 19“-Einbauweise, jede Steckdosenleiste einzeln abgesichert und mit Überspannungsschutz versehen

### **Hinweis:**

Als Sonderfall und nur in begründeten Fällen ist ein Wandverteiler in Büroräumen erlaubt. Dabei sind, wie zuvor schon erwähnt, die besonderen IT-Sicherheitsbedenken (z.B. Schließung) zu beachten. Wandverteiler sind zudem mit geräuschgedämmten Wänden (Innenauskleidung mit flammenhemmendem Akustikschaum) aufzubauen.

### **4.4.3 Bestückungsschema der Verteiler**

Die Verteilerfelder sowie die aktiven Komponenten sind zur Schrankvorderseite ausgerichtet an den tiefenvariablen verzinkten Winkelprofilschienen mit Kreuzschlitzschrauben M5 bzw. M6 an allen dafür vorgesehenen Befestigungsmöglichkeiten anzuschrauben.

**Ein Verteiler darf zu max. 1/3 mit Verteilerfelder (LWL und Kupfer), Rangierfelder und Blindplatten gefüllt werden, damit genügend Platz zum Einbau von aktiven Komponenten und USV verbleibt.**

Die Winkelprofilschienen sind so anzubringen, dass genügend Freiraum zur Vordertür zur Aufnahme und fachgerechten Verlegung der Rangierkabel bleibt.

**Nach max. 2 Baugruppenträgern ist jeweils ein Rangierfeld einzubauen.**

Die Bestückung erfolgt nach dem folgenden Schema:

- Die erste HE bzw. die ersten zwei HE sind Blindabdeckungen. Damit ist sicherzustellen, dass genügend Freiraum zum Lüfter in der oberen Abdeckung des Verteilers vorhanden ist.
- Es folgen die Baugruppenträger (LWL-Verteilboxen bzw. LWL-Spleißboxen) für die LWL-Anschlüsse. Die ersten Anschlüsse führen zum Zentralverteiler (SKP), anschließend - falls erforderlich - zu weiteren TKP.
- Ein Rangierfeld für LWL-Anschlüsse schließt die Baugruppe ab.
- Es folgen die Verteilerfelder für die Kupfer-Anschlüsse zu den Anschlussdosen (TO). Die Kupfer-Backbone-Verbindungen werden am Schluss bzw. auf einem gesonderten Verteilerfeld aufgelegt.
- Ein Rangierfeld für Kupfer-Anschlüsse die Baugruppe ab
- Für eventuell vorhandene zeitweise parallel zu betreibende "alte" DV-Systeme und sonstige KomIn (z.B. Aufrufanlagen) sind nach jeweiligen Erfordernissen geeignete Installationen im Anschluss vorzusehen, die wiederum durch ein Rangierfeld abgeschlossen werden.
- Im Anschluss werden die aktiven Komponenten eingebaut. Der untere Bereich muss frei bleiben, damit USV eingebaut werden kann.



## **5 Abnahmemessungen und Dokumentation**

### **5.1 Abnahmemessungen**

Als weiterem Bestandteil der Qualitätssicherung sind vom Installationsunternehmen sämtliche installierten Kupfer- und LWL-Übertragungstrecken messtechnisch zu überprüfen. Die Art der Durchführung sowie die gültigen Bewertungskriterien werden nachfolgend detailliert dargestellt.

Jegliche zum Durchführen einer messtechnischen Prüfung entfernte Verpackung / Schutzeinrichtung muss ersetzt werden, um den geforderten Schutz bezüglich Umwelteinflüssen und physikalischer Beschädigung der Bauelemente wieder herzustellen.

Wenn zum Schutz von Bauelementen Schutzkappen oder Ähnliches verwendet wurden, dürfen diese nur zur Durchführung der Prüfung entfernt werden. Sie sind im Nachgang wieder anzubringen oder, falls erforderlich, zu erneuern, bis die Installation abgeschlossen ist.

#### **5.1.1 Messtechnik LWL**

##### **5.1.1.1 Allgemeine Hinweise**

Verunreinigte LWL-Steckstirnflächen beeinflussen die Messergebnisse einer LWL-Verkabelungs- bzw. Übertragungstrecke erheblich. Zur Gewährleistung einer hohen Messgenauigkeit sind Steckverbinder mit höchster Qualität und vom gleichen Hersteller zu verwenden. Ein Großteil der Fehler, die bei einer LWL-Verkabelung auftreten, sind auf verunreinigte LWL-Steckerstirnflächen zurückzuführen.

Daher ist unbedingt die Sauberkeit der LWL-Steckerstirnflächen mit einem Videomikroskop vor und nach jeder OTDR- Rückstremessung zu überprüfen, um sicherzustellen, dass durch den Messvorgang die LWL-Steckerstirnflächen weder verschmutzt noch beschädigt werden.

##### **5.1.1.2 Durchzuführende Messungen**

Bei der qualitativen Bewertung von LWL- Verkabelungen sind für jede LWL-Datenstrecke folgende Untersuchungen gemäß IEC 14763-3 durchzuführen:

- Ermittlung der Kabellänge mittels OTDR- Rückstremessung
- Durchführung einer OTDR- Rückstremessung zur Erstellung einer Rückstrekurve
- Ermittlung der Rückflussdämpfung sowie der Einfügedämpfung jedes Ereignisses aus der OTDR- Rückstrekurve (Stecker-Kupplung-Stecker)

Die OTDR- Rückstreuungsmessung ist bidirektional bei folgenden Wellenlängen durchzuführen:

- Singlemode: 1310 nm sowie 1550 nm
- Multimode: 850 nm sowie 1300 nm

**Anmerkung:**

**Für Multimode ist zusätzlich die Modenanregung (Encircled Flux) mittels Mode Controller nach IEC 61280-4-1 sicherzustellen.**

**Die Brechungsindizes sind entsprechend dem Datenblatt des Herstellers im Messgerät einzustellen.**

### 5.1.1.3 OTDR Rückstreuungsmessung

Die OTDR Rückstreuungsmessung mittels eines OTDR Messgerätes (OTDR: Optical Time Domain Reflectometer) liefert Informationen in graphischer Darstellung über die gesamte Faser- und Streckencharakteristik der installierten Strecke.

Alle verlegten LWL-Verkabelungsstrecken (vorkonfektioniert vom Hersteller oder in Spleißtechnik) müssen nach der Installation messtechnisch zu 100% überprüft und dokumentiert werden.

**Anmerkung:**

Die Vorgaben zur Prüfung einer LWL Verkabelungsanlage gemäß IEC 14763-3 (Errichtung und Betrieb von Standortverkabelung- Teil 3: Messungen von Lichtwellenleiterverkabelung) sind zwingend einzuhalten und anzuwenden.

### 5.1.1.4 Zugelassene Messgerätehersteller

Damit eine standardisierte und harmonisierte Verwaltung der Messergebnisse möglich ist, dürfen die Messungen der informationstechnischen LWL Verkabelung ausschließlich mit geeigneten Messgeräten durchgeführt werden, welche die in den folgenden Kapitel aufgeführten Einstellungen zulassen.

#### 5.1.1.4.1 Pulslänge und Messzeit

Die Pulslänge beeinflusst das zeitliche sowie das regelmäßige Auflösungsvermögen eines OTDR's. Kurze Pulslängen generieren eine höhere ortsbezogene Auflösung mit kleinen Totzonen. Mit größeren Pulslängen steigen Reichweite und Pegelauflösung sowie die Totzonen nehmen zu. Aufgrund der gestiegenen Totzonen reduziert sich die ortsbezogene Auflösung.

Messzeit:

Es ist darauf zu achten, dass die Messzeit ausreichend lange eingestellt wird, um durch die Mittelwertbildung vieler Einzelmessungen ein genaues und rauschfreies Ergebnis zu erhalten:

$$t_{\text{mess}} \geq 20 \text{ s}$$

Pulslänge:

Die Pulslänge ist so zu wählen, dass die ortsbezogene Auflösung hoch genug ist, um jeden Stecker-Kupplung-Steckerübergang (ggf. inkl. Spleiß) über die LWL-Strecke zu bewerten.

Zur Orientierung nachfolgende entsprechende Pulsängen:

Pulslänge	3 ns	10 ns
Auflösungsvermögen	0,3 m	1 m

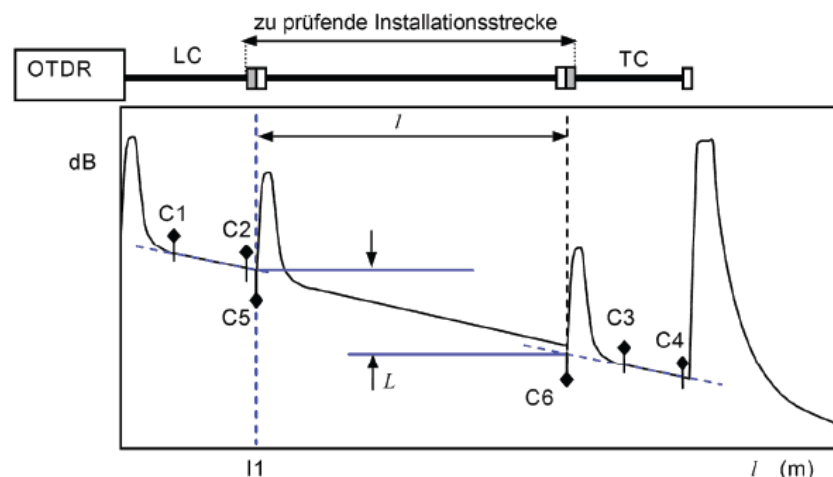
Tabelle 4: Beispielhafte Pulsbreiten und Auflösungsvermögen

**Anmerkung:**

Das OTDR ist jedoch so einzustellen, dass bei der kleinstmöglichen Pulslänge ein rauschfreier Kurvenverlauf ermittelt wird.

**5.1.1.4.2 Vorgaben zur bidirektionalen OTDR Rückstreuung inkl. Mittelwertermittlung**

Es sind Rückstreuungsmessungen mittels OTDR gemäß IEC 14763-3 durchzuführen. Die Messung hat je Faser mit allen Wellenlängen bidirektional zu erfolgen, ebenso ist die Verwendung einer Vor- und Nachlaufsfaser vorgeschrieben.



**Legende**

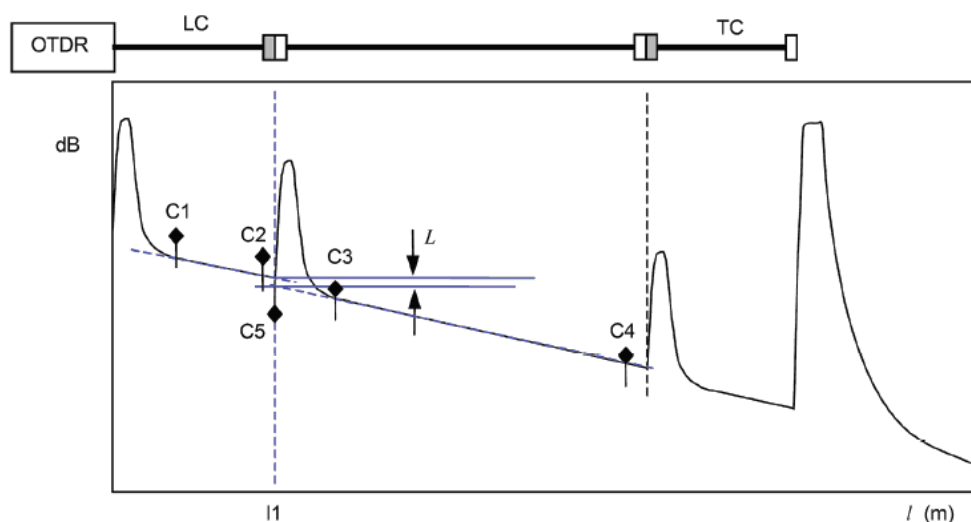
- LC Vorlaufsfaser
- TC Nachlaufsfaser
- C1, C2, C3, C4 Positionsanzeiger zur Definition der linearen Regression
- C5, C6 Positionsanzeige die Dämpfung betreffend
- A Dämpfung der Installationsstrecke
- L Länge der Installationsstrecke

Abbildung 19: Darstellung einer OTDR Rückstreuung

Im Anschluss an die Messung hat, mittels Auswerte Software, eine Mittelwertermittlung zu erfolgen. Für die Ermittlung werden die bidirektional erzeugten Rückstreukurven gespiegelt dargestellt.

Die Darstellung der überlagerten Rückstreukurven A --> B und B -->A ist Bestandteil der Dokumentation.

Zusätzlich ist für jedes Ereignis (Stecker-Kupplung-Stecker) eine Mittelwertbildung aus den jeweils beiden OTDR Rückstreukurven (Messrichtung A --> B und B -->A) die resultierende Einfügedämpfung zu ermitteln



**Legende**

- LC Vorlaufschnur
- TC Nachlaufschnur
- C1, C2, C3, C4 Positionsanzeiger zur Definition der linearen Regression
- C5 Positionsanzeige die Dämpfung betreffend
- $L$  Dämpfung des gemessenen Steckverbinders

Abbildung 20: OTDR Rückstreumessung der Koppelstellen/Steckverbinder (Prinzipskizze)

### 5.1.1.4.3 Grenzwerte

Folgende Grenzwerte sind bei den OTDR Rückstremessungen einzuhalten:

	<b>Singlemode/ Multimode</b>	<b>Einfügedämpfung / dB</b>
<b>LSH/APC bzw. E2000™ APC</b> (Stecker-Kupplung-Stecker)	Singlemode (1310 nm / 1550 nm)	<b>≤ 0,4</b> (inkl. Spleiß: ≤ 0,5)
<b>LC PC</b> (Stecker-Kupplung-Stecker)	Multimode (850 nm / 1300 nm)	<b>≤ 0,4</b> (inkl. Spleiß: ≤ 0,5)
<b>Installationsstrecke (CIL)</b>	Singlemode (1310 nm / 1550 nm)	<b>≤ 6,2</b>
<b>Installationsstrecke (CIL)</b>	Multimode (850 nm / 1300 nm)	<b>≤ 2,0</b>
<b>Spleiß</b>	-	<b>≤ 0,1</b>
<b>LWL-Faser</b>	-	Grenzwerte gemäß ISO/IEC 11801

Tabelle 5: Grenzwerte für Einfügedämpfung

	<b>Singlemode/ Multimode</b>	<b>Rückfluss- dämpfung / dB</b>
<b>LSH/APC bzw. E2000™ APC</b> (Stecker-Kupplung-Stecker)	Singlemode (1310 nm / 1550 nm)	<b>≥ 60</b>
<b>LC PC</b> (Stecker-Kupplung-Stecker)	Multimode (850 nm / 1300 nm)	<b>≥ 40</b>

Tabelle 6: Grenzwerte für Rückflusdämpfung

### 5.1.1.5 Dokumentation

Alle OTDR Messergebnisse (inkl. OTDR Rückstreu Kurve sowie Ereignistabelle) sind dem Auftraggeber in strukturierter Form sowohl im PDF-Format als auch in herstellerspezifischer, elektronischer Form inkl. Viewer-Software zu übergeben.

Der Installationsdienstleister hat dafür Sorge zu tragen, dass alle von ihm erstellten Messprotokolle fehlerfrei hinterlegt sind.

Für jede OTDR Rückstreuungsmessung muss ein separates Messprotokoll vorliegen, welches mindestens folgende Angaben beinhaltet:

- Projektbezeichnung
- Faser- und Kabelnummer
- Bediener
- Datum/Uhrzeit der Messung
- Gerätebezeichnung
- Wellenlänge
- Pulsbreite
- Erfassungszeit
- Messbereich
- Auflösung
- Brechzahlindex der Faser
- Anfangs- und Endpunkt der Messung (Angabe der Messrichtung)
- Länge der installierten optischen Verkabelungsstrecke
- Länge der Vor- und Nachlauf faser
- OTDR Messkurve
- Ereignistabelle

## 5.1.2 Messtechnik Kupfer

### 5.1.2.1 Bewertungskriterien

Die strukturierte Cu- Verkabelung muss den Anforderungen der Leistungsklasse E<sub>A</sub> Permanent Link 2 (2 Connector) gemäß ISO/IEC 11801 genügen.

### 5.1.2.2 Zugelassene Messgerätehersteller

Die Prüfmessungen müssen mit einem zugelassenen Messgerät durchgeführt werden, welches nachweislich mindestens der Qualitätsstufe „Level IV“ gemäß IEC 61935-1 entspricht.

#### 5.1.2.2.1 Kalibrierung

Die Prüfmessungen müssen mit nachweislich aktuell kalibrierten Messgeräten durchgeführt werden (letzte Kalibrierung max. 1 Jahr zurückliegend).

#### 5.1.2.2.2 Software- Version

Die eingesetzten Messgeräte müssen über die zum Zeitpunkt der Messung aktuellste Software-Version verfügen.

#### 5.1.2.2.3 Messköpfe

Für die Messungen sind nur die von den Herstellern für diese Messung vorgesehenen Messköpfe zu verwenden.

### 5.1.2.3 Wichtige Messgeräteeinstellungen

Folgende Parameter sind im Setup des Messgerätes unbedingt einzustellen:

- NVP- Wert (entsprechend Datenblatt des Installationskabels)
- „Grenzwert“ ist die ISO/IEC 11801 Klasse E<sub>A</sub> Permanent Link 2 (2 Connector)

### 5.1.2.4 Prüfparameter

Es müssen je Kupfer- Datenstrecke folgende Parameter ermittelt werden:

- Verdrahtungsplan
- Kabellänge
- Gleichstromwiderstand
- Laufzeit

- Laufzeitdifferenz

Darüber hinaus müssen zusätzlich folgende Parameter im Frequenzbereich 1 MHz bis mindestens 500 MHz ermittelt werden:

- Einfügedämpfung
- Nahnebensprechdämpfung, NEXT (beidseitig)
- Rückflusdämpfung (beidseitig)
- ACR-F (beidseitig)
- ACR-N (beidseitig)
- PS NEXT (beidseitig)
- PS ACR-F (beidseitig)
- PS ACR-N (beidseitig)

#### **5.1.2.5 Dokumentation**

Alle Messergebnisse sind dem Auftraggeber in strukturierter Form sowohl im PDF-Format als auch in herstellerspezifischer, elektronischer Form inkl. Viewer-Software zu übergeben.

Der Installationsdienstleister hat dafür Sorge zu tragen, dass alle von ihm erstellten Messprotokolle fehlerfrei hinterlegt sind

## **5.2 Übergeordnete Begutachtung**

Der Auftraggeber behält sich vor, einen neutralen Dritten mit baubegleitenden Inspektionen zu beauftragen.

## 5.3 Beschriftung und Etikettierung

Zur eindeutigen Kennzeichnung von Einrichtungen und Einzelkomponenten der Basis-Infrastruktur sind geeignete Etiketten zu installieren. Die Etikettierung hat durch den Installateur zu erfolgen und muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Etiketten sind maschinell zu erstellen.
- Etiketten müssen dauerhaft am Objekt befestigt werden.
- Etiketten müssen widerstandsfähig gegenüber den am Ort der Installation herrschenden Umgebungsbedingungen (wie Luftfeuchte, Hitze oder UV-Strahlung) sein und für eine Lebensdauer ausgelegt sein, die derjenigen der etikettierten Komponente entspricht.

### **Anmerkung:**

**Die Schriftgröße auf den Etiketten muss so gewählt werden, dass diese leicht lesbar sind.**

Folgende Einzelkomponenten sind daher eindeutig zu beschriften:

- Verteilerschränke
- Verteilerfeld (LWL und Kupfer) inkl. der Ports
- Datendosen (Kupfer)
- Installationskabel (LWL und Kupfer)
- Potentialausgleichsschienen

Der Beschriftungsschlüssel ist aus den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen und einzuhalten.

### 5.3.1 Beschriftung Verteilerschrank

Jeder Verteilerschrank erhält eine eindeutige Bezeichnung die auf die jeweilige Liegenschaft bezogen ist.

Die Beschriftung der Verteilerschränke ist vor Bauausführung mit dem Auftraggeber abzustimmen.

### **Anmerkung:**

Falls es sich um einen geschlossenen Verteilerschrank handelt, ist zu beachten, dass die Bezeichnung bei geschlossener und geöffneter Tür von außen deutlich zu lesen ist.

### 5.3.2 Beschriftung Verteilerfeld

Jedes Verteilerfeld muss mit einer eindeutigen und unverlierbaren Beschriftung versehen sein, in der jeweiligen Beschriftung ist der Rückbezug auf den Einbauort vorhanden:

- **1.Feld:** Bezeichnung des Verteilerfeldes im Verteilerschrank (fortlaufend von oben alphabetisch; A, B, C, ...)
- **2.Feld:** Portnummer am Verteilerfeld (01, 02, ...)

Bsp.:

**D** - **20**

#### **Anmerkungen:**

**Die Bezeichnungen der Verteilerfelder werden fortlaufend und von oben nach unten geführt. Hierbei ist zu beachten, dass Blindplatten und auch Rangierfelder bei der Nummerierung mit einbezogen werden.**

Die einzelnen Portnummern sind von 1 bis 24 aufsteigend, von links nach rechts und von oben nach unten je Panel zu beschriften.

Die Portbeschriftung hat herstellerseitig in einer leicht lesbaren Schriftgröße durch Siebdruck zu erfolgen.

### **5.3.3 Beschriftung Datendosen**

Jede Datendose ist mit einer eindeutigen und raumunabhängigen Beschriftung zu versehen. Folgende Informationen müssen in der Beschriftung enthalten sein:

- **1.Feld:** Verteilerschrank
- **2.Feld:** Bezeichnung des Verteilerfeldes im Verteilerschrank
- **3.Feld:** Portnummer am Verteilerfeld

Bsp.:

**VT-08** - **E** - **20**

#### **Anmerkungen:**

Für die Beschriftung sind die vom Hersteller vorgesehenen Beschriftungsfelder zu nutzen. Die eingelegten Papierstreifen sind in schwarz auf weißem Untergrund zu bedrucken.

Eine Doppeldose erhält immer zwei Dosennummern (eine pro Port)!

---

### 5.3.4 Beschriftung der installierten Kabel

Alle verlegten LWL-Kabel und symmetrischen Datenkabel (Kupfer-Kabel) müssen beidseitig an den Enden mittels Labels beschriftet werden. Die Beschriftung der Kabel muss wie bei der Datendose folgende Informationen beinhalten:

- **1.Feld:** Verteilerschrank
- **2.Feld:** Bezeichnung des Verteilerfeldes im Verteilerschrank
- **3.Feld:** Portnummer am Verteilerfeld

Bsp. Kupfer:

**VT-08** - **E** - **20**

**Hinweis:**

**Bei LWL-Kabeln wird aufgrund der Anzahl der Fasern der erste und letzte Port aufgeführt.**

Bsp. LWL:

**VT-08** - **C** - **1/24**

### 5.3.5 Beschriftung der Potentialausgleichsschienen

- Potentialausgleichsschienen sind im sichtbaren Bereich an Wänden oder Stützen durch weiße Resopalschilder mit schwarzem Aufdruck „PA Anschluss“ (Schriftgröße:  $\geq 25$  mm) zu kennzeichnen.
- Bei PA-Anschlussmöglichkeiten in der Fläche des Raumes hat die Kennzeichnung durch das Anbringen einer abriebfesten Beschriftung mit Erdungssymbol auf der Bodenplatte zu erfolgen.

## 5.4 Dokumentation

Die Dokumentation ist systematisch und strukturiert aufzubauen. Sie ist dem Auftraggeber in elektronischer Form zu übergeben. Die Abgabe der Dokumentation nur in Papierform ist nicht zulässig.

Die Ordner werden durch beschriftete Register in folgende Abschnitte unterteilt:

### Dateninstallation

- Schematadarstellung der Primär-, Sekundär- und Tertiär-Verkabelung
- Kabellisten inkl. Start- und Zieladresse und Beschriftung,
- Blockschaltpläne für zusammengehörige Anlagengruppen einschließlich der Steigleitungs- bzw. Kabelpläne,
- Bestückungspläne der Verteilerschränke inkl. Belegung aller LWL- und RJ45-Verteilerfelder,
- Fabrikats- und Typenliste sowie inkl. Datenblätter der eingesetzten Produkte,
- Zusammenstellung der Messprotokolle für die LWL- und Kupferdatenübertragungskabel in herstellerspezifischem Format,
- Kalibriernachweise der Messgeräte,
- Zertifizierungsnachweise der Installateure,
- Gerätelisten mit Angabe von Fabrikaten und Typen,
- Trassenbelegungs- und Kabelverlegungspläne für Innen- und Außenverkabelungen,
- Grundrisszeichnungen (Maßstab 1:50) mit den Eintragungen der Dateninstallation.

### Elektroinstallation

- Blockschaltbild für zusammengehörige Anlagengruppen einschließlich Steigleitungs- bzw. Kabelpläne,
- Übersichtsschaltpläne in einpoliger Darstellung
- Installationspläne (Maßstab 1:50) mit eingetragenen Starkstrominstallationen,
- Klemmpläne z.B. für HV, UV
- Gerätelisten mit Angabe von Fabrikaten und Typen,
- Isolationsmessung für Kabel- und Leitungsanlagen
- Messprotokoll für Schleifenwiderstand

Für die Dokumentation in elektronischer Form sind folgende Formate vorzusehen:

- PDF
- Word
- Excel
- AutoCAD

---

## 6 Glossar

AP	WLAN-Accesspoint	TKP	Tertiärer Konzentrationspunkt
CA	Coupling Attenuation	TN-C	Terre Neutre Combiné
CISPR	comité international spécial des perturbations radioélectriques	TN-S	Terre Neutre Séparé
Cu	Kupfer	TO	Telecommunication Outlet
DIN	Deutsche Industrie Norm	TR	technical report
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit	USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
EN	Europäische Norm	VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
EVU	Energieversorgungsunternehmen	VLAN	Virtual Local Area Network
HE	Höheneinheit	VoWLAN	Voice over WLAN
HOAI	Honorar Ordnung für Architekten und Ingenieure	VPAA	Vermaschte Potential-Ausgleichsanlage
IEC	international electrotechnical commission	WAN	Wide Area Network
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	WLAN	Wireless Local Area Network
ISO	international organization for standardization	zT	Transferimpedanz
KomIn	Kommunikations-Infrastruktur		
LABS	silikonhaltigen oder lackbenetzungsstörende Substanzen		
LEMP	lightning electromagnetic pulse		
MICE	mechanical, ingress, climatic, electromagnetic		
MM	Multimode		
OTDR	Optical-Time-Domain-Reflectometry		
PA	Potentialausgleich		
PKP	Primärer Konzentrationspunkt		
PoE	Power over Ethernet		
PSA	Persönliche Schutzausrüstung		
RJ45	registered jack type 45		
SEMP	switching electromagnetic pulse		
SFTP	screened foiled twisted pair		
SKP	Sekundärer Konzentrationspunkt		
SM	Singlemode		

## 7 Normen

Bei Planung und Ausführung sind die jeweils gültigen Normen, Richtlinien und die vertraglichen Vereinbarungen zu beachten.