

**Richtlinie zum  
strukturierten und diensteneutralen  
Verkabelungssystem  
bei der Stadtverwaltung Frankfurt am Main**

**Stand 01. März 2017**

**Grundsatzpapier  
und  
Ergänzung #1: Datenverkabelung von Schulgebäuden  
Ergänzung #2: Datenverkabelung von Kindertageseinrichtungen**



## **Änderungsverlauf gegenüber Vorgängerversionen**

Aktualisierung gegenüber Version Mai 2016	Primärverkabelung/Sekundärverkabelung (Seite 8-11): Anpassung der Anforderungen + Mengen + Spezifikationen. Hinweis zum Kat. 3 Kabel hinsichtlich Umsetzung VOIP
	Primärverkabelung/Sekundärverkabelung Büroarbeitsplatz (Seite 10): Anpassung der Anschlussmöglichkeiten/Datendoseneinsätze
	Stromversorgung (Seite 23): Referenzmodell für Transientenschutz erweitert
	Prüfung und Qualitätssicherung (Seite 28-29): Anforderungen erweitert und ausführlicher dargestellt.

# **Inhaltsverzeichnis**

## **Vorbemerkungen**

Historie / Neufassung

Geltungs- und Anwendungsbereich

## **Verkabelungssystem (Kommunikationskabelanlage)**

Allgemeines

Technologie / Cable Sharing

Netzstruktur

Kabelverbindungen

- Primärverkabelung
- Sekundärverkabelung
- Tertiärverkabelung

Kabel- und Steckerspezifikation

Netzausfallschutz

## **Komponenten**

Technikräume

Klimatisierung

Technikschränke

    Schrankaufbau

    Patchfelder (Verteilerpanels)

Stromversorgung

Erdung / Potentialausgleich

## **Beschriftung und Kennzeichnung**

## **Dokumentation**

## **Prüfung und Qualitätssicherung**

## **Ergänzung #1**

### **Datenverkabelung von Schulgebäuden**

## **Ergänzung #2**

### **Datenverkabelung von Kindertageseinrichtungen**

## **Vorbemerkungen**

### ***Historie und Neufassung***

Seit 1990 werden in städtischen und städtisch genutzten Liegenschaften, lokale Datennetze, sogenannte „LANs“ (Local Area Networks) betrieben -anfangs mit einer Datenverkabelung auf Basis des IBM-Verkabelungssystems (Typ1-Datenkabel und -stecker) später mit S/STP Kabeln der Kategorie 5,6 und 7 mit geschirmtem RJ45 Stecker

Die stetig wachsenden Anforderungen an Übertragungsrate und Flexibilität machten eine Überarbeitung des städtischen Verkabelungsstandards notwendig.

Die aktuelle Richtlinie ist eine Weiterentwicklung des Grundsatzpapiers vom April 2007 für kabelgebundene physikalische Kommunikationsnetze zur Daten- und Sprachkommunikation und berücksichtigt mittlerweile Datenraten bis zu 100 Gigabit-Ethernet. Es beschreibt einen zukunftssicheren Standard für Anwendungs- und diensteneutrale Kommunikationskabelanlagen. Neue Normierungen und Entwicklungen im technischen Bereich erfordern eine stetige Aktualisierung dieser Richtlinie.

### ***Geltungs- und Anwendungsbereich***

Diese Richtlinie gilt für alle städtischen und städtisch genutzten Gebäude. Gegebenenfalls erforderliche zusätzliche Festlegungen oder Anforderungen die von dieser Richtlinie abweichen (z.B. bei Maßnahmen mit erhöhtem Schutzbedarf oder aus finanzwirtschaftlicher Betrachtung), sind mit dem Amt für Informations- und Kommunikationstechnik abzustimmen

In dieser Richtlinie werden kabelgebundene Kommunikations- und Funknetze für Daten- und Sprache behandelt. Unter den Begriff „Kommunikationskabelanlage „ ist ein physikalisches Netzwerk gemeint, das alle Teile einer Infrastruktur zusammenfasst, die nicht aus elektronischen Komponenten (z.B. Router, Switches, Telefone etc.) bestehen.

Für die bauliche Planung von EDV-Verteilerräumen, 230 Volt Energieversorgung, USV-Anlagen und Klimatechnik gilt die aktuelle Fassung der „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen“ des Hochbauamtes (Amt 65). Die aktuelle Fassung kann unter dem nachfolgenden Link im Bereich „Grundlagen, weitere Literatur“ herunter geladen werden oder beim Hochbauamt angefordert werden.

Link: <http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=5343481>

## Verkabelungssystem

### **Allgemeines**

Die Gebäude-Infrastruktur-Verkabelung ist grundlegend nach der **europäischen DIN Normen EN 50173 und 50174** für Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen auszuführen. Damit wird sichergestellt, dass es sich bei der Gebäude-Infrastruktur-Verkabelung um ein universelles, strukturiertes dienste- und herstellernerutrales „physikalisches Netzwerk“ handelt. Darüber hinaus muss die Kommunikationsanlage der Entwicklung sowie den Anforderungen der nächsten Jahre entsprechen, so dass ein ausreichender Investitionsschutz gewährleistet ist.

Im Einzelnen berücksichtigt eine Kommunikationsanlage nach DIN EN 50173 und 50174 folgende Punkte:

- Kabelverlegesysteme (Kabelwannen, -pitschen, -kanäle, -schellen etc.)
- Kommunikationskabel (Kupferkabel und Lichtwellenleiter)
- Verteilerräume (Größe und Beschaffenheit etc.)
- Verteilerschränke (Patchfelder und systemspezifisches Zubehör)
- Energieversorgung (230 Volt Stromkreise, Steckdosenverteiler, Sicherheitseinrichtungen)
- Erdung und Potenzialausgleich (Erdung diverser Teile, Erdungsschiene etc.)
- Klimatisierung und lichttechnische Einrichtung
- Zugangssicherung (Zugangssystem, Verantwortlichkeiten etc.)

Bei einer Neuinstallation ist eine solche Kommunikationskabelanlage anzustreben.

Bei einer Erweiterung eines bestehenden Verkabelungssystems, ist vorab eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vorzunehmen und die Anforderungen einer Anwendungs- und diensteneutralen Verkabelung sowie die Tauglichkeit der Kabel nach DIN Normen zu berücksichtigen.

Wird im Bestand noch eine konventionelle Telekommunikationsanlage betrieben, kann das eigenständige TK-Netz bis zur Ablösung durch VoIP (Voice over IP) weiter ausgebaut werden. (Kat.3 Verkabelung) Hier ist es zwingend erforderlich das Amt für Informations- und Kommunikationstechnik (Amt 16) in die Planungen vorab mit einzubinden.

Einen besonderen Stellenwert nehmen bei der Montage und Verlegung von Kabeln und Leitungen die Biegeradien ein. Hier ist besonders darauf zu achten das diese nach DIN-Norm eingehalten werden. Weiterhin sind Kabel und Leitungen in Bündeln fachgerecht und nach Norm zu verlegen. (Minimierung eines Kabelbündelbrandes)

Es dürfen nur Kabel und Leitungen installiert und verwendet werden, die den aktuellen Normen entsprechen. Hierbei ist auf die Beschaffenheit der Kabel besonders zu achten. Folgende Merkmale müssen nach den aktuellen Normen gegeben sein.

- Halogenfreiheit, Korrosivität von Brandgasen
- Flammwidrigkeit
- Brandfortleitung
- Rauchgasdichte
- Isolations- und Funktionserhalt (in Einzelfällen)

**Bei der Planung, Ausführung und Überwachung der Montage- und Installationsarbeiten sind Ergänzend zu dieser Richtlinie die einschlägigen VDE-, DIN-, ISO/IEC-, Vorschriften und Normen einzuhalten.**

## **Technologie / Cable Sharing**

Die diensteunabhängige, strukturierte Verkabelung setzt neben dem Übergang auf leistungsfähigere, vierpaarige S/STP- oder S/FTP-Kupferkabel der Kategorie 7/7<sub>A</sub> eine einheitliche Stecker Technologie voraus. Unter Berücksichtigung der momentan marktüblichen Netzwerk- und Telekommunikationshardware gilt derzeit der geschirmte Cat6/RJ45-Stecker als Standard. Dieser ist auch in einer 600 MHz-Variante erhältlich.

Weiterhin hat sich aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten die Verwendung einer Kommunikationskabelanlage in Form eines **Cable-Sharing-Systems** bei der Stadtverwaltung Frankfurt am Main durchgesetzt.

Die Teilnehmeranschlußdosen am Arbeitsplatz und in den Etagen-/Bereichsverteilern setzen sich aus speziellen Installationskits und entsprechenden, dienstespezifischen Adaptereinsätzen mit RJ45-Anschlußbuchsen zusammen. (**AMP CO Plus System**)

Durch das Auflegen aller acht Adern pro Installationskit wird gewährleistet, dass beliebige Endgeräte (PC's, Notebooks, Drucker, Telefon (analog, ISDN oder VOIP), FAX usw.) problemlos angebunden werden können. Die Art der angeschlossenen Geräte wird lediglich durch die Wahl der Adaptereinsätze definiert. Pro Kabel / Installationskit können wahlweise ein Kat.7-Anschluß (über 8 Adern) oder zwei Kat.6-Anschlüsse (über 2x 4 Adern, Cable Sharing) oder ein Kat.6- Anschluss und zwei Telekommunikationsanschlüsse (über 1x 4 Adern und 2x 2 Adern, oder 4 Telekommunikationsanschlüsse (über 4x 2 Adern) oder weitere dienstespezifische Medien realisiert werden.

Somit wird gewährleistet, dass alle acht Kupferadern genutzt werden. Im Vergleich zur IBM Typ1-Technologie oder zu einer reinen strukturierten Gigabit-Verkabelung, muss nur die halbe Menge an Twisted-Pair-Kabel verlegt werden.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ist hier das Einsparpotential sehr hoch, zumal ein gewöhnlicher Büroarbeitsplatz als Standard immer noch nicht mehr als einen Fast-Ethernet Port benötigt. Bei sogenannten „Power-Usern“ die z.B. mit grafischen Programmen und Datenbanken mit größeren Datenmengen arbeiten, kann es Sinn machen Gigabit-Ports (Kat.7 Einsätze) als Teilnehmeranschlußdose bereitzustellen.

**Bei der Planung der Tertiärverkabelung ist daher zwingend die Anforderung des Gebäudenutzers zu berücksichtigen.**

## Netzstruktur

Die universelle anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlage lässt sich grundsätzlich in drei Strukturbereiche untergliedern.

- **Primäre Verkabelung:** Gebäudeübergreifende Verkabelung (Verbindungen) zwischen Gebäuden auf einem Gelände (Campusbereich).
- **Sekundäre Verkabelung:** Verbindungen zwischen dem Hauptgebäudeverteiler und weiteren Etagen-/Bereichsverteilern. (Gebäudebackbone)
- **Tertiäre Verkabelung:** Verbindungen von den Etagen-/Bereichsverteilern zu den Netzendanschlüssen (Teilnehmeranschlußdosen) (Etagenverkabelung)

Die **Primärverkabelung**, welche die gebäudeübergreifende Verbindung darstellt, wird hauptsächlich mit Hilfe von Glasfaserkabel realisiert. Hierbei sind bei den Planungen Multimode und Monomode (Singlemode) Glasfaserkabel zu berücksichtigen. Beim Multimode-Glasfaserkabel müssen die Längenrestriktionen beachtet werden hinsichtlich benötigter Bandbreiten (1/10/40/100 Gigabit-Ethernet). Beim Monomode-Glasfaserkabel sind die Längen im MAN Bereich zu vernachlässigen. Sofern es die Längenrestriktionen zulassen, kann auch Twisted-Pair-Kupferkabel zum Einsatz kommen. Grundsätzlich sind die Gebäude flächendeckend und sternförmig zu verkabeln.

Die **Sekundärverkabelung** dient der gebäudeinternen Verbindung der vorhandenen Etagen-/Bereichsverteiler (Technikräume / Datenverteilerschränke). Sie wird mit Hilfe von Multimode-Glasfaser und zusätzlichen Twisted-Pair-Kupferkabeln (Verlegekabel) der Kategorie 7 realisiert. Sofern eine separate Telefonverkabelung benötigt wird, ist diese mit Verlegekabel der Kategorie 3 auszuführen. Auch hier sind die Längenrestriktionen für die Glasfaserkabel zu beachten.

Die **Tertiärverkabelung** beinhaltet die flächendeckende, sternförmige Anbindung aller Teilnehmeranschlußdosen an die Etagen-/Bereichsverteiler (Technikräume / Datenverteilerschränke) auf Basis von Twisted-Pair-Kupferkabeln der Kategorie 7 oder 7<sub>A</sub>.

Anmerkung:

Die DIN Norm EN 50173 gibt keine Längenrestriktionen für Twisted-Pair-Kabel vor. Damit wäre es grundsätzlich zulässig, dass eine Installationsstrecke (Kabellänge Etagen-/Bereichsverteiler zur Teilnehmeranschlußdose) länger als 90m sein darf, sofern gewissen Messdatenparameter eingehalten werden. Die vorgegebene Kabellänge von 90m ergibt sich aus den Kabelkategorien sowie dem Ethernet-Protokoll nach IEEE 802.3. Die zulässige Gesamtlänge der Übertragungsstrecke beträgt daraus in der Regel 100m. Darin enthalten sind 90m Verlegekabel, 10m Patchkabel (2x5m) und 2 Steckverbindungen (z.B. Dose und Patchfeld). In Einzelfällen kann es bedeuten, dass für eine geringe Anzahl von Installationsstrecken ein weiterer Etagen-/Bereichsverteiler benötigt wird. Hier ist die wirtschaftliche Betrachtung von Bedeutung und zu berücksichtigen. Abweichungen hinsichtlich der Vorgabe von 90m für eine Installationsstrecke sind vorab mit dem Planer, Nutzer oder dem Amt für Informations- und Kommunikationstechnik abzusprechen. In der Regel ist die Länge einer Strecke von 90 Meter nicht zu überschreiten. Die Planung und die bauliche Anordnung der Etagen-/Bereichsverteiler sollte im Vorfeld mit berücksichtigen.

Die Arbeitsplatzverkabelung verbindet die Teilnehmeranschlußdose mit dem jeweiligen Endgerät.

## **Kabelverbindungen**

### Primärverkabelung

Für die Primärverbindungen zwischen mehreren Gebäuden auf einem Campus werden folgende Kabelverbindungen benötigt.

Anzahl: 1 mal

Monomode-Glasfaserkabel Typ OS2 (09/125µm) mit 12-24 Fasern.  
(Abschluss Technikraum: 12 oder 24x E2000 grün APC-Stecker auf 1HE Patchpanel)

Anzahl: 1 mal

Multimode-Glasfaserkabel Typ OM4 (G50/125µm) mit mindestens 24-48 Fasern  
(Abschluss Technikraum: 12-24x SC/PC-Stecker auf 1HE Patchpanel)

Anzahl: 1 mal

J-H(St)H-Fernsprechkabel Kategorie 3 (10 oder 20DA).  
(Abschluss Technikraum: 1HE Patchpanel (Port 1-24 oben 25-50 unten)  
RJ45, Beschaltung jeweils mit 1 DA PIN 4 und 5)

Anzahl: n mal

S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub> (S/STP = Shielded/Shielded Twisted Pair = paarweise Schirmung und Gesamtschirm) Jeweils alle 8 Adern aufgelegt auf einen RJ45 Stecker Kat. 6/7 Anschluss.

### Sekundärverkabelung

Für die Sekundärverbindung zwischen städtischen HÜP (Hausübergabepunkt) und dem Haupttechnikraum werden folgende Kabelverbindungen benötigt.

Anzahl: 1 mal

Monomode-Glasfaserkabel Typ OS2 (09/125µm) mit 12 oder 24 Fasern.  
(Haupttechnikraum: 12 oder 24x E2000 grün APC-Stecker 8°Grad schrägschließ auf 1HE Patchpanel)  
(Hausübergabeverteiler: Direktspleißung)

Anzahl: 2 mal

S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub> (S/STP = Shielded/Shielded Twisted Pair = paarweise Schirmung und Gesamtschirm) Jeweils alle 8 Adern aufgelegt auf einen RJ45 Stecker Kat. 6/7 Anschluss. (kein Cable-Sharing)

Im Vorfeld muss abgestimmt werden, ob die Liegenschaft mit eigenen städtischen Kabeln bereits erschlossen wurde oder ob diese noch erschlossen werden muss.



Für die Sekundärverbindung zwischen Hausübergabeverteiltern von Fremdprovidern (z.B. APL-Verteiler (Abschlusspunkt Linientechnik) der Telekom) und dem Haupttechnikraum werden folgende Kabelverbindungen benötigt.

Anzahl: 1 mal

J-H(St)H-Fernsprechkabel Kategorie 3 (10 oder 20DA).

(Abschluss Verteiler Fremdprovider: Direktauflegung auf Verteiler

(Abschluss Haupttechnikraum: 1HE Patchpanel RJ45, Beschaltung jeweils mit 1 DA PIN 4 und 5)

Für die Sekundärverbindungen zwischen den Etagen-/Bereichsverteiler (Technikräume) werden sternförmig vom Haupttechnikraum folgende Kabelverbindungen benötigt. (Standard)

Anzahl: 1 mal

Multimode-Glasfaserkabel Typ OM4 (G50/125µm) mit mindestens 24-48 Fasern (12 oder 24x SC/PC-Stecker auf 1HE Patchpanel)

Die Pigtails mit den SC-Steckverbindern werden unter Verwendung einer Spleißkassette auf die Kabelenden gespleißt oder geklebt. Bei der Verlegung sind die zulässigen Biegeradien unbedingt zu beachten.

Anzahl: 1 mal

J-H(St)H-Fernsprechkabel Kategorie 3 (50 oder 100DA). Beschaltung auf RJ45

Anschluß mit jeweils 1 DA (PIN 4 und 5)

(Sofern Voice over IP (VOIP) in der Liegenschaft zum Einsatz kommt, kann auf das Kat.3 Kabel verzichtet werden)

Anzahl: 6 mal

S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub> (S/STP = Shielded/Shielded Twisted Pair = paarweise Schirmung und Gesamtschirm) Jeweils alle 8 Adern aufgelegt auf einen RJ45 Kat. 6/7 Anschluss. Die kritische Länge von 90m darf nicht überschritten werden!

Zusätzlich werden zwischen den einzelnen Etagen-/Bereichsverteiler für die Vermaschung des Netzwerkes folgende Sekundärverbindungen benötigt. Diese Verbindungen unterliegen nicht dem Standard und werden nur nach vorhergehender Abstimmung und nach Bedarf des Gebäudenutzers benötigt. (siehe auch Kapitel Netzausfallschutz)

Anzahl: n mal

Multimode-Glasfaserkabel Typ OM4 (G50/125µm) mit mindestens 12-48 Fasern (6-24x SC/PC-Stecker auf 1HE Patchpanel)

Für die Verbindungen/Anschlüsse von **Zutrittskontroll-** und **Arbeitszeiterfassungs-**systemen ist das Personal und Organisationsamtes (Amt 11, Abt. 11.51) mit einzubeziehen. Die Anforderungen sind im Vorfeld mit dem Amt 11 abzustimmen. In der Regel werden folgende Kabelverbindungen benötigt.

Anzahl: n mal  
J-H(St)H-Fernsprechkabel Kategorie 3

Anzahl: n mal  
S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub> (S/STP = Shielded/Shielded Twisted Pair = paarweise Schirmung und Gesamtschirm) Jeweils alle 8 Adern aufgelegt auf einen RJ45 Kat. 6/7 Anschluss.

Für die Verbindung zur **GLT** (Gebäudeleittechnik zur Verbrauchserfassung) werden folgende Verbindungen benötigt. Die Notwendigkeit dieser Verbindungen ist im Vorfeld mit der Abteilung 65.25 Energiemanagement des Hochbauamtes (Amt 65) zu klären.

Anzahl: n mal  
S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub> (S/STP = Shielded/Shielded Twisted Pair = paarweise Schirmung und Gesamtschirm) Jeweils alle 8 Adern aufgelegt auf einen RJ45 Kat. 6/7 Anschluss. Die kritische Länge von 90m darf nicht überschritten werden!

### Tertiärverkabelung

Für die Tertiärverbindungen zwischen dem Etagen-/Bereichsverteiler (Technikräume) und den Büroarbeitsplätzen werden sternförmig vom jeweiligen Etagen-/Bereichsverteiler folgende Kabelverbindungen benötigt. (Standard)

S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub> (S/STP = Shielded/Shielded Twisted Pair = paarweise Schirmung und Gesamtschirm) Jeweils alle 8 Adern aufgelegt auf einen Installationskit bei Cable-Sharing oder auf einen RJ45 Kat. 6/7 Anschluss. Die kritische Länge von 90m darf nicht überschritten werden!

Für einen **Büroarbeitsplatz** sind in der Regel 4 Anschlußports vorzuhalten bzw. auszustatten.

Bei Cable-Sharing reichen 2 Doppelanschlussdosen (2x Kat.7 TP-Kabel) aus. (Dose1: 2x 100BaseT, Dose 2: 1x 1000BaseT) Dies ermöglicht den Anschluss bis zu 3 Netzwerkendgeräten wobei der 1000BaseT-Anschluss für VOIP-Endgeräte (Telefon) vorbehalten ist. Anforderungen für Sonderräumlichkeiten (z.B. Callcenter, Administratorenarbeitsplätze, Besprechungs- oder Schulungsräume, spezielle funktionsräume etc.) müssen vorab mit dem Gebäudenutzer abgestimmt werden.

Bei einer Verkabelung ohne Cable-Sharing müssen 4x Kat.7 TP-Kabel pro Arbeitsplatz verlegt werden um die Mindestanschlussmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen. (PC, Notebook, Netzwerkdrucker, VOIP-Telefon und eventuell Fax etc.)

Die Anzahl der Anschlussmöglichkeiten, kann sich darüber hinaus auch erhöhen oder verringern, sofern der Gebäudenutzer dies ausdrücklich wünscht. Dies sollte im Vorfeld einer Planung abgestimmt werden.

## Zusammenfassung/Mindestanforderung der Medien:

### Primärverkabelung

Monomode-Glasfaserkabel 09/125 (12-24 Fasern)

Multimode-Glasfaserkabel 50/125 (24-48 Fasern)

J-H(St)H-Fernsprechkabel Kategorie 3 (50 oder 100DA)

**(Sofern Voice over IP (VOIP) in der Liegenschaft zum Einsatz kommt, entfällt das Kat.3 Kabel sofern dieses nicht für andere Dienste benötigt wird. (zB. für Fremdprovider Telekom)**

S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub>

### Sekundärverkabelung

Monomode-Glasfaserkabel 09/125 (12-24 Fasern) (nur zum Hausübergabepunkt)

Multimode-Glasfaserkabel 50/125 (24-48 Fasern)

J-H(St)H-Fernsprechkabel Kategorie 3 (50 oder 100DA)

**(Sofern Voice over IP (VOIP) in der Liegenschaft zum Einsatz kommt, entfällt das Kat.3 Kabel sofern dieses nicht für andere Dienste benötigt wird. (zB. für Fremdprovider Telekom)**

S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub>

### Tertiärverkabelung

S/STP-Kupferkabel 4-paarig, Kategorie 7/7<sub>A</sub>

## Kabel und Stecker Spezifikation:

**Multimode -Glasfaserkabel mit Gradientenprofil, Fasertyp OM4, Faserkern 50µm, Mantel 125 µm  
Glasfaserstecker: Typ SC, PC Normalschliff**

Übertragungslängen nach IEEE 802.3

Fasertypen	Fast Ethernet	Gigabit Ethernet	10 Gigabit Ethernet	40 Gigabit Ethernet	100 Gigabit Ethernet
OM3 Faser (G50/125 µm)	2000m	550m	300m	100m	100m
OM4 Faser (G50/125 µm)	2000m	1000m	550m	150m	150m

Alle Angaben sind abhängig von der Wellenlänge

**Monomode-(Singlemode)-Glasfaserkabel, Fasertyp OS2, Faserkern 9 µm, Mantel 125µm  
Glasfaserstecker: Typ E2000 grün, APC, 8° Grad Schrägschliff**

Übertragungslängen nach IEEE 802.3

Fasertypen	Fast Ethernet	Gigabit Ethernet	10 Gigabit Ethernet	100 Gigabit Ethernet
OS1 Faser (9/125 µm)	10000m	bis 70000m	bis 40000m	bis 40000m
OS2 Faser (9/125 µm)	nicht spezifiziert	nicht spezifiziert	bis 40000m	bis 40000m

Alle Angaben sind abhängig von der Wellenlänge

## Twisted Pair Kupferkabel und -stecker

### TP-Kabel der Kategorie.3, 16MHz

(J-H(St)H-Fernsprechkabel für Telekommunikationsanwendungen)

### TP-Kabel Kategorie 7, S/STP, S/FTP, SF/FTP

(Klasse F, 600 MHz) oder 7<sub>A</sub> (Klasse FA 1000 MHz) gemäß EN 50288.  
Qualitätsstufe der Kabel muss der Norm ISO/IEC 11801 entsprechen.

### RJ-45 Stecker der Kategorie 6

(geschirmt, Variante 600 MHz)

Im städtischen Glasfasernetz sind die Fasern für das Monomodekabel nach der „ITU Norm G 652 D“ vorgegeben. Bei den Pigtails werden auch passende Fasertypen nach ITU Norm Akzeptiert, z. B. G 657 Ax, Biegeunempfindliche Faser

Zusätzliche Eigenschaften sollten bei den Glasfaserkabeln erfüllt sein.

- Kabelmantel halogenfrei (IEC 60754-1/2) mit niedriger Rauchentwicklung/ -dichte (IEC 61034-1/2) und einer hohen Flammenwidrigkeit (IEC 60332-1/3) (LSHF-FR Low smoke, halogeen free, flame retardant)
- Rückflussdämpfung.  
Multimode Gradientenfaser G50/125µm OM3 oder OM4 > 40dB  
Singlemode Einmodenfaser E9/125µm OS2 > 60dB
- Einfügedämpfung für alle Fasertypen < 0,15 dB

## **Netzausfallschutz**

Die Anforderungen an Betriebssicherheit und Verfügbarkeiten hinsichtlich der Nutzung der Kommunikationskabelanlage, sollten bereits im Vorfeld der Planungen zusammen mit dem Gebäudenutzer und dem Amt für Informations- und Kommunikationstechnik sorgfältig ermittelt werden.

Es besteht die Gefahr dass spätere Wünsche durch den Gebäudenutzer nur noch eingeschränkt oder überhaupt nicht mehr berücksichtigt werden können. Auch besteht die Gefahr, dass spätere Änderungen hohe Folgekosten nach sich ziehen können.

Bei einem Netzwerk (LAN) mit einem zentralen Netzknoten (nur ein Gebäudehauptverteiler vorhanden) muss davon ausgegangen werden, dass bei Ausfall des zentralen Knotens oder wichtiger Zuleitungen wie Energieversorgung oder die Anbindung an das städtische Netzwerk (Backbone) zu einem kompletten Ausfall kommen kann.

Sollte dies aus unterschiedlichen Gründen nicht akzeptabel sein, müssen Maßnahmen zur Ausfallsicherheit vorab getroffen werden. Dies kann bedeuten, dass der zentrale Netzknoten, wichtige Netzzugänge (Anbindung) sowie die Energieversorgung ausfallredundant ausgelegt werden müssen.

Bei einem Netzwerk (LAN) mit mehreren Netzknoten oder mehreren Etagen-/Bereichsverteilern inkl. aktiver Komponenten) ist es erfahrungsgemäß zweckmäßig, die Sekundärverkabelung so zu planen, dass durch Querverbindungen eine vermaschte Umgebung/Vernetzung oder durch zusätzliche ringförmige Verbindungen eine Vermaschung hergestellt werden kann.

Anbindungsleitungen zum städtischen Backbone können entweder in zwei oder mehrere voneinander getrennte Verbindungswege aufgesplittert werden oder durch zusätzliche ringförmige Verbindungen ausfallredundant hergestellt werden.

## **Komponenten**

### **Technikräume**

Für die bauliche Planung und Verortung von Technikräumen (EDV-Verteileräumen), 230 Volt Energieversorgung, USV-Anlagen und Klimatechnik gilt die aktuelle Fassung der „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen“ des Hochbauamtes (Amt 65). Die aktuelle Fassung kann unter dem nachfolgenden Link im Bereich „Grundlagen, weitere Literatur“ herunter geladen werden.

Link: <http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=5343481>

Ein Technikraum dient für die Aufnahme sämtlicher Kabelverbindungen zwischen Primär- und Sekundärbereich bzw. Sekundär- und Tertiärbereich. Grundsätzlich wird für die Verkabelung ein zentraler Hauptverteiler (Haupttechnikraum) sowie bei Bedarf weitere Technikräume für die Aufnahme der Etagen-/Bereichsverteiler als Konzentrationspunkt für die Tertiär-, Arbeitsplatzverkabelung benötigt. Von den Technikräumen werden alle anzubindenden Arbeitsplätze sternförmig verkabelt. Der Verteiler besteht, abhängig von der Anzahl der Anschlüsse und der notwendigen Netzwerkkomponenten, aus einem oder mehreren 19“-Technikschränken.

Ausgehend von einer Grundfläche von 0,8m x 0,8m pro Schrank, ergeben sich für einen Technikraum folgende Mindestabmessungen:

- 4m x 2m = 8 m<sup>2</sup>, wenn ein 19“-Schrank ausreicht;
- 4m x 3m = 12 m<sup>2</sup>, wenn zwei 19“-Schränke benötigt werden.

Abhängig vom Einsatz aktiver Netzkomponenten im Verteilerschrank und äußerer Einflüsse, wie z.B. direkter Sonneneinstrahlung, muß eine geeignete Belüftung oder Klimatisierung des Technikraumes eingeplant werden.

Anderweitige wasserführende Leitungen (ausgenommen sind Leitungen zur Kühlung des Raumes) dürfen nicht innerhalb des Technikraumes verlaufen.

Wasserführende Leitungen zur Kühlung des Technikraumes dürfen nicht über die Technikschränke verlegt werden. Sofern dies baulich nicht verhindern lässt, sind Schutzmaßnahmen zu installieren. (zB. anbringen einer Auffangwanne)

Die Technikräume sind so zu verorten, daß die Verbindungskabel zu den Teilnehmeranschlußdosen eine Länge von 90m nicht überschreiten.  
(siehe auch Anmerkung im Kapitel Netzstruktur)

Besteht die Möglichkeit, alle Arbeitsplätze innerhalb eines Gebäudes, ausgehend von einem einzigen, zentral gelegenen Technikraum, unterhalb der genannten kritischen Kabellänge zu erreichen, so sind keine weiteren Technikräume notwendig.

Sollten mehrere Technikräume erforderlich sein, so sind diese vorzugsweise möglichst direkt übereinander anzuordnen.

Technikräume sind grundsätzlich staubfrei und trocken zu halten, und mit einer geeigneten Zugangssicherung (eventuell Zugangskontrolle) auszustatten.

Technikräume dürfen aus Sicherheitsgründen nicht auf eine andere Art und Weise genutzt werden (z.B. als Putz-, Lager- oder Büroraum (u.a. wg. erheblicher Lärmbelastung (Lüftergeräusche)).

Textilbodenbeläge sind in Technikräumen zur Vermeidung statischer Aufladungen nicht zulässig.

Im Technikraum ist eine geeignete Beleuchtung sicherzustellen.

Eine Zusammenlegung mit anderen technischen Gewerken ist möglich bedarf aber einer vorhergehenden Prüfung.

## ***Klimatisierung***

Sofern eine Be- und Entlüftung nicht ausreicht, um eine konstante Betriebstemperatur sicherzustellen oder äußere Einflüsse die Betriebstemperatur stark beeinflussen, muss die Möglichkeit gegeben sein, den Technikraum mittels einer Klimaanlage zu kühlen.

Es können hier Decken- und Wandklimaanlagen zum Einsatz kommen.

Zur Planung können pro Gerät (Netzkomponente, etc.) 600W (700 BTU/hr) Wärmelast angesetzt werden.

Bei der Montage von Klimageräten ist darauf zu achten, dass diese niemals direkt über den Technikschränken oder anderen technischen Anlagen (z.B. USV-Anlagen etc.) verortet werden. Dies gilt auch für die benötigten Wasser Zu- und Ablaufleitungen bzw. Kondensatwasser.

Sollte dies aus baulichen Gründen nicht möglich sein, so sind Sicherheitsvorrichtungen wie z.B. das Installieren einer Wasserauffangwanne mit Ablauf erforderlich.

Es muss eine konstante Raumtemperatur von 22°C +/- 5°C Toleranz eingehalten werden damit die Betriebssicherheit gewährleistet wird.

Es wird empfohlen die elektr. Versorgung der Klimageräte über eine geeignete Netzersatzanlage (sofern vorhanden) zu führen, so dass im Fehlerfall nach Anlauf der Netzersatzanlage die Kühlung wieder sichergestellt wird!

Eine regelmäßige Wartung von Klimaanlagen ist durch den Gebäudebetreiber oder –nutzer sicherzustellen.



## **Technikschränke**

Technikschränke dienen als Konzentrationspunkt aller ankommenden und abgehenden Leitungen eines Bereichs/Gebäudes sowie zur Aufstellung bzw. zum Einbau aktiver Netzkomponenten.

Die Anzahl der erforderlichen Schränke (Mehrschranksystem) richtet sich nach der Anzahl der von hier aus verkabelten Teilnehmeranschlüsse, der ankommenden Fernsprechkabel und der benötigten aktiven Technik. In welcher Reihenfolge die Schränke zu installieren sind, wird bei der exakten Planung festgelegt und hängt von der jeweiligen Vorortsituation ab.

Als Standverteiler wird vorzugsweise ein komplett geschlossener oder ein komplett offener universeller Technikschrank in den Ausführungen 2000x800x800 mm (42 Höheneinheiten (HE)) oder 2200x800x800 (HE46) eingesetzt. Im Hinblick auf die städtischen Vergaberichtlinien gibt es keine Vorgabe bezüglich des Herstellers. Allerdings sind die hier aufgeführten Bedingungen und Ausstattungsmerkmale unbedingt einzuhalten.

Werden mehrere Technikschränke in einem Raum eingesetzt, so ist eine sinnvolle Unterteilung dahingehend zu realisieren, daß ein Schrank ausschließlich als Konzentrationspunkt aller Leitungsverbindungen (passive Komponenten) genutzt wird, während der andere der Aufnahme von aktiven Komponenten vorbehalten bleibt.

Sofern nur ein Schrank (HE42 oder HE46) benötigt wird, ist sicherzustellen das mind. 1/3 des Schrankes für aktive Komponenten vorgehalten wird.

Grundsätzlich muss ein Schrank möglichst von 3 Seiten zugänglich sein. Im Optimalfall ist das Aufstellen in der Mitte eines Raumes, um einen Zugang zu allen 4 Seiten zu ermöglichen, zu favorisieren.

Sofern ein Technikraum einzig und allein als Standort für EDV-Schränke genutzt wird und über eine entsprechende Zugangssicherung verfügt, so können die Schränke in „offener“ Bauweise auszuführen werden. (d.h. ohne Türen, Seitenwände, Lüfter, Thermostat und Abdeckbleche). Andernfalls ist der Schrank vorne mit einer Vollglastür und rückseitig mit einer Stahltür auszustatten, wobei der vorteilhafteste Türanschlag bei der Bestellung berücksichtigt werden muss. Unabhängig von der Anzahl der Schränke pro Technikraum sind insgesamt nur die zwei äußersten Seitenwände aus Stahlblech ausreichend.

Bei 'kleinen' Netzwerklösungen (< 32 Doppelanschlüsse) können 19"-Hängeverteiler, vorzugsweise mit Schwenkrahmen, eingesetzt werden. Hier ist besonders die Tiefe des Schrankes bezüglich der Einbautiefe von Netzkomponenten zu berücksichtigen. **Hängeschränke mit einer Tiefe von weniger als 600mm sind nicht zulässig.** Weiterhin müssen in einem Hängeschrank mindestens 6-8 Höheneinheiten Einbauplatz für aktive Netzwerkkomponenten vorgehalten werden. Die Einbautiefe darf nicht durch innenliegende Kabeln, Steckdosenverteiler oder diverses Schrankzubehör eingeschränkt werden.

Der 19 Zoll Rahmen im Schrank muss so installiert werden, dass das Verlegen von Patchkabeln innerhalb des Schrankes zu den Patchpanels (Patchfelder) ohne Probleme möglich ist. Ein abknicken von Kabeln und Steckern bei einer geschlossenen Tür ist unbedingt zu vermeiden. Dies bedarf einer besonderen Beachtung beim Aufstellen oder beim Zusammenbauen der Schränke. Dies gilt ebenso für Hängeschränke mit einer Mindesttiefe von 600mm.

Bei geschlossenen Schränken ist ein geeignetes Türschloß mit Schlüsselschließung vorzusehen sowie im Bodenbereich Drucklüfter mit Staubfilter und im Deckenbereich Sauglüfter. Die Lüfter müssen sich mittels eines Thermostats steuern bzw. regeln lassen.

Zur Aufnahme von Kabelreserven kann ein zusätzlicher 100mm hoher Boden-Sockel eingeplant werden. Die Kabeleinführungen können von oben oder von unten erfolgen. Alle Leitungen innerhalb des Schrankes sind grundsätzlich **seitlich zu führen** und dort mit geeigneten Kabelschellen an C-Profileschienen zu befestigen. Die Verwendung von Kabelbindern ist nur zur Bündelung von Kabeln zulässig. Bei der Verlegung von Kabeln innerhalb eines Schrankes, ist immer darauf zu achten dass die Einbautiefe innerhalb des 19-Zoll Installationsrahmen nicht beeinträchtigt wird.

Je nach Schrankmodell müssen folgende Bedingungen erfüllt und Zubehörteile lieferbar sein.

- Kabelführungsschienen in 19 - Zoll Ausführung aus Metall mit Metallwinkel oder Ösen in ein oder zwei Höheneinheiten (HE) (Tiefe der Metallwinkel 5 – 15cm)
- Seitliche Kabelführungswinkel oder Ösen aus Metall in mind. 3 verschiedenen Größen
- Der 19 Zoll Rahmen muss so ausgelegt sein, dass die Montage von Zubehörteilen und Komponenten an den Holmen von vorne, seitlich und von hinten möglich ist.
- Befestigung am 19-Zoll Rahmen kann mit Schiebe- oder Käfigmuttern erfolgen.
- Für die Decke eines Schrankes müssen geeignete Thermostat gesteuerte Abluftlüfter zur Verfügung stehen.
- Für den Schrankboden müssen geeignete Thermostat gesteuerte Drucklüfter mit Staubfilter zur Verfügung stehen.
- Eine zentrale Thermostatregelung für die Lüfter
- Eine geeignete LED-Innenbeleuchtung mit manueller oder automatischer An-/Ausschaltung.
- 19 -Zoll Blindblenden
- Passende zentrale Erdungsschiene
- 19 -Zoll Trägereinsätze (Böden, festinstallierte und herausziehbare)
- Passende Schuko-Steckdosenleisten (6 - 12 Steckdosenplätze) ohne Schalter.
-

## **Schrankaufbau**

Ein Schrank wird grundsätzlich in der Reihenfolge von oben nach unten wie folgt bestückt:

- Beleuchtung (sofern sich diese nicht im Deckenelement angebracht werden kann)
- 2 HE Kabelführungsschiene
- LWL-Monomodepatchfeld
- LWL-Multimodepatchfeld
- Kat.3 Patchfeld
- Kat.7 Patchfeld (Sekundärbereich)
- Kat.7 Patchfeld (Tertiärbereich)
- 2 HE Kabelführungsschiene (Abschluss am Boden)

Sofern ein extra Schrank nur für aktive Technik vorgesehen wird ist dieser in der Reihenfolge von oben nach unten wie folgt bestückt:

- Beleuchtung (sofern sich diese nicht im Deckenelement angebracht werden kann)
- 2 HE Kabelführungsschiene
- Aktive Komponente
- 2 HE Kabelführungsschiene

Jeder Schrank muss pro Seite an den vertikalen Streben/Holme (jeweils rechts und links) über die gesamte Höhe verteilt, mit mind. 6 Kabelführungswinkel pro Seite für die senkrechte Führung von Patchkabeln ausgestattet werden.

Kabelführungswinkel in verschiedenen Größen sowie Kabelführungsschienen in 1HE und 2HE sind in ausreichender Stückzahl vorzuhalten.

Grundsätzlich gilt,

nach einem oder zwei LWL-Monomodepatchfeldern → 1HE Kabelführungsschiene,  
nach mind. zwei oder drei LWL-Multimodepatchfeldern → 1HE Kabelführungsschiene,  
nach einem Kat.3 Patchfeld → 1HE Kabelführungsschiene,  
nach mind. 1 Kat.7 Patchfeld 2HE → 2HE Kabelführungsschiene

Die Abstände und Mengen der einzuplanenden Kabelführungsschienen, richtet sich immer nach der Menge der benötigten Patchfelder und muss bei der Planung und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit berücksichtigt werden. Im Grunde darf die Menge der späteren Patchungen zwischen den einzelnen Patchfeldern und Komponenten, auch schrank übergreifend, nicht unterschätzt werden. Es muss eine saubere und ordentliche Patchung von Anschlüssen auch in größerer Stückzahl uneingeschränkt möglich sein. Dies minimiert einen späteren fehlerfreien Betrieb und erhöht die Ausfallsicherheit.

Die Aufteilung der Anschlüsse innerhalb eines Schrankes für den Tertiärbereich, orientiert sich an den von hier aus versorgten Stockwerken (oberste Reihe = oberstes Stockwerk usw.). Pro Stockwerk sollten einige Buchsen des Patchpanels als Reserve für spätere Nachbesserungen unbelegt bleiben, d.h. für ein neues Stockwerk ist eine neue Reihe auf dem Patchfeld bzw. ein neues Patchfeld zu beginnen.

Bei einer Cable-Sharing-Lösung beanspruchen 16, 32 oder 48 Doppelanschlüsse (Fast-Ethernet) bzw. 8, 16 oder 24 Anschlußdosen eine oder zwei Höheneinheiten. (Genaue Spezifikation und Beispiele für Ausschreibungstexte, sind den jeweiligen Produktangaben des Herstellers (Fa. Commscope) des Verkabelungssystems zu entnehmen.)

Vor einer Umsetzung oder Beauftragung sind die Ausführungspläne für ein Verkabelungssystem (Glasfaser und Kupferkabel (Kat. 3 und 7/7<sub>A</sub>)) sowie die Aufbaupläne sämtlicher Technikschränke dem Amt für Informations- und Kommunikationstechnik vorzulegen.

Beispiel für einen vollbestückenden passiven Schrank, Höhe 42HE:

42	Beleuchtung 1 oder 2HE (sofern sich diese nicht im Deckenelement angebracht werden kann)
41	
40	Kabelführungsschiene 2HE (keine 2x 1HE)
39	
38	LWL Monomodepatchfeld 1HE
38	Kabelführungsschiene 1HE
37	LWL Multimodepatchfeld 1HE
36	LWL Multimodepatchfeld 1HE
35	Kabelführungsschiene 1HE
34	LWL Multimodepatchfeld 1HE
33	LWL Multimodepatchfeld 1HE
32	Kabelführungsschiene 1HE
31	LWL Multimodepatchfeld 1HE
30	LWL Multimodepatchfeld 1HE
29	Kabelführungsschiene 1HE
28	Kat.3 Patchfeld 1HE
27	Kabelführungsschiene 1HE
26	Kat.3 Patchfeld 1HE
25	Kabelführungsschiene 1HE
24	Kat.3 Patchfeld 1HE
23	Kabelführungsschiene 1HE
22	Kat.7 Patchfeld 2HE
21	
20	Kabelführungsschiene 2HE
19	
18	Kat.7 Patchfeld 2HE
17	
16	Kabelführungsschiene 2HE
15	
14	:
13	:
12	:
11	:
10	:
9	:
8	:
7	:
6	FREI
5	FREI
4	FREI
3	FREI
2	Kabelführungsschiene 2HE
1	

### ***Patchfelder (Verteilerpanels)***

Die im Schrank zusammenlaufenden Kabel sind, je nach Art, auf entsprechenden 19“-Patchfelder (Verteilerfelder) zu führen. Im Einzelnen sind dies:

#### Kat.3 Patchfeld:

Das entsprechend dimensionierte, im Gebäude/Bereich ankommende J-H(St)H-Fernsprechkabel (50 oder 100DA) ist auf ein 19“-Zoll, Kat.3 50xRJ45 Patchpanel, 1 HE (LSA-Plus-Anschlußtechnik) aufzulegen.

Portbedruckung des Patchfeldes: oben 1-25, unten 26-50.

(Referenzmodell: CobiNet Telefonverteiler Top Voice Cat.3, Art.-Nr.: 5050135)

Die einzelnen Ports müssen mit 1 DA beschaltet und auf PIN 4 und 5 aufgelegt werden.

#### Kat.7 Patchfeld

Die S/STP-Kat.7/7<sub>A</sub>-Kabel sind auf Patchfelder mit geschirmten Installationskits des genutzten Cable-Sharing-System oder auf 19 -Zoll RJ45 Patchfelder der Kategorie 6/7 zu führen und dort gemäß Herstellerangaben aufzulegen. In der Regel befinden sich auf einem 1HE Patchfeld 25 RJ45 Kat.7 Anschlüsse. Bei einer Cable-Sharing-Lösung beanspruchen 16, 32 oder 48 Doppelanschlüsse (Fast-Ethernet) bzw. 8, 16 oder 24 Anschlußdosen eine oder zwei Höheneinheiten. (Genaue Spezifikation und Beispiele für Ausschreibungstexte, sind den jeweiligen Produktangaben des Herstellers des Verkabelungssystems zu entnehmen.)

#### Glasfaser-Patchfelder (Multimode)

Das LWL-Multimodeinnenkabel (Sekundärverkabelung) wird mit SC-Steckverbindern abgeschlossen. Es werden grundsätzlich 19 -Zoll Patchfelder 1HE mit 24x SC Stecker-Verbindungen genutzt. Um den zulässigen Biegeradius nicht zu unterschreiten sind die LWL-Kabelführungen mit Zugentlastungsbügel seitlich am Schrankholm zu befestigen. Ein LWL-Patchfeld mit mind. 24 SC-Steckplätzen beansprucht immer 1HE.

#### Glasfaser-Patchfelder (Monomode)

Das LWL-Monomode Innen- und Aussenkabel (Primär- oder Sekundärverkabelung) wird mit Steckverbindern des Typ E2000 grün, APC, 8°Grad Schrägschliff abgeschlossen. Es werden grundsätzlich 19 -Zoll Patchfelder 1HE mit 24x E2000 grün Steckerverbindungen genutzt. Um den zulässigen Biegeradius nicht zu unterschreiten sind die LWL-Kabelführungen mit Zugentlastungsbügeln seitlich am Schrankholm zu befestigen. Ein LWL-Patchfeld mit mind. 24 E2000-Steckplätzen beansprucht immer 1HE.

## **Stromversorgung**

### Allgemeines

Die Stromversorgung ist unter Beachtung der VDE-Richtlinien 0100 und 0800 Teil 2 als TN-S-System auszuführen. Das bedeutet, dass ab dem Hausübergabepunkt N- und PE-Leiter getrennt geführt werden müssen.

Auch über die Zählerplätze und in die nachfolgenden Verteiler, Abzweigungen, Leuchten und Steckdosen gibt es keine Verbindung. Eine vorhandene TN-C-S Installation kann in eine TN-S Installation umgerüstet werden, wenn in den Zuleitungen zu den Unterverteilern der bisherige PEN-Leiter mindestens denselben Querschnitt wie die Außenleiter hat. Dann kann der PEN-Leiter zum N-Leiter gemacht werden und ein PE-Leiter kann nachgezogen werden (zulässig nach VDE 0100 Teil 510).

- Die Stromversorgung muss im Bereich des Anschlusses an der Hauptverteilung über einen Überspannung-Grobschutz verfügen. In allen DV-Unterverteilungen ist ein Überspannungs-Mittelschutz zu installieren.
- Alle Leitungsquerschnitte L1, L2, L3 und N sind gleich; der N-Leiter darf nicht reduziert ausgeführt sein!

Verbindungen von der Hauptverteilung zu den Unterverteilungen dürfen zur Vermeidung magnetischer Felder und Abstrahlungen nicht mit Einzeladern (z.B. NYY-0) ausgeführt werden, sondern mit verdrehten Kabeln (z.B. NYCWC). Reicht der Querschnitt eines Kabels im Vergleich zur Last nicht aus, müssen mehrere verdrehte Kabel verwendet werden.

Zur Vermeidung von Erdungsschleifen muss die gesamte Stromversorgung so aufgebaut sein, dass alle mit dem System verbundenen Komponenten von einem Punkt aus versorgt werden.

- Für die Installation muss eine geeignete Dokumentation vorliegen; Kabel sind ausreichend zu beschriften. Unterverteilungen sind so zu beschriften, dass klar ist, welche Steckdosen oder Verbraucher jeweils zu den Sicherungen gehören.

### Technikräume

Zur Stromversorgung der aktiven Komponenten sind pro Technikschränk in dem aktive Technik betrieben werden soll zwei separate Stromkreise bereitzustellen. An diesen beiden Stromkreisen müssen jeweils Steckdosenleisten mit 6-9 Schuko-Steckdosen **ohne Schalter** angeschlossen. Die Verbindung erfolgt direkt über eine Abzweigdose nicht über Schuko Stecker.

Die Ausführung der Schuko-Steckdosenleisten kann im 19 -Zoll Format erfolgen. Bei der Montage ist darauf zu achten, dass der Einbauplatz und Einbautiefe für die aktive Technik nicht beeinträchtigt wird.

Im Schränk vorzuschalten ist ein externer Transientenschutz mit Funktionserhalt, bestehend aus AP-Gehäuse, Einbausockel und steckbarem Überspannungsableiter mit **optischer** und oder **akustischer Defektmeldung**

(Referenzmodelle: Fabrikat/Typ Phoenix/PRT-CD-AD1, Phoenix/PRT-S/A-230/FM, DEHNflex/DFL/M/255 oder gleichwertig.)

Elektrische Zubehörteile eines Technikschranks (z.B. Beleuchtung, Lüfter etc.) dürfen nicht an die Stromkreise für die aktive Technik angeschlossen werden. Diese müssen zwingend mit einem eigenen Stromkreis versorgt werden.

Eine unterbrechungsfreie Netzversorgung wird nicht gefordert. Die Anforderung hierüber liegt beim Gebäudenutzer. Hinsichtlich der Einführung von Voice over IP (VOIP) ist die Vorhaltung einer USV-Anlage eventuell sinnvoll. Die Entscheidung hierüber unterliegt dem Gebäudenutzer.

### Arbeitsplätze

Für die datentechnischen Endgeräte an den Arbeitsplätzen ist eine separat abgesicherte 230V-Versorgung zu installieren. Dazu sind die vorhandenen Stockwerksunterverteilungen gegebenenfalls zu erweitern. Die Steckdosen sind in der Farbe **rot** auszuführen, um sie von der übrigen Netzversorgung zu unterscheiden.

Pro Arbeitsplatz sollten zwei Steckdosen installiert werden. Es kann von einer maximalen Leistungsaufnahme von 100W pro Endgerät ausgegangen werden, d.h., daß 6-8 Steckdosen pro Stromkreis versorgt werden können

Neben Datenanschlüssen in speziellen Funktionsräumen sollten ebenfalls separat abgesicherte 230V-Versorgung vorgehalten werden.

### ***Erdung / Potentialausgleich***

#### Arbeitsplätze

Ein sauberer Potentialausgleich über Schutzleiter ist zum Schutz gegen Überspannung für alle Endgeräte eines Datennetzes unbedingt erforderlich (vgl. Vortragsskript 'Elektronik und EDV störungsfrei installieren und betreiben/Schwerpunkt EDV-gerechte Netzform' von Dipl.-Ing. Karl-Heinz Otto, 1995/96.

Damit soll sichergestellt werden, dass innerhalb der Gebäude auf dem PE-Schutzleiter keine betriebsmässigen Arbeitsströme fließen oder Überspannungen entstehen können, die in der Folge zu erheblichen Beeinträchtigungen oder Schäden an der IK-Technik führen können.

#### Technikräume

Ein sauberer Potentialausgleich in jedem Technikschrankschrank ist zwingend notwendig.

Ein Schrank muß komplett geerdet werden (mind. 16 qmm sind zu jedem einzelnen Schrank zu führen; die Erdungsbügel aller Patchfelder sind mit 10 qmm sternförmig an einer Erdungsschiene im DV-Schrank zu erden. (Anmerkung: Damit die **einseitige** Erdung des Kabelschirms gewährleistet ist, muss der Geräteeinbaubecher im Kabelkanal (am Arbeitsplatz) aus nichtleitendem Material (Kunststoff) sein.)



## **Beschriftung und Kennzeichnung**

Sämtliche Patchfelder (Verteilerfelder) sind so zu beschriften, dass ein Patchfeld oder Portzuordnung jederzeit ohne Hilfsmittel einer Dokumentation möglich ist.

Bei mehreren Technikschränken sind diese eindeutig zu nummerieren. Eine doppelte Nummerierung ist nicht zulässig

- Gebäude, Raumnummer, Aufzählung
- Beispiel: Gebäude A, Raum 203, Schrank 4

Nach folgendem Schema sind Patchfelder und Ports zu beschriften.

### Primär- und Sekundärverkabelung

LWL-Patchfeld:

- Art des Kabels, Spezifikation und gegenüberliegenden Endpunkt  
Beispiel: 12x LWL Multimode (50/125 µm) nach Gebäude/Technikraum X

Kat.3 Patchfeld:

- Art des Kabels, Spezifikation und gegenüberliegenden Endpunkt  
Beispiel: Kat.3, 50 DA nach Gebäude/Technikraum X

Kat.7 Patchfeld:

- Art des Kabels, Spezifikation und gegenüberliegenden Endpunkt  
Beispiel: Kat.7, nach Gebäude/Technikraum X  
(Die einzelnen Ports müssen eindeutig beidseitig durchnummeriert sein und dürfen nicht doppelt vorkommen)
- Art des Kabels, Spezifikation, gegenüberliegenden Endpunkt und Patchfeld Nummerierung  
Beispiel: Kat.7, nach Gebäude/Technikraum X, Patchfeld A  
Die einzelnen Ports müssen eindeutig beidseitig durchnummeriert sein und dürfen nicht doppelt vorkommen)

Tertiärverkabelung:

Kat. 7 Patchfeld (einzelne Anschlüsse/Ports)

- Zimmernummer, Dosennummer innerhalb Zimmer  
Beispiel.: 123.1 oder 123.4 oder 404.15  
(Jeder einzelne Anschluss/Port muss eindeutig mit derselben Kennzeichnung auf beiden Seiten (Technikraum und Büro) durchnummeriert sein.  
Doppelte Nummerierungen sind nicht zulässig.

Sofern Anschlüsse aus anderen Stockwerken oder Gebäuden versorgt werden, ist dies der Beschriftung (Raumnummer, Stockwerk oder Gebäudeangabe) zu berücksichtigen. Dies gilt hauptsächlich für die Anschlüsse in den Büroräumen.  
(Beispiel Dosenbeschriftung in Büroräumen: TR203 / 123.1)

Die Beschriftung erfolgt unter Verwendung von Wechselschildrahmen.

Es sind keine selbstklebenden Beschriftungsschilder gestattet, sofern nicht sichergestellt ist, dass diese permanent angebracht werden können. Dies gilt für die Anschlußdosen in den Büros sowie für sämtliche Patchfelder und Ports in Technikräumen.

**Eine abweichende Beschriftung ist nur dann statthaft, wenn sichergestellt ist, dass eine eindeutige Zuordnung zwischen Anschlussdose und Patchfeld, ohne zusätzliche Dokumentation möglich ist. Dies muss im Vorfeld mit dem Gebäudenutzer oder dem Amt für Informations- und Kommunikationstechnik abgestimmt werden.**

## **Dokumentation**

Auf Grundlage der geleisteten Installationsarbeiten sind von der ausführenden Firma Bestandspläne anzufertigen. Die Kabelführung (Datenkabel Kat.7), Steigetrassen, Lage der Anschlußdosen und Standorte der Verteiler und Hausanschlüsse müssen daraus ersichtlich sein. Desweiteren gehören Belegungs-/Beschriftungspläne der Patchfelder in den Technikschränken und der 230V-Stockwerksverteilungen (soweit sie die Stromversorgung kommunikationstechnischer Endgeräte betreffen) zum Leistungsumfang.

Eine EDV-Schemazeichnung ist Bestandteil der Dokumentation. Diese ist in digitaler Form anzufertigen (keine Freihandzeichnung)

Der EDV-Schemaplan „Gelände“ beinhaltet:

(wird nur benötigt wenn für die Verkabelung mindestens 2 Technikräume oder mehrere Gebäuden berücksichtigt wurden)

- Schematische Darstellung des Geländes mit allen Gebäuden aus der Vogelperspektive (Draufsicht - Grundriss).
- Markierung aller Technikräume; möglichst genaue Standortbeschreibung (Raumnummer oder Raumbezeichnung und Stockwerk) mit Angabe der Menge wie viele Datenkabel (Kat.7) im jeweiligen Technikraum zusammenlaufen.
- Darstellung der Kabelverbindungen zwischen den Gebäuden/Technikräumen mit Angabe des Kabeltyps und Menge LWL, Kat7 und Kat3, Kabel müssen farblich unterscheidbar sein).
- Darstellung der Kabelverbindung zwischen dem Hausübergabepunkt des Amtes 16 / der Telekom und dem von hier aus erschlossenen Technikraum; möglichst genaue Standortbeschreibung des Hausübergabepunktes. LWL-, Kat 7- und Kat. 3, Kabel müssen farblich unterscheidbar sein mit Angabe des Kabeltyps und Menge (Beispiel Bezeichnung: 12 x LWL Monomode 9/125 OS2 oder Kat3, 20DA J-H(St)H) oder 30x Kat.7 S/STP)
- Legende aller Verbindungen und Schematischen Darstellungen (andere Gewerke)

Der EDV-Schemaplan „Gebäude“ beinhaltet:

- Schematische Darstellung eines Gebäudes im Querschnitt. (Aufreihung der Stockwerke)
- Markierung aller Technikräume; möglichst genaue Standortbeschreibung (Raumnummer oder Raumbezeichnung).
- Darstellung der Kabelverbindungen zwischen den Gebäuden, Stockwerken und Technikräumen mit Angabe der Kabelbezeichnung und Menge (LWL (Mono- und Multimode), Kat7 und Kat3, Kabel müssen farblich unterscheidbar sein).
- Darstellung der Kabelverbindung zwischen Technikraum und allen anderen Räumlichkeiten (Anschlussdosen, Teritärverkabelung mit Angabe der Menge und Kabelbezeichnung)
- Legende aller Verbindungen

Bei einer Erweiterung einer bestehenden Verkabelungsanlage sind die Bestandsunterlagen zu aktualisieren. Sofern diese nicht vorhanden sind, ist eine neue Bestandsdokumentation der gesamten Kommunikationskabelanlage anzufertigen.

Alle Bestandspläne sind in Papier- und in elektronischer Form (Dateiformat: „pdf“) bereitzustellen.

Die Übergabe der Bestandspläne erfolgt anlässlich der Abnahme in Papierform abgelegt in einem Aktenordner und in elektronischer Form auf Datenträger (CD/DVD oder USB-Stick)

## **Prüfung und Qualitätssicherung**

Zur Sicherstellung einer vergleichbaren und den Anforderungen entsprechenden Qualität aller Anschlüsse, ist jede Kabelstrecke nach erfolgter Verlegung und Konfektionierung durch eine Messung zu überprüfen.

Dies gilt sowohl für Lichtwellenleiter als auch für sämtliche Kupferkabel.

Für das gesamte Verkabelungssystem sind Messprotokolle in schriftlicher und elektronischer Form (Dateiformat pdf) vorzulegen.

Die Messungen sind über den gesamten notwendigen Frequenzbereich an jedem einzelnen Anschluss vorzunehmen. Es ist hierbei darauf zu achten, dass mit den Original Dosen und Einsätzen bei Cable-Sharing gemessen wird.

Sofern Zwischenmessungen mit Messadaptern erfolgen sind diese ebenfalls zu dokumentieren.

**S/STP-Kat 7-Kabel:** Die Messungen müssen Aufschluß über Länge (m), Leitungsdämpfung (dB) und Nebensprechverhalten NEXT (dB) usw. enthalten. Jedes einzeln verlegte Kabel muss zwingend nach Din **EN50173**, Cat.6/7, mind. class E (250MHz) besser E<sub>A</sub> (500MHz) mit perm. Link gemessen werden. Eine Messung via „TIA“ ist nicht zugelassen

Für jeden Anschluss Port ist ein separates Messprotokoll zu erstellen. Das Messprotokoll muss alle relevanten Werte darstellen. Frequenzbereichsmessungen für die einzelnen Werte (NEXT, ACR-F/N etc.) sind mittels Grafiken darzustellen.

Folgende Informationen und Werte müssen aus dem Messprotokoll ersichtlich sein:

- Ort der Messung
- Aktuelles Datum und Uhrzeit der Messung
- Firma / Bediener (Name)
- Hersteller und Modell des Messgerätes
- Remote Messgerät bzw. Adapter
- Kalibrierungsdatum des Messgerätes  
(In der Regel darf die Kalibrierung nicht älter als 1 Jahr gegenüber dem Messdatum sein.)
- NVP-Wert
- Eingestelltes Messverfahren (Grenzwert)  
(Die Messung muss nach EN50173 Cat.6/7 mind. class E (250MHz) perm. Link erfolgen.  
Eine Messung via TIA ist nicht zugelassen)
- Kabeltyp
- Kabelnummer oder -bezeichnung
- Verdrahtung
- Länge
- Messwerte (NEXT, ACR-F, ACR-N etc. )

**LWL-Kabel:** Die Messungen müssen den Dämpfungskoeffizienten (dB/km oder m) und die Bandbreite (MHz) bei 850 nm bzw. 1310 nm Wellenlänge wiedergeben.

Für jede Faser ist ein Messprotokoll mit Werten und Grafiken (OTDR-Messung) zu erstellen.

Folgende Informationen und Werte müssen aus dem Messprotokoll ersichtlich sein:

- Ort der Messung (Ort A und Ort B)
- Aktuelles Datum und Uhrzeit der Messung
- Firma / Bediener
- Hersteller und Modell des Messgerätes
- Kabeltyp
- Kabelnummer oder -bezeichnung
- Ort A und Ort B der Faser
- OTDR-Kurve (Skala Dämpfung in dB/Länge in Meter)
- Dämpfungs- und Wellenlänge
- 

Es ist sicherzustellen, dass die beauftragte Firma über geeignete und zugelassene Messgeräte nach den gültigen Normen verfügt und eine Zertifizierung oder vergleichbare Erfahrungen aufweisen kann!

## Ergänzung #1

# Datenverkabelung von Schulgebäuden

### 1. Allgemeines

Definiertes Ziel dieses Projektes ist es, für die Frankfurter Schulen die nötigen sachlichen Voraussetzungen für eine Integration der neuen Medien in alle Unterrichtsbereiche zu schaffen. Hierfür ist eine leistungsfähige und zukunftssichere Datenverkabelung innerhalb der Schulgebäude zu realisieren, die in jedem Raum einen Netzzugang (Intra- und Internet) ermöglicht.

### 2. Datenverkabelung von Schulgebäuden

Die im vorangegangenen Grundsatzpapier festgelegten Standards finden auch in Schulgebäuden Anwendung.

Da jedoch im Rahmen des Projektes eine reine Datenverkabelung zu realisieren ist, bleibt die Integration des Kommunikationsdienstes Telefonie im Tertiärbereich, ausser in den Büros der Schulverwaltung, hierbei unberücksichtigt. Um bei Bedarf trotzdem Telefonverbindungen in jeden beliebigen Raum schalten zu können, sind die Technikräume untereinander zusätzlich mit 20, 50 oder 100 DA J-H(St)H (Kat. 3) zu verbinden.

Gebäudeübergreifende DV-Verbindungen innerhalb des Schulgeländes sind auf Glasfaserbasis (12 Fasern LWL-Außenkabel, Multimode 50/125 (OM3), Stecker und Kupplungen vom Typ SC) zu führen. Sind entsprechende Leerrohrsysteme nicht vorhanden und Erdarbeiten unwirtschaftlich, so können Gebäude auch mittels kabelloser Lasertechnik verbunden werden (vorgeschlagenes Fabrikat: MRV Terescope 1, TS1/A oder TS1/B (je nach zu überbrückender Entfernung), Datenrate 100 Mbit/s).

Der für die Anbindung ans städtische Datennetz vorgesehene Technikraum ist über ein 20DA Kupferkabel, 2 Datenkabel Kat.7 sowie 12 Fasern LWL-Innenkabel, Monomode 9/125, (OS2) an den entsprechenden Übergabepunkt des Amtes 16 / der Telekom (i.d.R. im Keller) anzubinden. Das Glasfaserkabel ist im genannten Technikschränk mit SC oder E2000 grün 8Grad schrägschliff Steckern abzuschließen. Der Abschluss des LWL am Übergabepunkt ist vom dort installierten Verteiler oder abhängig (Direkt-Spleißung oder E2000 grün 8Grad schrägschliff). Bei fehlender LWL - Erschließung von extern, sind am Kabelende im Keller keine Stecker zu montieren und das Kabel im Ring mit einer Reserve von 20 Metern zu hinterlegen.

Die Unterverteilungen zur Stromversorgung der roten Steckdosen werden in den Technikräumen untergebracht und mit Automatenicherungen ausgestattet. Zusätzlich zum Verteilungsplan sind die Abgänge auf der Verteilerabdeckung zu beschriften. Technikräume sollten möglichst vom Flur aus zugänglich sein (nicht durch unterrichtlich genutzte Räume). Die Notwendigkeit einer Klimatisierung der Technikräume ist unbedingt zu prüfen.

Die nachfolgend geregelte Ausstattung der Schulräume mit Datenanschlüssen wurde am 12.07.2000 in Zusammenarbeit mit dem Stadtschulamt (40.42.2) festgelegt.

### **2.1 Büroräume der Schulverwaltung / Büro Schulhausverwalter**

Zwei Anschlussdosen mit Adapter 3x RJ45 (100 BaseT / 2xISDN), eine Anschlussdose mit 2x RJ45 (100BaseT / 100BaseT) und zwei rote 230V-Dosen sind pro möglichem Arbeitsplatz in den Verwaltungsbüros zu installieren. Acht rote Steckdosen können zu einem Stromkreis zusammengefasst werden.

### **2.2 Klassenräume**

An der Fensterfront der Klassenräume sind im hinteren und im vorderen Bereich je eine Anschlussdose mit 2x RJ45 (100BaseT / 100BaseT) und je zwei rote 230V-Dosen zu installieren. Es wird von einer maximalen Leistungsaufnahme von 3 kW pro Klassenraum bei einem schulbezogenen Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 ausgegangen. Je zwei 230V-Dosen sind zu einem Stromkreis zusammenzufassen (1. und 3., 2. und 4.). In Werkräumen sind die DV-Anschlusseinheiten wegen der Staubbelastung vorerst mit Blindeinsätzen auszustatten.

### **2.3 EDV-Fachklassenräume**

In vorhandenen EDV-Fachklassenräumen, die bereits über einen eigenen Datenverteiler verfügen, wird lediglich eine DV-Anschlussdose mit AMP-**Einfacheinsatz** (1000BaseT) zur Anbindung an das Schulnetz installiert.

Sollen neue EDV-Fachklassenräume im Rahmen der Vollverkabelung ausgestattet werden, so wird dem Planer vom Stadtschulamt ein Einrichtungsplan übergeben.

Im Fachklassenraum wird ein abschliessbarer Hängeverteilerschrank mit Schwenkrahmen (14HE, Tiefe mind. 60cm, 6er Steckdosenleiste, Transientenschutz) montiert, von dem aus die Arbeitsplätze versorgt werden. Jeder Arbeitstisch (inkl. Lehrerarbeitsplatz) wird mit einer Anschlussdose mit 2x RJ45 (100BaseT / 100BaseT) und vier 230V-Steckdosen ausgestattet. Die 230V-Steckdosen eines Raumes werden auf drei Stromkreise (3 Sicherungen in Automateinheit) aufgeteilt. Für die Ankopplung ans Schulnetz wird der oben beschriebene DV Einfachanschluss im Verteiler installiert.

### **2.4 Lehrerzimmer**

An der Fensterfront des Lehrerzimmers sind im hinteren und im vorderen Bereich je zwei Anschlussdosen mit 2x RJ45 (100BaseT / 100BaseT) und je vier rote 230V-Dosen zu installieren. Die acht 230V-Dosen sind zu einem Stromkreis zusammenzufassen.

### **2.5 Schulbibliothek / Cafeteria**

Der Bedarf an Daten- bzw. 230V-Anschlüssen kann nicht pauschal festgelegt werden und ist vor Ort zu klären.

### **2.6 Aula und Turnhalle**

An geeigneter Stelle ist eine Anschlussdose mit 2x RJ45 (100BaseT / 100BaseT) und eine separat abgesicherte rote 230V-Doppelsteckdose zu installieren.

### **2.7 Vorbereitungs-, Kopier-, Gruppen- und Sammlungsräume**

An geeigneter Stelle ist eine Anschlussdose mit 2x RJ45 (100BaseT / 100BaseT) und eine rote 230V-Doppelsteckdose zu installieren.

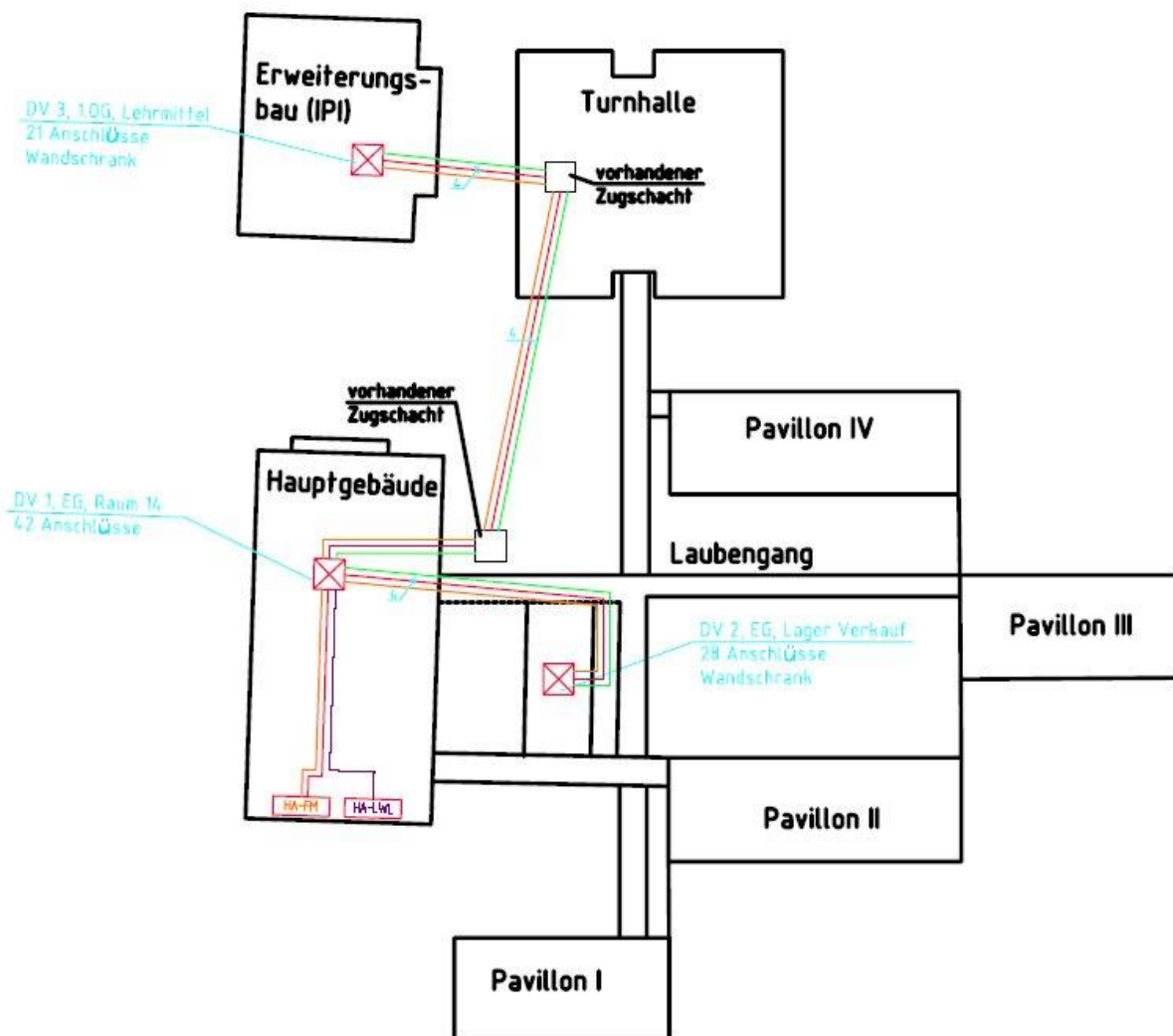
### 3. Dokumentation/Bestandspläne

Neben den Messprotokollen für Kat.7- und LWL-Kabel ist eine, im folgenden beschriebene, Schemazeichnung in digitaler Form anzufertigen (keine Freihandzeichnung!):

EDV-Schemaplan:

- Schematische Darstellung der Schulgebäude in der Draufsicht.
- Markierung aller Technikräume; möglichst genaue Standortbeschreibung (Raumnummer oder Raumbezeichnung und Stockwerk) mit Angabe, wie viele Datenkabel (Kat.7) im jeweiligen Technikraum zusammenlaufen.
- Darstellung der Kabelverbindungen zwischen den Technikräumen (LWL, Kat7 und Kat3 Kabel farblich unterscheidbar und mit Kabelbezeichnung).
- Darstellung der Kabelverbindung zwischen dem Übergabepunkt des Amtes 16 / der Telekom und dem von hier aus erschlossenen Technikraum; möglichst genaue Standortbeschreibung des Übergabepunktes. LWL-, Kat 7- und Kat. 3 Kabel müssen farblich unterscheidbar und mit Bezeichnung (zB. 12 x LWL monomode 9/125 OS2, Kat3, 20DA J-H(St)H).

Die EDV Schemazeichnung ist in elektronischer Form (Dateiformat pdf) bereitzustellen. Weiterführende Planunterlagen sind nicht notwendig.



Beispiel (ohne Legende):



## *Ergänzung #2*

# Datenverkabelung von Kindertageseinrichtungen

### **1. Allgemeines**

Gemäß Auftrag des Stadtschulamtes vom 27.09.2006 sollen sämtliche Kindertageseinrichtungen im Verantwortungsbereich des Amtes 40 mit einer Mindestbandbreite von 2 Mbit/s an das städtische Datennetz angebunden werden.

### **2. Datenverkabelung von Kindertageseinrichtungen**

Die im vorangegangenen Grundsatzpapier festgelegten Standards finden auch in Kindertageseinrichtungen Anwendung.

An geeigneter Stelle, vorzugsweise im Hausanschlussraum, ist ein abschließbarer Verteilerschrank/Hängeschrank (25-42HE, Tiefe mind. 60cm, 6er Steckdosenleiste, externer Transientenschutz) zu montieren, von dem aus die Arbeitsplätze verkabelt werden.

Sofern ein kleinerer Technikschränk zum Einsatz kommen soll, ist dies mit dem Amt für Informations- und Kommunikationstechnik vorab zu besprechen.

Im Fall einer städtischen LWL-Erschließung kann das ankommende Monomodekabel dann direkt im Schrank aufgelegt werden. Sofern der Verteilerschrank anders verortet wird, muss ein Verbindungskabel (Kat. 7 / LWL-Monomode) vom Hausanschlussraum verlegt werden.

Vom Technikschränk zum Telefonverteiler ist ein Kupferkabel Kat.3 (20 DA J-H(St)H) sowie zwei Datenkabel Kat.7 zu verlegen (Abschluss im Technikschränk auf RJ45 Patchfeld und neben Telefonverteiler als Kat7 RJ45 Aufputzdose).

Die nachfolgend geregelte Ausstattung wurde am 08.03.2007 in Zusammenarbeit mit dem Stadtschulamte und dem HBA festgelegt.

Sämtliche Anschlüsse werden als Aufputzdosen ausgeführt (keine Brüstungskanäle!). Sechs rote 230V-Steckdosen werden jeweils zu einem Stromkreis zusammengefasst. Die Unterverteilung zur Stromversorgung der roten Steckdosen wird mit separaten Automatenicherungen und Mittelschutz ausgestattet. Zusätzlich zum Verteilungsplan sind die Abgänge auf der Verteilerabdeckung zu beschriften.

#### ***2.1 Büroräume der Verwaltung***

Jeder Verwaltungsarbeitsplatz wird mit zwei Anschlussdosen mit Cable Sharing Adapter 3x RJ45 (100 Base T / 2xISDN) sowie einer roten 230V-Doppelsteckdose ausgestattet.

#### ***2.2 Gruppenräume / Bewegungsräume***

Jeder Raum wird an geeigneter Stelle (Fensterseite) mit einer Anschlussdose (Adapter 100BaseT/100BaseT) sowie einer roten 230V-Doppelsteckdose ausgestattet.

### **3. Dokumentation/Bestandspläne**

Die Messprotokolle der Kat.7-Kabel sowie ein 230V-Verteilungsplan sind ausreichend.