



# Planungshandbuch Passives Datennetz Städtisches Klinikum München GmbH

Version: 2.4.0  
Status: zur Verwendung  
Stand: 11. Mai 2016

## Revisionsblatt

Lfd. Nr	Vers.-Nr., alt	Kapitel-Nr.	Kapitelbezeichnung Beschreibung der Änderungen	Kap., neu	Vers.-Nr., neu	Datum der Bearbeitung	Name des Bearbeitenden
1	0.0.1	Alle	Erstellung Draft				Martin Dirnberger
2	0.9.9	Alle	Erstellung des Drafts zur Verwendung unter Vorbehalt			07.08.08	Martin Dirnberger
3	1.0.0	Alle	Erste Version			22.02.09	Martin Dirnberger
4	1.0.0	Alle	Überarbeitung (Schreibfehler) und Patchkabelbeschriftung			27.03.09	Martin Dirnberger
5	1.0.0	Alle	Komplette Überarbeitung Handbuch / insbesondere Normen und Standards an aktuelle Vorgaben angepasst		1.1.0	23.02.11	Jens Dittrich
6	1.1.0	Alle	Integration der Anmerkungen aus den Workshop vom 25.02.2011 Aktualisierung der Übertragungsparameter Ergänzung Positivliste		1.2.0	05.04.11	Martin Dirnberger
7	1.2.0	Alle	Komplette Überarbeitung Handbuch / insbesondere Normen und Standards an aktuelle Vorgaben angepasst		2.0.0	01.08.15	Jens Dittrich
8	2.0.0	Alle	Überarbeitung und Ergänzung aller Kapitel unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Workshops aus Q4/2015		2.1.0	18.01.16	Martin Dirnberger
9	2.1.0	Alle	Überarbeitung und Ergänzung aller Kapitel unter Berücksichtigung der Gesprächsergebnisse aus der Abstimmung mit Herrn Pipia (KW 08)		2.2.0	29.02.16	Martin Dirnberger
10	2.2.0	Alle	Integration der Anmerkungen von Herrn Wetzel. Detail-Überarbeitung in allen Kapiteln.		2.3.0	01.04.16	Martin Dirnberger
11	2.3.0	Alle	Überarbeitung und Ergänzung aller Kapitel unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Workshops aus KW 16 (2016)		2.4.0	25.04.16	Martin Dirnberger
12	2.4.0	Alle	Anpassung der Positivliste Kupfer (10.2)		2.5.0	21.10.16	Bernd Prößner

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Standard-PIN-Belegung am RJ45-Stecker	- 22 -
Abbildung 2: Theoretischer und praktischer Querschnittsflächenbedarf (Faktor 1,4)	- 47 -
Abbildung 3: Gitterrinne (nur in Verteilerräumen zulässig)	- 49 -

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Auszug aus dem Revisionsblatt
Tabelle 2	Verkabelungsstrukturen
Tabelle 3	Verkabelung Büroumgebung
Tabelle 4	Verkabelung Patientenzimmer
Tabelle 5	Verkabelung Funktionsräume
Tabelle 6	Verkabelung Operationssäle
Tabelle 7	Verkabelung sonstige Räume
Tabelle 8	Farben und Kennzeichnung der Verkabelung
Tabelle 9	Verlegebedingungen der Tertiär-Verkabelung
Tabelle 10	Beschriftung von Datenkabeln
Tabelle 11	Auszug aus der EN 50173-1
Tabelle 12	Anforderung an die Leistungsfähigkeit von Einmoden-Lichtwellenleitern der Kategorie OS1
Tabelle 13	Anforderung an die Leistungsfähigkeit von Einmoden-Lichtwellenleitern der Kategorie OS2
Tabelle 14	Zug- und Querfestigkeiten von Bündeladern
Tabelle 15	Verlegungsbedingungen von LWL-Kabeln
Tabelle 16	Messdokumentation
Tabelle 17	Messdurchführung

## Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AN	Auftragsnehmer
BRK	Brüstungskanal
BV	Backboneverteiler
DD	Datendoppeldosen
EV	Etagenverteiler
GLT	Gebäudeleittechnik
GV	Gebäudeverteiler
HE	Höheneinheiten
LWL	Lichtwellenleiter
MLAR	Musterleitungsanlagenrichtlinie
RZ	Rechenzentrum
S/FTP	Twisted-Pair-Kupferkabel
STKM	Städtisches Klinikum München GmbH
TA	Informationstechnische Anschlussdose
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung

## INHALTSVERZEICHNIS

REVISIONSBLATT .....	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	II
TABELLENVERZEICHNIS .....	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	IV
INHALTSVERZEICHNIS .....	V
<b>1. ERLÄUTERUNGEN ZUM PLANUNGSHANDBUCH .....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1 IMPRESSUM .....	- 1 -
1.2 COPYRIGHT .....	- 2 -
1.3 DOKUMENTENVERSION .....	- 2 -
1.3.1 Änderungsmanagement.....	- 2 -
1.3.2 Revisionsblatt .....	- 3 -
1.3.3 Versionsnummer .....	- 3 -
1.4 GELTUNGSBEREICH DES HANDBUCHES .....	- 4 -
<b>2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN.....</b>	<b>- 5 -</b>
2.1 STRUKTURIERTE VERKABELUNG .....	- 5 -
2.2 PHYSIKALISCHES KABELNETZ.....	- 5 -
2.2.1 Primärverkabelung: .....	- 5 -
2.2.2 Sekundärverkabelung: .....	- 5 -
2.2.3 Tertiärverkabelung:.....	- 6 -
2.3 ZUORDNUNG DER KABELTYPEN .....	- 6 -
<b>3. NORMUNGSSTAND.....</b>	<b>- 7 -</b>
<b>4. ALLGEMEINE PLANUNGSGRUNDLAGEN STKM.....</b>	<b>- 9 -</b>
4.1 ANFORDERUNGEN IM KRANKENHAUSUMFELD .....	- 9 -
4.2 ANFORDERUNGEN AUS DEM BRANDSCHUTZ .....	- 10 -
4.3 ANFORDERUNGEN BEI UMBAUTEN .....	- 10 -
4.4 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN FÜR VERTEILERRÄUME.....	- 11 -
4.5 GRUNDSÄTZLICHE VERKABELUNGSSTRUKTUR .....	- 12 -
4.6 TERTIÄRVERKABELUNG .....	- 13 -
4.6.1 Büroumgebung.....	- 13 -
4.6.2 Patientenzimmer .....	- 14 -
4.6.3 Funktionsräume .....	- 14 -
4.6.4 Operationssäle / Einleitungsräume / medizinisch genutzte Räume gem. VDE 0100-710 Gruppe 2 ..	- 15 -
4.6.5 Sonstige Räume.....	- 16 -
4.7 INFRASTRUKTUR FÜR WLAN-FUNKVERSORGUNG.....	- 16 -
4.8 INFRASTRUKTUR FÜR SONSTIGE FUNKVERSORGUNG.....	- 17 -

### 5 INSTALLATION MIT SYMMETRISCHEN KUPFERKABELN..... - 18 -

5.1	GRUNDSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN .....	- 18 -
5.1.1	Technische Anforderungen .....	- 18 -
5.1.2	Abnahmemessung der installierten Strecken .....	- 19 -
5.1.3	Besondere Installationsrichtlinien .....	- 20 -
5.1.4	Steckverbindersystem .....	- 20 -
5.1.5	Erdungsmöglichkeit der Anschlussdosen .....	- 21 -
5.1.6	Anschlusschnur und Rangierschnur .....	- 21 -
5.1.7	Berücksichtigung von Redundanz .....	- 23 -
5.1.8	Verlegebedingungen für Tertiär-Installationskabel .....	- 23 -
5.1.9	Beeinflussung der Übertragungseigenschaften durch Verlegefehler .....	- 24 -
5.1.10	Biegebelastung .....	- 25 -
5.1.11	Torsion .....	- 25 -
5.1.12	Druckbelastung .....	- 25 -
5.1.13	Temperaturbeanspruchung .....	- 25 -
5.1.14	Besonderheiten im Rahmen von Nachverkabelungen .....	- 25 -
5.1.15	Herstellerübergreifende Vorschriften beim Anschluss an Rangierfeld und Dose .....	- 26 -
5.1.16	Beschriftung von Datendosen und Patchpanel .....	- 27 -
5.2	KLASSE-E <sub>A</sub> -VERKABELUNG .....	- 28 -
5.2.1	Eignungsnachweise .....	- 28 -
5.2.2	Definition Kabelaufbau .....	- 28 -
5.3	ÜBERTRAGUNGSWERTE .....	- 29 -
5.3.1	Installationskabel (Tertiärkabel) .....	- 29 -
5.3.2	Übertragungswerte für das Anschlusssystem .....	- 29 -
5.3.3	Übertragungswerte für die Anschlusskabel .....	- 30 -
5.3.4	Übertragungswerte für die Verkabelungsstrecken (Permanent Link) .....	- 30 -
5.3.5	Übertragungswerte für den Übertragungskanal (Channel) .....	- 30 -

### 6 INSTALLATION MIT LICHTWELLENLEITERN..... - 31 -

6.1	TECHNISCHE ANFORDERUNGEN .....	- 31 -
6.2	SPEZIFIKATION DER EMPFOHLENE KOMPONENTEN .....	- 32 -
6.3	ABNAHMEMESSUNG DER INSTALLIERTEN STRECKEN .....	- 32 -
6.4	BESONDERE INSTALLATIONSRICHTLINIEN .....	- 33 -
6.5	ZIELE DER LICHTWELLENLEITERVERKABELUNG .....	- 33 -
6.6	ÜBERTRAGUNGSTECHNISCHE PARAMETER .....	- 33 -
6.6.1	Spleißdämpfung .....	- 34 -
6.6.2	Bandbreiten-Längenprodukt (50 µm Faser) .....	- 34 -
6.6.3	Anforderungen an Einmoden-Lichtwellenleiter der Kategorie OS1 und OS2 .....	- 34 -
6.7	FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN .....	- 35 -
6.7.1	Kabelmaterialien .....	- 35 -
6.7.2	Steckverbinder und Kupplungen .....	- 36 -
6.7.3	Pigtails .....	- 37 -
6.7.4	LWL-Rangierfelder .....	- 37 -
6.7.5	Anschlusschnur und Rangierschnur .....	- 38 -
6.8	BESONDERE INSTALLATIONSRICHTLINIEN BEI GLASFASERVERKABELUNGEN .....	- 39 -
6.8.1	Zu beachtende Verlegungsbedingungen .....	- 39 -
6.8.2	Vorschriften beim Anschluss an Rangierfeld .....	- 43 -
6.8.3	Beschriftung .....	- 43 -

<b>7</b>	<b>TRASSEN</b>	<b>- 44 -</b>
7.1	ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN	- 44 -
7.2	KABELTRASSEN IM INNENBEREICH	- 45 -
7.2.1	Bestimmung der Trassenbreite	- 46 -
7.2.2	Kabelrinnen	- 48 -
7.2.3	Steigleiter	- 49 -
7.2.4	Brüstungskanal (BRK)	- 50 -
7.2.5	Leitungsführungskanal (LFK)	- 53 -
7.2.6	Panzerrohr	- 53 -
7.2.7	Flexibles Stahlpanzerrohr	- 53 -
7.2.8	Mediensäule	- 53 -
7.2.9	Estrichbündige- bzw. Estrichüberdeckende Kanalsysteme	- 54 -
7.2.10	Steigschächte	- 54 -
7.2.11	Einhausungen (Brandschutz)	- 54 -
<b>8</b>	<b>VERTEILERRAUM UND VERTEILERSCHRÄNKE</b>	<b>- 57 -</b>
8.1	VERTEILERSCHRANKTYPEN	- 57 -
8.2	VERTEILERSCHRANKAUFBAU	- 58 -
8.3	VERTEILERRÄUME	- 60 -
8.3.1	Rechenzentrum	- 60 -
8.3.2	Standortverteiler	- 60 -
8.3.3	Gebäudeverteiler	- 61 -
8.3.4	Etagenverteiler	- 61 -
8.4	VERBINDUNGEN DER VERTEILERRÄUME	- 62 -
8.4.1	Grundsätzliche Struktur der Anbindung	- 62 -
8.4.2	Anbindung Gebäudeverteiler an Standortverteiler	- 62 -
8.4.3	Anbindung Etagenverteiler an Gebäudeverteiler / Standortverteiler	- 63 -
8.5	ALLGEMEINE VORGABEN ZU VERTEILERRÄUME UND VERTEILERSCHRÄNKE	- 63 -
8.5.1	Lage von Verteilerräumen	- 63 -
8.5.2	Grundsätzliche Anforderungen an Verteilerräume	- 63 -
8.5.3	Elektrotechnische und klimatechnische Versorgung	- 64 -
8.5.4	Platzbedarf pro Schrank und Raumpositionierung	- 64 -
8.5.5	Dimensionierung der Verteilerräume	- 64 -
8.5.6	Höhe der Verteilerräume	- 65 -
8.5.7	Decke und Wände von Verteilerräumen	- 65 -
8.5.8	Verteilerraumtüren	- 66 -
8.5.9	Zugangskontrolle	- 66 -
8.5.10	Ausführung des Verteilerraumbodens	- 66 -
8.5.11	Statik	- 69 -
8.5.12	Trassensystem	- 70 -
8.5.13	Rauminterieur	- 70 -



<b>9</b>	<b>MESSUNGEN, DOKUMENTATION SOWIE BESCHRIFTUNG .....</b>	<b>- 71 -</b>
9.1	MESSUNG DER INSTALLATIONEN MIT SYMMETRISCHEN KUPFERKABELN .....	- 71 -
9.1.1	Messgeräte .....	- 71 -
9.1.2	Messverfahren .....	- 71 -
9.1.3	Dokumentation der Messung .....	- 73 -
9.2	EINMESSUNG VON VERBINDUNGEN AUF BASIS VON LICHTWELLENLEITERN .....	- 75 -
9.2.1	Dämpfungsmessung .....	- 76 -
9.2.2	OTDR-Messung .....	- 77 -
9.3	DOKUMENTATION DER MESSPROTOKOLLE .....	- 79 -
9.3.1	Messprotokolle LWL-Messung .....	- 79 -
9.3.2	Messprotokolle für Messungen der symmetrischen Kupferkabel .....	- 80 -
9.3.3	Messprotokolle hochpaarige Installationskabeln .....	- 80 -
9.3.4	Muster-Messprotokoll .....	- 81 -
9.4	INTEGRATION IN ÜBERGREIFENDE DOKUMENTATIONEN .....	- 81 -
9.5	BRANDSCHUTZDOKUMENTATION .....	- 82 -
<b>10</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>- 83 -</b>
10.1	POSITIVLISTE SYMMETRISCHES DATENKABEL .....	- 83 -
10.2	POSITIVLISTE KUPFER-ANSCHLUSSTECHNIK.....	- 83 -
10.3	POSITIVLISTE LICHTWELLENLEITER .....	- 83 -
10.4	POSITIVLISTE LWL-ANSCHLUSSTECHNIK.....	- 84 -
10.5	POSITIVLISTE USV-KOMPONENTEN .....	- 84 -
10.6	MUSTER-MESSPROTOKOLL (KUPFER) .....	- 85 -
10.7	POSITIVLISTE VERTEILERSCHRÄNKE.....	- 86 -
10.7.1	EDV-Verteilerschrank Typ 1 Aktiv- / Serversysteme .....	- 86 -
10.7.2	EDV-Verteilerschrank Typ 2 Passiver Datenschrank .....	- 87 -
10.8	POSITIVLISTE TRASSEN, KANÄLE, BODENTANKS.....	- 88 -

# 1. Erläuterungen zum Planungshandbuch

In diesem Planungshandbuch beschreibt das „Städtisches Klinikum München GmbH“ (nachfolgend STKM genannt in Form von Ausführungsbestimmungen und Detailspezifikationen die Rahmenbedingungen für die Planung, Lieferung und Installation passiver Datennetzwerke.

Grundlage bilden dabei jeweils die einschlägigen internationalen, europäischen und nationalen Gesetze, Vorschriften und Normen. Das STKM behält sich vor, die in diesem Planungshandbuch festgehaltenen Richtlinien jederzeit zu verändern.

Das Planungshandbuch dient zur allgemeinen Übersicht und ersetzt **nicht** die Anweisungen des Fachpersonals des STKM. (STKM Fachpersonal besteht aus Vertretern Elektrotechnik und Vertretern Technologiemanagement).

Weiterhin ersetzt das vorliegende Planungshandbuch weder gültige internationale, europäische und nationale Normen und Gesetze, noch ersetzt das Planungshandbuch eine detaillierte Fachplanung des Gewerkes Datentechnik im konkreten Einzelfall. Das Planungshandbuch stellt somit ein Hilfsmittel dar, welche die konkrete Planung unterstützt und die gültigen Rahmenparameter skizziert.

Die Ergebnisse der Planung sind dem Fachpersonal des STKM zur Abstimmung und Freigabe vorzulegen. Dies gilt insbesondere für Planungen, welche im Rahmen von HOAI-basierten Planungsverfahren erstellt werden. Bei solchen Planungen ist insbesondere die Ausführungsplanung dem StKM-Fachpersonal (Definition siehe oben) zur Freigabe vorzulegen. Bei Planungen die nicht explizit auf Basis der HOAI erfolgen sind ebenfalls Planungsunterlagen zur Freigabe vorzulegen. Diese müssen sich hinsichtlich Umfang und Inhalt an Ausführungsplanung einer HOAI-Planung orientieren.

Abweichungen von den Vorgaben des Planungshandbuches sind im Einzelfall zulässig, sofern eine Freigabe und Dokumentation der Abweichungen erfolgt. Die Abweichungen sind von der zuständigen Fachabteilungen des STKM ausdrücklich freizugeben.

Wurden seitens der Projektleitung keine zuständigen STKM-Mitarbeiter benannt, so sind diese vom Fachplaner in Erfahrung zu bringen.

## 1.1 Impressum

Projektleitung: Herr Alfred Hoffmann	
Fachplanung / Technische Unterstützung: dvt Consulting AG	
Herr Alfred Hoffmann Städtisches Klinikum München GmbH Oskar-Maria-Graf-Ring 51 81737 München	Herr Dieter Wetzel Städtisches Klinikum München GmbH Englschalkinger Straße 77 81925 München
Herr Angelo Pipia Städtisches Klinikum München GmbH Kölner Platz 1 80804 München	

## 1.2 Copyright

Die vorliegende Ausführung hat Konzeptcharakter und ist diesbezüglich geistiges Eigentum des STKM. Die Rahmenbedingungen und Ausführungsinformationen des STKM sind nur für den genannten Partner bestimmt, sie können nur streng vertraulich innerhalb der Partnerorganisation ohne Zugriffsmöglichkeiten Dritter erörtert werden. Änderungen an diesem Dokument dürfen nur im Auftrag und Namen des STKM durchgeführt werden.

Die Vervielfältigung dieses Dokumentes, sowie die Weitergabe an Dritte sind nur mit Zustimmung des STKM erlaubt.

© 2016 STKM

Alle Rechte vorbehalten.

## 1.3 Dokumentenversion

Die Dokumentenversion kann auf jeder Seite der Fußzeile entnommen werden. Die Gültigkeit der Version ist vor Beginn der Planungs- und Installationsmaßnahmen bei den Verantwortlichen des STKM zu erfragen.

### 1.3.1 Änderungsmanagement

Änderungen dürfen nur mit ausdrücklicher Zustimmung und/oder Beauftragung durch die im Impressum genannten Personen durchgeführt werden. Jede Änderung im Leistungskatalog muss im Revisionsblatt dokumentiert werden. Des Weiteren ist bei jeder Änderung die Versionsnummer anzupassen. Näheres kann den Erläuterungen in diesem Kapitel entnommen werden.

## 1.3.2 Revisionsblatt

Auf dem Revisionsblatt sind alle Änderungen verzeichnet. Das Revisionsblatt wird von den im Impressum genannten Verantwortlichen als Tabelle verwaltet.

Revisionsblatt							
Lfd. Nr.	Vers.-Nr. alt	Kapitel- Nr.	Kapitelbezeichnung	Kap. neu	Vers.-Nr. neu	Datum der Bearbeitung	Name des Bearbeitenden
1	0.0.00	1.	Grundsätzliche Erläuterungen zum Planungshandbuch		1.0.0	04.07.08	Martin Dimberger

Tabelle 1

Auszug aus dem Revisionsblatt

Das Revisionsblatt besteht aus einer Kopfzeile, einer Überschriftzeile und den Inhaltszeilen. In der Fußzeile findet sich die Angabe „Seite X von Y Seiten“. Es ist immer sicherzustellen, dass zur Überprüfung der Aktualität einer Version des Leistungskataloges die letzte Versionsnummer auf der letzten Seite des Revisionsblattes geprüft wird.

## 1.3.3 Versionsnummer

An die Gliederungsebenen dieses Leistungskataloges angelehnt, wird die Versionsnummer dreistellig ausgeführt (Beispiel 1.2.3).

Wird eine Änderung im Leistungskatalog vorgenommen richtet sich die Änderung in der Versionsnummer nach der Gliederungsebene des bearbeiteten Kapitels. Wie in der Abbildung 1.2 unter der laufenden Nummer 2 gezeigt wird, führt eine Veränderung in Kapitel 2.1 zu einer Veränderung der Versionsnummer an den Stellen 2 und 3. Aus der ehemaligen 2.0.0 wird durch Veränderung die 2.1.0. Die Nullsetzung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit vorgenommen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird eine Änderung in untergeordneten Kapiteln (ab Ebene 4) jeweils in der Ebene 3 dargestellt.

Werden mehrere Änderungen in einem Arbeitsgang durchgeführt, so wird die Versionsnummer nur einmal verändert. Allerdings sind alle Änderungen in das Revisionsblatt aufzunehmen. Die Änderung der Versionsnummer richtet sich dabei nach der höchsten Gliederungsebene der bearbeiteten Kapitel.

## 1.4 Geltungsbereich des Handbuches

Dieses Planungshandbuch hat uneingeschränkt Gültigkeit für alle Standorte des STKM an den Standorten Bogenhausen, Harlaching, Neuperlach, Schwabing und Thalkirchner Straße.

Vor Beginn von Planungs- oder Installationsmaßnahmen ist bei den verantwortlichen Ansprechpartnern des STKM zu prüfen, ob die vorliegende Version des Leistungskataloges gültig ist. Die Gültigkeit des vorliegenden Leistungskataloges muss vom STKM bestätigt werden.

Sofern bei Planungsmaßnahmen von den Vorgaben des Planungshandbuchs abgewichen wird, sind diese Abweichungen inklusive der jeweiligen Begründung / Veranlassung schriftlich festzuhalten und mit dem StKM Fachpersonal abzustimmen. Darüber hinaus ist in den jeweiligen Vorstellungen der Planungsphasen (HOAI Leistungsphasen 1 bis 5) ausdrücklich auf die entsprechenden Abweichungen hinzuweisen. Weiterhin ist für jede Planungsphase das Formblatt „Übereinstimmungserklärung Planungshandbuch“ auszufüllen und den Planungsunterlagen beizufügen.

## 2 Begriffsbestimmungen

In den nachfolgenden Abschnitten dieses Kapitels werden zum Aufbau eines gemeinsamen Verständnisses die wesentlichen Begriffe und Strukturen die die Grundlage für dieses Handbuch bilden erläutert.

### 2.1 Strukturierte Verkabelung

Der Begriff „Strukturierte Verkabelung“ ist die Titulierung für die international genormte Strukturierung der gesamten IT-Verkabelung in einem Versorgungsbereich. Die Strukturierte Verkabelung bildet somit die Grundlage der physischen Infrastruktur zum Aufbau von Daten- und Kommunikationsnetzen für EDV- und multimediale Anwendungen. Die Strukturierte Verkabelung ist hierarchisch aufgebaut. Zur besseren Übersicht wird dabei das gesamte Kabelnetz in drei Verkabelungsbereiche eingeteilt. Es werden ausschließlich passive Komponenten beschrieben.

### 2.2 Physikalisches Kabelnetz

Das physikalische Kabelnetz wird in die folgenden unabhängigen projektierbaren Bereiche eingeteilt. Wenn im nachfolgendem von Redundanz gesprochen wird, so bedeutet das

- für redundante Verbindungen: unterschiedliche Kabel auf unterschiedlichen Wegen (Trassen) mit unterschiedlichen Einführungen in die Räume
- für redundante Verteiler: unterschiedliche Räume in unterschiedlichen Brandabschnitten oder Gebäuden.

Nur in Ausnahmefällen und nur in Abstimmung mit dem STKM darf von diesem Grundprinzip abgewichen werden.

#### 2.2.1 Primärverkabelung:

Die Primärverkabelung ist die Verkabelung zwischen Gebäudeverteiler (GV) und Backboneverteiler (BV).

#### 2.2.2 Sekundärverkabelung:

Die Verbindung zwischen den Gebäudeverteilern und Etagenverteilern (EV) wird als Sekundärverkabelung bezeichnet.

### 2.2.3 Tertiärverkabelung:

Die Verbindung zwischen Etagenverteilern und der informationstechnischen Anschlussdose (TA) im Arbeitsplatzbereich ist die Tertiärverkabelung.

## 2.3 Zuordnung der Kabeltypen

Primärbereich:	Glasfaserkabel, in der Regel mit Singlemodefasern und hochpaarige Telefonkabel
Sekundärbereich:	Glasfaserkabel, mit Multimode und /oder Singlemodefasern und hochpaarige Telefonkabel
Tertiärbereich:	S/FTP-Kupferkabel oder LWL Minibreackout Kabel

## 3 Normungsstand

Die für Europa - insbesondere Deutschland - gültigen EN bzw. DIN-Normen sind für jede Neuinstallation bindend und daher zwingend einzuhalten. Sie dienen zur Sicherstellung einer langfristig nutzbaren und hochverfügbaren IT-Infrastruktur.

Die wichtigsten Normen werden im Folgenden genannt. Normen, die nur Teilbereiche der Infrastruktur betreffen, sind in den einzelnen Teilkapiteln dieses Planungshandbuches separat aufgeführt.

**DIN EN 50173-1:2011-09** „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“

**DIN EN 50173-2:2011-09** „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 2: Bürogebäude“

**DIN EN 50173-3:2011-09** „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 3: Industriell genutzte Standorte“

**DIN EN 50173-4:2013-04** „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 4: Wohnungen“

**DIN EN 50173-5:2013-04** „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 5: Rechenzentren“

**DIN EN 50173-6:2014-05** „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 6: Verteilte Gebäudedienste“

**DIN EN 50174-1:2015-02** „Installation von Kommunikationsverkabelung“  
Teil 1 Spezifikation und Qualitätssicherung

**DIN EN 50174-2:2015-02** „Installation von Kommunikationsverkabelung“  
Teil 2 Installations- Planung und -praktiken in Gebäuden



<b>DIN EN 50174-3:2015-02</b>	„Installation von Kommunikationsverkabelung“ Teil 3 Installations- Planung und -praktiken im Freien
<b>DIN EN 50310:2011-05</b>	„Anwendung von Maßnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik“
<b>DIN EN 50346:2010-02</b>	„Installation von Verkabelung“ Prüfen installierter Verkabelung
<b>DIN EN 50600-1:2013-05</b>	Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 1: Allgemeine Konzepte
<b>DIN EN 50600-2-4:2015-06</b>	Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 4: Infrastruktur der Telekommunikationsverkabelung
<b>VDE 0100-444:2010-10</b>	Elektrotechnische Versorgung bei informationstechnischen Anlagen
<b>VDE 0100-710</b>	Elektrische Anlagen im Krankenhausumfeld

**Hinweis:** Jede Aufzählung von Normen in diesem Planungshandbuch erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern stellt nur eine Auswahl der wichtigsten Normen dar. Gültige, aber in diesem Dokument nicht erwähnte Normen, sind ebenfalls zu beachten. Dies betrifft insbesondere auch inhaltlich angrenzende Gewerke wie etwa Sicherheitstechnik, Brandschutz und Elektrotechnik.

## 4 Allgemeine Planungsgrundlagen STKM

Die nachfolgend definierten Planungsgrundlagen stellen eine grundsätzliche Vorgehensweise dar und sind daher im Einzelfall auf Umsetzbarkeit und ihre Zweckmäßigkeit zu prüfen.

Bei Zielkonflikten oder abweichenden Anforderungsdefinitionen ist eine Abstimmung mit dem STKM durch den jeweiligen Fachplaner oder das ausführende Unternehmen herbeizuführen.

### 4.1 Anforderungen im Krankenhausumfeld

Alle im Rahmen dieses Dokumentes definierten Tätigkeiten sind von den ausführenden Firmen so durchzuführen, dass sie den spezifischen Anforderungen des Krankenhausbetriebes Rechnung tragen. Dies bedeutet insbesondere, dass dem Ablauf der Patientenversorgung oberste Priorität einzuräumen ist. Beeinträchtigungen sind soweit irgend möglich zu vermeiden und geeignete Maßnahmen selbständig zu ergreifen.

Nachfolgend findet sich eine unvollständige Auflistung möglicher Beeinträchtigung bzw. der in diesem Zusammenhang notwendigen Maßnahmen. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit sondern soll das vorhandene Umfeld beschreiben:

- Räumung von Zimmern nach Aufforderung durch das medizinische Personal (Unfallversorgung)
- Ab- und Umbau von Steighilfen (Treppen etc.) in Versorgungsgängen im Rahmen der Installation um den Krankentransport sicherzustellen Unterbrechung der Installationsarbeiten in Funktionsräumen um die medizinische Nutzung kurzfristig wieder (vollständig) zu ermöglichen
- Klärung der Zugangsmöglichkeiten zu besonders sensiblen Räumlichkeiten. Absprache vor Ort mit den zuständigen Mitarbeitern des StKM. Ggf. ist hier eine Abstimmung mit dem medizinischen Fachpersonal direkt oder über die Mitarbeiter des Bereiches Bau und Technik notwendig. Als besonders sensible Bereiche sind generell alle Operationssäle einzustufen. Fixe Installationszeiträume sind hier nur eingeschränkt möglich. Bei etwaigen Unterbrechungen soll die Arbeit - soweit möglich und sinnvoll – an anderen Gewerken / Räumlichkeiten fortgesetzt werden.

Die genannten Anforderungen müssen daher in die Preisgestaltung einfließen und dürfen nicht zu Nachforderungen (Stundenlohnarbeiten) führen. Weiterhin bedingen die genannten Anforderungen eine permanent verfügbare Fachbauleitung des AN auf der Baustelle bzw. am Ausführungsort. Diese ist auch für die Durchführung der vor Beginn notwendigen Einweisungen und deren inhaltliche Umsetzung auf der Baustelle verantwortlich.

## 4.2 Anforderungen aus dem Brandschutz

Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes sind insbesondere hinsichtlich der gültigen Normen, Gesetze und Vorschriften umzusetzen. Darüber hinaus sind folgende STKM-spezifische Anforderungen zu beachten:

- Nachverkabelung muss grundsätzlich aus wirtschaftlicher und technischer Sicht mit vertretbarem Aufwand möglich sein. Dies bedeutet unter anderem, dass bei der Wahl der jeweiligen Materialien auch etwaige Nachverkabelung zu berücksichtigen ist. Die Kosten für die Erstinstallation sind somit nicht allein zu berücksichtigen.
- Etwaige Nachverkabelung ist insbesondere in unmittelbarer Nähe zu den zentralen Verteilern zu erwarten. Somit sind insbesondere an diesen Stellen Brandschotts zu realisieren, welche ausdrücklich für etwaige Nachverkabelung geeignet sind. Bevorzugt sind in diesen Bereichen Brandschutzsteine oder vergleichbare Materialien zu verwenden.
- Bei der Befüllung von Brandschotts sind die entsprechenden Herstellerangaben und Zulassungen zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist für eine etwaige Nachverkabelung, sofern möglich, eine Installationsreserve von 10 Prozent vorzusehen.
- Im Rahmen der konkreten Planungen in Projekten sind insbesondere im Rahmen der Vor- und Entwurfsplanung die zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten für unterschiedliche Lösungsansätze im Bereich des Brandschutzes darzustellen und abzustimmen.

## 4.3 Anforderungen bei Umbauten

Insbesondere im Rahmen von Umbauten, bei denen bestehende Systeme und Komponenten übernommen werden sollen, ist der Schutz von Bestandskomponenten sicherzustellen. Konkret bedeutet dies für den Bereich der Datenverkabelung, dass Dosen und Panels gegen das Eindringen von Schmutz zu schützen sind. Ggf. sind die entsprechenden Komponenten mit Folien einzuwickeln oder ähnliche Maßnahmen zu ergreifen.

Die Bestandsverkabelung ist darüber hinaus bei Umbauten insbesondere gegen physikalische Einflüsse und Beschädigungen zu schützen.

Auch im Rahmen von Umbauten etc. ist das Leistungsvermögen der Infrastrukturen durch in diesem Dokument beschriebene Messungen nachzuweisen.

Weiterhin sind bei etwaigen energetischen Optimierungen (Einhausungen) die Auswirkungen auf angrenzende Gewerke (Kühlung, Elektrotechnik) zu berücksichtigen.

## 4.4 Allgemeine Anforderungen für Verteilerräume

Die konkreten Anforderungen an Verteilerräume und deren Anbindung wird im Dokument detailliert beschrieben. Ergänzend dazu sind folgende, grundsätzliche Anforderungen zu berücksichtigen.

Bei der Auswahl und Festlegung von Verteilerräumen ist die Eignung, Ausstattung und Dimensionierung der Räumlichkeiten im Vorfeld sicherzustellen. Besonderes Augenmerk muss dabei auf folgende Punkte gelegt werden:

- Die Dimensionierung des Raumes muss für aktuelle und absehbare Nutzungsanforderungen ausreichend sein
- Eine Parallelnutzung mit anderen Bereichen (Lagerräume, etc.) ist auszuschließen
- Die elektrotechnische und klimatechnische Versorgung muss im benötigten Umfang und für absehbare Erweiterungen gewährleistet sein

Redundanz-Maßnahmen sind soweit möglich und technisch sinnvoll abbildbar zu realisieren. Für die Ausgestaltung von Verteilerräumen bedeutet dies konkret:

- Die Stromversorgung ist als A/B-Versorgung auszugestalten.
- Eine Anbindung an die Notstromersatzanlage ist vorzusehen.

## 4.5 Grundsätzliche Verkabelungsstruktur

Aktuell basiert das Konzept des StKM in allen Häusern auf der Anbindung von Verteilerstandorten an zwei zentrale Verteilpunkte (Doppelsternstrategie). Grundsätzlich soll diese Anbindung von Verteilerstandorten an zentralen Verteilpunkte auch zukünftig beibehalten werden. Insbesondere bei größeren Erweiterungen und Neubauten ist jedoch zu prüfen, ob die Erweiterungen um einen zusätzlichen zentralen Verteilpunkt eine sinnvolle Option darstellt. Eine solche Prüfung erfordert neben der Analyse der passiven Infrastruktur auch eine Bewertung der Auswirkungen auf die aktive Dateninfrastruktur. Bei der Prüfung ist daher das entsprechende Fachpersonal des StKM mit einzubinden.

Grundsätzliche Verkabelungsstruktur	
<b>Primärverkabelung</b>	<p>Die Primärverkabelung muss in allen Projekten des STKM redundant ausgeführt werden. Dabei ist eine kreuzungsfreie, trassenredundante Verlegung sicherzustellen.</p> <p>Es sollen mindestens 24-Fasern Multimode OM4 (50/125µ) sowie 24-Fasern Singlemode OS2 (9/125µ) für die Verbindung eingesetzt werden.</p> <p>Als lösbare Verbindungen sind ausschließlich Duplex-LC-Typen zu verwenden. Näheres hierzu ist dem entsprechenden Kapitel zu entnehmen. Selbstschließende Staubschutzklappen sind sowohl an Kupplung als auch an Stecker flächendeckend vorzusehen.</p>
<b>Sekundärverkabelung</b>	<p>Auch die Sekundärverkabelung ist grundsätzlich redundant auszuführen. Abweichungen vom Redundanzprinzip, die zum Beispiel aus der Gebäudestruktur resultieren können, sind mit dem STKM abzustimmen.</p> <p>Es müssen 24-Fasern Multimode OM4 (50/125µ) sowie bei Bedarf 24-Fasern Singlemode OS2 (9/125µ) für die Verbindung eingesetzt werden. Eine Abstimmung mit dem STKM Fachpersonal ist erforderlich.</p> <p>Als lösbare Verbindungen sind ausschließlich Duplex-LC-Typen zu verwenden. Näheres hierzu ist dem entsprechenden Kapitel zu entnehmen. Selbstschließende Staubschutzklappen sind sowohl an Kupplung als auch an Stecker flächendeckend vorzusehen.</p>
<b>Tertiärverkabelung</b>	<p>Die maximale Leitungslänge von Etagenverteiler zu Anschlussdose soll 90 m nur in sinnvollen Ausnahmefällen überschreiten.</p> <p>Im Tertiärbereich werden symmetrische Kupferkabel des im Dokument beschriebenen Qualitätsstandards eingesetzt. Als lösbare Verbindungen müssen Stecker und Buchsen vom Typ RJ45 eingeplant werden.</p> <p>In Ausnahmefällen, die in jedem Fall mit dem STKM abzustimmen sind,</p>

	<h1 style="text-align: center;">STKM</h1> <p style="text-align: center;"><i>Planungshandbuch passives Datennetz</i></p>
---	---

	<p>können auch Lichtwellenleiter zum Einsatz kommen. Dabei werden ausschließlich Kabel mit vier Fasern Multimode OM4 (50/125µ) verwendet und Stecker und Buchsen vom Typ Duplex-LC.</p>
--	---

Tabelle 2

*Verkabelungsstrukturen*

## 4.6 Tertiärverkabelung

Die Erschließung der Flächen orientiert sich grundsätzlich an den Gebäudestrukturen. Die Abbildung von Stationsgrenzen, insbesondere hinsichtlich der Zuordnung von Daten-Doppeldosen zu einzelnen Verteilerstandorten ist nicht gewünscht. Die Zuordnung der Verteiler-Struktur und somit die zugehörigen Tertiärbereiche (Versorgungsbereiche) sind mit dem STKM abzustimmen.

Bei der Planung der Tertiärverkabelung ist insbesondere eine ausreichende Dimensionierung der Datendosen sicherzustellen. Das vorliegende Planungshandbuch definiert hierzu im aktuellen Kapitel entsprechende Rahmenparameter und Richtwerte. Darüber hinaus ist in jedem konkreten Planungsfall zu prüfen, ob und ggf. in welchem Umfang Dosen für ergänzende Themenfelder (z. B. Smart Building, Smart Office, Industrie 4.0 oder IoT-Konzepte) benötigt werden. Diese sind ausdrücklich nicht Bestandteil des vorliegenden Planungshandbuchs.

Die insbesondere für die Tertiärverkabelung zu Grunde gelegten Versorgungsbereiche sind farblich zu kennzeichnen und dem STKM-Fachpersonal zur Freigabe vorzulegen. Sofern die Festlegung der Versorgungsbereiche nicht durch übergeordnete Planungen (Architekt) erfolgt ist, ist dies durch den Fachplaner vorzunehmen. Dabei sind insbesondere die maximalen Kabellängen und Brandschutzabschnitte zu berücksichtigen.

### 4.6.1 Büroumgebung

Als Büroumgebungen werden Verwaltungsbereiche definiert, die nicht für den medizinischen Patientenverkehr benötigt werden. Nachfolgend werden für diese Bereiche die Rahmenparameter für die Planung definiert. Abweichungen im Einzelfall sind möglich und jeweils mit dem STKM abzustimmen.

<b>Büroumgebung</b>	
<b>Planungsgrundlage:</b>	Fläche des Raumes
<b>Ausstattung</b>	Je angefangene 10 m <sup>2</sup> sind 2 Doppeldosen (DD) zu installieren
<b>Verteilung</b>	Installation in Kabelkanälen, sofern keine anderweitige dedizierte Versorgung vorhanden ist.

Tabelle 3

*Verkabelung Büroumgebung*

### 4.6.2 Patientenzimmer

Als Patientenzimmer werden Räume definiert, die für den stationären Aufenthalt von Patienten vorgesehen sind und nicht in eine nachfolgende Spezial-Kategorie fallen.

Patientenzimmer	
<b>Planungsgrundlage:</b>	Mögliche Belegung durch Patienten
<b>Ausstattung</b>	<p>Pro (möglichem) Patientenbett ist eine Doppeldose zu installieren. Darüber hinaus ist pro Zimmer eine weitere Doppeldose vorzusehen.</p> <p>Beispiel Ein-Bett-Zimmer: 2 Doppeldosen</p> <p>Beispiel Zwei-Bett-Zimmer: 3 Doppeldosen</p> <p>Hinweis: als Planungsgrundlage soll die mögliche Belegung herangezogen werden.</p>
<b>Verteilung</b>	Installation in Kabelkanälen bzw. Medienschielen, sofern keine anderweitige dedizierte Versorgung vorhanden ist. Die Platzierung der Dosen soll dabei die Platzierung der Patientenbetten berücksichtigen.

Tabelle 4

Verkabelung Patientenzimmer

### 4.6.3 Funktionsräume

Als Funktionsräume werden alle Räume definiert, für den Betrieb auf den Stationen benötigt werden und in denen regelmäßig medizinischen Personal arbeitet.

Funktionsräume	
<b>Planungsgrundlage:</b>	Fläche des Raumes
<b>Ausstattung</b>	<p>Je angefangene 10 m<sup>2</sup> sind 2 Doppeldosen zu installieren.</p> <p>Grundsätzlich erfolgt die Beplanung der OP-Säle als Einzelplanung in Zusammenarbeit mit dem STKM. In diesem Zusammenhang sind spezifische Anforderungen (z.B. Ausführung als IT-Netz) zu berücksichtigen.</p>
<b>Verteilung</b>	Installation in Kabelkanälen, sofern keine anderweitige dedizierte Versorgung vorhanden ist.

Tabelle 5

Verkabelung Funktionsräume

## 4.6.4 Operationssäle / Einleitungsräume / medizinisch genutzte Räume gem. VDE 0100-710 Gruppe 2

Als Operationssäle werden alle Räume definiert, welche für einen operativen Eingriff ausgestattet und vorgesehen sind. Hier sind alle Planungsvorhaben intensiv mit dem Personal von dem STKM zu besprechen.

Bei Planung und Dimensionierung der Verkabelungsstruktur ist zu berücksichtigen, dass auch innerhalb von Operationssälen zunehmend nichtmedizinische Geräte zum Einsatz kommen. Es ist daher sicherzustellen, dass auch für diese Systeme ausreichend Anschlusskapazitäten geplant werden. Außerdem ist eine ausreichende und angemessene Reserve vorzusehen.

Da medizinisch genutzte Räume gem. VDE 0100-710 die elektrische Netzform IT, also galvanisch getrennt sind, muss unter allen Umständen vermieden werden, dass Erdpotential über die Datenleitungen und deren Schirmungen in diese Räume verschleppt wird. Dazu können z. B. die Leitungen an einem (ggf. separaten) Verteiler, vor Eintritt in den entsprechenden Raum galvanisch durch entsprechende Komponenten getrennt werden.

In jedem Fall ist in diesen Bereichen sicherzustellen, dass es zu keinem Ausfall der Sicherungsmaßnahmen im IT-Netz (elektrotechnische Netzform) und somit zur Gefahr für Leib und Leben von Personen kommt.

Operationssäle	
<b>Planungsgrundlage</b>	Raumabhängig
<b>Ausstattung</b>	<p>Mindestens eine DD pro Wandseite. Weiterhin mindestens eine DD pro medizinischer Versorgungseinheit.</p> <p>Grundsätzlich erfolgt die Planung der Ausstattung der OP-Säle als Einzelplanung in Zusammenarbeit mit dem STKM. In diesem Zusammenhang sind spezifische Anforderungen (z.B. Ausführung als IT-Netz) zu berücksichtigen.</p>
<b>Ausführung</b>	<p>Bei Bedarf ist eine Ausführung gemäß einer Industrieumgebung umzusetzen. In diesem Fall sind die entsprechenden Anforderungen an die Schutzart der Bauteile (IP Klassifizierung) im Vorfeld zu klären.</p> <p>In Deckenampeln oder vergleichbaren Konstrukten sollen flexible Leitungen zum Einsatz kommen.</p>
<b>Verteilung</b>	Installation in Kabelkanälen, sofern keine anderweitige dedizierte Versorgung vorhanden ist.

Tabelle 6

Verkabelung Operationssäle



### 4.6.5 Sonstige Räume

Als sonstige Räume werden alle Räume definiert, die nicht Bestandteil einer der oben formulierten Kategorien sind. Die Versorgung ist nach dem individuellen Bedarf zu ermitteln.

Sonstiges Räume	
<b>Beispiele</b>	Waschräume Entbindungssäle
<b>Planungsgrundlage:</b>	Keine
<b>Ausstattung</b>	Nach spezifischem Bedarf
<b>Verteilung</b>	Nach spezifischem Bedarf

Tabelle 7

Verkabelung sonstige Räume

### 4.7 Infrastruktur für WLAN-Funkversorgung

Die für eine flächendeckende WLAN-Versorgung notwendige Infrastruktur ist zwingend umzusetzen. Zu diesem Zweck sind im Rahmen der Infrastruktur-Planungen Dosen für den Betrieb von WLAN-Accesspoints zu planen. Die Planungen der entsprechenden Standorte können dabei entweder per Ausleuchtungsmessung (Bestand) oder per Simulation (Neubau, Umbau) erfolgen. In jedem Fall sind die nachfolgend beschriebenen Anforderungen umzusetzen.

Bei der Durchführung und Planung der Funkausleuchtung sind alle in Deutschland geltenden nationalen, europäischen und internationalen Gesetze, Richtlinien und Standards zu berücksichtigen.

Es wird eine Funkausleuchtung sowohl für das 2,4 GHz (IEEE 802.11n) als auch 5 GHz Band (IEEE 802.11ac) mit der von IEEE 802.11 verwendeten WLAN Funkfunctionalitäten gefordert. Die Funkausleuchtung besteht aus einem SiteSurvey WLAN und einer Spektrum Analyse in den beiden genannten Funkbereichen. Als Ergebnis wird eine grafische und textuelle Beschreibung der Funkausleuchtung mit den einzelnen Parametern im PDF Format und den Messdaten Ihres Messsystems als Datei erwartet.

Folgende Werte sind bei der Funkausleuchtung in beiden Frequenzbändern zu berücksichtigen:

- Es wird jeweils mit einer Kanalbreite von 20 MHz gemessen.
- Die Abstrahlleistung der Accesspoints wird auf 75 % der zulässigen Maxleistung beschränkt.
- Die Signalstärke muss an jeder Stelle im Plan stärker  $-67\text{dBm}$  betragen.
- Die Funkzellenüberlappung muss mindestens 15 – 20 % betragen.
- Die Kanal / Channel Wahl ist weitestgehend überlappungsfrei zu planen um damit verbundene Kanal-Interferenzen zu vermeiden.
- Der Signal-Rausch-Abstand muss mindestens 20 dB betragen.

- Im 2,4 GHz Band wird im 3-Kanalkonzept 1,6,11 gemessen.
- Im 5 GHz Band wird in den non DFS Channels 34,40,44,48 gemessen.
- Es sind wo möglich, die vorhandenen Cat. 6A Datendosen in der Planung zu berücksichtigen. Planungen von Accesspoints in Patientenzimmern sind weitestgehend zu vermeiden.

Anhand des Messergebnisses sind folgende weitere Punkte mitzuliefern.

## 1. **Empfehlung zur Positionierung der Accesspoints**

Anhand des Messergebnisses und den angegebenen Vorgaben ist eine Montageempfehlung für die Accesspoints, unter Berücksichtigung des genannten Herstellermodells, zu beschreiben. Im Plan sind die Accesspoints mit einer eindeutigen ID zu kennzeichnen und in der Dokumentation mit einer Fotografie zur Montageempfehlung zu hinterlegen. Mögliche verwendbare Wanddosen sind zum Accesspoint im Plan mit zugehöriger Dosennummer zu dokumentieren.

## 2. **Funkkanalempfehlung**

Im Plan sind zu den jeweiligen Accesspoints im 2,4 GHz und 5 GHz die empfohlenen Kanal / Channel unter Berücksichtigung der angegebenen Vorgaben zu beschreiben.

## 3. **Beschreibung und Identifikation der Störquellen**

Störquellen die im Rahmen des Sitesurvey WLAN und der Spektrum Analyse identifiziert wurden, sind im Bericht zu dokumentieren und zu beschreiben. Insbesondere die Identifikation von WLAN SSID, MAC Adressen und sonstigen Funknetz Sender und Empfängern sind im Einzelnen aufzulisten. Der Bieter beschreibt in seinem Messergebnis die Funknetzqualität unter Berücksichtigung der Störquellen.

Bei der Planung der WLAN-Funkversorgung kann davon ausgegangen werden, dass die Stromversorgung der Accesspoints mittels PoE (Power over Ethernet) erfolgt. Die Vorhaltung von dezidierten Stromanschlüssen ist daher nicht notwendig.

## 4.8 **Infrastruktur für sonstige Funkversorgung**

Hinsichtlich einer DECT-Versorgung der zu beplanenden Bereiche kann davon ausgegangen werden, dass zu diesem Zwecke die Infrastruktur für die WLAN-Versorgung genutzt werden kann. Dies bedeutet konkret, dass die für die DECT-Basisstationen notwendigen Anschlüsse über die Infrastruktur für die WLAN-Versorgung realisiert werden. Auch für die DECT-Versorgung sind keine dezidierten Stromanschlüsse zu planen.

## 5 Installation mit symmetrischen Kupferkabeln

Generell ist für umfangreiche Neu- oder Ergänzungsinstallationen zukünftig ein symmetrisches Verkabelungssystem vorgesehen, dass die Klasse E<sub>A</sub> der aktuellen EN 50173-1 erfüllt. Abweichend kann bei geringfügigen Ergänzungen von Bestandsinstallationen unter Verwendung der dort installierten Komponenten geplant werden. Eine solche Planung ist jedoch in jedem Fall im Vorfeld mit dem STKM abzustimmen. In allen Planungsvarianten sind die „Grundsätzlichen Anforderungen“ zu berücksichtigen und umzusetzen.

### 5.1 Grundsätzliche Anforderungen

Im Folgenden werden die grundsätzlichen Anforderungen an die symmetrische Installation von Kupferkabeln dargestellt. Diese sind während der Planungsphase und der darauf folgenden Installation stets zu berücksichtigen und ggf. ist ein Mehraufwand zu berücksichtigen. Gesonderte Ausnahmen müssen mit dem Fachpersonal des STKM erörtert werden.

#### 5.1.1 Technische Anforderungen

- Alle aktuellen Standards und Normen im Bereich der Verkabelung sind als Mindestanforderungen zu betrachten.
- Insbesondere der Thematik der elektromagnetischen Verträglichkeit muss eine hohe Bedeutung zukommen, damit alle Grenzwerte ausnahmslos und zu jederzeit ausreichend eingehalten werden.
- Die zu verwendenden Datenkabel im Tertiärbereich müssen für eine Bandbreite von **mindestens 1.200 MHz** ausgelegt sein. Für die zentralen Datenräume sind aufgrund höherer Anforderungen Datenkabel mit einer Spezifikation über den Bereich von 1.200 MHz anzustreben. Der Durchmesser der Kupferdrähte muss AWG 22/1 sein.
- Vom STKM zugelassene Anschlusssysteme sind in Form einer „**Positivliste**“ im Anhang beschrieben und können in der dort aufgeführten Kombination ohne weitere Konformitätstests verwendet werden. Die Nutzung anderer Systeme ist nach **ausdrücklicher Genehmigung** des STKM zulässig.
- Es sind ausschließlich Kategorie 6<sub>A</sub> „Re-Embedded“ getestete Anschlusskomponenten eingesetzt werden.
- Das Kabel für die Rangier- und Anschlussschnüre muss über einen Frequenzbereich bis min. 500 MHz (Kategorie 6<sub>A</sub>) spezifiziert sein. Das Kabel ist in geschirmter Technik auszulegen.

- Die Übertragungswerte für den Permanent-Link und den Channel-Link müssen mindestens der Klasse E<sub>A</sub> genügen. Näheres hierzu finden sie in den entsprechenden Unterkapiteln.

## **5.1.2 Abnahmemessung der installierten Strecken**

- Alle installierten Strecken sind nach Streckenmodell Permanent-Link mit Hilfe der im Anhang freigegebenen Messgeräte zu messen und zu dokumentieren.
- Auf Anforderung des STKM ist ein gewisser Prozentsatz der installierten Strecken nach Streckenmodell Channel-Link mit Hilfe eines der freigegeben Messgeräte zu messen und zu dokumentieren.
- Die Beachtung der im Standard beschriebenen Ergänzungen und Modifikationen bei den Messrichtlinien ist zwingend zu beachten.
- Gemäß den Herstellerangaben sind die Verschleißteile, wie Meßköpfe intervallmäßig zu tauschen.
- Die eingesetzten Feldtester müssen den Anforderungen der IEC 61935-1/Ed. 3 (Niveau IV) genügen.
- Die letzte Kalibrierung des Feldtesters darf maximal 12 Monate vor den betreffenden Messungen erfolgt sein.
- Die Messprotokolle müssen auf dem korrekten NVP-Wert beruhen. Zur Ermittlung NVP kann ein Mittelwert durch Messung von drei unterschiedlich langen (20m, 50m 80m) Leitungsringen ermittelt werden. Alternativ können die Herstellerangaben verwendet werden, sofern diese korrekt sind.
- Zur Messung muss Datenblätter aller Komponenten mitgesandt werden
- Pro Messung muss ein eigenes Dokument in PDF-Format übermittelt werden. Dieses muss mindestens folgende Punkte umfassen:
  - Wire-Map
  - Länge
  - Laufzeitverzögerung
  - Einfügungsverlust (Dämpfung)
  - Return Loss (RL), RL @ Remote
  - NEXT, NEXT @ Remote
  - Dämpfung-zu- Nebensprechen Verhältnis(ACR-N), ACR-N @ Remote

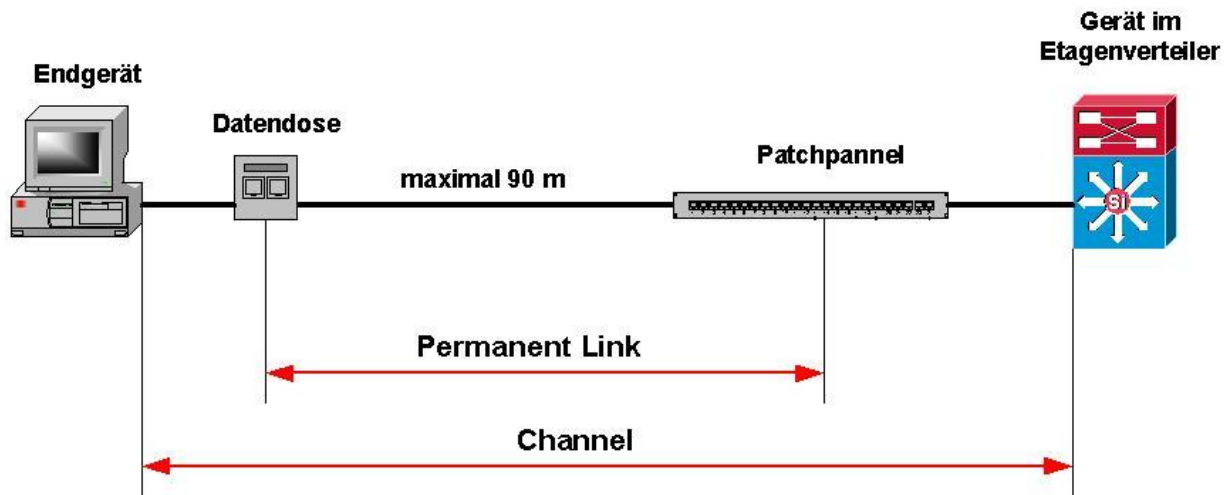


Abb. 5.1:

Permanent Link und Channel

### 5.1.3 Besondere Installationsrichtlinien

- Grundsätzlich müssen bei allen Komponenten die herstellerspezifischen Installationsrichtlinien exakt eingehalten werden.
- Ergänzend zu den allgemeinen Installationsrichtlinien des Standards sind spezielle Richtlinien im Umgang mit Installationskabeln der Kategorie 7 oder besser zu beachten.
- Beim Anschluss der Installationskabel an Rangierfeld und Dose sind über die herstellerspezifischen Richtlinien hinaus weitere besondere Vorschriften zu beachten, die im weiteren Verlauf des Dokumentes beschrieben werden.
- In Gebäuden mit vorhandener Tertiärverkabelung, die nicht dem beschriebenen Standard entsprechen, ist in Absprache mit dem STKM zu entscheiden, wie weiter zu verfahren ist.

### 5.1.4 Steckverbindersystem

- Alle Steckverbindersysteme sind mit Hilfe der im Anhang freigegebenen Modelle zu installieren.

- Nicht in der Positivliste enthaltene Steck- bzw. Anschlusssysteme dürfen nur nach Freigabe durch das STKM verwendet werden.

### 5.1.5 Erdungsmöglichkeit der Anschlussdosen

Grundsätzlich ist es anzustreben, die Datendose zu erden, um den geforderten vermaschten Potentialausgleich innerhalb der informationstechnischen Verkabelung sicherzustellen. Da dies in den Räumen des STKM nicht immer möglich ist, werden im Folgenden zwei Varianten unterschieden.

#### **Variante 1:**

Die vorhandene / geplante Infrastruktur zur Montage der Anschlussdose besteht aus Kunststoffkanälen, ohne Geräteeinbaukanälen oder Metallkanälen, die nicht ordnungsgemäß in die Erdung / Potentialausgleich des Gebäudes eingebunden wurden.

Es ist zu prüfen, ob mit geringen Sanierungsmaßnahmen ein Austausch des Kanals bzw. eine Einbindung des metallenen Kanals in das Erdungskonzept möglich ist. Für diesen Fall kann nach Durchführung der Sanierungsmaßnahmen mit Variante 2 fortgefahren werden. Sind diese Maßnahmen nicht möglich, so muss sichergestellt werden, dass über geeignete (geschirmte) Anschlussleitungen die Schirmung in der Dose über die Endgeräte geerdet werden. Wenn immer möglich, sollte jedoch die Variante zwei realisiert werden.

#### **Variante 2:**

Die vorhandene / geplante Infrastruktur zur Montage der Anschlussdose besteht aus metallenen Geräteeinbaukanälen, die ordnungsgemäß in die Erdung / Potentialausgleich des Gebäudes eingebunden wurden. Dies ist eine geforderte Rahmenbedingung für Gebäude mit neuer Infrastruktur.

Die Schirmverbindung an der Arbeitsplatzdose muss mit Hilfe einer separaten, möglichst kurzen Erdungsverbindung (Ziel: HF-geeignete Erdung!) über den metallenen Geräteeinbaukanal Kontakt zum Erdpotential haben. Die üblicherweise durchgeführte Erdung über die geschirmte Anschlusschnur (Variante 1) ist allein nicht ausreichend. Die zu treffenden Maßnahmen sind abhängig vom Kanal- und Dosentyp und individuell für die jeweilige Kombination zu bestimmen.

### 5.1.6 Anschlusschnur und Rangierschnur

Die Anschluss / Rangierschnur besteht aus den Komponenten Anschlusskabel und RJ45-Steckverbinder. Beide Komponenten sind grundsätzlich in geschirmter Technik auszuführen. Das flexible Kabel muss eine Folienpaarschirmung und einen geflechtbasierenden Gesamtschirm haben.

Grundsätzlich ist an beiden Enden der Schnur eine PIN-Belegung gemäß EIA/TIA-T568A zu bevorzugen. Nur bei gedrehten Kabeln (Cross-Over-Kabel) wird eines der Enden nach EIA/TIA-568B aufgelegt.

Im nachfolgenden Bild sind die beiden Varianten für die üblichen Aderfarben dargestellt.

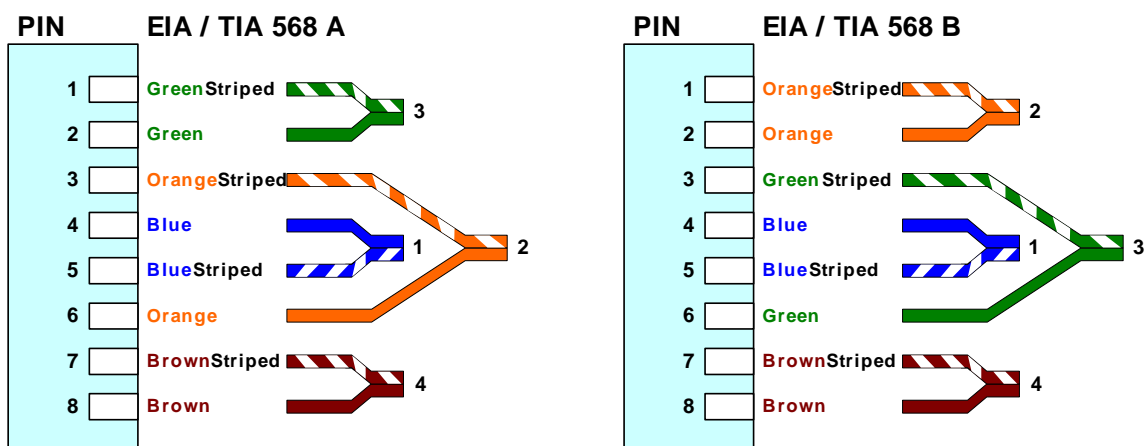


Abbildung 1: Standard-PIN-Belegung am RJ45-Stecker

Die Geräteverbindungsschnüre sind beidseitig mit RJ45 (Qualität der Kategorie 6<sub>A</sub> „Re?-Embedded“) abzuschließen. Beide RJ45-Stecker sind als „Geradeabgang“ auszulegen. Es sind lediglich Längen von 1,5 / 2 / 2,5 / 3 und 5m zulässig.

Die Knickschutztülle muss zum einen sicherstellen, dass ein „Hängenbleiben“ der RJ45-Rastnase und ein Abriss vermieden wird und zum anderen das Kabel selbst vor mechanischen Beschädigungen schützen.

Folgende Tabelle gibt die verschiedenen Farben und Kennzeichnungen für die einzelne Verkabelung wieder.

	Farbe	Kennzeichnung
Cross-Over-Kabel:	Rot	CO
Standard-EDV:	grau	IT
Standard-Telefon:	grün blau	TK (Standard, analog) TK (VoIP)
Medizinische Geräte	Lila	MED
Sonderkabel:	gelb	SK

Tabelle 8

Farben und Kennzeichnung der Verkabelung

Patchkabel sind an beiden Enden mit beständiger Beschriftung zu kennzeichnen. Die Beschriftung wird vom STKM bestimmt und sollte folgender Konvention entsprechen:

Typ - Länge - Bestelldatum (ddmmjj) - Kennzeichnung - 4stellige fortlaufende Nummer

Cat6<sub>A</sub>-3m-160201-IT-xxxx

Hinweis: die fortlaufende Nummerierung kann für jeden eigenständigen Auftrag wieder neu begonnen werden.

Die Beschriftung der Kabel ist dabei dauerhaft auszuführend. Die Verwendung von Schildern (Befestigung am Kabel) ist dabei nicht zulässig. Stattdessen soll eine Beschriftung direkt am Kabel erfolgen.

### 5.1.7 Berücksichtigung von Redundanz

Das STKM sieht im Regelfall beim Aufbau der standardmäßigen Tertiärverkabelung keine Komponenten- oder Wegeredundanz vor.

Benötigt das STKM jedoch für einzelne Bereiche höhere Verfügbarkeit so erfolgt der Hinweis hierauf im Planungsvorfeld. In jedem Falle sind bei der Versorgung eines Arbeitsplatzes von unterschiedlichen Verteilern aus die normativen Grenzwerte unbedingt einzuhalten.

### 5.1.8 Verlegebedingungen für Tertiär-Installationskabel

Bei der Installation wirken, im Gegensatz zum späteren Betrieb, mechanische Kräfte und in der Regel auch andere Temperaturen auf das Datenkabel ein. Eine mechanische oder thermische Überbelastung des Kabels führt dabei zur irreversiblen Schädigung oder, im schlimmsten Fall, zur Zerstörung.

Eine Verschlechterung der elektrischen, insbesondere der hochfrequenten Übertragungseigenschaften, ist bei Einhaltung der nachfolgend aufgeführten wichtigsten Verlegebedingungen auszuschließen.

<b>Zugbeanspruchung</b>	
Definition	Zugkraft in Längsrichtung des Kabels
Maximale Zugkraft	100 N
Überbelastung führt zu:	Längen- und Querschnittsänderung des Kabels und seiner Einzelelemente
<b>Biegebeanspruchung</b>	
Definition	Biegung senkrecht zur Längsachse
Minimaler Biegeradius	> 8 * Kabelaußendurchmesser des Kabels bei Verlegung und > 4* Außendurchmesser nach Installation



Überbelastung führt zu:	Zugkräfte an der Außen- und Druckkräfte an der Innenseite der Biegestelle verursachen Änderungen der Geometrie und der Lage der Einzelemente
<b>Torsion</b>	
Definition	Verdrehung um die Längsachse des Kabels
Überbelastung führt zu:	Änderung der Geometrie und der Lage der Einzelemente, Änderungen der Elementeschlaglängen (Verdrillung).
Anmerkung:	Abwickeln des Kabels über den Spulenflansch bedeutet Torsion! Keine Torsion bei korrektem Abtrommeln!
<b>Druckbeanspruchung</b>	
Definition	Kraft senkrecht zur Längsachse des Kabels
Überbelastung führt zu:	Änderung der Geometrie und der Lage der Einzelemente.
Anmerkung:	Druck und Quetschung ist auszuschließen!
<b>Temperatur</b>	
Definition	Durch den Kabelhersteller festgelegter Temperaturbereich für die Verlegung
Übertemperatur führt zu:	Materialien dehnen sich aus, werden weicher; Verringerung der Zug- und Druckbelastbarkeit
Untertemperatur führt zu:	Materialien kontrahieren, werden härter; Verringerung der Druck-, Schlag- und Biegebelastbarkeit.
Anmerkung	Für Lagerung und Verlegung gelten meist andere Temperaturbereiche.

Tabelle 9

Verlegebedingungen der Tertiär-Verkabelung

## 5.1.9 Beeinflussung der Übertragungseigenschaften durch Verlegefehler

Wirken mechanische Kräfte auf einen Körper, so treten Veränderungen in seiner Geometrie – sog. Deformationen - ein. Mit zunehmender Kraft, abhängig von der Form, den geometrischen Abmessungen und den materialspezifischen Eigenschaften des Körpers, treten reversible und irreversible Veränderungen auf. Bei der Verlegung von Kabel ist dabei entsprechend sorgfältig zu verfahren.

## 5.1.10 Biegebelastung

Die Biegebelastung beinhaltet eine Zug- (Außenseite) und eine Druckkomponente (Innenseite), die im Kabel eine Verschiebung der Einzelelemente bewirken. Diese Änderung der Lage der Einzelelemente zueinander hat eine Veränderung, in der Regel eine Verschlechterung, der NEXT- und FEXT-Werte zur Folge (siehe auch Punkt Torsion).

## 5.1.11 Torsion

Durch Verdrehen des Kabels werden die Schlaglängen und damit die Lage der Einzelelemente zueinander verändert. Da die Schlaglängen der Verseilelemente so aufeinander abgestimmt sind, dass ein möglichst gutes NEXT erreicht wird, stellt sich eine Verschlechterung dieser Übertragungseigenschaft ein. Außerdem sind Veränderungen des Wellenwiderstandes zu verzeichnen, da sich punktuelle Veränderungen in der Geometrie der Einzelelemente und ihrer Lage zueinander ergeben.

## 5.1.12 Druckbelastung

Die Druckbelastung führt zu punktueller Änderung der Geometrie. Daraus ergibt sich hauptsächlich ein punktuell abweichender Wellenwiderstand (Wellenwiderstandssprung, Stoßstelle). An einer solchen Stoßstelle wird das Signal zu einem Teil reflektiert. Treten viele Stoßstellen auf, kann sich die Dämpfung unzulässig erhöhen. Ein Extremfall der Druckbelastung in gleichmäßigen Abständen (Anschellen des Kabels) kann fast zur totalen Reflektion des Signals führen.

## 5.1.13 Temperaturbeanspruchung

Zu hohe Temperaturen (Aufweichung der Kunststoffe) können, in Verbindung mit mechanischer Belastung, zum Zerquetschen der Aderisolation (Extremfall: Kurzschluss der Leiter) und Schädigung des Mantels führen. Zu niedrige Temperaturen bewirken wegen der verminderten Dehnungsfähigkeit der Materialien beispielsweise ein Aufplatzen des Mantels bei Biegung mit extrem kleinen Radien.

## 5.1.14 Besonderheiten im Rahmen von Nachverkabelungen

In Umgebungen mit bereits vorhandener Verkabelung sind insbesondere folgende Punkte zu befolgen:

- Bereits vorhandene Kabel dürfen nicht verlängert werden. Bei nicht ausreichender Länge ist ein neues Kabel zu verlegen und das alte Kabel zu entsorgen.
- Bereits vorhandene Kabel dürfen im Endbereich (Arbeitsplatz) um maximal 10 Meter zurückgezogen werden und an anderer Stelle neu verlegt werden. In jedem Fall ist die vollständige Überprüfung aller geforderten Parameter inklusive Protokollierung durchzuführen.
- Alle Anschlüsse in Schneidklemmtechnik dürfen nur gem. Herstellerangaben verwendet werden.

- In der Regel ist es anzustreben, zuerst die neue Verkabelung einzuziehen und anzuschließen und dann erst die „Altverkabelung“ zu entfernen. Bei Abweichung von dieser Vorgehensweise ist eine Abstimmung mit dem STKM notwendig, da dies i. d. R. zu einer Stilllegung einzelner Bereiche führt, die koordiniert werden muss.
- Geöffnete Brandschutzverschlüsse sind sofort im Anschluss an die Verlegung der Kabel wieder zu schließen. Die Schließung ist durch die den Auftragnehmer schriftlich und fotografisch zu dokumentieren.
- Provisorien sind grundsätzlich mit dem STKM abzustimmen.
- Auch bei Ergänzungen von Bestandsstrukturen gelten die Grundsätze des Planungshandbuchs.

### 5.1.15 Herstellerübergreifende Vorschriften beim Anschluss an Rangierfeld und Dose

Damit die durch die Systemhersteller zugesicherten Übertragungs- und Schirmungseigenschaften gewährleistet werden, ist eine strikte Einhaltung der Hersteller-Montagevorschriften notwendig. Diese Montagevorschriften sind durch den Auftragnehmer zu beschaffen und jedem Monteur zur Kenntnisnahme vorzulegen. Der Monteur muss schriftlich bestätigen, dass er diese zur Kenntnis genommen hat. Falls beim jeweiligen System Spezialwerkzeuge vom Hersteller empfohlen oder verlangt werden, sind diese einzusetzen. Wie bereits beschrieben ist eine Adernanschlussbelegung gemäß TIA/EIA 568 Variante A an Rangierfeld und Dose vorzusehen.

Wie bereits beschrieben wurde, ist zu prüfen, ob und wie die Arbeitsplatzdose mit einer eigenständigen Erdung an den metallenen Kanal anzubinden ist.

Am Arbeitsplatz bzw. an der Datendose sind nur in Ausnahmefällen Reservelängen mit dem Ziel vorzusehen, eine Verschiebung der Anschlussdose möglich zu machen. Diese Ausnahmefälle sind im Vorfeld mit den zuständigen Mitarbeitern des StKM festzulegen. Die Reserve ist jedoch grundsätzlich mindestens so zu halten, dass ein eventueller Austausch der Buchse inklusive einer damit einhergehenden minimalen Kürzung des Kabels möglich ist. Konkret geht es bei dieser Vorgabe darum, die Möglichkeit zu schaffen, in Zukunft einen Kategorie-6-Steckverbinder durch einen Kategorie-7-Steckverbinder auszutauschen. Die Reservelängen im Verteilerbereich sind so auszulegen, dass eine Neukonfektionierung und damit ein Anschluss an einem anderen Rangierfeld möglich sind. Das heißt, es sind mindestens **3 m Kabelreserve** einzuplanen.

Bei der Kabeleinführung in den Schrank gibt es zwei Alternativen:

Kabeleinführung von oben in den Schrank, Führung im Schrank dann über eine Schlaufe zum Rangierfeld. Die Kabelbündel dürfen dabei nur eine maximale Stärke von 24 Kabeln aufweisen. Die Führung der Kabelbündel zu den Rangierfeldern hat wechselseitig von rechts und links zu erfolgen.

- Kabeleinführung von unten in den Schrank; Führung im Schrank dann über eine Schlaufe zum Rangierfeld. Die Kabelbündel dürfen dabei nur eine maximale Stärke von 24 Kabeln aufweisen. Die Führung der Kabelbündel zu den Rangierfeldern hat wechselseitig von rechts und links zu erfolgen. (siehe Abbildung 5.3)

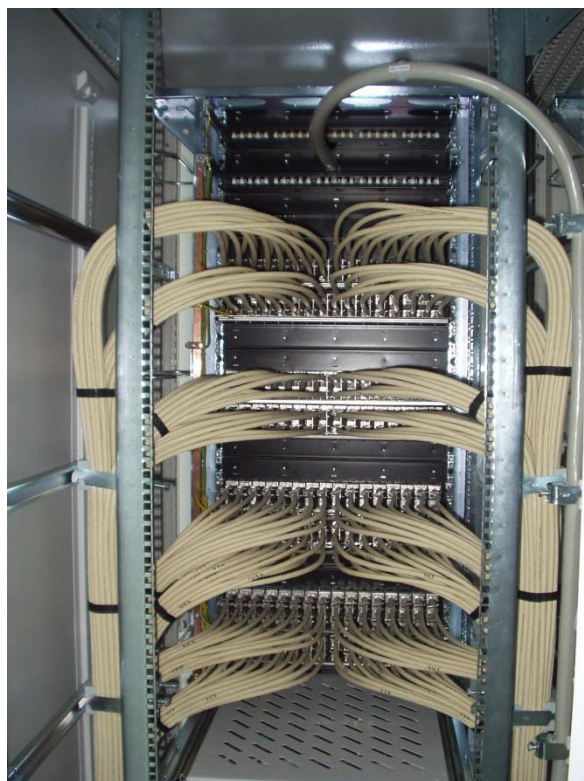


Abb. 5.3

Kabelführung im Schrank

## 5.1.16 Beschriftung von Datendosen und Patchpanel

Zur eindeutigen Identifizierung von Datendosen und deren Entsprechung im Verteilerschrank ist jeweils eine Beschriftung mit folgenden Inhalten anzubringen:

Beschriftung	Beschreibung	Beispiel
Verteilerraum	Raum in dem sich der Verteiler befindet	EG12
Verteiler	Nummerierung des Verteilers im Raum	01
Panel	Nummerierung des Panels im Verteiler	02
Dosennummer	laufende Nummerierung der Dose	15 und 16

Tabelle 10

Beschriftung von Datenkabeln

Beispiel:

15    EG12-01-02    16

## 5.2 Klasse-E<sub>A</sub>-Verkabelung

In Anlehnung an die aktuelle Norm der EN 50173-1 und EN 50173-2 wird beim STKM ein kupferbasierendes Klasse-E<sub>A</sub>-Verkabelungssystem als Standardlösung vorgesehen. Dabei ist eine „Eins-zu-eins-Zuordnung“ zwischen Kabel und RJ45-Buchse zwingend vorgeschrieben.

Als Anschlusssysteme im Arbeitsplatzbereich und im Schrank sollen nur noch **einzeln geschirmte Buchsen** zum Einsatz kommen. Diese werden auf beiden Seiten eines Kabels identisch aufgebracht und dann in entsprechende Rahmen eingerastet

### 5.2.1 Eignungsnachweise

Für Datenkabel, Rangierfeld, Datendose, Anschluss- und Rangierschnüre muss die Freigabe des STKM erfolgt sein (Positivliste). Sollten Komponenten eingesetzt werden, die nicht in der Positivliste aufgeführt sind, so müssen diese alle nachfolgend aufgeführten Material- und übertragungstechnischen Eigenschaften erfüllen. Nicht in der Positivliste aufgeführte Verkabelungssysteme (dazu zählt die gesamte Kombination aus allen Komponenten des Links) dürfen grundsätzlich nur nach Freigabe durch das STKM verwendet werden.

### 5.2.2 Definition Kabelaufbau

Über eine symmetrische Kupferverkabelung wird der gesamte Tertiärbereich datentechnisch erschlossen. Um in diesem Bereich den gestiegenen Anforderungen bezüglich Signal-Stör-Verhältnis gerecht zu werden, müssen alle installierten Links mindestens die Bedingungen der Netzanwendungsklasse E<sub>A</sub> erfüllen. Das STKM behält sich vor, abweichende, als durch die Norm vorgegebene Anforderungen – insbesondere in medizinischen Bereichen – zu stellen. Diese abweichenden Anforderungen sind Bestandteil dieses Standards.

- Grundsätzlich sind bei Installationen im Verantwortungsbereich des STKM **S/FTP-Kabel** (PiMF) zu verwenden.
- Alle zugelassenen Datenkabel müssen **bis 1.200 MHz** spezifiziert sein.
- Das Datenkabel muss so aufgebaut sein, dass 8 massive Kupferadern enthalten sind. Die Kupferadern müssen mindestens **AWG 22/1** genügen.
- Die Isolierung der Adern muss aus PE-Foam-Skin bestehen, um eine ausreichend kleine Dielektrizitätskonstante verbunden mit einer ausreichend großen Festigkeit zu realisieren.

- Jedes Paar muss durch alukaschierte Polyesterfolie mit außen liegender Metallseite (PiMF) geschirmt sein. Die Gesamtschirmung muss aus einem Außenschirm als Cu-Geflechtausführung (verzinnt; Bedeckungsgrad min. 65%) bestehen. Der Kopplungswiderstand, als Maß der Schirmwirkung, darf bei 10 MHz maximal 5 mOhm/m und bei 30 MHz maximal 30mOhm/m betragen. Die Schirmdämpfung muss mindestens 70 dB bei einer Frequenz von 600 MHz aufweisen. Die Störleistungsunterdrückung muss mindestens 90 dB bis zu einer Frequenz von 600 MHz betragen.
- Der Außenmantel muss halogenfrei ausgeführt sein, damit im Brandfall keine salzsäurehaltigen Dämpfe entstehen können. Zudem dürfen keine Weichmacher enthalten sein, die beim Brand eine überhöhte Rauchentwicklung verursachen. Die Brandlast muss trotz allem gering sein und die Brandfortleitung muss durch Zusätze (z. B. chem. gebundenes Wasser) minimiert werden.
- Im Einzelnen müssen die Datenkabel daher mindestens folgende Bedingungen erfüllen:
  - halogenfreier Außenmantel gem. IEC 754-2,
  - nachweislich erfolgreich geprüft gem. IEC 1034-1 (Rauchentwicklung),
  - nachweislich erfolgreich geprüft gem. IEC 323-3 Cat. C (Brandfortleitung am Kabelbündel),
  - Brandlast < 0,25 kWh/m

## 5.3 Übertragungswerte

Im Folgenden werden, in Anlehnung an die entsprechenden Normen, Mindestanforderungen für die Übertragungswerte von den verschiedenen Kabel / Anschlussystemen definiert.

### 5.3.1 Installationskabel (Tertiärkabel)

Grundsätzlich ist die Einhaltung eines kupferbasierenden Klasse-E<sub>A</sub>-Verkabelungssystem sicherzustellen.

### 5.3.2 Übertragungswerte für das Anschlussystem

In der Regel erfolgt durch die Hersteller keine konkrete Angabe der Übertragungsparameter für das validierte Anschlussystem, weder für die Anschlussbuchse noch für den Anschlussstecker. Der Hersteller weist lediglich darauf hin, dass die Kombination seiner favorisierten Komponenten zur Einhaltung der in der Klasse E<sub>A</sub> geforderten Werte führt. Die Spezifikation für RJ45-Steckverbinder nach EN 60603-7 lässt jedoch relativ große geometrische Toleranzen zu. Für den Fall, dass ein Hersteller sein System mit sehr geringen Toleranzen auf dem Markt anbietet und damit die Klasse E erreicht, so ist nachvollziehbar, dass bei Einsatz von „fremden“ Komponenten mit möglicherweise größeren – aber ebenfalls erlaubten – Toleranzen das gesamte System nicht mehr Klasse E<sub>A</sub>-tauglich ist. Genau diese Situation ist derzeit auf dem Markt vorzufinden. Konkret bedeutet dies: Eine

ordnungsgemäß installierte Strecke kann eine positive Permanent-Link-Messung erreichen und auch in Kombination mit der „herstellerempfohlenen“ Anschlussschnur eine Klasse E<sub>A</sub> sicherstellen, bei Austausch der Anschlussleitung gegen ein anderes Produkt ist die Klasse E<sub>A</sub> aber derzeit nicht zwangsläufig sichergestellt.

Daraus leitet sich für Installationen im Bereich STKM die Forderung ab, ausschließlich Systeme einzusetzen, welche die genannte Spezifikation der „Kategorie 6<sub>A</sub> **Re-Embedded**“ erfüllen. Bei allen Systemen außerhalb der Positivliste muss ein Zertifikat mit der Bestätigung dieser Spezifikationserfüllung zur Freigabe vorgelegt werden.

### 5.3.3 Übertragungswerte für die Anschlusskabel

Das bei den Anschlussleitungen für Datendienste (ab 10 MBit/s) zu verwendende Kabelmaterial muss Übertragungseigenschaften gemäß DIN EN 50288-5-2 für Kabel der Qualität Kategorie 6<sub>A</sub> bei einer Übertragungsfrequenz bis zu 500 MHz sicherstellen. Der Einsatz der Anschlusssysteme in Kombination mit Installationskabel und Anschlussleitung **muss** die aufgeführten Kennwerte (Klasse E<sub>A</sub>) erfüllen.

**Hinweis:** Bei Nutzung der Tertiärleitung für Telefondienste (Analog oder ISDN) sollen identische Anschlussschnüre verwendet werden.

### 5.3.4 Übertragungswerte für die Verkabelungsstrecken (Permanent Link)

Sämtliche in der Norm EN 50173-1 und EN 50173-2 geforderten Werte sind durch die Verkabelungsstrecke sicherzustellen.

### 5.3.5 Übertragungswerte für den Übertragungskanal (Channel)

Sämtliche in der EN 50600-1 geforderte Werte sind durch die Übertragungsstrecke sicherzustellen.



## 6 Installation mit Lichtwellenleitern

Dieses Kapitel fasst die Kernaussagen zur „Spezifikation der Lichtwellenleiterverkabelung“ zusammen. Die Kenntnis dieser Kernaussagen entbindet den Planer / Installateur jedoch nicht von der fachgerechten Planung und Prüfung.

Die Glasfaserverkabelung wird als Basismedium im Primär- und Sekundärbereich eingesetzt. Der Einsatz von Lichtwellenleiter im Tertiärbereich zur Anbindung von Arbeitsplätzen erfolgt nur nach einer entsprechenden Planung und Abstimmung mit dem STKM Symmetrische Kupferkabel (Twisted Pair) stellen das bevorzugte Medium in der Vernetzung bis zum Arbeitsplatz dar.

Ziel der Spezifikationen ist die Bereitstellung einer Glasfaserinfrastruktur, die 10 - 100 GBit/s auf Ethernet-Basis ermöglichen kann. Eine sinnvolle Ausstattung mit Single- bzw. Multimodefasern ist Aufgabe der Planung in Abstimmung mit dem STKM Fachbereich.

### 6.1 Technische Anforderungen

Es werden beim STKM bei allen Neuinstallationen ausschließlich Multimodefasern des Typs 50/125µm und Singlemodedefasern des Typs 9/125µm eingesetzt.

Die Basis für alle geforderten Dämpfungswerte bei der Multimodefaser stellt das Messverfahren nach *Over Filled Launch* dar (Anregung auf Basis von LED-Sendern). Die zu verwendenden Multimodefasertypen dürfen eine Dämpfung von

- max. 2,4 dB / km (bei 850 nm) und
- max. 0,7 dB / km (bei 1300 nm) nicht überschreiten.

Das STKM verlangt die Einhaltung einer numerischen Apertur von 0,20 +/- 0,02 für beide Wellenlängen (850nm und 1300 nm). Die zu verwendenden Singlemodedefasertypen dürfen eine Dämpfung von

- max. 0,36 dB / km (bei 1310 nm) und
- max. 0,25 dB / km (bei 1550 nm) nicht überschreiten.

Bei Neuverkabelungen ist ausschließlich der LC-Duplex-Steckverbinder zugelassen. Dabei ist folgender Farbcode, sowohl bei den Steckern als auch bei Kupplungen vorgeschrieben:

- Multimodefaser OM3: Grün und
- Multimodefaser OM4 Hellblau
- Singlemodefaser ohne Schrägsliff: Blau

Die Stecker-Einfügedämpfung darf maximal 0,2 dB und die Rückflussdämpfung muss minimal 45 dB bei Multimodefasern bzw. 70 dB bei Singlemodedefasern betragen.

Folgende Übertragungstechnischen Werte müssen eingehalten werden:



- das Bandbreiten-Längen-Produkt der Multimodefaser darf 1.500MHz\*km bei 850 nm und 500 MHz\*km bei 1.300 nm nicht unterschreiten (OM3-Faser, Basis OFL),
- das Bandbreiten-Längen-Produkt der Multimodefaser darf 1.500 bis 3500MHz\*km bei 850 nm und 500 MHz\*km bei 1.300 nm nicht unterschreiten (OM4-Faser, Basis OFL),
- die vom Faserhersteller zugesicherte minimale 1GE-Reichweite nach IEEE 802.3ae muss unter Beachtung der zulässigen Maximaldämpfung 2.000 Meter bei 850 nm betragen,
- die vom Faserhersteller zugesicherte minimale 10GE-Reichweite muss unter Beachtung der zulässigen Maximaldämpfung 300 Meter bei 850 nm betragen,
- die vom Faserhersteller zugesicherte minimale 100GE-Reichweite muss unter Beachtung der zulässigen Maximaldämpfung 100 Meter bei 850 nm betragen,

Bei der Singlemodefaser stellt der Dispersionskoeffizient den „Ersatzwert“ für das Bandbreiten-Längen-Produkt dar; dieser wird bei STKM auf

- max. 3,5 ps/(nm \* km) bei 1310 nm und
- max. 19 ps/(nm \* km) bei 1550 nm festgelegt (OS1-Faser).

Sollte eine Neuinstallation mit 50/125µm Fasern auf eine bestehende Verkabelung mit Fasern vom Typ 62,5/125µm treffen, so ist die weitere Vorgehensweise mit dem STKM abzustimmen.

## 6.2 Spezifikation der empfohlenen Komponenten

Es erfolgt eine detaillierte Vorgabe zu den Materialeigenschaften der Installationskabel, die im Außen- oder Innenbereich einzusetzen sind. Der Aspekt des präventiven Brandschutzes wurde besonders berücksichtigt.

## 6.3 Abnahmemessung der installierten Strecken

Für die Messung der installierten Glasfaserstrecken werden Pegelmessungen sowie OTDR-Messung für alle Fasern vorgeschrieben. Die gemessenen Werte müssen auf Basis der addierten maximal erlaubten Einzeldämpfungswerte geprüft werden und dürfen das berechnete Gesamtdämpfungsbudget nicht überschreiten.

Die im Folgenden beschriebenen Ergänzungen und Modifikationen bei den Messrichtlinien sind zwingend zu beachten.

## 6.4 Besondere Installationsrichtlinien

Grundsätzlich müssen bei allen Komponenten die herstellerspezifischen Installationsrichtlinien exakt eingehalten werden.

Ergänzend zu den allgemeinen Installationsrichtlinien des Standards gibt es spezielle Richtlinien im Umgang mit Glasfaser-Installationskabeln. Die Notwendigkeit dieser Regeln resultiert insbesondere aus einer geringen mechanischen Beanspruchbarkeit des Kabels bei und nach der Verlegung.

Bei der Verlegung von Lichtwellenleiter ist grundsätzlich eine Installationsreserve zu berücksichtigen. Diese Installationsreserve soll es insbesondere ermöglichen, dass bei Bedarf beispielsweise Steckgesichter getauscht werden können. Zu diesem Zweck ist zumeist eine Neukonfektion (spleißen) notwendig. Die Installationsreserve soll mindestens einen und maximal einige wenige Meter betragen. Das Abfangen der Überlänge soll an geeigneter Stelle (Doppelboden, Deckenbereich) erfolgen. Dabei ist sicherzustellen dass einerseits der Betrieb (patchen) durch die Überlänge nicht negativ beeinflusst wird und andererseits die Installationsreserve bei Bedarf möglichst einfach nachgezogen werden kann.

## 6.5 Ziele der Lichtwellenleiterverkabelung

In Anlehnung an die aktuelle Norm EN 50173-1 und EN 50173-2 ist beim STKM ein glasfaserbaserendes Verkabelungssystem als Standardlösung für die Verbindung von Verteilern im Primär- und Sekundärbereich vorgesehen. Optionale Ergänzungen durch Telefonverkabelungen sind möglich. Das glasfaserbasierende Verkabelungssystem stellt eine universelle und strukturierte Infrastruktur für daten- und zukünftige sprachbasierende Übertragungstechniken wie z.B. VoIP dar.

Der Tertiärbereich darf nur dann mit LWL-Kabeln erschlossen werden, wenn technische Rahmenbedingungen eine Verkabelung mit symmetrischen Kupferkabeln nicht zulassen. Die genaue Vorgehensweise ist in diesem Fall mit dem STKM abzustimmen

## 6.6 Übertragungstechnische Parameter

Die im Glasfaserbereich bestimmenden optischen Parameter sind:

- Optische Dämpfung (Einfügedämpfung)
- Bandbreiten-Längen-Produkt
- Dispersionsminimierung
- Signallaufzeit
- Reflexionsdämpfung
- Rückflusddämpfung

Insbesondere die ersten vier Parameter führen zu einer Längenrestriktion der Übertragungsstrecke. Durch Beachtung der im Standard STKM angegebenen Maximallängen in Kombination mit den „freigegebenen“ Materialien (Positivliste) wird sichergestellt, dass diese Parameter eingehalten werden.

### 6.6.1 Spleißdämpfung

Bei allen Spleißverbindungen muss eine Maximaldämpfung von 0,1 dB pro Spleiß sichergestellt werden.

Berücksichtigt man die oben definierte Steckermaximaldämpfung von 0,2 dB, so darf ein Pigtail, inklusive Spleiß, nicht mehr als 0,3 dB Dämpfung aufweisen.

### 6.6.2 Bandbreiten-Längenprodukt (50 µm Faser)

Das Bandbreiten-Längenprodukt wird ausschließlich für Multimodefasern spezifiziert. Beim STKM werden nur OM3 sowie OM4-Fasern mit dem entsprechenden Bandbreitenlängenprodukt (siehe nachfolgender Tabelle) zugelassen.

Kategorie	Minimale Bandbreite bei Vollanregung (MHz*km)	
	850 nm	1.300 nm
OM 3	1.500	500
OM 4	3.500	500

*Tabelle 11 Auszug aus der EN 50173-1*

### 6.6.3 Anforderungen an Einmoden-Lichtwellenleiter der Kategorie OS1 und OS2

Folgende Anforderungen des STKM werden bei Einmoden-Lichtwellenleiter spezifiziert. Dabei sind vorzugsweise Lichtwellenleiter der Kategorie OS2 zu verwenden. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die zugelassene Spezifikation auf.

Wellenlänge (nm)	Größte Dämpfung (dB/km)
1310	1,0
1383	1,0
1550	1,0

Tabelle 12 Anforderung an die Leistungsfähigkeit von Einmoden-Lichtwellenleitern der Kategorie OS1

Wellenlänge (nm)	Größte Dämpfung (dB/km)
1310	0,4
1383	0,4
1550	0,4

Tabelle 13 Anforderung an die Leistungsfähigkeit von Einmoden-Lichtwellenleitern der Kategorie OS2

## 6.7 Funktionale Anforderungen

Neben den beschriebenen optischen Anforderungen, die im Wesentlichen die Nutzbarkeit der vorgesehenen Zugangsverfahren sicherstellen, werden im Weiteren auch funktionale Anforderungen spezifiziert. Diese dienen in erster Linie der langfristigen Beibehaltung der optischen Übertragungsqualitäten.

### 6.7.1 Kabelmaterialien

Damit die Verkabelung die übertragungstechnischen Anforderungen über den sehr hohen Nutzungszeitraum von 15 bis 20 Jahren sicherstellen kann, sind bei den Materialeigenschaften neben guten mechanischen Eigenschaften auch thermische und chemische Eigenschaften zu beachten.

Verlässt ein Primärkabel ein Gebäude und muss über, oder in nicht geschützte Bereiche verlegt werden, so sind längs- und querwasserdichte Außenkabel zu verwenden. Dies gilt auch bei Verlegung in erdgebundenen Installationssystemen wie Kabelzugrohre o.ä.. Ein Außenkabel unterscheidet sich somit in seiner „Wasserresistenz“ und in seiner erheblich höheren Brandlast (Faktor 2 bis 3) vom Innenkabel.

#### Für alle Primär- und Sekundärkabeltypen gilt:

Zur absoluten Sicherstellung von Potentialfreiheit ist auf jeden Anteil von Metall im Kabelaufbau zu verzichten. Auch der Nagetierschutz darf nicht in metallhaltiger Ausführung ausgelegt werden. Die Entscheidung, ob auch im Innenbereich Nagetierschutz vorzusehen ist, muss in Abhängigkeit der örtlichen Situation getroffen werden. Bei Unsicherheit ist auch hier Nagetierschutz vorzusehen. Hybridkabel (Kabel mit Multimode- und Singlemodefasern) sind nach Abstimmung mit dem STKM zu verlegen.

#### Bei Außenkabeltypen gilt:

Bei Außenverlegung ist in jedem Falle ein Typ zu verwenden, der in hohem Maße gegen Wassereintritt geschützt ist. Zur Erreichung von Längs- und Quersicherheitsdichtigkeit müssen daher die Verleithohlräume mit Petrolat-Gel gefüllt sein und es sollte idealer Weise ein zusätzliches Quellflies als Ummantellung für die Bündeladern integriert sein.

Ein verseilter Kabelaufbau mit zentralem, metallfreiem Stützelement (keine Zentraladerkonstruktion) erhöht die Zugfestigkeit und schützt vor Beschädigung beim Einziehen.

### Bei Innenkabeltypen im Backbone-Bereich gilt:

Die Verwendung von Universalkabeln mit vollständig halogenfreien und schwer entflammaren Materialien wird vorgeschrieben.

Im Primär- und Sekundärbereich sind bei der Verlegung nur Bündeladerkonstruktionen zu verwenden. Die Verwendung von Vollader- oder Kompaktadertypen ist nicht zugelassen.

Unabhängig von dem Mantelmaterial sind folgende minimale Zug- und Querfestigkeiten durch das verwendete Kabel sicherzustellen:

Zugfestigkeiten	Innenbereich	Außenbereich
Bündelader	2.500 N	2.500 N
Querdruckfestigkeit im ...	Innenbereich	Außenbereich
Bündelader	Min. 200 N/cm	Min. 200 N/cm

Tabelle 14

Zug- und Querfestigkeiten von Bündeladern

### 6.7.2 Steckverbinder und Kupplungen

Bei Neuinstallationen ist für alle Fasertypen nur das Steckersystem LC-Duplex zugelassen. Die Steckverbinder und Kupplungen müssen grundsätzlich über folgende Eigenschaften verfügen:

- Ausschließliche Verwendung für LC-Duplex lösbare Verbindungen,
- Alle Stecker und Kupplungen müssen über nicht ausgasenden Staubschutzkappen verfügen.
- Als Ferrulen- und Hülsenmaterial ist nur Keramik zugelassen.
- Mechanische Kodierungen von Kupplungen und Stecker sind unzulässig- jeder Stecker muss in jede Kupplung passen.
- Verwendung von Farbkodierungen bei Stecker und Kupplung:
  - Farbfestlegung: Blau für Singlemodfasern ohne Schrägschliff,

- Farbfestlegung: Grün für OM3 Multimodefasern

### 6.7.3 Pigtails

Das Faser-Pigtail besitzt keine schützenden Mantelmaterialien (Sekundär-Coding). Die Faser ist empfindlich gegen Querdruckkräfte und ist nur in geschlossenen Gehäusen einzusetzen.

Es ist darauf zu achten, dass die Faser sowohl beim Kerndurchmesser als auch in Bezug auf den Faserhersteller mit dem Installationskabel kompatibel sein muss. Bei vorhandenen Installationen mit unbekannter Faser im Installationskabel muss in jedem Falle der Kerndurchmesser identisch sein.

Die Länge der Pigtails ist so zu wählen, dass Nacharbeiten am Stecker (z.B. Reinigen) auf einfache Art zu erledigen sind. Die Standardlänge beträgt mindestens 2,0 Meter.

Die Fixierung der Pigtails innerhalb der Spleißkassetten erfolgt mit Hilfe eines Krimpspleißschutzes.

### 6.7.4 LWL-Rangierfelder

In einem Rangierfeld werden die Steckverbinder eines Glasfaserendes untergebracht und an fest montierte, geschraubte, Kupplungen angeschlossen. Rangierschnüre verbinden dann diese Glasfasern mit anderen Komponenten. Die auf dem Markt befindlichen Rangierfelder besitzen in den meisten Fällen eine integrierte Spleißbox, die zum Abfangen des ankommenden Kabels bzw. zur Unterbringung der Spleißkassetten genutzt wird. Bei diesen Rangierfeldern mit integrierter Spleißbox geht man von einer Einheit aus.



Abb. 6.1 Beispiel für geschlossene Rangierfelder mit integrierter Spleißbox

Bei Auswahl eines Rangierfeldtyps ist folgendes sicherzustellen:

- Die Box muss aus Metall sein.
- Die Box muss derart geschlossen sein, dass eine Beschädigung von Pigtails, Fasern oder Steckern im Inneren der Box ausgeschlossen wird.

- Es müssen Befestigungsmöglichkeiten für vier Spleißkassetten inkl. Spleißkämme zur Aufnahme von 48 Spleißen vorhanden sein.
- Es müssen 24 Duplex-LC-Kupplungen waagrecht befestigt werden können (siehe Bild), die von 1 bis 24 durchnummeriert sind.

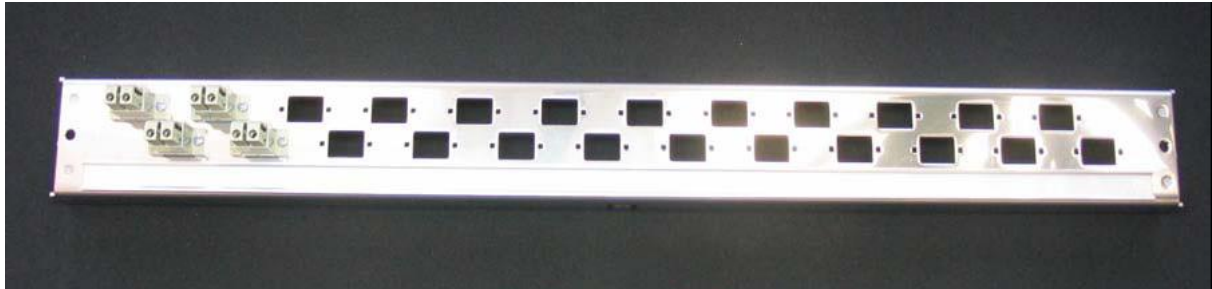


Abb. 6.2 Verteilung der 24-LC-Duplex-Kupplungen auf der Frontblende

- Es muss ein ausreichend großes, zusätzliches Beschriftungsfeld für die Box vorhanden sein.
- Zwei PG-Verschraubungen in Form eines Trompetenanschlusses für den Kabelabfang müssen vorhanden sein (ausschließliche Befestigung mit Kabelbinder ist nicht zugelassen).
- Eine vollständig geschlossene Rückfront muss vorhanden sein (Unterstützung der IP-Schutzgrade nach EN 60529).
- Der minimale Biegeradius der LWL-Faser von 40mm muss innerhalb der Spleißbox realisierbar sein.
- Die Box muss ausziehbar sein, um das leichte Reinigen von Steckern und Kupplungen zu ermöglichen.
- Die im Dokument beschriebene farbliche Codierung (Singlemode, Multimode) soll sich auch am Rangierfeld wiederfinden.

### 6.7.5 Anschlussschnur und Rangierschnur

Die Anschluss- und Rangierschnur besteht aus dem LWL-Kabel und den LC-Steckverbindern. Rangierschnüre bzw. Anschlussschnüre sind zweifaserig.

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Das Kabelmaterial ist ein halogenfreier Break-Out- oder semilose Vollader-Typ.

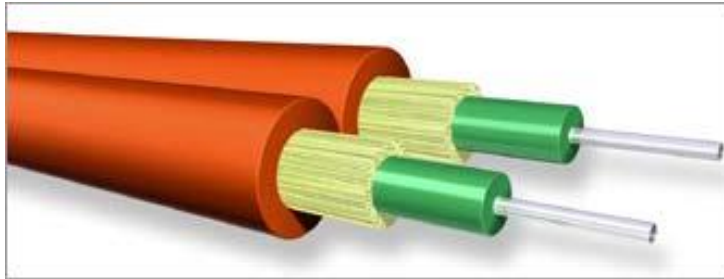


Abb. 6.3 Kabelaufbau einer Duplex-Vollader/Break-Out

- Der Einsatz von Mini-Break-Out-Kabeln ist nicht zugelassen.
- Das Kabel muss für eine minimale Zugbelastbarkeit von 600 N ausgelegt sein.
- Das Kabel muss eine dauerhafte minimale Querdruckfestigkeit von 50 N/cm aufweisen.
- Zu jeder gelieferten Anschluss/Rangierschnur ist ein Messprotokoll des Konfektionärs mitzuliefern (beides in einer durchsichtigen Verpackung pro Schnur). Mit diesem Protokoll wird bestätigt, dass diese Anschlussschnur, insbesondere die Steckverbinder, auf Einhaltung der geforderten Werte überprüft wurden und die gemessenen Werte dem Protokoll entnommen werden können.
- Die zwei LC-Stecker jeder Seite müssen mechanisch miteinander verbunden sein. Die mechanische Verbindung muss lösbar sein, um die Polarität wechseln zu können
- Auf Anforderung des STKM sind die Patchkabel zu beschriften.

## 6.8 Besondere Installationsrichtlinien bei Glasfaserverkabelungen

Zusätzlich zu den allgemeinen Installationsrichtlinien, die insbesondere in Verteilerräumen und beim Aufbau von Kabelwegen zu beachten sind, gibt es spezifische Richtlinien, die bei der Installation einer Glasfaserverkabelung zu beachten sind.

### 6.8.1 Zu beachtende Verlegungsbedingungen

Bei der Installation wirken, im Gegensatz zum späteren Betrieb, mechanische Kräfte und in der Regel auch extremere Temperaturen auf das Datenkabel ein. Eine mechanische oder thermische Überbelastung des Kabels führt dabei zur irreversiblen Schädigung oder, im schlimmsten Fall, zur Zerstörung.

Eine Verschlechterung der Übertragungseigenschaften ist bei Einhaltung der nachfolgend aufgeführten wichtigsten Verlegungsbedingungen ausgeschlossen.



<b>Zugbeanspruchung</b>	
Definition	Zugkraft in Längsrichtung des Kabels
Maximale zulässige Zugkraft bei der Verlegung eines Außenkabels	4.500 N (eine Erhöhung der Zugkraft muss durch den Kabelhersteller freigegeben sein)
Maximale zulässige Zugkraft bei der Verlegung eines Innenkabels (nicht bei Tertiärkabel)	3.500 N (eine Erhöhung der Zugkraft muss durch den Kabelhersteller freigegeben sein)
Überbelastung führt zu:	Längen- und Querschnittsänderung des Kabels und seiner Einzelelemente
<b>Biegebeanspruchung</b>	
Definition	Biegung senkrecht zur Längsachse
Minimaler Biegeradius	Gemäß Herstellerangaben
Überbelastung führt zu:	Zugkräfte an der Außen- und Druckkräfte an der Innenseite der Biegestelle verursachen Änderungen der Geometrie und der Lage der Einzelelemente
<b>Torsion</b>	
Definition	Verdrehung um die Längsachse des Kabels
Überbelastung führt zu:	Änderung der Geometrie und der Lage der Einzelelemente, Änderungen der Elementeschlaglängen.
Anmerkung:	Abwickeln des Kabels über den Spulenflansch bedeutet Torsion! Keine Torsion bei korrektem Abtrommeln!
<b>Druckbeanspruchung</b>	
Definition	Kraft senkrecht zur Längsachse des Kabels
Überbelastung führt zu:	Änderung der Geometrie und der Lage der Einzelelemente.
Anmerkung:	Druck und Quetschung ist auszuschließen!
<b>Temperatur</b>	

Definition	Durch den Kabelhersteller festgelegter Temperaturbereich für die Verlegung
Übertemperatur führt zu:	Materialien dehnen sich aus, werden weicher; Verringerung der Zug- und Druckbelastbarkeit
Untertemperatur führt zu:	Materialien kontrahieren, werden härter; Verringerung der Druck-, Schlag- und Biegebelastbarkeit.
Anmerkung	Für Lagerung und Verlegung gelten meist andere Temperaturbereiche.

*Tabelle 15*

*Verlegungsbedingungen von LWL-Kabeln*

Folgende Richtlinien tragen zur Vermeidung von Verlegungsfehlern bei und sind einzuhalten:

- Vor Beginn der Einzieharbeiten ist sicherzustellen, dass das zu belegende Zugrohr bzw. die Kabelzugsteine durchgängig sind.
- Das Einschieben von Kabeln ist generell unzulässig.
- Vor dem Kabeleinzug ist das Auslegen (längeres Abspulen) zu vermeiden, die Verlegung hat möglichst unmittelbar von der Kabelrolle zu erfolgen.
- Die Kabel dürfen nicht seitlich über den Rollen-Flansch abgewickelt werden (Torsionsgefahr).
- Befinden sich die Kabelenden außerhalb des Verteilerraumes, so sind die Enden gegen Feuchtigkeit zu schützen.
- Beim Einziehen des Kabels ist grundsätzlich ein zugfester Verschluss oder ein Zugstrumpf zu verwenden. Hierbei sind die Herstellerangaben bezüglich Ziehstrumpfmontage zu beachten.
- Zum Einziehen von langen Kabelstücken (ab 500m) wird der Einsatz von Ziehwinden vorgeschrieben. Der Einsatz von solchen Geräte ist in vom Bieter in der Angebotserstellung zu berücksichtigen. In diesem Falle sind Ziehwinden mit Zugkraftmessung, Diagrammschreiber und Abschaltvorrichtung zu verwenden. Es ist mit der geringsten Ziehgeschwindigkeit zu beginnen. Das Zugdiagramm ist dem STKM unaufgefordert zu übergeben. Eingestellt und protokolliert werden müssen mindestens:
  - a) Gerätenummer der Ziehwinde
  - b) Kabeltyp
  - c) Streckenabschnitt
  - d) Einziehtag
  - e) Gemessene Zugkräfte
- Beim Kabeleinzug in vorhandene Trassen und Kanäle dürfen nur zugelassene Schmier- und Gleitmittel verwendet werden. Bei Verwendung nicht zugelassener Mittel können durch chemische Reaktionen Schädigungen des Kabelmantels auftreten. Die zugelassenen Schmiermittel sind den Datenblättern des Kabelherstellers zu entnehmen bzw. direkt mit diesem abzustimmen.
- Die Temperaturbedingungen gelten erst dann als erfüllt, wenn das betreffende Kabelstück während der letzten 12 Stunden vor dem Auslegen nicht einer Temperatur außerhalb des zugelassenen Bereiches ausgesetzt war.
- Geschnittene Kabel sind nach dem Abschluss der Zieharbeiten sofort staub- und wasserdicht mit Schrumpfkappen zu verkappen.
- Ein benutzter Ziehdraht ist mit dem letzten Kabel wieder einzuziehen.
- An jeder Durch- oder Eintrittsstelle (Gebäudeeinführung, Medienschacht, Brandschott) ist das Kabel zu beschriften.

## 6.8.2 Vorschriften beim Anschluss an Rangierfeld

Es ist eine strikte Einhaltung der Hersteller-Montagevorschriften notwendig. Diese Montagevorschriften sind durch den Auftragnehmer (AN) zu beschaffen und jedem Monteur zur Kenntnisnahme vorzulegen. Der Monteur muss schriftlich bestätigen, dass er diese zur Kenntnis genommen hat. Falls beim jeweiligen System Spezialwerkzeuge vom Hersteller empfohlen oder verlangt werden, sind diese einzusetzen. Die Auflegung der Fasern erfolgt 1:1, d.h., dass eine Faser mit der Nummer 1 auch auf den beiden Rangierfeldern jeweils auf Steckerport 1 aufzulegen ist.

Grundsätzlich sind bei den Installationskabeln für den Primär- und Sekundärbereich im Verteiler 5 Meter Kabelreserve vorzusehen. Die Art der Ablage ist mit dem STKM vor Beginn der Installation abzustimmen.

Die Kabelenden sind im Verteiler so einzuführen und zu fixieren, dass die Kabelmetrierung ohne zusätzliche Kabelbewegungen deutlich ablesbar ist.

## 6.8.3 Beschriftung

Im Rahmen der Installation sind durch das installierende Unternehmen die installierten Anlagenteile zwingend gemäß den Namenskonventionen (Nummerierungsschema) des STKM zu beschriften.

Grundsätzlich wird von einer Nutzung der systemabhängigen Beschriftungsmöglichkeiten in Form von Beschriftungsschildern ausgegangen. Falls diese vorhanden sind, ist die Beschriftung nicht handschriftlich sondern maschinell bzw. ausgedruckt durchzuführen. Sind keine Beschriftungsschilder vorhanden, so ist die Beschriftung mittels eines Resopalschildes durchzuführen.

Die Verwendung von flexiblen Beschriftungsschildern, die über eine einfache Verklebung fixiert werden (z.B. P-Touch), ist im Verteilerbereich nicht zulässig. Hier sind grundsätzlich durchgehend gravierende Resopalschilder zu verwenden, die angeschraubt oder mit dauerhaftem Komponentenkleber geklebt werden müssen.

## 7 Trassen

Im Zuge von Neuplanungen, Renovierungen oder Erweiterungen von Gebäuden sind meistens umfangreiche infrastrukturelle Maßnahmen notwendig. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei die Erstellung von Kabelwegen (Trassen) zur Versorgung der technischen Einrichtungen von Gebäuden. Hierzu gehören sowohl Anbindungen an das Gebäude (Außentrassen), wie auch Trassen innerhalb des Gebäudes bis zu den jeweiligen Endpunkten (z.B. Verteilerräume usw.). In diesem Kapitel werden die Vorgaben dazu beschrieben.

### 7.1 Allgemeine Anforderungen

Dieses Kapitel fasst die Kernaussagen zum Kapitel „Trassen“ zusammen. Die Kenntnis dieser Kernaussagen entbindet den Planer / Installateur jedoch nicht von der Vertiefung der damit zusammenhängenden weiteren Textbestandteile.

- Bei der Planung aller Kabelwege müssen die Vorgaben und Richtlinien bzgl. EMV und Blitzschutz beachtet werden (siehe Kapitel: EMV / Erdung / Massung / Schirmung / Blitzschutz / Potentialausgleich).
- Bei der Belegung von Trassen ist insbesondere zu berücksichtigen, dass die Verkabelung zunehmend auch für die Stromversorgung (Power over Ethernet) genutzt wird. Im Rahmen der Planungen ist daher nachvollziehbar darzustellen, welche Maximalbelegung unter Berücksichtigung dieser Tatsache möglich ist.
- Bei Neuplanungen sollten alle Kabelwege innerhalb der Gebäude aus Metall bestehen. Im Zweifelsfall sollte eine Abstimmung mit dem STKM stattfinden.
- Alle Kabelwege im Innen- und Außenbereich sind gemäß der aktuell gültigen Standards, Normen und Richtlinien, den Vorgaben der jeweiligen Hersteller und den Vorgaben des STKM zu realisieren.
- Trassenbelegungen und -dimensionierungen sind mit anderen Gewerken und dem STKM abzustimmen.
- Gebäudeeinführungen müssen bis 10 bar gas- und wasserdicht ausgeführt werden. Die Ausführung der Schotts muss mit dem STKM abgestimmt werden.
- Die aktuellen Brandschutzbestimmungen gemäß DIN 4102 und der jeweiligen LBOs (Landesbauordnungen) sind zu beachten.
- Alle Trassen sind so auszuführen, dass insbesondere bei Tertiärkabeln die geforderten Biegeradien realisiert werden können. Werden Telefon- oder LWL-Kabeln auf den Trassen verlegt, können durchaus größere Biegeradien erforderlich sein. Diese müssen den entsprechenden Datenblättern entnommen werden.

- Nach der gültigen Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) sind ungeschützte Leitungsverlegungen in Fluren, die als Flucht- und Rettungswege gekennzeichnet sind, grundsätzlich nicht gestattet, wenn die verlegten Leitungen nicht für den Betrieb des Flures notwendig sind. Dies gilt auch für Schleusen und Treppenträume.
- Kabelnachverlegungen ohne entsprechenden Brandschutz sind in Fluren, Schleusen und Treppenträumen nicht mehr zugelassen.
- Bei Durchdringungen von Wänden sind mindestens Schallschutzmaßnahmen zu ergreifen (z.B. Verschließen von Durchbrüchen in Leichtbauwänden mit Wolle oder Verputzen bei Mauerwerk). Ein bewertetes Schalldämmmaß ( $R'_w$ ) gemäß DIN 4109 in Höhe von mindestens 40 dB muss dabei gewährleistet werden.
- Bei Durchdringungen in Brandwänden sind diese wieder so zu verschließen, dass die benötigten Brandschutzklassen eingehalten werden.
- Alle Kernbohrungen sind mit dem STKM abzustimmen.

## 7.2 Kabeltrassen im Innenbereich

Kabelwege im Innenbereich umfassen alle notwendigen Steigbereiche, Kanäle, Unterflursysteme und Doppelboden.

Alle Kabelwege müssen aufgrund der besseren EMV-Eigenschaften aus Metall sein. Die speziellen Vorgaben in Bezug auf Erdung, Abstände, separate Trassenführung für Netzspannungsverkabelung, Telefonverkabelung, Datenverkabelung und Schwachstromleitungen müssen eingehalten werden.

Um eine Überhitzung zu vermeiden, ist eine Bündelung von max. 48 Kupfer-Leitungen sicherzustellen. Damit soll eine Überhitzung in jedem Fall vermieden werden

Lassen die baulichen Gegebenheiten eine Installation von mehrfach parallel verlaufenden Trassensystemen nicht zu, ist eine Rücksprache mit dem STKM erforderlich. Dies kann entscheiden, dass die Netzspannungsverkabelung und die Telefonleitungen auf einem Trassensystem verlegt werden können. Ebenso können Datenverkabelung und Schwachstromleitungen auf einem gemeinsamen Trassensystem verlegt werden. Die Trassensysteme müssen dann mindestens mit einem metallischen Trennsteg ausgerüstet werden. Um Abstände einhalten zu können, sind gem. EN 50174 Teil 2 eventuell sogar zwei metallische Trennstege, die nebeneinander auf Abstand montiert werden, notwendig. Auch notwendige Trennstege in Kabelkanälen müssen in verzinktem oder rostfreien Metall ausgeführt werden.

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

Bei Lichtwellenleiterkabelverlegung außerhalb von Trassen müssen für den mechanischen Schutz Stahlpanzerrohre verwendet werden. Zur Einhaltung von Biegeradien sind bei Richtungswechseln flexible Stahlpanzerrohrstücke mit Muffen einzusetzen.

Leitungsführungssysteme, mit Kreuzungspunkten, sowie Kabelabgängen, müssen mit einer werksseitigen Abkantung oder Kantenschutz versehen sein. Zusätzlich sind „scharfe“ Kanten immer zu behandeln (entgraten und Zinkspray).

Befestigungen aller Art dürfen nur mit zugelassenen Dübeln erfolgen. Die Verwendung von Bolzenschussgeräten ist generell nicht gestattet. Im Einzelfall ist eine Absprache mit dem STKM zu treffen. Befestigungen müssen direkt an der Wand, dem Boden oder der Decke realisiert werden.

Alle in bestehende Trassen neu einzusetzenden Komponenten müssen den vorhandenen Systemen in Art und Ausführung entsprechen.

### 7.2.1 Bestimmung der Trassenbreite

Grundsätzlich müssen Trassenbelegungen und Trassenbreiten mit den jeweils anderen Gewerken abgestimmt werden, damit ausreichend Platz für alle Gewerke vorhanden ist.

Zur Bestimmung der Trassenbreite bei gegebener Trassenhöhe und gegebener Kabelanzahl und deren Durchmesser müssen zusätzlich zur rechnerischen Ermittlung der Querschnittsfläche aller Kabel folgende Einflussfaktoren berücksichtigt werden:

- Die Kabel liegen nicht in der theoretisch dichtesten Packung.
- Durch die mehr oder weniger vorhandene Steifigkeit liegen die Kabel gekrümmt und es ist nicht davon auszugehen, dass die Kabel immer exakt parallel verlaufen.
- Bei neuen Trassen ist eine **Platzreserve** von ca. 30% einzuplanen.

Weiterhin ist bei der Dimensionierung der Trassenbreite auch die Tatsache zu berücksichtigen, dass zunehmend Power over Ethernet zum Einsatz kommt. In diesem Zusammenhang kann davon ausgegangen werden, dass mit dem Standard IEEE 802.3bt bis zu 100 Watt pro Leitung übertragen werden sollen. Dadurch ist auch mit einem Temperaturanstieg insbesondere in Kabelbündeln zu rechnen. Aus diesem Grunde soll eine Verlegung im mehreren getrennten Kabelbündeln erfolgen. Weiterhin sind die Verlegerichtlinien der Hersteller insbesondere in Bezug auf die Vermeidung von unzulässigen Temperaturen zu prüfen und umzusetzen.

#### Um diese Einflussfaktoren zu berücksichtigen wird:

- Die Kabelquerschnittsfläche nicht kreisförmig sondern quadratisch mit einer Kantenlänge entsprechend dem Durchmesser kalkuliert
- Die sich daraus ergebende Gesamtquerschnittsfläche aller Kabel mit einem Faktor von 1,4 multipliziert
- Als Planungsreserve für neue Trassen dieses Ergebnis mit dem Faktor 1,3 multipliziert

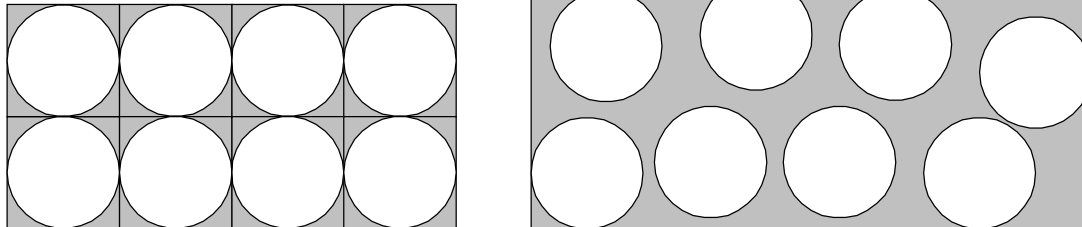


Abbildung 2: Theoretischer und praktischer Querschnittsflächenbedarf (Faktor 1,4)

Für die Berechnung von Trassenquerschnitten ergeben sich Folgende Formeln:

**Formel zur Berechnung der Querschnittsfläche bei vorhandenen Trassen:**

$$A = (n_1 * D_1^2 + n_2 * D_2^2 + n_n * D_n^2) * 1,4 \quad 7.1$$

**Formel zur Berechnung der Querschnittsfläche bei neuen Trassen:**

$$A = (n_1 * D_1^2 + n_2 * D_2^2 + n_n * D_n^2) * 1,4 * 1,3 \quad 7.2$$

Bei Kabeltrassen mit Trennsteg bzw. einzelnen Kabelzügen ist der jeweils abgetrennte Bereich der Trasse nach dieser Formel zu berechnen.

A = Querschnittsfläche der Trasse (Breite x Höhe),

$n_1$  bis  $n_n$  = Anzahl Kabel einer Kabelsorte (eines Durchmessers),

$D_1$  bis  $D_n$  = Durchmesser einer Kabelsorte

**Beispiel:**

Es müssen 60 Kabel mit einem Durchmesser von 11 mm und 45 Kabel mit einem Durchmesser von 13 mm verlegt werden. Nach obiger Formel ergibt sich eine Querschnittsfläche für eine neue Trasse von:

- $(60 * 121\text{mm}^2 + 45 * 169\text{mm}^2) * 1,4 * 1,3 = 27.054,3\text{mm}^2$
- Bei einer Trassenhöhe von 60 mm ergibt sich eine benötigte Trassenbreite von mindestens 450mm.



## 7.2.2 Kabelrinnen

Aufgrund der EMV-Eigenschaften dürfen Trassen mit Querschlitten nicht eingesetzt werden, sondern nur Trassen mit Längsschlitten. Nach Möglichkeit sind ungeschlitzte Trassen zu verwenden, auf keinen Fall sind so genannte „Gitterrinnen“ zu benutzen (Ausnahme: in Verteilerräumen auf Verteilerschränken zur Patchkabelführung). (siehe Abbildung 7.2 -7.4)

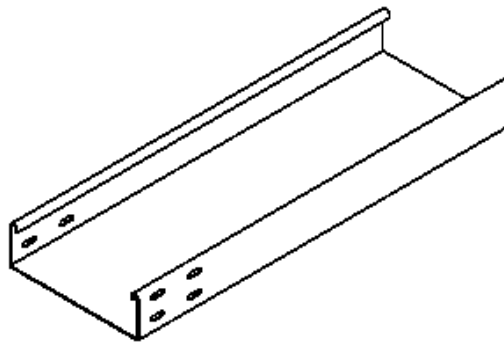


Abb. 7.2 Kabelrinne ungeschlitzt (vorzugsweise)

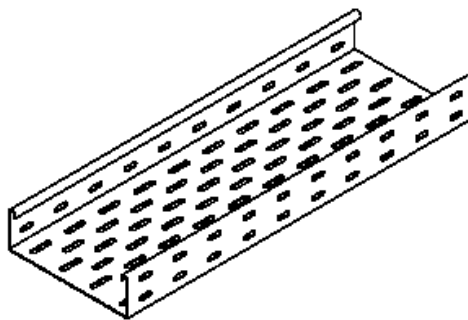


Abb. 7.3 Kabelrinne ohne Querschlitz (optional)

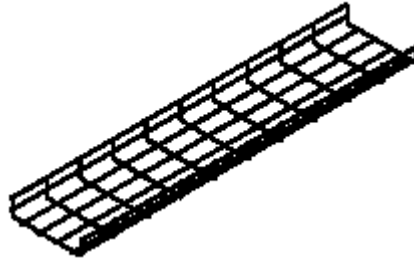


Abbildung 3: Gitterrinne (nur in Verteilerräumen zulässig)

Trassen in öffentlich zugänglichen Bereichen sowie Trassen, die in einer Höhe von unter 1,8 m installiert sind, müssen mit Deckel mit Schließsystem installiert werden und auf jeden Fall ungeschlitzt ausgeführt sein.

Oberhalb von Trassen ist ein minimaler Arbeitsraum von mindestens 150 mm sicherzustellen. Dies gilt z.B. auch, wenn mehrere Trassen übereinander montiert sind. Ist dies nicht möglich, ist Rücksprache mit dem STKM zu halten.

Alle Schnittstellen sind mit Kaltverzinker (Rostschutz) zu behandeln.

Die Trassen sind an Deckenstielen bzw. Wandausleger zu montieren. Die vom jeweiligen Hersteller vorgegebenen Abstände der einzelnen Auflagepunkte müssen eingehalten werden (abhängig von maximaler Tragkraft der verwendeten Deckenstiele und Ausleger und deren Befestigung; Blechstärke, Versteifungen und maximal möglichem Gewicht durch Füllung der Trasse usw.).

Die Befestigungspunkte müssen nach den jeweiligen Herstellerangaben berechnet werden. Die Berechnungen müssen dem STKM auf Verlangen vorgelegt werden.

Auch bei Kabelverlegung im Bereich des Doppelbodens muss immer eine Kabeltrasse montiert werden.

### 7.2.3 Steigleiter

Die Kabelführung innerhalb eines Steigschachtes erfolgt ausschließlich über Kabelleitern (Steigleitern Abbildung 7.5) oder über an der Wand montierte C-Schienen. Senkrecht montierte Kabelkanäle zur



Führung von Kabeln in Steigebereichen sind ungeeignet, da diese keine sichere Zugentlastung bieten. Einzige Ausnahme stellen die in diesem Kapitel beschriebenen Stichkanäle bis zum Brüstungskanal, sowie senkrecht montierte Brüstungskanäle zur Aufnahme von Endgeräteanschlussdosen dar.

Abb. 7.5

Steigleiter

Die Befestigung der Kabel muss mittels Kabelschellen und passenden Gegenwannen erfolgen, andere Befestigungsarten wie z.B. Kabelbinder sind nicht zugelassen. Jedes Kabel bzw. Kabelbündel muss an jeder Schiene befestigt werden. Dabei ist besonders auf die strikte Einhaltung des maximalen Querdrucks der Kabel zu achten.

### 7.2.4 Brüstungskanal (BRK)

Ausprägung des Kanals:

In Büroetagen ohne Doppelboden und ohne Unterflursystem sind zur Aufnahme von Datendosen, 230V-Steckdosen sowie der Datenverkabelung selbst Metall-Brüstungskanäle vorzusehen. Diese sind zur Trennung von Daten-, Energiekabeln und Anschlusskomponenten mindestens dreizügig mit metallischen Trennstegen auszulegen.

Der obere Bereich dient dabei zur Aufnahme der Datenleitungen. Er sollte so dimensioniert sein, dass mindestens 12 Datenkabel geführt werden können. Im mittleren Bereich (Breite 80mm) werden die Anschlusskomponenten mit den entsprechenden Kanaleinbaudosen installiert. Im unteren Bereich werden die Energiekabel verlegt.

Brüstungskanäle aus Stahlblech mit Trennstegen sind in verschiedenen Breiten (z.B. 110 mm, 130 mm, 170 mm und 210 mm) als Standardware zu beziehen. Des Weiteren sind Sondergrößen erhältlich. Die im Verantwortungsbereich des STKM als Standard zu verwendende Kanalbreite bei der Montage unterhalb der Fensterbank, oder als senkrechter Stichkanal zum Brüstungskanal, ist minimal 130 mm bis maximal 210 mm.

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

Andere Brüstungskanäle können dann installiert werden, wenn ein entsprechender Altbestand vorhanden ist. Dies ist aber zwingend mit dem STKM abzustimmen.

In jedem Fall muss in Zusammenarbeit mit dem STKM eine optisch ansprechende Lösung gefunden werden. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass die jeweiligen Ausprägungen des Brüstungskanals für die Behandlung mit handlungsüblichen Reinigungsmaterialien geeignet sind. Der Einsatz von solchen Reinigungsmaterialien darf insbesondere nicht zu einer optischen Veränderung (Verfärbung) des Kanals führen.

Kabelführung:

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 Kabelführung zu den einzelnen Büros erfolgt nach Möglichkeit über eine Trasse in der abgehängten Decke oder über den Zwischenboden. Von hier aus werden Brüstungskanäle der einzelnen Büros über senkrechte Kanäle versorgt.
- Über eine maximale Höhe von 4m können unter Berücksichtigung der Zugbelastung der jeweilig verwendeten Leitungen bis zu 20 Kabel in senkrechte Stichkanäle zur Versorgung der Brüstungskanäle verlegt werden. Bei größerer Anzahl sind Steigeleitern mit Einhausungen zu verwenden oder die Kabelanzahlen auf weitere Sticheinbindungen an mehreren Stellen aufzuteilen.



Abbildung 7.6

*Brüstungskanal mit Sticheinbindung*

## Montage:

Bei der Montage von waagerechten Brüstungskanälen, die vor bzw. oberhalb von freistehenden Heizkörpern verlaufen, muss gewährleistet sein, dass die Warmluft nach oben austreten kann. Hierbei wird der BRK auf in der Tiefe verstellbare Konsolen montiert. Der entstehende Freiraum zur Wand ist mit Lamellen zu verkleiden.

Bei der Montage vor Heizkörpern ist zwischen Heizkörper und dem Kanal ein Abstand von mindestens 5 cm einzuhalten.

Bei Wanddurchführungen des Kanals sind Wandanschlussblenden an den Übergängen zur Wand zu montieren (siehe auch Abbildung vorher).

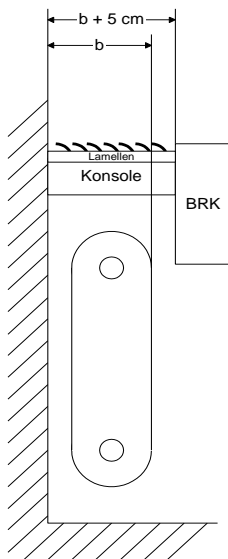


Abbildung 7.7

Brüstungskanal, Montage vor Heizkörper

Bei Wanddurchführungen sind ggf. Schallschutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

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

Als Alternative zu waagerechten Kanälen können die Anschlüsse auch in senkrechte BRK eingesetzt werden, die z.B. an Säulen zwischen den Fenstern als Stichkanal vom Boden bis zur Decke reichen.

Brüstungskanäle dürfen nicht als Aufbodenkanal eingesetzt werden. Hier sind trittfeste Kanäle zu verwenden. Allerdings sollte diese Variante nur in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen.

## Berechnung:

Die Ermittlung der Anzahl der Kabel, die über Brüstungskanäle geführt werden können, erfolgt nach der Formel aus dem nachfolgenden Absatz. Von der Gesamtquerschnittsfläche des BRK muss die Fläche der Dosen abgezogen werden.

## Beispiel:

Der in der Abbildung gezeigte BRK bietet für die Kabelführung zu weiteren Anschlüssen eine Querschnittsfläche von jeweils (oben und unten) ca. 40mm \* 65mm für die 230V-Leitungen und die Datenkabel.

Bei einem Kabeldurchmesser der Datenkabel von ca. 9,0 mm und der NYM-Leitungen von ca. 11,5 mm ergibt sich inkl. einer 30 %-ige Planungsreserve eine maximale Kabelanzahl von:

$$n = A / (D^2 * 1,4 * 1,3) \quad 7.3$$

$$n = (65 * 40) / (9,0^2 * 1,4 * 1,3) = 17,6 \quad 7.4$$

für die Datenkabel.

Es können bei Einhaltung einer 30%-igen Planungsreserve maximal 17 Datenkabel mit einem Außendurchmesser von 9,0 mm in den BRK in einen der beiden Züge eingebracht werden.

Die Berechnung der Anzahl der NYM-Leitungen erfolgt analog.

## **7.2.5 Leitungsführungskanal (LFK)**

Für den Leitungsführungskanal gelten grundsätzlich die gleichen Vorgaben, wie für den BRK. Sie sind in Metall auszuführen und zu erden. Für die Zuführung von einzelnen Kabeln sind auch Leitungsführungskanäle aus Kunststoff (halogenfrei) zugelassen. Welche Art der Leitungsführungskanäle einzusetzen sind, muss mit dem STKM abgestimmt werden.

Jedoch dürfen in LFK keine Endgeräteanschlussdosen installiert werden. Sie sind rein zur Kabelführung gedacht.

## **7.2.6 Panzerrohr**

In einzelnen Fällen müssen gegebenenfalls Panzerrohre für die Verlegung einzelnen Stichleitungen verwendet werden. Diese Rohre dürfen dabei nur als Kabelführung und zum Schutz der Datenkabel zwischen einer Trasse und dem Endgeräteanschluss eingesetzt werden. Wann und in welcher Form ein Rohr zu Verlegung eingesetzt wird, entscheidet das STKM.

## **7.2.7 Flexibles Stahlpanzerrohr**

Um bei Biegungen Datenkabel zu schützen, die im Ausnahmefall außerhalb von Trassen verlegt werden, ist flexibles Stahlpanzerrohr zu verwenden. Dieses kann nachträglich installiert werden.

## **7.2.8 Mediensäule**

Besonders in großen Büroräumen werden die Arbeitsplätze häufig nicht in der Nähe einer Wand oder sonstigen baulichen Grenzen, wie zum Beispiel Säulen, eingerichtet. Zur Versorgung der Arbeitsplätze in der freien Fläche eines Raumes mit Endgeräteanschlussdosen sind als Alternative auch Mediensäulen zugelassen.

Die Leitungen können je nach Hersteller und Modellvariante wahlweise von unten oder oben in die Säulen eingespeist werden, so dass der Einsatz der Mediensäulen unabhängig davon ist, ob die Versorgung des Raumes über Kabeltrassen oberhalb der abgehängten Decke oder über einen Zwischenboden erfolgt.

Die Säulen werden zwischen Decke und Boden verspannt und sind in der Regel in der Länge variabel, damit sie in Räumen mit unterschiedlicher Höhe eingesetzt werden können.

## 7.2.9 Estrichbündige- bzw. Estrichüberdeckende Kanalsysteme

Bei Neubauten werden solche Kanalsysteme von Architekten häufig eingeplant. Jedoch hat sich in der Praxis gezeigt, dass bei solchen Systemen der Kabelzug, insbesondere bei Nachverkabelungen, sehr viel aufwendiger ist als bei zugänglichen Systemen wie z.B. Brüstungskanälen oder Verlegung im Doppelboden. Ebenso sind die möglichen Positionen der Anschlusseinheiten durch die Anordnung und den Verlauf der Kanäle vorgegeben. Eine nachträglich Erweiterung und das Setzen zusätzlicher Anschlusseinheiten ist hier ebenfalls viel aufwendiger als z.B. beim Doppelboden, wo nur einzelne Bodenplatten getauscht oder bearbeitet werden müssen.

Daher sollten Neubauten möglichst mit einem Doppelboden ausgestattet werden. Auf den Einsatz von Kanalsystemen sollte, wenn irgend möglich, verzichtet werden.

## 7.2.10 Steigschächte

Zur vertikalen Kabelführung über eine oder mehrere Etagen innerhalb eines Gebäudes sind Steigbereiche einzurichten. Diese sind nach Möglichkeit an zentralen Stellen einzuplanen (in der Nähe von Treppenhäusern, Aufzugschächten o. ä.), von denen aus alle Etagen erreicht werden können. In Ausnahmefällen (z.B. bedingt durch die bauliche Situation und Längenrestriktionen bei der Tertiärverkabelung) können auch dezentrale Steigpunkte errichtet werden, die z.B. die Verkabelung zwischen zwei Etagen ermöglichen.

Insbesondere bei vorhandenen Steigschächten muss mit dem STKM abgesprochen werden, welcher Steigschacht für die Kabelverlegung verwendet werden darf. Vor der Kabelverlegung ist zu prüfen, ob der angegebene Steigschacht die geplante Anzahl von Kabeln aufnehmen kann. Andernfalls ist Rücksprache mit dem STKM erforderlich.

Sollte das Erstellen eines baulich getrennten Steigschachtes nicht möglich sein (z.B. aufgrund von baulichen Gegebenheiten bei Erweiterungen), müssen die in Bürouräumen oder öffentlichen Bereichen neu erstellten Steigbereiche eingehaust werden. Dies muss ggf. in geeigneter Brandschutzausführung erfolgen. Die dabei notwendigen Kernbohrungen sind mit der Bauabteilung im Vorfeld abzustimmen. Alle Kabel innerhalb eines Steigschachtes müssen befestigt werden.

## 7.2.11 Einhausungen (Brandschutz)

Im Fluchtbereich müssen alle kabelführenden Trassen brandschutztechnisch vom Fluchtweg getrennt werden. Grundsätzlich gibt es dazu zwei Möglichkeiten:

- Es wird eine Brandschutzdoppeldecke unterhalb der Kabeltrassen montiert. In diesem Fall müssen die Trassen in der Decke nicht noch einmal geschottet werden. Die Brandschutzdecke darf aber nur von Fachpersonal geöffnet und geschlossen werden.
- Die Trassen werden mit Brandschutzplatten eingehaust.

Grundsätzlich gilt, dass weder die Brandschutzdecke noch eine erstellte Einhausung angebohrt werden dürfen. Ansonsten erlischt die brandschutztechnische Zulassung und der beschädigte Teil muss ersetzt werden.

Bei der Einhausung müssen senkrechte Steigschächte und ggf. auch horizontal verlegte Kabelrinnen unterhalb der Decke berücksichtigt werden. Dabei sind folgende Vorgaben zu beachten:

- Durch die Einhausung muss eine durchgehende Abdeckung aller Trassen und der entsprechenden Kernbohrungen und Durchbrüche gewährleistet werden.
- Es dürfen keine Befestigungsschrauben oder Haltewinkel aus der Verkleidung hervorragen.
- Ein fachgerechter Anschluss an den Fußboden ist herzustellen (ggf. Ausschnitt in Doppelbodenplatten, Anbringen von Fußleisten, usw.).
- Ein fachgerechter Anschluss an die Decke ist herzustellen. (Ausschnitt der Deckenplatten, Angleichung des Deckenrasters, usw.).
- Revisionsöffnungen
  - sind in der notwendigen Brandschutzklasse herzustellen (brandschutztechnisches Gutachten),
  - sind, wenn möglich, in einer Mindestgröße von 40cm x 40cm einzusetzen,
  - für IT-Trassen müssen im Abstimmung mit dem STKM gekennzeichnet werden,
  - sind bei horizontal verlaufenden Einhausungen mindestens alle 4m frei zugänglich vorzusehen,
  - sind bei horizontalen Einhausungen ggf. an der Seite anzubringen (nicht unter der Kabelrinne), um den Zugriff zu den geführten Kabeln zu gewährleisten.
  - sind bei senkrechten verlaufenden Einhausungen und Raumhöhen bis 3m über dem Boden und unter der Decke vorzusehen (zwei Revisionsöffnungen),
  - sind bei senkrechten verlaufenden Einhausungen und Raumhöhen über 3m über dem Boden, Mittig und unter der Decke vorzusehen (drei Revisionsöffnungen).
- Die Einhausung ist nach der Montage den Gegebenheiten der Umgebung anzupassen (Tapezieren, Streichen o. Ä.).

Bei der Einhausung von Kabelwegen sind die folgenden Fälle zu unterscheiden:

- Einhausungen im Fluchtwegebereich (Flure, Treppenhäuser, usw.).
- Einhausungen innerhalb eines Brandabschnittes in Bürobereichen.

### **Einhausungen im Fluchtwegebereich:**



Kabelwege in Fluchtwegebereichen sollten grundsätzlich, wenn irgend möglich, vermieden werden. Aus Gründen der baulichen Gegebenheiten ist dies jedoch nicht immer realisierbar.

Folgende Kabelwege können notwendig sein:

- Es wird im Fluchtwegebereich (Flure, Treppenhäuser) ein Steigbereich innerhalb einer Etage oder über die Etagengrenzen hinweg aufgebaut.
- Kabelwege kreuzen Fluchtwege, z.B. beim Überqueren von Fluren.
- Kabelwege verlaufen entlang von Fluchtwegen (z.B. unter der Decke).

Einhausungen in solchen Bereichen müssen den Vorgaben des Kapitels Brandschutz genügen.

### **Einhausungen im Bürobereich:**

Zur Verkleidung von senkrechten Kabelleitern oder C-Schienen oder waagrecht geführten Trassensystemen (z.B. in Räumen ohne abgehängte Decke und ohne Doppelboden) in Bürobereichen innerhalb einer Etage sind ebenfalls Einhausungen zu erstellen.

Die Einhausung erfolgt hier in normaler Leichtbauweise (Ständerbauweise) ohne Brandschutzberücksichtigung. Die Flächen werden mit Gipskartonplatten verkleidet und der Umgebung angepasst (Tapezieren, Streichen o. ä.).

Revisionsöffnungen müssen auch in diesem Fall vorgesehen werden, mit der Ausnahme, dass sie keiner Brandschutzklasse genügen müssen. Sie dürfen jedoch nicht zugespachtelt, überstrichen oder übertapeziert werden.

## 8 Verteilerraum und Verteilerschränke

Eine detaillierte Planung von Verteilerräumen und den zugehörigen Verteilerschränken ist Grundlage für einen sicheren Betrieb von Telekommunikations- und Datennetzwerken. Je nach Auslegung und Ausstattung der Räume und Schränke kann die Verfügbarkeit solcher Netzwerke erheblich erhöht werden. Forderungen und Vorschriften bezüglich des Aufbaus von Verteilerräumen und deren Ausstattung mit Verteilerschränken im Verantwortungsbereich des STKM werden in diesem Kapitel beschrieben.

Dieses Kapitel fasst die Kernaussagen zum Kapitel „Verteileräume und Verteilerschränke“ zusammen, die Kenntnis dieser Kernaussagen entbindet den Planer/Installateur jedoch nicht von der Vertiefung der damit zusammenhängenden weiteren Textbestandteile.

- Im Verantwortungsbereich des STKM werden grundsätzlich folgende Verteilerraumtypen unterschieden:
  - Rechenzentrum (RZ)
  - Standortverteiler (SV)
  - Gebäudeverteiler (GV)
  - Etagenverteiler (EV)
- Die Verteilerraumtypen werden mit verschiedenen aktiven Verteilerschränken und passiven Verteilerschränken ausgestattet.
- Einzelne Verteilerschränke sind in ihrer Grundausstattung (horizontale Kabelführungen, Leerplätze, Blinplatten, Lüfter usw.) vom STKM fest spezifiziert.
- Je nach Verfügbarkeitsklasse sind unterschiedliche Maßnahmen, teilweise zwingend und teilweise optional, auszuführen. Diese sind in den jeweiligen Kapiteln, wie z.B. Kühlung, Stromversorgung usw., beschrieben.
- Ziel ist es, durch bestimmte Maßnahmen eine möglichst hohe Verfügbarkeit, unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte, zu erreichen.

### 8.1 Verteilerschranktypen

Folgende Verteilerschranktypen sind beim STKM fest definiert (siehe Anlage Positivliste):

- Typ 1 Komponenten Schrank: Schrank für die Aufnahme von aktiven Komponenten.
- Typ 2 Infrastruktur Schrank: Schrank für die Aufnahme der passiven Anbindungen

Die verschiedenen Verteilerschranktypen werden innerhalb eines Schrankmoduls kombiniert. Die Schränke eines Schrankmoduls stehen nebeneinander in einer Reihe und müssen von der Frontseite und der Rückseite zugänglich sein.

Die einzelnen Verteilerraumtypen werden mit unterschiedlichen Schrankmodulen ausgestattet. Diese sind in den jeweiligen beschrieben.

In Etagenverteilern (EV) werden ggf. keine der festgelegten Schrankmodule eingesetzt. Für diese Bereiche können Projektbezogen einzelne Verteilerschränke bzw. Kombinationen von Verteilerschränken zur Aufnahme von aktiven und passiven Komponenten festgelegt werden.

## 8.2 Verteilerschrankaufbau

Zum Einsatz kommen Verteilerschränke in 19“-Technik für die Aufnahme von passiven und aktiven Bauteilen. Alle Schränke sind komplett geschlossen auszuführen (Tür vorn und hinten und ggf. Seitenwände). Höheneinheiten (HE)-Beschriftungen müssen eingestanzt bzw. einlackiert vorgesehen werden oder sie müssen je nach Hersteller nachträglich dauerhaft beschriftet werden (z.B. gravierte Resopalschilder). Die HE „01“ ist grundsätzlich oben.

Exemplarisch wird nachfolgend ein möglicher Aufbau eines Schrankes dargestellt. Der Aufbau ist mit dem StKM Fachbereich im Einzelnen abzustimmen. Die Zeichnung stellt dabei lediglich einen möglichen Aufbau dar. Die konkrete Ausgestaltung ist im Einzelfall mit dem StKM abzustimmen. Die Ausführungsplanung für die Ausgestaltung ist dem Fachpersonal des StKM zur Freigabe vorzulegen.

## Netzwerk Muster Schrankaufbau

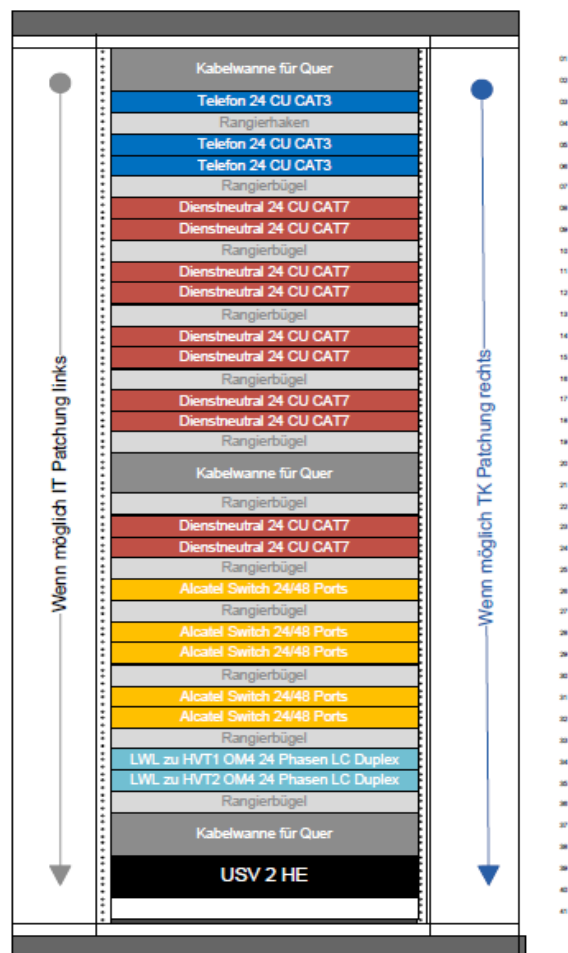


Abb. 8.1

Muster Schrankaufbau

Bei der Planung des Schrankaufbaus sind unter anderen folgenden Bestandteile zu berücksichtigen und dem Bedarf anzupassen:

- zerlegbares stabiles Universalgestell
- anreihbar
- Dach mit Kabeldurchführung
- Fronttür aus Stahlblech mit größtmöglicher Perforierung
- Rücktür aus Stahlblech
- Öffnungswinkel > 180 Grad; Platzierung des Schrankes im Raum ist darauf abzustimmen

- Schrankerdung nach VDE100
- Rangierbügel
- Kabelführungssysteme sind in ausreichendem Maße vorzusehen

## 8.3 Verteilerräume

In den Verteilerschränken werden aktive Netzwerkkomponenten, Peripheriegeräte und passive Verkabelungsinfrastruktur untergebracht, welche zur Datenversorgung einzelner Bereiche oder zur Verbindung von Bereichen untereinander notwendig sind. Hinsichtlich der Ausstattung und Dimensionierung dieser Räume sind insbesondere die in DIN EN 50174 enthaltenen Anforderungen zu beachten.

Beim STKM werden drei Arten von Verteilerräumen unterschieden:

- Rechenzentrum (RZ),
- Standortverteiler (SV),
- Gebäudeverteiler (GV),
- Etagenverteiler (EV),

Das **Rechenzentrum** stellt in der Regel den zentralen Verteilerpunkt des gesamten Krankenhaus-Verbundes dar. Alle Gebäude (Gebäudeverteiler) an den Standorten KMB und KMS sind an das entsprechende Rechenzentrum angebunden.

Der zentrale Verteiler eines Gebäudes wird **Gebäudeverteiler** genannt.

Wenn zur Versorgung eines Gebäudes weitere Verteiler benötigt werden, so werden diese als **Etagenverteiler** bezeichnet. Ein Etagenverteiler muss sich nicht zwingend in einem separaten Verteilerraum befinden, er kann z.B. auch in einen GV integriert werden.

Jeder der genannten Verteilerräume erfüllt andere Aufgaben und wird unterschiedlich mit Verteilerschränken bestückt.

### 8.3.1 Rechenzentrum

Die zentralen Rechenzentren werden an den Standorten KMB und KMS betrieben. Diese bilden den zentralen Kern der Datenanlage.

Ein Rechenzentrum enthält in der Regel mehrere aktive Schrankmodule. Hier werden aktive Komponenten, Peripheriegeräte und die Verkabelungsinfrastruktur der Datenverkabelung untergebracht.

### 8.3.2 Standortverteiler

Die Standortverteiler stellen die zentralen Knotenpunkte für die Standorte dar. Über diese erfolgt die Anbindung an die Standortübergreifende MAN-Struktur.

## 8.3.3 Gebäudeverteiler

Aktive Schrankmodule und passive Verteilerschränke werden in einem Raum untergebracht. Über die Gebäudeverteiler erfolgt die Anbindung an die Standortverteiler. Je nach Struktur des Standortes kann auf Gebäudeverteiler verzichtet werden.

## 8.3.4 Etagenverteiler

In Etagenverteilern werden beim STKM vordefinierte Verteilerschränke eingesetzt. Diese sind durch Anreihen erweiterbar.

Ein Etagenverteiler besteht vorzugsweise aus zwei Verteilerschränken, einem passiven und einem aktiven Schrank. Er kann auch aus einem Verteilerschrank bestehen, in dem aktive und passive Komponenten zusammen integriert sind. Je nach Bedarf kann ein Etagenverteiler aus bis zu sieben Verteilerschränken bestehen.

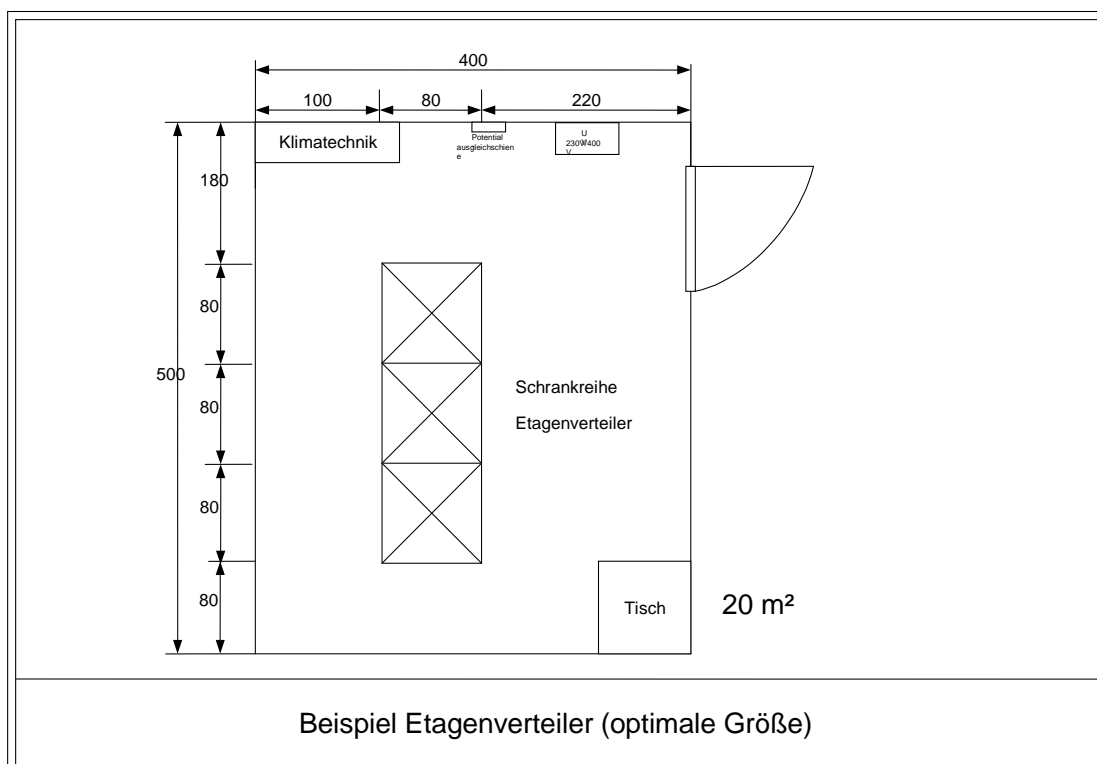


Abbildung 8.2

Etagenverteiler

Bei drei frei stehenden Schränken, ergibt sich ein Raumbedarf von ca. 20 m². Die unten formulierten Anforderungen zur Dimensionierung von Verteilerräumen sind zu berücksichtigen.

## 8.4 Verbindungen der Verteilerräume

Für die Verbindung der Verteiler untereinander (Rechenzentrum / Gebäudeverteiler und Etagenverteiler) müssen Kabeltrassen verwendet werden. Die Vorgaben des Kapitels Trassen müssen dabei berücksichtigt werden.

Die Spezifikationen und Dimensionierungen der benötigten Verbindungsleitungen (LWL und Kupfer) müssen den jeweiligen Kapiteln entnommen werden.

### 8.4.1 Grundsätzliche Struktur der Anbindung

Die Anbindung von Gebäudeverteilern erfolgte bislang immer auf Basis einer Doppelstern-Strategie. Dies bedeutet konkret, dass jeder Verteilerraum an zwei zentrale übergeordnete Verteiler wegeredundant angebunden wurde. Zukünftig wird insbesondere bei größeren Umbaumaßnahmen oder auch bei Neubauten zu prüfen sein, ob eine solche Anbindung sinnvoll ist oder durch alternative Ansätze ersetzt werden muss.

Bei der Auswahl der Anbindungsart ist sicherzustellen, dass nicht nur die Kosten für die Datenverkabelung, sondern auch alle anderen relevanten Punkte berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck sind insbesondere die zuständigen Mitarbeiter aus den StKM Fachbereichen in die Entscheidungsfindung einzubeziehen. Exemplarisch für relevante Punkte zur Entscheidungsfindung sind die Platzierung und Anzahl von aktiven Komponenten und deren Ausstattung mit optischen Modulen zu benennen.

Bei der Planung der Anbindung sind folgende Empfehlungen soweit als möglich zu berücksichtigen:

- die zweite Verbindung hinsichtlich der Wegeführung möglichst kanten- und knotendisjunkt ausführt wird.
- Verteilerstandorte sind grundsätzlich so zu wählen, dass die Anbindung von Endgeräteanschlüssen 90 Meter nur im Ausnahmefall überschreitet. Die Einhaltung der normativen Grenzwerte ist in jedem Fall sicherzustellen.
- Die Verbindung zwischen den Verteilern soll sowohl mit Multimode- als auch mit Singlemode-Fasern ausgeführt werden. Die Anzahl der Fasern ist dabei für jeden Einzelfall festzulegen, soll jedoch 24 Fasern pro Faserotyp und Weg nicht unterschreiten.
- Die Länge der Verbindungen soll 300 Meter nicht überschreiten. Sofern sich eine solche Überschreitung nicht vermeiden lässt ist zu prüfen, ob anstelle der Multimode-Fasern Singlemode-Fasern in erhöhter (doppelter) Anzahl zum Einsatz kommen sollen.

### 8.4.2 Anbindung Gebäudeverteiler an Standortverteiler

Der Etagenverteiler muss grundsätzlich redundant von beiden zentralen Netzknoten versorgt werden. Dabei sind die LWL-Leitungen über redundante Trassen zu führen. Dies muss durch zwei räumlich getrennte Trassen, ggf. durch getrennte Brandbereiche und durch getrennte Hauseinführungen realisiert werden.

Beim Auflegen der LWL-Leitungen ist darauf zu achten, dass wege-redundante Verbindungen nicht auf demselben Panel terminieren. Sofern dies die Gesamtzahl der Fasern ermöglicht, sollen Singlemode- und Multimode einer Verbindung auf demselben Panel terminieren.

Eine redundante Anbindung der Telefonverkabelung ist **nicht** zwingend vorgesehen.

### 8.4.3 Anbindung Etagenverteiler an Gebäudeverteiler / Standortverteiler

Etagenverteiler werden redundant an die Gebäudeverteiler angebunden. Die LWL-Leitungen sind über redundante Wege zu führen. Dies muss, sofern die baulichen Gegebenheiten dies zulassen, durch zwei räumlich getrennte Trassen und durch getrennte Brandbereiche realisiert werden.

Eine redundante Anbindung der Telefonverkabelung ist **nicht** zwingend vorgesehen.

## 8.5 Allgemeine Vorgaben zu Verteilerräume und Verteilerschränke

Bezüglich der Lage, Ausstattung, Platzbedarf und Rauminterieur von Verteilerräumen sind weitere allgemeine Vorgaben zu beachten und innerhalb der Planung bzw. bei der Installation einzuhalten.

### 8.5.1 Lage von Verteilerräumen

Verteilerräume sollten, wenn möglich, immer im Innenbereich eines Gebäudes aufgebaut werden, damit in Bezug kein direkter Zugang von außen (z.B. über Fenster) möglich ist. Ist dies nicht realisierbar müssen genaue Absprachen mit dem STKM getroffen werden. (Sichtschutz, Einbruchhemmende Folie, Schutz vor Sonneneinstrahlung (z.B. geeignete Folie, Jalousien o. Ä.)

Die gleichzeitige Nutzung durch andere Bereiche (Lager) ist zu vermeiden.

Außerdem sollen sich insbesondere wasserführende, vorsorgungstechnische Einrichtungen sich nicht in den Verteilerräumen befinden.

### 8.5.2 Grundsätzliche Anforderungen an Verteilerräume

Bei den Planungen für Verteilerräume ist die geplante Ausstattung mit Komponenten zu berücksichtigen. Es ist in diesem Zusammenhang sicherzustellen, dass sowohl die benötigte Stromversorgung als auch die entsprechende Klimaleistung so dimensioniert ist, dass die einzubringenden Komponenten auch im Maximalausbau fachgerecht betrieben werden können. Als Eckwerte für die raumluftechnischen Raumparameter sind in Anlehnung an die VDI 2054 folgende Werte anzustreben:

Maximaltemperatur: 28 Grad Celsius

Minimaltemperatur: 20 Grad Celsius



Maximale Feuchte: 70 Prozent

Minimal Feuchte: 20 Prozent

Für die Raumluftechnischen Parameter muss eine Überwachung vorgesehen werden die eine Alarmierung an das zuständige Personal ermöglicht.

Raumbeschriftung muss derselben Konvention wie zugehörige Dosenbeschriftung entsprechen.

### 8.5.3 Elektrotechnische und klimatechnische Versorgung

Die elektrotechnische und klimatechnische Versorgung der Räume ist auf den tatsächlichen Bedarf abzustimmen. Darüber hinaus sind Erweiterungsmöglichkeiten insbesondere hinsichtlich der verfügbaren Fläche vorzuhalten.

Sofern keine spezifischen Anforderungen existieren, sind für die Verteilerschränke die nachfolgenden Eckdaten umzusetzen:

- 1 x AV, 1 x SV-Versorgung
- Farbliche gekennzeichnete Anschlüsse mindestens 1 x AV, 1 x SV und 1 x USV  
rot = USV, grün = SV, blau = AV
- Pro Leiste mindestens 8 Anschlüsse
- USV mit SNMP-Karte pro Schrank, 1,5 kVA (Whitelist ist besonders zu beachten)
- Pro Schrank ist eine Abwärme von 2,5 KW einzuplanen.

Die Anschlüsse sind wie folgt

### 8.5.4 Platzbedarf pro Schrank und Raumpositionierung

Zur Kalkulation des Platzbedarfs ist mindestens von Verteilerschränken mit den Abmaßen (Breite x Tiefe) 800mm x 1000mm in der Grundfläche auszugehen.

Als minimaler Platzbedarf für einen Verteilerschrank ist somit ein Raum mit ca. 5,5 m<sup>2</sup> vorzusehen.

Verteilerschränke bzw. Schrankreihen sind freistehend im Raum zu planen, da eine Montage der Schränke entlang von Wänden einen erheblichen Mehraufwand im täglichen Betrieb (Installation und Wartung) verursacht. Dafür ist um die Schränke herum ein Platzbedarf von mindestens 1m für den Zugang zu den Schränken einzukalkulieren.

Als Durchgangsbereich zwischen Schrankreihen ist mindestens 1,5m zu kalkulieren.

### 8.5.5 Dimensionierung der Verteilerräume

Die Dimensionierung der Verteilerräume ist grundsätzlich so zu wählen, dass die geplanten Verteilerschränke gemäß den in diesem Dokument formulierten Anforderungen untergebracht werden können. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass neben den IT-Komponenten

zunehmend auch Komponenten der GLT (Gebäudeleittechnik) und der Sicherheitstechnik in den Verteilerräumen platziert werden sollen. Weiterhin ist in jedem Verteilerraum der Platz für die Nachrüstung von mindestens einem Verteilerschrank vorzusehen.

Hinweis: Bei der Planung von Verteilerräumen sind somit zunächst alle Anforderungen vollumfänglich und für alle Gewerke zu ermitteln. Die daraus resultierenden Platzbedarfe sind zu benennen. Auf Basis dieser Angaben und unter Berücksichtigung des Platzbedarfes für die Nachrüstung von mindestens einem Verteilerschrank ist die Dimensionierung des Raumes festzulegen.

Es ist in diesem Zusammenhang ausreichend, Platz für die Nachrüstung von mindestens einem Verteilerschrank vorzusehen. Der Schrank an sich muss nicht installiert werden. Die Belegung des vorgesehen Platzes durch andere Gewerke ist – auch übergangsweise – nicht gestattet.

### **8.5.6 Höhe der Verteilerräume**

Im Verantwortungsbereich des STKM werden grundsätzlich Schränke mit einer Nutzhöhe von 42 HE (ca. 2000 mm) bzw. evtl. sogar 47 HE (ca. 2200 mm) eingesetzt. Daher sind für die benötigte Höhe inkl. 200mm Sockel mindestens 2200mm bis 2400mm zu kalkulieren. Für Kabelführungen oberhalb der Verteilerschränke muss noch eine zusätzliche Raumhöhe von mindestens 200mm eingeplant werden.

Als Gesamthöhe für den Verteilerraum muss daher eine lichte Raumhöhe (Oberkante fertig Fußboden bis Unterkante fertig Decke) von mindestens 2600mm vorhanden sein.

Bei Installation von Trassensystem mit Systemrohren muss eine lichte Höhe von mindestens 3000mm eingeplant werden.

### **8.5.7 Decke und Wände von Verteilerräumen**

Die Umfassungswände von Technikräumen sind feuerbeständig aus nicht brennbaren Baustoffen auszuführen (F90-A).

Durchdringungen der Umfassungswände sind entsprechend der gültigen MLAR (Musterleitungsanlagenrichtlinie) so zu verschließen, dass eine Übertragung von Feuer und Rauch nicht erfolgen kann. Hierzu sind zugelassene Systeme zu verwenden. Weiterhin sind die Anforderungen aus der BayBO einzuhalten.

Decken und Wände von Verteilerräumen sind mit einem weißen Anstrich zu versehen. Alle notwendigen Durchführungen (Kabel, Klima- Lüftungs- und andere Komponenten) sind entsprechend den aktuellen Brandschutzbestimmungen auszuführen.

## 8.5.8 Verteilerraumtüren

Alle Türen zu Technikräumen sind nach der Bauordnung in T30 auszuführen. Türen, die auf einen Flur oder in einen Treppenraum führen, sind in T30-RS auszuführen. Abweichende Anforderungen (z. B. aus der Brandschutzplanung) sind davon unabhängig zu berücksichtigen.

Solche selbstschließenden Türen dürfen nicht durch Hilfsmittel wie z.B. Stühle oder ähnliches offen gehalten werden.

Aufgehende Türanschlätze sind in Fluchtrichtung anzubringen. Wenn der vor dem Raum liegende Flur ein Fluchtweg ist, muss die Tür in den Raum geöffnet werden. Im Zweifelsfall ist eine Abstimmung mit dem Brandschutzbeauftragten des STKM zu treffen.

Die Tür sollte in einer Größe von 1250\*2000mm ausgeführt werden. Mindestens muss eine Größe von 1000\*2000mm eingehalten werden, damit Verteilerschränke und andere große Gegenstände vormontiert angeliefert und in den Verteilerraum eingebracht werden können. Auch hier sind etwaige abweichende Anforderungen (z. B. aus der Brandschutzplanung) davon unabhängig zu berücksichtigen.

## 8.5.9 Zugangskontrolle

Die Raumtür ist mit einer Schließung mit Technikraumzylinder und Panikschloss (außen Knauf, innen Klinke) auszustatten. Die Ausstattung der Verteilertüren mit einem Zylinder ist mit dem StKM abzustimmen.

## 8.5.10 Ausführung des Verteilerraumbodens

In Verteilerräumen ist ein Doppelboden vorzusehen. Die lichte Höhe des Doppelbodens sollte Idealerweise mit 190mm eingeplant werden. Mindestens 120mm müssen eingehalten werden.

Die Doppelbodenunterkonstruktion muss den nachfolgenden Anforderungen entsprechen:

- zur Erhöhung der Tragfestigkeit und verbesserten Seitenaussteifung und zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften müssen Quadratrohr-Rasterstäbe (Q-Rasterstäbe) fest mit den Doppelbodenstützen verschraubt werden, (Siehe Abbildung 8.3)

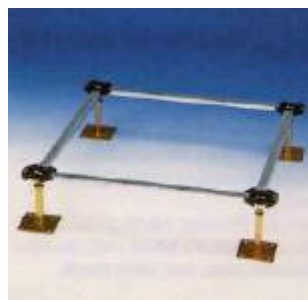
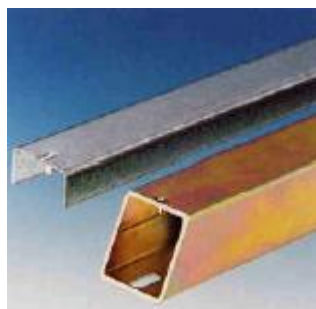


Abbildung 8.3

Q-Rasterstäbe

- zur Überbrückung diverser Unterbodeneinbauten (z.B. Luftkanäle, Trassen usw.) sind verzinkte Stahlprofilträger (Traversen/Auswechselungen) einzusetzen.
- Die Stützkopfauflagen müssen leitfähig ausgeführt sein. (Siehe Abbildung 8.4)



Abbildung 8.4



Leitfähige Stützkopfauflage (links) und Stützenvarianten (rechts)

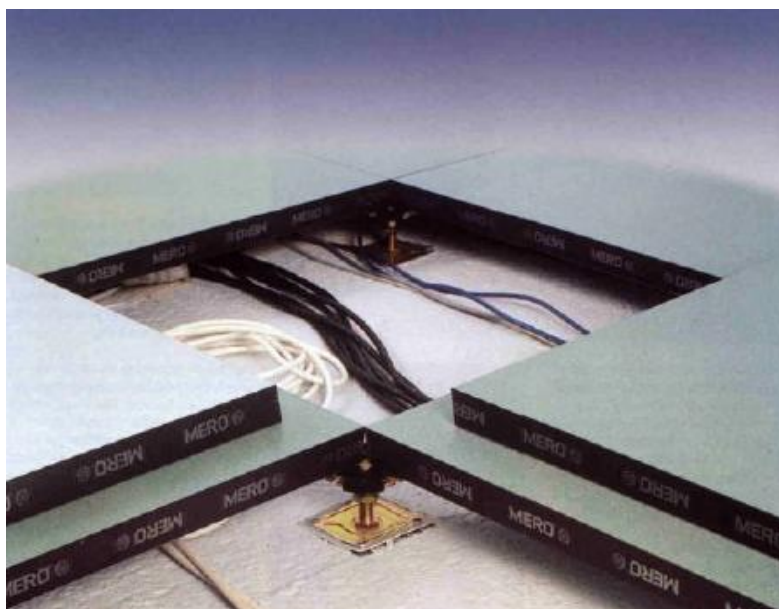
## Die Doppelbodenplatten müssen wie folgt aufgebaut sein:

- Rastermaß 600\*600mm,
- lichte Bodenhöhe minimal 120mm / maximal 190mm,
- Punktbelastung 7.000 N

## Der Oberbodenbelag ist wie folgt auszuführen:

- Hartbelag, z.B. Linoleum, (Achtung: kein Teppichboden, da Staubbildung)
- Ableitwiderstand von  $RA < 10^8$  Ohm (ableitende Wirkung).

In Bezug auf Doppelbodenkonstruktionen und Bodenbeläge sind die Vorgaben des Kapitels Erdung



Massung zu beachten.

Abbildung 8.5

Beispiel Doppelboden (hier ohne Rasterstäbe)

In neu zu erstellende Verteilerräume mit Doppelboden müssen Rahmenkonstruktionen aus stabilen Vierkantrohren zur Aufstellung der Verteilerschränke bzw. Verteilerschrankmodule in die Doppelbodenkonstruktion integriert werden. Hierbei muss die „Endausbaustufe“ des Verteilerraumes berücksichtigt werden (mögliche Bestückung mit Verteilerschränken bzw. Verteilerschrankmodulen). D.h., auch wenn zum Planungszeitpunkt z.B. in einem Rechenzentrum nur zwei Schrankmodule aufgestellt werden sollen, muss das Rechenzentrum für einen Maximalausbau ausgelegt werden. Der Freiraum innerhalb des Rahmengestells muss dann bis zur Aufstellung von Verteilerschränken mit Bodenplatten verschlossen werden.

Die Abmessungen des Rahmens und der Vierkantrohre müssen an die einzusetzenden Verteilerschränke bzw. Verteilerschrankmodule angepasst sein. Die Rahmenkonstruktion muss den Verteilerschränken eine sichere Auflage bieten.

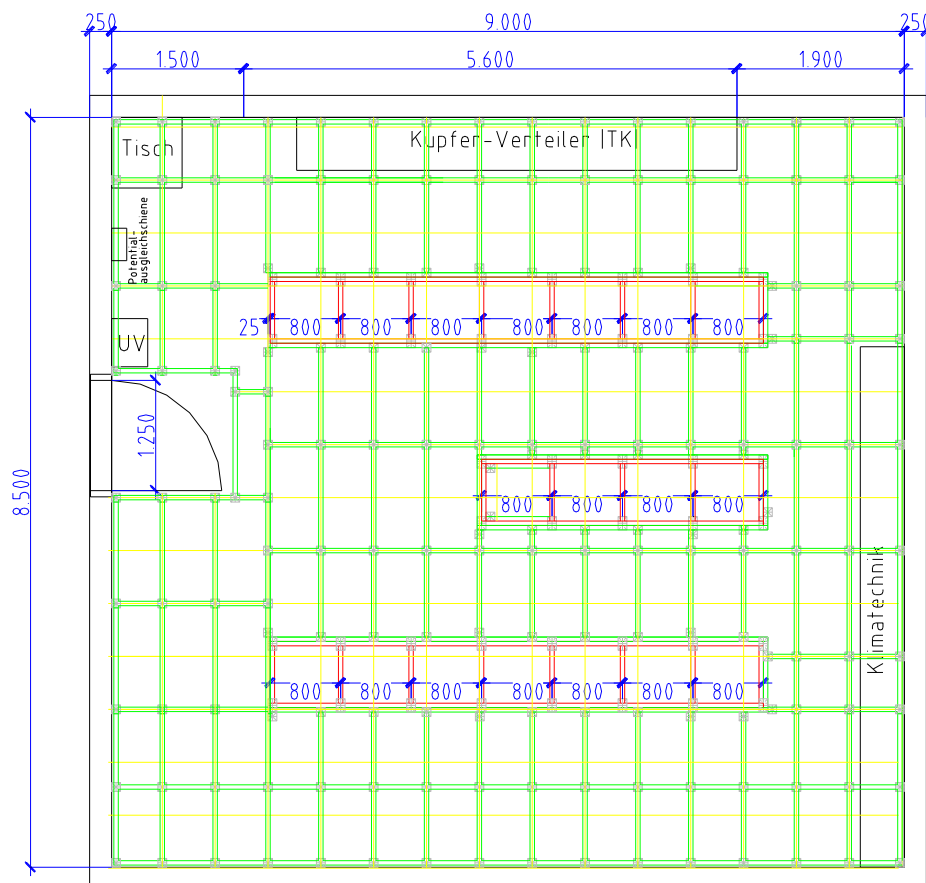
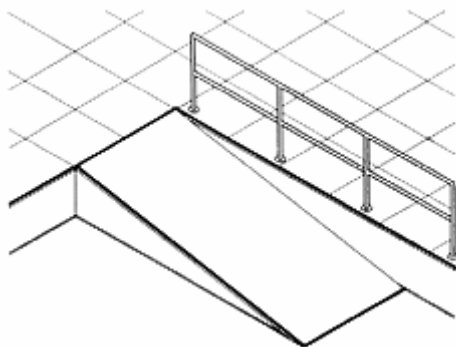


Abbildung 8.6

Beispiel Rahmengestelle für Verteilerschränke im Doppelboden

Um bessere Transportmöglichkeiten zu erhalten sollte eine rutschfeste und für die entsprechende Belastung ausgelegte Rampe innerhalb des Raumes eingeplant werden. An einer Rampe sind Geländer



zur Absturzsicherung einzuplanen. Die Steigung der Rampe darf nicht zu groß sein, damit schwere Gegenstände noch mit Hubwagen o.ä. gut transportiert werden können. Im Bedarfsfall ist die genaue Planung mit dem STKM abzustimmen.

Abbildung 8.7

Muster Rampe

Mindestens ein Plattenheber muss im Raum, in einer separaten Schatulle, an der Wand montiert, vorhanden sein.

Bodenplatten unter denen sich Brandmelder befinden müssen gekennzeichnet sein und mit Ketten am Boden gesichert sein, damit diese nicht an andere Stellen angebracht werden können.

Ist die Erstellung eines Doppelbodens nicht möglich, so ist der Fußboden mit einem Estrich zu versehen und mit einem staubbindenden Anstrich oder Belag zu versehen. Der Bodenbelag muss schwer entflammbar sein. Die Ableitung elektrostatischer Ladungen in Verbindung mit dem Bodenbelag muss gewährleistet sein.

## 8.5.11 Statik

In Bezug auf die Statik der Verteilerraumböden müssen Verteilerschränke mit Gewichten von ca. 130 kg (passive Verteilerschränke) bis maximal ca. 400 kg (aktive Verteilerschränke bzw. Serverschränke) eingeplant werden. Das Gewicht wird dabei meist auf vier Füße der Verteilerschränke aufgeteilt (Nivellierfüße).

Die in vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Rahmenkonstruktionen für Verteilerschränke bzw. Verteilerschränkmodule muss in Bezug auf die Statik für die jeweilig im Endausbau mögliche Gesamtbelastung ausgelegt sein. Des Weiteren muss die Rahmenkonstruktion den Verteilerschränken eine sichere Auflage bieten.

Die Kernbohrungen und Durchbrüche müssen in ausreichender Größe und Anzahl für alle notwendigen Installationen (Kühlung, Verkabelung usw.) eingeplant werden. Die Anzahl und Größe

der Kernbohrungen und Durchbrüche können je nach Bedarf stark variieren. Sie müssen für jeden Verteilerraum separat geplant und mit dem verantwortlichen Statiker abgestimmt werden.

## **8.5.12 Trassensystem**

Bei Schrankreihen muss für Rangierungen von einer Schrankreihe zur nächsten ein offenes Trassensystem (Gitterkabelrinne mindestens 200mm breit) oberhalb und an der Vorderkante der Verteilerschränke installiert werden.

## **8.5.13 Rauminterieur**

Innerhalb des Raums dürfen keine Zu- / Abwasser-, Heiz-, Gas- und Starkstromleitungen geführt werden, die nicht zum direkten Betrieb des Verteilerraums benötigt werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass sich über dem Technikraum keine Nassräume oder wasserführende Anlagenteile befinden.

Der minimale Abstand zwischen Oberkante fertig Fußboden und Fremdgewerken ist mit mindestens 2.500mm einzuplanen.

Die Einlagerung von artfremden Gegenständen in Verteilerräumen ist generell nicht gestattet. Eine solche Nutzung wird ausdrücklich untersagt. Alte Komponenten und sonstiges Fremdmaterial muss an den dafür vorgesehenen Lagerstellen deponiert werden. Auch in Bezug auf Brandschutz kann die Lagerung der o.g. Gegenstände nicht im Sinne eines vorbeugenden Brandschutzes verstanden werden.

Alte und nicht mehr benötigte Installationen und Komponenten müssen demontiert und entfernt werden.

In jedem Verteilerraum sollte ein Tisch (Größe mindestens 600\*600mm) für Wartungsarbeiten (Ablage für Dokumentationsunterlagen o.ä.) vorhanden sein. Des Weiteren sollte in Rechenzentren und Gebäudeverteilern ein abschließbarer Schrank für Akten, Dokumentationsunterlagen und Kleinwerkzeug vorhanden sein. In Etagenverteilern ist dies nicht notwendig.

## 9 Messungen, Dokumentation sowie Beschriftung

Aufgrund der hohen Anforderungen des STKM in Bezug auf Ausfallsicherheit der Daten - und Telekommunikations- Netzwerke müssen die in diesem Kapitel beschriebenen Anforderungen im Bereich der Messungen und der Dokumentation zwingend umgesetzt werden.

Dieses Kapitel fasst die Kernaussagen zum Kapitel „Messungen und Dokumentation“ zusammen. Die Kenntnis dieser Kernaussagen entbindet den Planer / Installateur jedoch nicht von der Vertiefung der Inhalte dieses Kapitels.

### 9.1 Messung der Installationen mit symmetrischen Kupferkabeln

In der Messung wird neben der Qualität der festverdrahteten Anteile des Verkabelungssystems auch das Zusammenspiel mit dem geplanten Anschlusskabel bestimmt. Es ist dabei die Einhaltung von übertragungstechnischen Parametern der Installationsstrecke sowie der gesamten Übertragungsstrecke (engl. Channel-Link) zu überprüfen. Die einzuhaltenden Grenzwerte lehnen sich dabei an die Vorgaben der Klasse- $E_A$  der EN 50173-1 an. Wird im Folgenden von Kategorie  $6_A$  oder Klasse  $E_A$  gesprochen, so bezieht sich dies stets auf die vorgenannte Norm.

Die Ergebnisse der Messung sind ausführlich zu dokumentieren - als Messplots auf Papier und als Messwerte auf Datenträgern.

#### 9.1.1 Messgeräte

Aufgrund der einheitlichen Verwaltung der Messdaten darf die Messung der symmetrischen Kabel ausschließlich mit von der vom STKM freigegebenen Messgeräten durchgeführt werden (Liste dieser Geräte im Anhang).

#### 9.1.2 Messverfahren

Beide in der EN 50173-1 beschriebenen Messverfahren „Verkabelungsstrecke“ (Permanent Link) und „Übertragungsstrecke“ (Channel Link) sind nach der Installation anzuwenden.

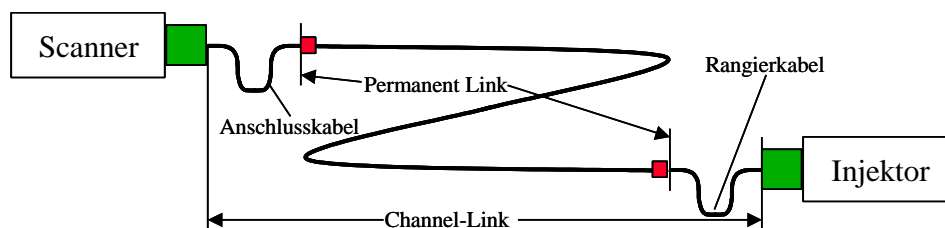




Abbildung 9.1

Streckenmodelle zur Einmessung

**Alle Strecken sind auf Basis des Permanent Links einzumessen. Weiterhin sind bei allen Installationen 10% der Strecken, ausgewählt durch das STKM, auf Basis des Channel Links zu messen.**

Zur Sicherstellung einer reproduzierbaren Messung sind bei beiden Verfahren die Messrichtlinien des Messgeräteherstellers strikt einzuhalten, das betrifft insbesondere den intervallmäßigen Austausch von Messadaptern. Folgende Ergänzungen bzw. Veränderungen zu diesen Vorgaben sind zu beachten:

- Es sind Channel- bzw. Link-Adapter mit 1,5 bis 2m langen Kategorie-6-Standard-Anschlusskabeln zu verwenden. Die Standard-Anschlusskabel müssen auf den Kabelhersteller abgestimmt sein und dem STKM zur Bemusterung vorgelegt werden.
- Vor Beginn der Messreihe ist gegebenenfalls abzuwarten, bis die herstellerabhängige Betriebstemperatur erreicht ist. Grundsätzlich ist mit der neuesten verfügbaren Messgerätefirm- und Software zu arbeiten. Die entsprechenden Release-Versionen sind zu dokumentieren.
- Das Handgerät und das Endgerät sind nach den Vorschriften des Geräteherstellers zu kalibrieren. Kalibrierung muss < 1 Jahr sein. Alle Längenangaben sind auf Meter einzustellen.
- Um bei der Längenmessung richtige Werte zu erhalten, ist der tatsächliche Verkürzungsfaktor (NVP) anhand des Datenblatts einzustellen. Alternativ kann wie oben beschrieben ein Mittelwert ermittelt werden.
- Die Prüfstecker müssen nach den vom Hersteller vorgegebenen Intervallen getauscht werden.

**Folgende Werte sind im Rahmen der Messungen zu ermitteln:**

- Pin-Belegung einschließlich der Prüfung der Durchschaltung und Vertauschung sowie der Richtigkeit der Zusammenfassung der Adern zu Paaren (Wire-Map)
- Gleichstrom-Schleifenwiderstand für jedes Paar
- Länge für alle Paare
- Dämpfung für jedes Paar im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz
- Nahnebenschleifendämpfung für alle Paar-Kombinationen (6 Kombinationen für 4 Paare) im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz von der Seite des Anschlusspunktes im Rangierfeld in Richtung der Endgeräteanschlussdose als Power-Sum-NEXT
- Nahnebenschleifendämpfung für alle Paar-Kombinationen im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz von der Seite der Endgeräteanschlussdose in Richtung des Anschlusspunktes im Rangierfeld als Power-Sum-NEXT
- Ermittlung des ELFEXT für alle Paare in beide Richtungen als Power-Sum-ELFEXT im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz
- Ermittlung des ACR für alle Paare in beide Richtungen als Power-Sum-ACR im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz
- Maximaler DelaySkew

- Rückflussdämpfung für alle Paar-Kombinationen im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz in beide Richtungen

Bei der Ermittlung der tatsächlichen Länge der festverlegten Strecken ist sicherzustellen, dass die Länge der Messschnüre nicht in die dokumentierte Längenangabe einfließt, hierzu sind gegebenenfalls entsprechende Kalibrierungseinstellung bzw. Funktionen der Messgeräte zu nutzen. Die Vorgaben zur Nutzung des NVP-Wertes (siehe oben) sind einzuhalten.

### 9.1.3 Dokumentation der Messung

Die Dokumentation der Messung muss dem AG übergeben werden und folgende Informationen beinhalten:

- Elektronische Dokumentation aller Messwerte je Strecke und Messart auf Datenträger
- Eine EXCEL-Tabelle mit den Extremwerten aller Messergebnisse für alle Strecken (worst-case-Werte) auf Datenträger

#### Elektronische Dokumentation aller Messwerte je Strecke auf Datenträger

Aus der elektrischen Dokumentation aller Messwerte je Strecke auf Datenträger im herstellerspezifischen Format müssen hervorgehen:

- Verdrahtung (Wire Map)
- Schleifenwiderstand je Paar
- Dämpfung als Funktion der Frequenz (Kurvendarstellung) im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paare
- Nahnebenschleifendämpfung (NEXT) als Powersum-Wert und als Funktion der Frequenz (Kurvendarstellung) im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paar-Kombinationen und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss)
- ELFEXT als Powersum-Wert und als Funktion der Frequenz (Kurvendarstellung) im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paar-Kombinationen und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss)
- ACR als Powersum-Wert und als Funktion der Frequenz (Kurvendarstellung) im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paare und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss)
- Rückflussdämpfung als Funktion der Frequenz (Kurvendarstellung) im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paare und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss)
- Länge in Metern für jedes Paar
- das Prädikat "bestanden" oder "nicht bestanden" bezüglich der geforderten Grenzwerte
- eindeutige Bezeichnung der gemessenen Kabelstrecke gemäß Nummerierungsschema
- Dosennummer, Prüfer (Installationsunternehmen), Datum und Uhrzeit

Es ist ein geeignetes Anzeigeprogramm (Viewer) mit entsprechender Anleitung (Installation und Handhabung) als Programm auf der CD mitzuliefern. Ggf. auftretende Lizenzkosten für die Nutzung dieser Software sind vom AN zu tragen.

## Tabelle mit den Extremwerten aller Messergebnisse

Aus der Tabelle mit den Extremwerten aller Messergebnisse auf Datenträger müssen alle Messergebnisse, die auch in elektronischer Form im herstellerspezifischen Format gefordert werden, hervorgehen. Es sind hierbei jedoch nur die Extremwerte anzugeben:

- Verdrahtung (Wire Map)
- Schleifenwiderstand je Paar
- größte Dämpfung im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für jedes Paar
- geringste Nahnebensprechdämpfung als Powersum-Wert im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für jede Paar-Kombinationen und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss)
- geringstes ELFEXT als Powersum-Wert im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paar-Kombinationen und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss)
- geringstes ACR als Powersum-Wert im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paare und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss)
- geringste Rückflussdämpfung im Frequenzbereich 1 MHz bis 500 MHz für alle Paare und **beide Seiten** (Verteiler- und Endgeräteanschluss) Länge in Metern für jedes Paar
- das Prädikat "bestanden" oder "nicht bestanden" bezüglich der im Kapitel „Technische Spezifikation des Übertragungssystems“ geforderten Grenzwerte
- eindeutige Bezeichnung der gemessenen Kabelstrecke gemäß Nummerierungsschema
- Strecke, Dose, Raum zu VT, Rack, Panel Port
- Dosennummer, Prüfer (Installationsunternehmen), Datum und Uhrzeit

## Übersicht Messdokumentation

Die nachfolgende Tabelle stellt zur Übersicht nochmals die oben geforderten zu dokumentierenden Werte zusammen:

Messwert	Datenträger	Tabelle
Verdrahtung	X	X
Schleifenwiderstand	X	X
Dämpfung	X (Kurvendarstellung)	X (Max. Wert)
NEXT als Powersum-Wert	X (Kurvendarstellung)	X (Min. Wert)
ELFEXT als Powersum-Wert	X (Kurvendarstellung)	X (Min. Wert)
ACR als Powersum-Wert	X (Kurvendarstellung)	X (Min. Wert)

Messwert	Datenträger	Tabelle
Rückflussdämpfung	X (Kurvendarstellung)	X (Min. Wert)
Länge	X	X
Streckenbeschreibung	X	X
DelaySkew	X	X
Bestanden/Nicht bestanden	X	X
Streckenbeschreibung	X	X
Dosenummer, Prüfer (Installationsunterneh- men), Datum und Uhrzeit	X	X

Tabelle 16

Messdokumentation

## 9.2 Einmessung von Verbindungen auf Basis von Lichtwellenleitern

Die der Verkabelungsnorm EN 50173-1 zugrunde liegende EN 50346, die auf den Normungsansätzen der TIA-526 basiert, beinhaltet eine kurze Darstellung der verschiedenen Prüfparameter und eine Beschreibung der verschiedenen möglichen Prüfverfahren. Im Unterschied zur Kupfermesstechnik sind die Beschreibungen deutlich besser nutzbar. Auch der Problematik einer „modalen Anregung“ wird im Anhang in Form eines knappen Grundlagenkapitels Beachtung gewidmet.

Insgesamt existieren derzeit 3 amerikanische Normansätze zur Konformitätsprüfung und zwei daraus abgeleitete europäische Normansätze. Eine kurze Gegenüberstellung soll deutlich machen, wo die Nachteile bzw. Vorteile der drei Modelle liegen (bei weiterem Bedarf nach Informationen sind entsprechende Normen einzusehen):

Messverfahren	Kalibriert wird	Gemessen wird am Messobjekt*	Mängel
TIA-526-14A:B & TIA-526-7:A1 (= Verfahren 1 der EN 50346)	Ein Messkabel zwischen Sender und Empfänger	Der Dämpfungsverlust beider Stecker  <b>Plus</b> Faserdämpfung	Steckeranschluss an Messgeräten und Rangierfeldern muss identisch sein
TIA-526-14A:A & TIA-526-	Zwei Messkabel plus eine	Der Dämpfungsverlust	Eine Steckverbindung

7:A2 (= kein Verfahren der prEN 50346)	Steckverbindung zwischen Sender und Empfänger	eines Steckers  <b>Plus</b> Faserdämpfung	wird „rauskalibriert“
TIA-526-14A:C & TIA-526-7:A3 (= Verfahren 2 der EN 50346)	Drei Messkabel plus zwei Steckverbindungen zwischen Sender und Empfänger	Nur die Faserdämpfung	Beide Steckverbindungen werden „rauskalibriert“

*Tabelle 17*

*Messdurchführung*

\*Messobjekt: in der Regel eine Glasfaserverbindung zwischen zwei Rangierfelder oder Rangierfeld und Dose

Das STKM hat sich zur Bestimmung der Dämpfungsqualität einer installierten Strecke für das Verfahren aus der zweiten Zeile entschieden und der Ansatz wurde im vorliegenden Planungshandbuch als Basisverfahren berücksichtigt. Das Verfahren zur Pegelmessung wird um das OTDR-Verfahren ergänzt. Die Kombination der beiden Verfahren sieht wie folgt aus:

- Dämpfungsmessung: Ziel ist die Ermittlung des gesamten Dämpfungsbudgets einer Glasfaser bestehend aus Faserlänge, Spleißverbindungen und (mindestens zwei) Steckverbindungen und Vergleich dieses Wertes mit den geforderten Werten.
- Messung zur Streckendarstellung: Ziel ist die grafische Darstellung der installierten Strecke mit dem Dämpfungsverlauf über die Länge.

### 9.2.1 Dämpfungsmessung

Es wird unterschieden zwischen dem Messverfahren 1 zur Überprüfung der Installationsqualität zwischen zwei Kabelendpunkten (Installationsstrecke) und dem Verfahren 2 zur Überprüfung der Streckenqualität einer rangierten Verbindung (Übertragungsstrecke).

#### Messgeräte:

Es müssen Pegelmessgeräte und Pegelsender verwendet werden, welche die für Messungen im LAN-Bereich erforderlichen Wellenlängen unterstützen. Voraussetzung für die Genehmigung der Messgeräte durch den AG oder seinen Beauftragten ist die Unterstützung folgender Optionen:

- Nullabgleich (Setzen einer Messreferenz bei Direktverbindung zwischen Pegelmessgerät, Messkabel und Pegelsender)
- Messen der Dämpfung bei einer Wellenlänge von 850 nm auf 50/125µm-Gradientenfasern (OFL bzw. LED-Quelle)
- Messen der Dämpfung bei einer Wellenlänge von 1300 nm auf 50/125µm-Gradientenfasern (OFL bzw. LED-Quelle)

- Messen der Dämpfung bei einer Wellenlänge von 1310 nm auf 9/125µm-Singlemodefasern (Laser)
- Messen der Dämpfung bei einer Wellenlänge von 1550 nm auf 9/125µm-Singlemodefasern (Laser)

Für die jeweiligen optischen Wellenlängen können unterschiedliche Geräte verwendet werden.

### **Vor- und Nachlauffasern, Anschlussleitungen:**

Es sind Fasern einzusetzen, deren Kerndurchmesser und numerische Apertur mit denen der zu prüfenden Verkabelung übereinstimmen. Insbesondere sind die Fasern so zu wählen, dass eine Auskopplung des Mantellichts am Eingang des Prüfobjektes sichergestellt ist (optionaler Einsatz von Wickeldornen). Die Vor- und Nachlauffaser muss mindestens eine Länge von 100 m haben.

Die Steckverbinder an den Prüfschnüren dürfen bei der Einführungsämpfung einen Maximalwert von 0,5 dB bei 850nm und 1300nm (OFL) nicht überschreiten.

### **Durchführung der Messung zur Überprüfung von Installationsstrecken:**

Für die Feststellung der Installationsqualität werden keine Messungen über Rangierungen hinweg durchgeführt (außer den Rangierungen am Messgerät bzw. an Vor-/Nachlauffasern).

### **9.2.2 OTDR-Messung**

Die OTDR-Messung dient der grafischen Darstellung der installierten Strecke mit Angabe des Dämpfungsverlaufs über die Länge. Dieser Verlauf und die hieraus zu ermittelnden Kabellänge ist

- jede Faser
- einmal pro Wellenlänge (850 nm bzw. 1300 nm bei Multimodfasern und 1310 nm bzw. 1550 nm bei Singlemodefaser),
- nur in einer Richtung
- zu ermitteln. Insgesamt sind damit pro Aderbündel grundsätzlich zwei Messungen zu machen.

#### **Messgeräte:**

Es muss ein OTDR-Messgerät verwendet werden, das folgende Funktionen unterstützt:

Ereignisabhängige Darstellung von Länge und Dämpfung in der Messkurve oder Tabelle, insbesondere:

- Dämpfungsmessung mit mindestens zwei Markern (bei Strecken mit optischem Endaufteiler müssen mindestens vier Marker gesetzt werden können)
  - *Dämpfungsangabe pro Marker (Spleiß)*
  - *Längenangabe pro Marker (Teillänge)*
  - *gegebenenfalls Dämpfungsangabe zwischen den Markern (Teillänge)*
  - *additive Dämpfungsangaben an jedem Marker*

- Ereignistotzone maximal 05 Meter (850 nm) bzw. 10 m (1300 nm)
- Dämpfungstotzone maximal 05 Meter (850 nm) bzw. 10 m (1300nm)
- Dynamikbereich mindestens 20 dB (bei 10 ns)
- Abspeicherung der Messergebnisse nach Bellcore OTDR Data Standard

Der Einsatz der Messgeräte ist nur nach vorheriger Absprache und Bemusterung durch den AG oder seinen Beauftragten möglich.

### Messgerätekonfiguration:

Es ist eine Impulslänge von maximal 20 ns einzustellen.

Zur Unterdrückung rauschbedingter Fehlanzeigen ist eine **Mittelwertbildung** über die vom Gerätehersteller empfohlene Mindestanzahl von Messungen einzustellen.

Die am Messgerät einzustellende **Lichtwellenlänge** beträgt 850 und 1300 nm bei Gradientenindexfasern.

Die am Messgerät einzustellende **Lichtwellenlänge** beträgt 1310 und 1550 nm bei Monomodefasern.

### Dokumentation

Es sind zwei CDs mit je folgendem Inhalt zu übergeben:

- Eine Verzeichnisstruktur, die ein einfaches Finden der Messergebnisse ermöglicht (werden mehr als 8 Zeichen für Verzeichnis- und Dateinamen durch das Messgerät unterstützt, so sind „sprechende“ Namen zu vergeben, keine einfachen Zahlenkombinationen)
- Alle Messergebnisse (messgerätespezifisches Format ist zugelassen)
- Viewer zur Einsicht und Überprüfung der Ergebnisse (die Protokolle müssen bei Installation des Viewers direkt von der CD aus eingelesen werden können)

Die mit der OTDR-Messung überprüfte Größe ist lediglich die Kabellänge. Dämpfungswerte werden mit dem Pegelmessverfahren ermittelt.

## 9.3 Dokumentation der Messprotokolle

Die Dokumentation aller durchgeführten Messungen ist sowohl bei neuen Installationen als auch bei Ergänzungsinstallation im Primär- Sekundär- und Tertiärbereich vom Auftragnehmer zu erbringen.

Die Dokumentation der Messungen von Glasfaser-, Klasse E<sub>A</sub>- sowie hochpaarigen Installationskabeln ist in den jeweiligen Kapiteln des Standards beschrieben. **Der AN ist verpflichtet, die Vorlagen der Messprotokolle beim STKM einzufordern.**

### 9.3.1 Messprotokolle LWL-Messung

Die Dokumentation der **OTDR-Messung** erfolgt im spezifischen Format des Messgeräteherstellers.

Die Werte der **Dämpfungsmessung** sind in einem im Folgenden beschriebenen Messprotokoll zu dokumentieren.

Neben den geforderten Werten nach den Vorgaben aus dem oben genannten Kapitel sind vom Auftragnehmer die folgenden Angaben:

- Kabelnummer nach Vorgabe des Nummerierungsschemas,
- Kabeltyp,
- Fasernummer,
- abgehender Verteiler (Verteiler und Schrank),
- Datenblätter der installierten Komponenten

sowie:

- der Name des Prüfers, der die Messungen durchgeführt hat,
- das Datum und Uhrzeit der Messung
- im Messprotokoll einzutragen.
- < Kalibrierungszyklus

In der Spalte „bestanden“ ist die Einhaltung der geforderten Grenzwerte zu belegen.

Der AN hat mit Angabe von:

- ausführender Firma,
- Datum,
- und Unterschrift des Prüfers

zu bestätigen, dass die im Protokoll eingetragenen Messwerte tatsächlich an der angegebenen Leitung messtechnisch ermittelt und bei der Übertragung in die Tabelle in keiner Weise verändert wurden.

Soweit die Messprotokolle vom STKM in digitaler Form gefordert werden, ist diese Bestätigung vom AN in einem separaten Schreiben zu verfassen. Das Bestätigungsschreiben ist mit Vorgangsnummer,



Unterschrift, Name in Druckschrift, Datum, Ort und Firmenstempel zu unterzeichnen. Diese Bestätigung ist im Dokumentationsordner abzuheften.

### 9.3.2 Messprotokolle für Messungen der symmetrischen Kupferkabel

Die Messprotokolle der Klasse E<sub>A</sub>-Verkabelung sind entsprechend den Vorgaben im Kapitel „Messung der Installationen mit symmetrischen Kupferkabeln“ anzufertigen.

Die Dokumentation der Klasse E<sub>A</sub>Verkabelung erfolgt im spezifischen Format des Messgeräteherstellers.

Der AN hat mit Angabe von:

- ausführender Firma,
- Datum,
- und Unterschrift des Prüfers

zu bestätigen, dass die in den Messprotokollen aufgeführten Messwerte tatsächlich an der angegebenen Leitung messtechnisch ermittelt und in keiner Weise verändert wurden.

Soweit die Messprotokolle vom STKM in digitaler Form gefordert werden, ist diese Bestätigung vom AN in einem separaten Schreiben zu verfassen. Das Bestätigungsschreiben ist mit Vorgangsnummer, Unterschrift, Name in Druckschrift, Datum, Ort und Firmenstempel zu unterzeichnen. Diese Bestätigung ist im Dokumentationsordner abzuheften.

### 9.3.3 Messprotokolle hochpaarige Installationskabeln

Die Messwerte der TK-Verkabelung sind entsprechend den Vorgaben aus Kapitel „Spezifikation der Installation mit hochpaarigen Installationskabeln“ in einem Messprotokoll darzustellen.

Auf dieser Vorlage können die Messwerte von Kabeln mit bis zu 100DA dokumentiert werden. Für Kabel mit höherer Anzahl an Doppeladern sind entsprechend mehrere Blätter dieser Vorlage auszufüllen.

Neben den geforderten Werten nach den Vorgaben aus dem oben genannten Kapitel sind vom Auftragnehmer Angaben über:

- Kabelnummer nach Vorgabe des Nummerierungsschemas,
- Kabeltyp,
- abgehenden Verteiler (Verteiler und Leiste),

sowie:

- den Namen des Prüfers, der die Messungen durchgeführt hat,
- das Datum und die Uhrzeit der Messung

einzutragen.

In den Spalten „bestanden“ ist die Einhaltung der geforderten Grenzwerte zu belegen.

Der AN hat mit Angabe von:

- ausführender Firma,
- Datum,
- und Unterschrift des Prüfers

zu bestätigen, dass die im Protokoll eingetragenen Messwerte tatsächlich an der angegebenen Leitung messtechnisch ermittelt und bei der Übertragung in die Tabelle in keiner Weise verändert wurden.

Soweit die Messprotokolle vom STKM in digitaler Form gefordert werden, ist diese Bestätigung vom AN in einem separaten Schreiben zu verfassen. Das Bestätigungsschreiben ist mit Vorgangsnummer, Unterschrift, Name in Druckschrift, Datum, Ort und Firmenstempel zu unterzeichnen. Diese Bestätigung ist im Dokumentationsordner abzuheften.

### 9.3.4 Muster-Messprotokoll

Zur eindeutigen Leistungsbeschreibung ist allen Angebotsaufforderungen ein Muster-Messprotokoll beizufügen. Diese ist aktuell zu jedem Projekt bei den zuständigen Mitarbeitern des StKM anzufordern.

## 9.4 Integration in übergreifende Dokumentationen

Ergänzend zu den oben beschriebenen Dokumentationen der Messprotokolle ist zum Zwecke der mittelfristig geplanten Einbindung in eine übergeordnete Dokumentationsstruktur eine Darstellung auf Basis einer Excel-Tabelle einzufordern.

In diesem Zusammenhang sollen die wesentlichen Installationsmerkmale digital in Form einer standardisierten Struktur (Excel-Tabelle; CSV-Format) zur Verfügung gestellt werden.

### Symmetrische Kupferkabel

Kabelkennung	Datum	Raum	Dose	Kabeltyp	Länge	NEXT (schlechtestes Paar)	NEXT Wert (Max)

### Lichtwellenleiter

Kabelkennung	Datum	Kabeltyp	Anfang	Ende	Länge	Dämpfung

### Hochpaarige Installationskabel

Kabelkennung	Datum	Kabeltyp	Anfang	Ende	Länge

## 9.5 Brandschutzdokumentation

**Die Dokumentation des Brandschutzes ist sowohl bei Neuinstallationen als auch bei Ergänzungsininstallationen im Primär- Sekundär- und Tertiärbereich durch den AN zu erbringen.**

Der AN ist verpflichtet, alle durchgeführten Brandschutzmaßnahmen durch Fotos zu dokumentieren. Die Brandschutzdokumentation ist **ausschließlich auf Papier** (aufgeklebte Fotos oder ausgedruckte Digitalphotos) dem AG mit dem Dokumentationsorder zu übergeben.

Auf den Fotos muss eindeutig erkennbar sein, dass:

- bei Maßnahmen im Neubau der Brandschutz fachgerecht erstellt wurde,
- bei Maßnahmen im Bestand, wie z.B. bei Nachverkabelungen der Brandschutz fachgerecht erstellt bzw. wieder verschlossen wurde,
- zu allen Maßnahmen die geforderten Brandschutzschilder vollständig ausgefüllt am Brandschutz angebracht wurden.

Die Fotos müssen den jeweiligen Maßnahmen eindeutig zuzuordnen sein. Der AN ist verpflichtet zu jedem Foto:

- Datum und Uhrzeit,
- das Gebäude,
- die Etage,
- den Raum,
- sowie eventuell weitere beschreibende Kommentare

anzugeben.

Die Angaben sind mit Datum, Name, Name der ausführenden Firma und Unterschrift des AN zu bestätigen.

## 10 Anhang

Die nachfolgenden „**Positivlisten**“ beschreiben Produkte und Hersteller, die ohne weitere Konformitätstests verwendet werden können. Andere Systeme können, nach **ausdrücklicher Genehmigung** des STKM, zum Einsatz kommen.

### 10.1 Positivliste Symmetrisches Datenkabel

Hersteller	Bezeichnung	Anmerkungen
Leoni-Kerpen	Megaline F10-130 S/F	Gemäß formulierten Anforderungen
Dätwyler	CU 7150 4P	Gemäß formulierten Anforderungen
Lanconnect	Silverline Platinum	Gemäß formulierten Anforderungen

### 10.2 Positivliste Kupfer-Anschlussstechnik

Hersteller	Bezeichnung	Anmerkungen
Corning	FutureCom S10TEN CAXTSM-00112-C001	Gemäß formulierten Anforderungen
Dätwyler	MS-K Plus 1/8 Modul Cat.6a 500 MHz	Gemäß formulierten Anforderungen
Telegärtner	AMJ-Modul K Cat.6A 500 MHz	Gemäß formulierten Anforderungen
Tyco	AMP-TWIST-6S SL Jack	Gemäß formulierten Anforderungen

### 10.3 Positivliste Lichtwellenleiter

Hersteller	Bezeichnung	Anmerkungen
Helukabel	A/I-DQ(ZN)BH Bündelader Singelmode und Multimode	Gemäß formulierten Anforderungen
Daetwyler	A/I-DQ(ZN)BH Bündelader	Gemäß formulierten

	<h1>STKM</h1> <p><i>Planungshandbuch passives Datennetz</i></p>
---	---

	Singelmode und Multimode	Anforderungen
Draka	UC Fibre A/I-DQ(ZN)BH Bündelader Singelmode und Multimode	Gemäß formulierten Anforderungen
Leoni Kerpen	Gigaline A/I-DQ(ZN)BH Bündelader Singelmode und Multimode	Gemäß formulierten Anforderungen

## 10.4 Positivliste LWL-Anschlussstechnik

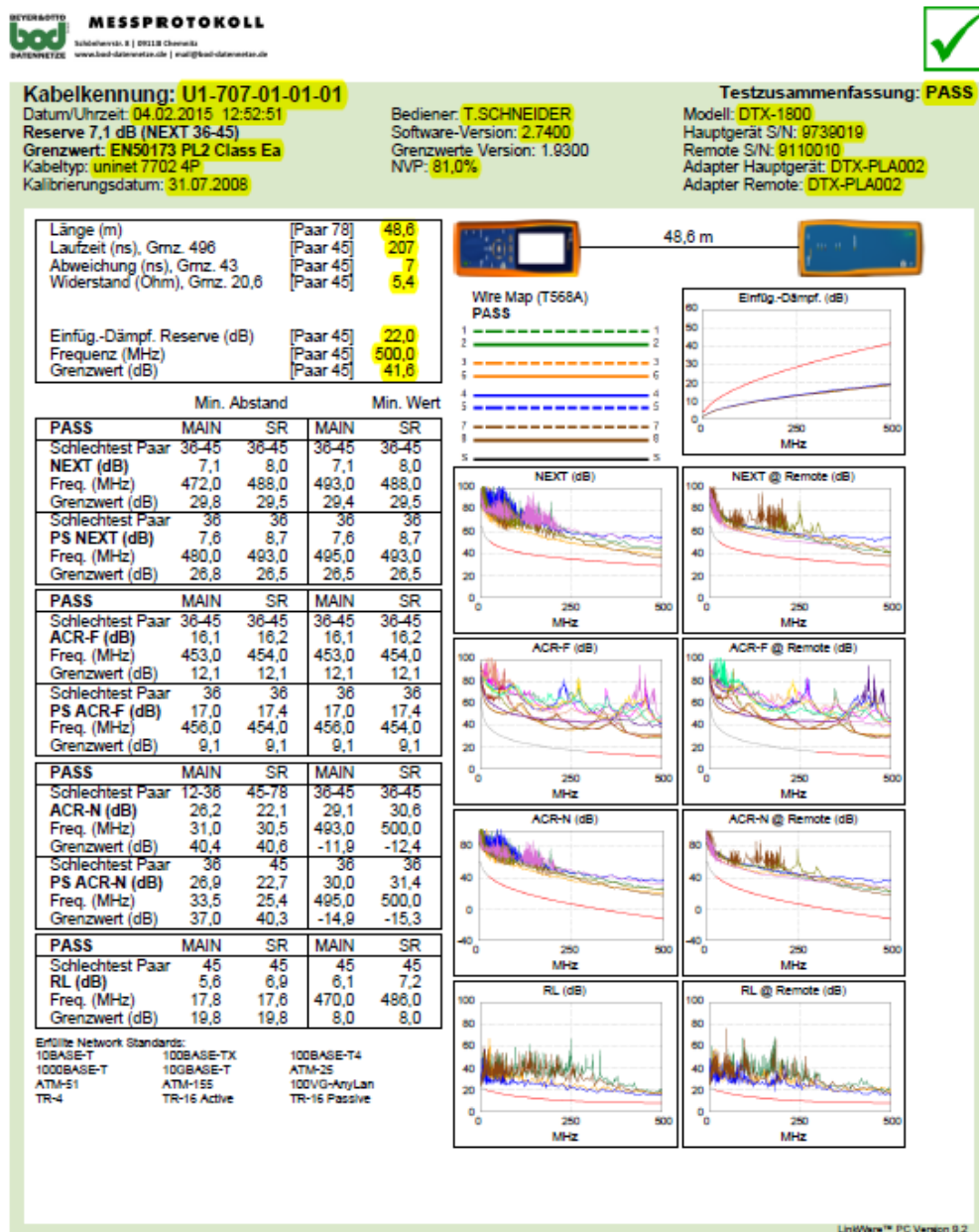
Hersteller	Bezeichnung	Anmerkungen
Diamond	E2000, SC, LC	Singlemode und Multimode
Corning	SC, LC	Singlemode und Multimode

## 10.5 Positivliste USV-Komponenten

Hersteller	Bezeichnung	Anmerkungen
APC	Smart 1500VA 230V	Bestellnr.: SMT1500RMI2U
APC	Netzwerkkarte AP9630	Bestellnr.: APC UPS NMC2

## 10.6 Muster-Messprotokoll (Kupfer)

Die nachfolgende Grafik stellt ein Muster-Messprotokoll dar. Die gelb markierten Felder müssen in jedem Fall in einem Messprotokoll aufgeführt werden.



Projekt: Klinikum Bogenhausen  
Klinikum München-Bogenhausen.flw  
Gestell: U1-707-01

Ort: München  
Gebäude: U1

**FLUKE**  
networks

## 10.7 Positivliste Verteilerschränke

Hinsichtlich der Verteilerschränke existieren keine Produktvorgaben. Stattdessen erfolgt nachfolgend eine Funktionsbeschreibung.

### 10.7.1 EDV-Verteilerschrank Typ 1 Aktiv- / Serversysteme

Die symmetrische Profilrahmenkonstruktion des Netzwerkschranks besteht aus gewalzten und vertikal 16-fach gekanteten Hohlprofilen mit Lochungen im DIN-Maßraster von 25 mm. Alle Profilkanten sind abgerundet. Die vertikalen Profile sind mit einer zweiten Montageebene für die Schranktiefe und die horizontalen 9-fach gekanteten Profile oberhalb der Dichtung mit einer zusätzlichen Schutzrinne versehen.

Die Anreihung der Schränke ist unbegrenzt möglich: seitlich, nach vorne und hinten, übereinander, sowie über Eck.

#### Ausstattung:

**Sichttür** aus Aluminium-Strangpreßprofil in RAL 7035, mit geschäumter Dichtung, 180° Scharniere, 3 mm Einscheiben- Sicherheitsglas, Stangenverschluß vierfach verriegelt, Komfort-Griff und Sicherheitsschließung 3524 E. Der Einsatz eines Profilhalbzylinders (40/45 mm) nach DIN 18254 ist möglich. Scharniere mit unverlierbaren Scharnierstiften, Türschlag wechselbar.

**Überlappende Rücktür aus 2 mm Stahlblech**, mit geschäumter Dichtung, mit herausnehmbaren Vierkantrohrrahmen mit Lochung im DIN-Maßraster von 25 mm, Stangenverschluß vierfach verriegelt, Komfortgriff mit Sicherheitsschließung 3524 E. Scharniere mit unverlierbaren Scharnierstiften, Türanschlag wechselbar, Türöffnungswinkel 180°. Im Angereihten Zustand 105°. Zwei System-Chassis in der Schranktiefe, in die innere Montageebene eingehangen und mit je einer Schraube gesichert.

**Mit montiertem Lüfterdach**, mit Lüftungsdom und Kabeleinführung im hinteren Dachbereich mit einem festen und einem verschiebbaren Blechwinkel abgedeckt und mit Gummiklemmprofil abgedichtet. Bestückt mit 4 Lüftern á 14W, á 117 m³/h Luftleistung freiblasend, kpl. verdrahtet über Temp.-Regler SK 3110, mit Lüftererweiterungssatz DK 7980100 auf insgesamt 6 Lüfter erweiterbar.

**Ein Bodenblech vorn** als Sichtschutz. Rest des Bodens offen. Alle verschraubten Beplankungsteile mit automatischem Potentialausgleich und vorbereitet zur Befestigung von Erdungsbändern. Alle Flachteile mit 16 mm²-Bändersatz auf das Gerüst geerdet. 1 Stück Erdungsschiene, 20 Erdanschlüsse M5, 2 Anschlüsse 25 mm² am hinteren Bodenrahmen montiert.

**4 Stück 482,6mm (19“) Profilschienen**, 42 HE, montiert je Seite mit drei Stück Systemchassis. Vordere Ebene 125 mm Rangierabstand zur Innenkante Fronttür, hintere Ebene auf Abstand 743, beide Ebenen im 25 mm-Raster tiefenverstellbar (Compaq Maß).

**1 PSM plus Anschlußleiste**, 3 Stk. PSM 4-fach Schuko Einsteckmodul, Nennspannung: 240 V, 1 Stk. Überspannungsmodul mit 2 m Anschlußleitung auf Klemmdose. Gehäuse: Aluminium-Profil natur eloxiert, inkl. Befestigungs-Winkeln zur Befestigung am Gehäuserahmen. Sternförmige Erdung auf Potentialausgleichsschiene.

## Material:

Stahlblech, Oberflächenausführung: Profilrahmengestell in RAL 7044 elektrophorese-Tauchgrundierung, Flachteile in RAL 7035 Struktur pulverbeschichtet

Lieferung inkl. Käfigmuttern EL2092200 (eine VE = 50 Stück) und Torx-Schrauben DK7094600 (eine VE = 100 Stück).

**Abmessungen:** B.: 800 mm H.: 2000 mm T.: 1000 mm

**Fabrikat:** z. B. Knürr, Rittal

**Typ:** gemäß Funktionsbeschreibung

## 10.7.2 EDV-Verteilerschrank Typ 2 Passiver Datenschrank

Die symmetrische Profilrahmenkonstruktion des Netzwerkschranks besteht aus gewalzten und vertikal 16-fach gekanteten Hohlprofilen mit Lochungen im DIN-Maßraster von 25 mm. Alle Profilkanten sind abgerundet. Die vertikalen Profile sind mit einer zweiten Montageebene für die Schranktiefe und die horizontalen 9-fach gekanteten Profile oberhalb der Dichtung mit einer zusätzlichen Schutzrinne versehen.

Die Anreihung der Schränke ist unbegrenzt möglich: seitlich, nach vorne und hinten, übereinander, sowie über Eck.

## Ausstattung:

**Sichttür** aus Aluminium-Strangpreßprofil in RAL 7035, mit geschäumter Dichtung, 180° Scharniere, 3 mm Einscheiben- Sicherheitsglas, Stangenverschluß vierfach verriegelt, Komfort-Griff und Sicherheitsschließung 3524 E. Der Einsatz eines Profilhalbzylinders (40/45 mm) nach DIN 18254 ist möglich. Scharniere mit unverlierbaren Scharnierstiften, Türschlag wechselbar.

**Überlappende Rücktür aus 2 mm Stahlblech**, mit geschäumter Dichtung, mit herausnehmbaren Vierkantrohrrahmen mit Lochung im DIN-Maßraster von 25 mm, Stangenverschluß vierfach verriegelt, Komfortgriff mit Sicherheitsschließung 3524 E. Scharniere mit unverlierbaren Scharnierstiften, Türanschlag wechselbar, Türöffnungswinkel 180°. Im Angereihten Zustand 105°. Zwei System-Chassis in der Schranktiefe, in die innere Montageebene eingehangen und mit je einer Schraube gesichert.

**Mit montiertem 2 teiligem Dachblech**, mit Lüftungsdom und Kabeleinführung im hinteren Dachbereich mit einem festen und einem verschiebbaren Blechwinkel abgedeckt und mit Gummiklemmprofil abgedichtet.

**Ein Bodenblech vorn** als Sichtschutz. Rest des Bodens offen. Alle verschraubten Beplankungsteile mit automatischem Potentialausgleich und vorbereitet zur Befestigung von Erdungsbändern. Alle Flachteile mit 16 mm<sup>2</sup>-Bändersatz auf das Gerüst geerdet.



**1 Stück Erdungsschiene**, 20 Erdanschlüsse M5, 2 Anschlüsse 25 mm<sup>2</sup> am hinteren Bodenrahmen montiert, sowie **Erdungsschiene** senkrecht über **40 HE**. Sternförmige Erdung auf Potentialausgleichsschiene.

**4 Stück 482,6mm (19") Profilschienen**, 42 HE, montiert je Seite mit drei Stück Systemchassis. Vordere Ebene 150 mm Rangierabstand zur Innenkante Fronttür, hintere Ebene auf Abstand 743, beide Ebenen im 25 mm-Raster tiefenverstellbar.

**16 Stück** asymmetrische **Rangierbügel** gleichmäßig rechts und links verteilt zur vertikalen Patchkabelführung, sowie 4 Stück **C Profilschienen** mit Kabelschellen und Gegenwannen zur fachgerechten Befestigung der Installationskabel rechts und links positioniert.

#### Material:

Stahlblech, Oberflächenausführung: Profilrahmengestell in RAL 7044 elektrolytisch Tauchgrundierung, Flachteile in RAL 7035 Struktur pulverbeschichtet

Lieferung inkl. Käfigmutter EL2092200 (eine VE = 50 Stück) und Tors-Schrauben DK7094600 (eine VE = 100 Stück).

**Abmessungen:** B.: 800 mm H.: 2000 mm T.: 1000 mm

**Fabrikat:** z. B. Knürr, Rittal

**Typ:** gemäß Funktionsbeschreibung

## 10.8 Positivliste Trassen, Kanäle, Bodentanks

Hersteller	Bezeichnung	Anmerkungen
Hager Tehalit	Brüstungskanal BRS Stahlblech	Gemäß formulierten Anforderungen
Hager Tehalit	Leitungsführungskanal LF	Gemäß formulierten Anforderungen
Rehau	Brüstungskanal Signo BS Stahlblech	Gemäß formulierten Anforderungen
Rehau	Leitungsführungskanal LEH halogenfrei	Gemäß formulierten Anforderungen
Obo Bettermann	Brüstungskanal IBIS Integral Stahlblech	Gemäß formulierten Anforderungen
Obo Bettermann	Leitungsführungskanal WDKH halogenfrei	Gemäß formulierten Anforderungen