



## **IT-Standard Schulen Duisburg**

### **Anforderungen an eine anwendungsneutrale Netzwerkverkabelung an Schulen der Stadt Duisburg**

## Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen .....	4
1.1	Skope/Geltungsbereich .....	4
1.2	Geheimhaltungsstufe.....	4
1.3	Dokumentenhistorie .....	5
1.3.1	Vorgängerdokumente.....	5
1.3.2	Version/Übergabedatum.....	5
2.	Ausgangssituation .....	6
2.1	Allgemein .....	6
2.2	Bereichsklassen Schule.....	7
3.	Planungsansatz .....	9
3.1	Primärverkabelung .....	9
3.1.1	APL .....	9
3.2	Sekundärverkabelung.....	10
3.3	Tertiärverkabelung .....	10
3.3.1	Unterrichtsraum .....	11
3.3.2	Lern- und Aufenthaltsräume .....	14
3.3.3	Verwaltungsraum.....	14
3.3.4	Informatikraum.....	15
3.3.5	Sporthallen .....	15
3.3.6	Technikräume und Gebäudeautomation .....	16
3.3.7	Außenbereich .....	18
3.4	Messvorschriften .....	18
3.4.1	LWL-Verkabelung .....	18
3.4.2	Kupfer-Verkabelung .....	19
3.5	Alt-Netz .....	20
3.6	Energieversorgung .....	20
3.6.1	Hausanschluss .....	20
3.6.2	Überspannungskonzept.....	20
3.6.3	Unterverteilungen .....	20
3.6.4	Stromversorgung Server- und Netzwerkschränke.....	21
3.6.5	Elektrokabel .....	21

3.6.6	Kabelverlegesysteme Start-/Schwachstrom .....	22
3.6.7	Sonstige Anforderungen .....	23
3.7	Bauliche Maßnahmen .....	23
3.7.1	Verteilerräume .....	23
3.8	Kennzeichnungssystem .....	24
3.8.1	Empfehlung zur Kennzeichnung .....	25
3.8.2	Technikräume oder Bereiche mit Verteilerkomponenten .....	25
3.8.3	Verteilerschränke .....	26
3.8.4	Rangierpanels .....	26
3.8.5	Port im Rangierpanel .....	26
3.8.6	Port in Datendosen .....	26
3.8.7	Stromanschlüsse/Endstromkreise .....	27
3.9	Dokumentation der Verkabelung .....	27
3.10	Aktivtechnik IT .....	28
3.11	Schranksaufbau IT .....	29
3.11.1	Netzwerkschränke .....	29
3.11.2	Serverschränke .....	30
4.	Genehmigung und Inkrafttreten .....	32
5.	Anhang .....	33
5.1	Mitgeltende Dokumente .....	33
5.2	Tabellenverzeichnis .....	33
5.3	Abbildungsverzeichnis .....	33
6.	Abkürzungsverzeichnis .....	34
7.	Impressum .....	36

# 1. Vorbemerkungen

## 1.1 Skope/Geltungsbereich

Dieser Standard gilt für den ausgeschriebenen und im Rahmen des Projektes geforderten Umfang.

Im Rahmen der Ausarbeitung werden kabelgebundene Kommunikationsnetze für die Daten- und Sprachkommunikation behandelt. Folgende Leistungen sind **nicht** Bestandteil des Anforderungskataloges:

- WLAN-Detailplanung
- Gebäudetechnik
- Einbruchmeldeanlagen
- Brandmeldeanlagen
- Zutrittskontrollsysteme
- ELA-Anlagen
- Amok Signalisierungen
- Telefonanlage
- Container (siehe hierzu auch Anhang; Mitgeltende Dokumente)

## 1.2 Geheimhaltungsstufe

- Öffentlich
- Für den internen Gebrauch
- VS-NUR FÜR DEN DIENSTGEBRAUCH
- VS-VERTRAULICH
- GEHEIM
- STRENG GEHEIM

Der Informationsempfänger verpflichtet sich, die mitgeteilten Informationen und Unterlagen entsprechend Geheimhaltungsstufe zu behandeln und alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, um zu verhindern, dass sie Dritten zugänglich gemacht werden.

Die Pflicht zur Geheimhaltung gilt auch gegenüber Konzerngesellschaften, Lizenznehmern oder Kunden, die in irgendeiner Form Zugang zu den Informationen erhalten. Die Pflicht zur Geheimhaltung gilt unabhängig davon, ob Informationen mündlich, dokumentiert,

maschinenlesbar, elektronisch oder in anderer Form, zum Beispiel als Ausrüstungen, Proben, Muster oder Produkte, zugänglich gemacht wurden oder werden.

Es ist zwingend zu vermeiden, dass Informationen zu Standorten, den benannten Sicherheitsbereichen und zur technischen Ausprägung der Standorte an unbeteiligte Dritte gelangen.

### 1.3 Dokumentenhistorie

#### 1.3.1 Vorgängerdokumente

Das vorliegende Dokument „IT-Standard Duisburg – Anforderungen an eine anwendungsneutrale Netzwerkverkabelung an Schulen der Stadt Duisburg“ löst ab Version 1.0 die folgenden zuvor geltenden Dokumente ab<sup>1</sup>:

- Planungsleitfaden Raumstandards Schulen – Immobilien-Management Duisburg; Version: V0.4 vom 07.04.2020
- Blueprint Ausstattung Räume – Maximal- und Minimalstandard – Im Rahmen des DigitalPakts Schule der Stadt Duisburg; Version: 1.1 vom 26.04.2022
- Räume für aktive IT-Technik; Version: 2.0 vom 16.01.2023

#### 1.3.2 Version/Übergabedatum

Version	Übergabedatum	Bemerkung	Autor
1.5	29.01.2025	Zur Freigabe und Nutzung	
1.4	23.01.2025	Überarbeitung Amt40	
1.3	17.05.2024	Überarbeitung nach Abstimmung mit Amt40	
1.2	10.05.2024	Optimierung	
1.1	08.03.2024	Überarbeitung -Anforderungen an eine anwendungsneutrale Netzwerkverkabelung an Schulen	
1.0	12.12.2023		

Tabelle 1: Dokumentenhistorie

<sup>1</sup> Laufende Projekte im Rahmen des DigitalPakts Schule der Stadt Duisburg sind hiervon ausgenommen.

## 2. Ausgangssituation

### 2.1 Allgemein

Durch die nachfolgenden Anforderungen soll ein einheitlicher Standard an eine anwendungsneutrale TK- und Netzwerkverkabelung an allen Schulen (weiterführende Schulen und Grundschulen) der Stadt Duisburg sichergestellt werden, um diese mit zeitgemäßer Digitaltechnik ausstatten zu können. Der Schwerpunkt liegt dabei vor allem im Aufbau bzw. der Verbesserung der digitalen Infrastruktur in Schulgebäuden.

Da die hier beschriebene anwendungsneutrale Gebäudeverkabelung Grundlage jeder informationstechnischen Umgebung in Schulen ist, kann auf diesem Standard bereits eine Verkabelung der Schulgebäude erfolgen, ohne dass ein Feinkonzept einer entsprechenden Schule vorliegt. Hierzu wird die TK- und Netzwerkverkabelung grundsätzlich in drei Strukturbereiche gegliedert, die im Folgenden näher beschrieben werden. Erforderliche Anschlüsse für die reine TK-Verkabelung müssen separat bzw. zusätzlich betrachtet werden.

Ferner ist vor dem Hintergrund der technischen Entwicklung der W-Lan-Technik und der Weiterentwicklung W-Lan-fähiger Endgeräte, ebenso zur Vermeidung einer Vorhaltung von nicht explizit benötigter Datendosen, durch die Anordnung und Verteilung von APs dafür zu sorgen, dass im gesamten Gebäude eine flächendeckende W-Lan Abdeckung mit ausreichender Kapazität für Datenverkehr ermöglicht wird. Um dies zu ermöglichen, werden die Anschlusspunkte der APs im Allgemeinen immer mit einer Duplex-Datendosen und zwei Steckdosen ausgestattet, so dass im Falle schwach ausgeleuchteter Bereiche eine Nachverdichtung durch die Installation eines weiteren APs erfolgen kann. Die APs sind unterhalb der Decken wandseitig anzuordnen, sodass sie potenziell die größtmögliche Reichweite entwickeln können. Die Realisierbarkeit und daraus folgende Anforderungen sind im weiteren Planungsverlauf zu berücksichtigen.

Weiterführend sind im Rahmen der Planung alle projektspezifischen BSI-Bausteine in ihrer aktuellen Fassung auf ihre Anwendbarkeit zu überprüfen und daraus ableitende Anforderungen weiterführend im Planungsverlauf zu berücksichtigen.

#### Primärbereiche

Der Primärbereich stellt die Verkabelung mehrerer Gebäude untereinander dar. Dieser umfasst die Gebäudeverteiler und die Kabel zwischen den Gebäudeverteilern. Generell ist die Verkabelung zwischen den Gebäuden als LWL-Multimode-Verkabelung (OM4) zur Verfügung zu stellen. Sollte jedoch eine einfache Kabellänge von 150 m überschritten werden, so ist aufgrund von zu erwartenden Einschränkungen in der Bandbreite ein LWL-Singlemode-Kabel (OS2) zu verwenden. Sofern nur ein Gebäude vorhanden ist, besteht der Primärbereich aus dem zentralen IT-Rack (Serverschrank) und den Zuleitungen des Internet Service Provider (ISP).

#### Sekundärbereiche

Der Sekundärbereich beschreibt die Verkabelung der Stockwerke/Bereiche durch Gebäudeverteiler (Netzwerkschränke) zum Gebäudehauptverteiler (primärer Netzwerkschrank), oder bei einem Gebäude, zum zentralen IT-Rack (Serverschrank). Auf

einzelne Stockwerkverteiler sollte nach Möglichkeit zur Verringerung der Komplexität verzichtet werden. Wenn es jedoch aufgrund der Gebäudegegebenheiten und Längenrestriktionen nicht anders möglich ist, sind grundsätzlich Zuleitungen bzw. Querverbindungen zwischen den Netzwerkschränken als LWL-Multimode-Verkabelung (OM4) zur Verfügung zu stellen.

Die Verkabelung hat von allen Gebäuden und Verteilern sternförmig per OM4 zum Serverraum zu erfolgen. Sollte ein Backupserverraum existieren, so sind die Verbindungen zu beiden Serverräumen zu legen.

### Tertiärbereiche

Der Tertiärbereich beschreibt die CAT-Verkabelung hin zu den Endgeräten. Dieser umfasst die Stockwerkverteiler/Gebäudeverteiler sowie deren Kabel zu den Datendosen und die Datendosen selbst.

#### *Anmerkung zur Tertiärverkabelung:*

Die EN 50173 gibt keine Längenrestriktion vor. Grundsätzlich ist aber festzuhalten, dass die Verbindung zwischen Verteiler und Datendose eine Länge von 90 Meter (Kupferkabel) nicht überschreiten sollte. Bei Entfernungen über 90 Meter, ist daher eine entsprechende LWL Glasfaser Verkabelung des Sekundärbereichs samt dazugehöriger Stockwerkverteiler vorzusehen.

## **2.2 Bereichsklassen Schule**

Im Rahmen dieser Unterlage werden die wesentlichen Räumlichkeiten eines Schulgebäudes in Bereichsklassen unterteilt. Innerhalb dieser Unterteilung werden die Raumtypen gemäß MRP-DU zusammengefasst. Die Vorgaben zu den jeweiligen Bereichsklasse sind planerisch auf Basis und in Abstimmung mit der Objektplanung zu berücksichtigen.

Die Bereichsklasse **Unterrichtsraum** umfasst

Klassenräume, Fachräume (z. B. Chemie, Physik/Biologie, Kunst, Musik, Textil), Mehrzweckräume, Differenzierungsräume/Lernstudios, Gruppenräume (wie OGS-Räume) sowie Inklusionsräume und pädagogische Zentren. Der Informatikraum wird separat betrachtet.

Die Bereichsklasse **Lern- und Aufenthaltsräume** umfasst

Bibliotheken/Selbstlernzentren sowie Lernbereiche außerhalb des Unterrichtsraumes.

Die Bereichsklasse **Verwaltungsraum** umfasst

die Räumlichkeiten der Schulleitung, stellv. Schulleitung, Abteilungsleitungen, Beratungslehrer, Didaktischen Leitung, Sekretariat, Organisation/Schulverwaltung, Lehrerzimmer, Beratungs- und Besprechungsräume, Räume für Berufsorientierung (BOB), Büros für Schulsozialarbeiter und/oder Integrationshelfer, Schülervertretung, Streitschlichter, OGS-Leitung, Arbeitsräume für (sozial-)päd. Fachkräfte, Erste Hilfe

Raum und Hausmeister(-logen) unabhängig davon, ob die späteren PCs und Drucker mit dem Pädagogischen- oder Verwaltungsnetz verbunden werden.

Die Bereichsklasse **Informatikraum** umfasst

alle Räume, in denen eine Mehrzahl von PCs zum Unterricht mit Datenunterstützung im Klassenverband genutzt werden.

Die Bereichsklasse **Sporthalle** umfasst

die geschlossenen, innenliegenden Räumlichkeiten für den Sportunterricht.

In der Bereichsklasse **Technikräume und Gebäudeautomation** sollen

die Räume/Bereiche der passiven sowie aktiven Versorgungstechnik der Gebäude und weiterer Gebäudeteile sowie der Gebäudeautomation betrachtet und definiert werden. Hierzu zählen auch Lagerräume, sofern diese ertüchtigt werden und zur Kabelführung der Aktiv- oder Passivtechnik genutzt werden.

In der Bereichsklasse **Außenbereich**

wird das Außengelände der Liegenschaft der Schule, also die Hauptschulhofflächen, betrachtet.

### 3. Planungsansatz

Die Verkabelung ist gem. DIN EN 50173 in der aktuellen Fassung zu planen. Die anwendungsneutrale Verkabelung soll die Übertragungsanforderungen bis zu 10 GBase-T und 100 GBase-SR für erforderliche LWL-Verkabelungen unterstützen. Alle Datenkabel sind ausschließlich in halogenfreier Ausführung zu verwenden. Für alle Schulformen gelten die gleichen Anzahlen an Datendosen (RJ-Standard) sowie weiterführende Anforderungen an das Niederspannungsnetz samt dazugehörige 230V-Steckdosen, wie sie hier beschrieben sind. Die Anbindung zu den Datendosen/Steckdosen innerhalb der Bereichsklassen erfolgt grundsätzlich über PVC freie Brüstungskanäle. Grundsätzlich ist für die Schule ein einheitliches Schalterprogramm zu wählen. Sollte das im Bestand vorhandene Schalterprogramm nicht mehr verfügbar sein, ist im Vorfeld eine Bemusterung mit dem AG durchzuführen.

Alle Stromanschlussdosen müssen mit einem erhöhten Berührungsschutz ausgestattet sein.

Besonders in Bestandsgebäuden soll der Fachplaner die Bereichsklassen individuell betrachten und in Abhängigkeit der gebäudespezifischen Gegebenheiten die Möglichkeiten zur Umsetzbarkeit bzw. Realisierbarkeit abgestimmt mit der Objektplanung, dem AG aufzeigen und vorschlagen.

#### 3.1 Primärverkabelung

Vom Glasfaserhausanschluss des Providers ist eine LWL-Leitung zum zentralen Standortverteiler (Serverraum und ggf. Backupserverraum) zu verlegen. Wegen der gesonderten Anforderungen an diese Verbindung, ist diese als OS2 4x9/125 mit LC/APC Steckern auszuführen. Ferner sind in diesem Verkabelungsbereich generell Universalkabel mit Nagetierschutz zu verlegen, da aufgrund der unterschiedlichen Verlegebedingungen in den Schulen, mit Kabelstrecken im Außenbereich, in Kellergewölben älterer Bauwerke sowie offenen Kriechkellern, zu rechnen ist. Auf Seiten des APL ist eine wandmontierte Spleißbox zu verwenden, im Standortverteiler selbst ein entsprechendes Patchpanel. Die Kabel sind in den LWL-Boxen abzufangen und mittels Fusionspleiße mit den erforderlichen Pigtails zu verbinden. Generell sind Kabel mit Pigtails der gleichen Faserart und Klasse abzuschließen. Die Qualitätsprotokolle der Pigtails sind aufzubewahren und der durchzuführenden Messung beizulegen.

##### 3.1.1 APL

Jedes Schulgrundstück ist mit einem FTTB-APL (Fiber-To-The-Building) zu versorgen. Hierzu ist durch den ausführenden Planer oder das ausführende Unternehmen der regionale Carrier anzufragen und ein entsprechendes Angebot einzuholen und dieses nach Abstimmung mit dem AG zur Beauftragung durch den AG zur Verfügung zu stellen. Für die Erstanfrage beim regionalen Carrier sind bereits Lagepläne mit Hinweisen zur Bedarfsstelle des APLs und zentralen Serverraums als auch des Hauseinführungspunktes bereitzustellen.

Generell sollte, wegen der hohen Übertragungsraten der modernen Providerleitungen, bei Neueinrichtungen von APLs dieser immer in unmittelbarer Nähe zum Standortverteiler errichtet werden. Weiterführende Verkabelungen der Carrier auf dem Schulcampus z. B. zum Serverraum sind generell in OS2, 9/125µ umzusetzen.

Hinweis:

Die Beschreibung des APLs bezieht sich auf das Pädagogische- und Verwaltungsnetz. Weitere externe Anbindungen, evtl. über den gleichen APL, sind separat zu prüfen.

### **3.2 Sekundärverkabelung**

Als Fasertyp ist eine Multimodefaser OM4, 50/125µ einzusetzen, zukunftsorientiert sind Übertragungsraten mit einer Bandbreite von bis zu 100 Gigabit zu ermöglichen. In entsprechend langen LWL-Strecken sind daher zusätzliche Verteiler zu berücksichtigen. Ferner sind auch hier generell Universalkabel mit Nagetierschutz zu verwenden, da auch in diesem Bereich mit unterschiedlichen Verlegebedingungen (Schächte, Leerrohre, etc.) innerhalb der Schulen zu rechnen ist.

Das LWL-Steckgesicht an sämtlichen Passivkomponenten ist LC-kompatibel, also als LC oder LC-Duplex auszuführen. Die Kabel sind in den LWL-Boxen abzufangen und mittels Fusionspleiße mit den Pigtails zu verbinden. Die Kabel sind mit Pigtails der gleichen Faserart und Klasse abzuschließen. Die Verbindung ist im Regelfall als Punkt-zu-Punkt-Verkabelung vorzusehen, nur im Notfall, aus baulichen oder Kostengründen, ist eine Verbindung über weitere Verteiler zugelassen und durch den Fachplaner bzw. das ausführende Unternehmen zu begründen. Die Panels selbst sollten mindestens 12 Ports zwischen den Verteilern vorsehen.

Die Qualitätsprotokolle der Pigtails sind aufzubewahren und der Messung beizulegen.

### **3.3 Tertiärverkabelung**

Die Tertiärverkabelung muss, gemeinsam mit der Anschlusstechnik, den installierten Übertragungskanal (Link) bestehend aus Datenkabel, Panel, Datendose sowie den 2 Patchkabeln, den Anforderungen der Klasse E<sub>A</sub> (500 MHz) entsprechen und zudem für 10 Gigabit-Ethernet Verbindungen entsprechend IEEE 802.3 an Draft 3.0 geeignet sein. Diese Fähigkeit ist mit einer Zertifizierung des Links nachzuweisen. Als Steckergesicht ist RJ 45 vorzusehen. Ebenso muss ein Betrieb mit PoE++ Systemen gemäß IEEE 802.3bt durch die notwendigen Kupferquerschnitte und PoE++-taugliche Stecksystem sowie Patchkabeln sichergestellt werden. Für die Verkabelung sind S/FTP Kabel mit einer Übertragungsrate  $\geq 1200$  MHz 8-adrig und einem AWG 22 soweit möglich als Duplexkabel vorzusehen. Nur wo es notwendig ist und in Ausnahmefällen, sollte auf Simplexkabel zurückgegriffen werden. Für die Datendosen oder Patchfelder sind vollgeschirmte RJ45 Cat 6A Keystone-Module vorzusehen. Die PoE++ Tauglichkeit ist durch die entsprechende Herstellergarantie nachzuweisen. Die Datenkabel im Tertiärbereich sind nach TIA 568 A aufzulegen.

Kontakt	-568A Paarnr.	-568B Paarnr.	-568A Farbe	-568B (AT&T 258A) Farbe
1 (Tx+)	3	2	 weiß/grüner Strich	 weiß/oranger Strich
2 (Tx-)	3	2	 grün/weißer Strich oder grün	 orange/weißer Strich oder orange
3 (Rx+)	2	3	 weiß/oranger Strich	 weiß/grüner Strich
4	1	1	 blau/weißer Strich oder blau	 blau/weißer Strich oder blau
5	1	1	 weiß/blauer Strich	 weiß/blauer Strich
6 (Rx-)	2	3	 orange/weißer Strich oder orange	 grün/weißer Strich oder grün
7	4	4	 weiß/brauner Strich	 weiß/brauner Strich
8	4	4	 braun/weißer Strich oder braun	 braun/weißer Strich oder braun

Abbildung 1: Auflegen der Kabel nach TIA 568A

Damit auch vorhandene nicht VoIP-Telefonanlagen, wenn installiert, in das Netz integriert werden können, ist zwischen den Datenverteilern, zu einer vorhandenen TK-Anlage und zum APL ebenso eine Kupferverbindung herzustellen. Die Verbindungen sind mit Telefonkabel auszuführen wobei je nach benötigter Anzahl von Verbindungen 20 DA, 50 DA oder 100 DA Kabel verwendet werden.

Hinweis:

Es werden nicht alle bestückten LAN-Ports auf die Aktiv-Technik aufgelegt (Voll-Patchung). Die hierzu erforderlichen Patchungen erfolgen im Rahmen des späteren, eigentlichen IT-Betriebs auf die Aktiv-Technik. Siehe hierzu auch Kap. 3.10.

### 3.3.1 Unterrichtsraum

Im klassischen Unterrichtsraum wird auf der Präsentationsseite ein Tafel-/Displaymodul vorgesehen. Innerhalb des Tafel-/Displaymoduls befinden sich 3 Duplex-Datendosen und 6 Steckdosen. Die erste Duplex-Datendosen ist unter der Decke in einem Abstand von 30 cm von der Decke vorzusehen. Sie ist unter anderem vorgesehen für die Installation eines APs. Die zweite Duplex-Datendosen ist in einer Höhe von 2 m vom fertigen Fußboden aus zu platzieren. Sie ist für ein Display oder ähnliche Geräte vorgesehen. Die dritte Duplexdatendose ist im Abstand von 60 cm vom fertigen Fußboden zu positionieren und dient dem Anschluss von Endgeräten wie z.B. einem Notebook.

Im hinteren Bereich ist ein Medienmodul mit einer Duplex-Datendosen, sowie 2 Steckdosen, in einer Höhe von 60 cm vom fertigen Fußboden zu positionieren.

Die Anordnung der Steckdosen sind der nachfolgenden prinzipiellen Darstellungen zu entnehmen.

In Neubauten ist jeder Klassenraum über einen separate Stromzuleitung zu versorgen und entsprechend abzusichern. In Bestandsgebäuden sollte im Idealfall jeder Klassenraum über eine separate Stromzuleitung versorgt und entsprechend abgesichert werden. Bei Engpässen in der Gesamtstromversorgung des Standortes oder Problemen bei einer evtl. notwendigen Erweiterung der NSHV dürfen maximal 2 Klassenräume an einem Sicherungskreis betrieben werden. Die Präsentationsseite kann mit demselben Sicherungskreis betrieben werden.

Das folgende Raumschemata dient als Beispiel für eine Unterrichtsraumausstattung. Der Kanal auf der Präsentationsseite (Tafel-/Displaymodul) ist bevorzugt zwischen Lehrerbereich und der Präsentationsfläche anzuordnen. Die Positionierung des Medienmoduls im hinteren Bereich ist

nicht fest vorgegeben. Die Anordnung richtet sich nach dem entsprechenden Einrichtungsplan bzw. Möblierungsplan und ist im Planungsverlauf mit der Raumplanung und dem AG im Detail abzustimmen.

Für Fachräume ist zwingend eine detaillierte Abstimmung durchzuführen.

Zusammenfassung:

Platzierung der Dosen	Duplex-Datendosen	230V-Steckdosen
Präsentationsseite (Tafel-/Displaymodul)	3	6
Lernbereich (Medienmodul)	1	2

Tabelle 2: Aufteilung Anschluss Unterrichtsraum

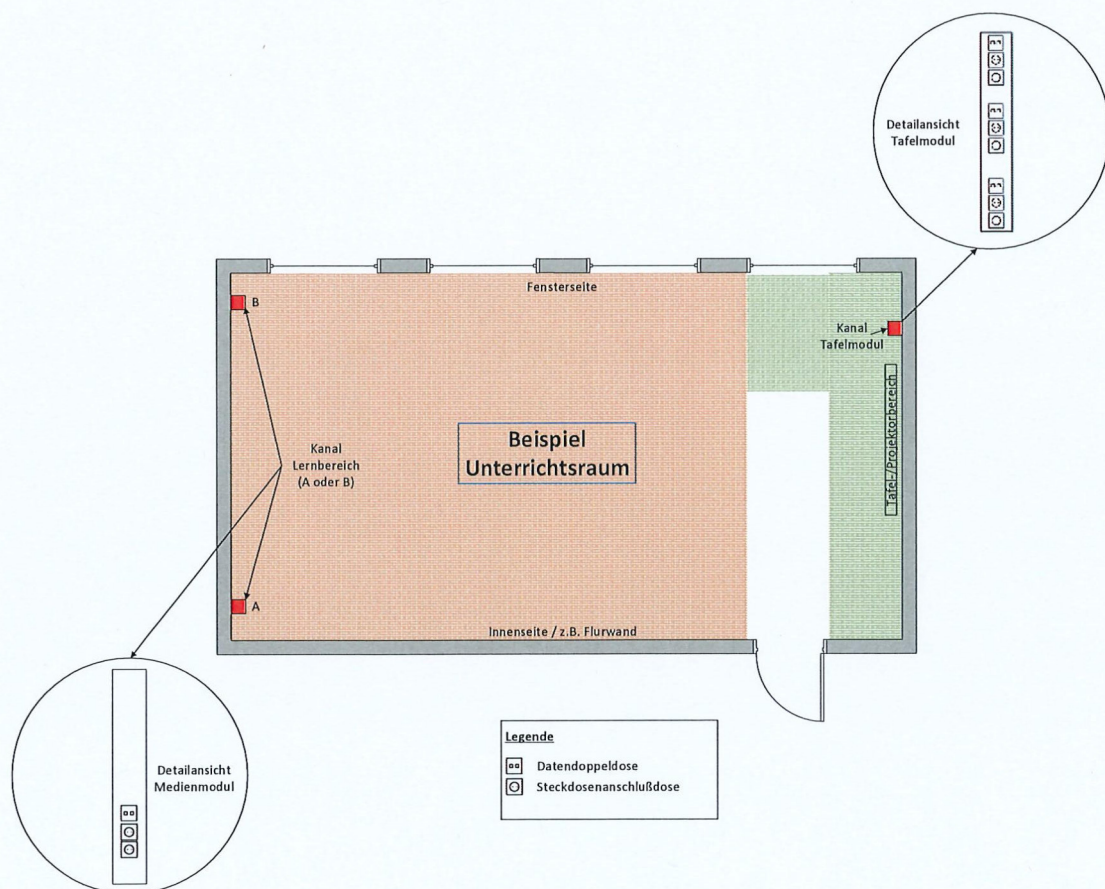


Abbildung 2: Raumschema Unterrichtsraum

### 3.3.1.1 Unterrichtsraum als Clusterfläche / offene Lernlandschaft

Clusterflächen / offene Lernlandschaften zeichnen sich prinzipiell durch das Zusammenlegen verschiedener pädagogischer Raumarten zu einer Flächeneinheit aus, die nicht durch Wände getrennt sind. Hierdurch wird eine flexible Nutzung der Flächen eröffnet. Um die Flexibilität in der Nutzung zu steigern, sollen digitale Anzeigeräte in der Fläche frei positionierbar sein. Hierfür ist, neben der Stromversorgung, eine gute W-Lan Ausleuchtung mit ausreichender Datenkapazität erforderlich. Durch die Berücksichtigung und vorzugsweise unter der Decke wandseitig zu positionierenden APs ist dies zu ermöglichen. Die Anschlusspunkte dieser APs werden mit Duplex-Datendosen mit 2 Stromdosen vorgesehen. Daher ist bei der Positionierung der APs darauf zu achten, dass ein Nachrüsten eines weiteren APs bei Bedarf sinnvoll erfolgen kann. Ergänzend zur W-Lan-Ausleuchtung werden an ausgewählten Wänden, die als Hauptpräsentationsfläche dienen sollen, Tafel-/Displaymodule, wie zuvor unter Kapitel 3.3.1 beschrieben, vorgesehen. Hierfür sind im Rahmen der Objektplanung die Hauptpräsentationsflächen an den Wänden zu definieren. Ferner können im Cluster / offener Lernlandschaft weitere untergeordnete Präsentationsflächen für digitale Endgeräte, wie z.B. an Stützen, in Frage kommen. Diese sind ebenfalls zu definieren und mit Stromdosen zu versehen. Die zuvor definierte Anforderung gilt pro Lernabschnitt eines jeden Clusterbereichs/ offener Lernlandschaft.

Die Anzahl der AP-Anschlusspunkte, Tafel-/Displaymodule und Stromdosen richtet sich dabei nach der möglichen W-Lan-Ausleuchtung, den Hauptpräsentationsflächen und untergeordnete Präsentationsflächen im Clusterbereich/ offener Lernlandschaft und ist abhängig vom Grundrissentwurf.

Das nachfolgende Raumschema dient als Beispiel und zur Verdeutlichung der textlichen Umschreibung auf Basis eines Cluster-Grundrisses und kann Entwurfsbedingt abweichen.



Abbildung 3: Beispiel Raumschema Clusterbereich

### 3.3.2 Lern- und Aufenthaltsräume

In Lern- und Aufenthaltsräumen sind eine Duplex-Datendose und 2 Stück Steckdosen in den Bereichen einer zuvor definierten Präsentationsfläche auf einer Höhe von 2 m ab OK FFB vorzusehen.

Zusätzlich sind pro Raum für den Anschluss eines APs eine Duplex-Datendosen und 2 Steckdosen unter der Decke, möglichst in Richtung der Gang-/Flurseite vorzusehen. Vgl. auch Kapitel 2.1

### 3.3.3 Verwaltungsraum

In Verwaltungsräumen mit bis zu 2 Arbeitsplätzen sind 3 Duplex-Datendosen und 6 Stromanschlussdosen vorzusehen. Für jeden weiteren Arbeitsplatz sind jeweils 1 Duplex-Datendosen und 2 Stromanschlussdosen vorzusehen. Diese sind möglichst nah an den Arbeitsplätzen zu platzieren.

Zusätzlich sind pro Verwaltungsraum für eine spätere Installation eines APs 1 Duplex-Datendose und 1 Steckdose unter der Decke, möglichst in Richtung der Gang-/Flurseite vorzusehen.

### 3.3.4 Informatikraum

Die Informatikräume haben den höchsten Bedarf an Duplex-Datendosen.

Zusätzlich zu den unten beschriebenen Datendosen ist eine Duplex-Datendose für den AP vorzusehen, wenn noch keine vorhanden ist. Die Positionierung des APs soll dabei den Vorgaben/Einrichtungsplan des Unterrichtsraumes folgen und unter der Decke vorgesehen werden.

Die Anzahl der Daten- und Steckdosen wird im Folgenden vorgegeben.

Platzierung der Dosen	Duplex-Datendosen	230V-Steckdosen
Präsentationsbereich	1	2
Lehrerpult	1	2
PC-Arbeitsplätze	siehe Anmerkung 1	2/Arbeitsplatz
Flurseite (AP) [wenn nicht vorhanden]	1	2

Tabelle 3: Aufteilung Anschluss Informatikraum

#### Anmerkung 1

In Informatikräumen mit bis zu 2 PC-Arbeitsplätzen ist 1 Duplex-Datendosen je Arbeitsplatz vorzusehen. Für jeden weiteren PC-Arbeitsplatz ist jeweils 1 Port vorzusehen, dieser kann als Duplexdatendose für zwei Arbeitsplätze ausgelegt sein. Diese ist möglichst nah an den PC-Arbeitsplätzen zu platzieren.

Die Ausstattung der Informatikräume mit Anschlüssen erfolgt im Rahmen der Einrichtungsplanung und den Vorgaben der Tabelle 3. Es sind grundsätzlich nicht mehr als 6 Schülerplätze auf einen Stromkreis zu verschalten.

Hinweis:

Sind oder werden die Computertische an einer Wandseite angeordnet, so sind die Datendosen und Stromanschlussdosen, separiert pro Arbeitsplatz an der Wand montiert vorzusehen. Werden die Arbeitsplätze über Tischreihen im Raum realisiert, so sind Datendosen und Stromanschlussdosen pro Tisch oder wenn vom Mobiliar bedingt, pro Tischreihe zusammenzufassen.

### 3.3.5 Sporthallen

In Sporthallen ist in einem frei zugänglichen Bereich, z. B. Eingangsbereich, der Anschluss eines für die Umgebung geeigneten Telefons (Notruftelefon) vorzubereiten. Hierzu ist eine Duplex-Datendosen bis zum nächstgelegenen Etagenverteiler zu realisieren. Sollte der nächste Etagenverteiler mehr als 90 Meter (Kabellänge) entfernt sein, ist ein LWL-Kabel (Multimodefaser OM4) dorthin zu verlegen und gemäß den Vorgaben im Etagenverteiler abzuschließen. In Geräträumen der Turn- und Sporthalle sind 2 Stück Steckdosen 230 V vorzusehen. Ferner ist für den AP eine zusätzliche Duplex-Datendosen vorzusehen. Die Positionierung des APs soll so erfolgen, dass ein optimales Netz im Hallenbereich und wenn vorhanden, Tribünenbereich aufgebaut wird. Besteht die Sporthalle aus mehreren Hallenbereichen/ Tribünenbereich ist je Bereich ein AP vorzusehen. Im Feldbereich der Sporthalle sind die Datendosen für den AP in einer maximalen Höhe von ca. 4 Meter

anzubringen. Bezüglich der Größe der notwendigen Prallschutzkörbe ist die Größe des eingesetzten APs mit dem AG abzustimmen. Der Prallschutzkorb ist bauseitig durch den Errichter der Aktiv-Technik zu liefern. Für den Lehrerbereich/Raum ist eine weitere Duplex-Datendosen incl. Steckdose vorzuhalten.

Platzierung der Dosen	Duplex-Datendosen	230V-Steckdosen
Eingangsbereich	1	2 neben der Datendose
Je Geräteraum	-	2
AP	1/Hallen- 1/Tribünenbereich	2/Hallen- 2/Tribünenbereich
Lehrerbereich/Raum	1	2

Tabelle 4: Aufteilung Anschluss Sporthallen

### 3.3.6 Technikräume und Gebäudeautomation

#### Technikräume Wärmeversorgung und/ oder Lüftungstechnik

Pro Schaltschrank (Informationsschwerpunkt (ISP)) der Gebäudeautomation

- 1 Stück Duplex-Datendose und jeweils 1 Stück Steckdosen

#### Archivräume

- 1 Stück Duplex-Datendose und 1 Stück Steckdosen

#### Zentralraum Haustechnik etc.

- 1 Stück Duplex-Datendose und jeweils 1 Stück Steckdosen

#### Versorgungsräume mit Messeinrichtungen der TGA (Gas-, Fernwärme-, Strom-, Photovoltaik, Photovoltaik-Wechselrichter, Wasserzähler etc.)

- 1 Stück Duplex-Datendose und jeweils 1 Stück Steckdosen

#### Regieräume (Aula)

- 1 Stück Duplex-Datendose und 2 Stück Steckdosen

#### Schulmensen, Küchen und Kassenbereich wie folgt

- Eingangsbereich (Infotafel) 1 Stück Duplex-Datendose und 2 Stück Steckdosen
- Kassenbereich pro Kasse 1 Stück Duplex-Datendose und 2 Stück Steckdosen
- Mensabereich 1 Stück Duplex-Datendose und 2 Stück Steckdose  
für APs pro 30 Sitzplätze im Deckenbereich.
- Küchenleiterbüro entsprechend Ausstattung Verwaltungsraum

#### Hausanschlussräume (Übergabestellen der Provider)

- 1 Stück Duplex-Datendose und 2 Stück Steckdosen

#### Lagerraum/-platz für Notebook-/Tabletwagen

- 1 Stück Duplex-Datendose und 2 Stück Steckdosen

#### Digitales schwarzes Brett (Infoboard)

- Für das erste Infoboard ist 1 Duplex-Datendose mit 1 Stück Steckdose vorzusehen. Für jede weitere Anzeige ist nur noch 1 Stück Steckdose vorzuhalten, da mittels der ersten Anzeige bereits ein Reserve-Datenport entsteht.

In den Schulen ist prinzipiell an den folgenden Standorten ein digitales schwarzes Brett (Infoboard) vorzusehen. Die finale Festlegung zur Positionierung erfolgt in Abstimmung mit dem AG:

- Im Eingangsbereich der Schule bzw. der Eingangshalle (Foyer), bzw. bei Schulen an mehreren Standorten in dem jeweiligen Eingangsbereich des Teilstandortes

#### **3.3.6.1 Datenverteilterräume**

Innerhalb der Datenverteilteräume kommt es zu einer Konzentration von Daten- sowie Kommunikationskabeln. In der Regel wird in diesen Räumen auch IT-Aktivtechnik verbaut, welche sowohl einen thermischen Einfluss auf die Umgebungstemperaturen im Raum als auch aufgrund der verbauten Lüfter einen akustischen Einfluss auf die Umgebung hat. Zudem sind diese Bereiche durch entsprechende Zutrittskontrollsystem/Schließrechte zu schützen.

#### Planung der Raumabsicherung:

Bei der Planung müssen sowohl gesetzliche Regelungen und Vorschriften als auch potenzielle Gefährdungen durch Umwelteinflüsse, Einbruch und Sabotage beachtet werden.

#### Lage und Größe des Raumes für technische Infrastruktur:

Der Raum für technische Infrastruktur darf kein Durchgangsraum sein. Es muss sichergestellt sein, dass ausreichend Fläche für Fluchtwege und Arbeitsfläche vorhanden ist. Die Räume sind abschließbar und mit einer Zutrittskontrolle geregelt. Entsprechende Zutrittsregelungen sind mit dem Amt 40-2 abzustimmen.

#### Ausreichende Spannungsversorgung:

Das Stromversorgungsnetz, über das der Raum für technische Infrastruktur und die daran angeschlossenen Endgeräte versorgt werden, muss als TN-S-System errichtet sein. Je nach verbauter aktiver Technik und Notwendigkeit (Verfügbarkeit der Systeme) sollte die Spannungsversorgung über zwei getrennte Zuleitungen hergestellt werden und mit entsprechenden Steckdosen bzw. Steckdosenleisten abgeschlossen werden (siehe hierzu auch 3.6.4). Die getrennten Zuleitungen sind über unterschiedliche Trassen aus der vorgelagerten Verteilung zu führen.

### Einhaltung der Lufttemperatur und -feuchtigkeit:

Es soll sichergestellt werden, dass die Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit im Raum für technische Infrastrukturen innerhalb der Grenzen liegen, die in den Datenblättern der darin betriebenen Geräte und ITK-Systeme genannt sind. Zur Planung sind Detailabstimmungen mit Amt 40-2 zwingend erforderlich – So muss eine geeignete und ausreichend dimensionierte raumluftechnische Anlage, abgestimmt auf die erforderliche IT-Last, eingesetzt werden, wenn dies erforderlich ist. Zudem ist die Staubbelastung der verwendeten Räume zu betrachten und entsprechend zu berücksichtigen. Für die IT sollten immer eigene Räume (keine Putz- und Lagerräume) vorgesehen werden. Ebenso sollten unter Betrachtung der gegebenen Risiken (Regen-/Stauwasser) Kellerräume nicht in Betracht gezogen werden.

Die Überprüfung der Räumlichkeiten für die aktive Technik wird vom Fachplaner durchgeführt.

Weiterer Hinweis zu den Verteilern:

Es ist zu berücksichtigen, dass die Platzierung des zentralen Servers/Netzwerkverteilers sowie die Verortung von weiteren Netzwerkverteilern unter Berücksichtigung der zuvor definierten Raumanforderungen (baulich, thermisch, akustisch) sowie der Verbindung zwischen den entsprechenden Verteilern erfolgt. Dabei sind mögliche Bestandsverteiler ebenfalls zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang wird dem Planer auch die Möglichkeit gegeben, alte Verteiler aus Platz- und strukturtechnischen Gründen für den Rückbau einzuplanen und um Panels oder Komponenten verlegen zu können (hier ist bei der Umsetzung evtl. eine technische Begleitung durch einen IT-Dienstleister notwendig). Dies trifft u. a. zu, wenn neben einem alten Schrank, ein neuer Schrank geplant werden muss. Hier ist die Technik, Panels etc. in den neuen Schrank zu verlegen, oder wenn in räumlicher Nähe, ein neuer Verteiler aufgebaut wird. Zu prüfen ist auch, ob mit geringem Aufwand die Kabel und Panels verlegt werden können. Die Bewertung über den Aufwand unterliegt den Planern. Hier soll nach eigenem Ermessen gearbeitet werden. Bei einer möglichen Verlegung wird der AG darauf hingewiesen und in die Lage versetzt eine Entscheidung durch Detail-Abstimmungen mit dem Amt 40-2 herbeizuführen.

### **3.3.7 Außenbereich**

Bei Neubauten und Generalinstandsetzungen ist eine Datendose pro 100 Schüler:innen (Datendose für den Außeneinsatz) an der Gebäudeaußenseite in Richtung des Schulhofes in einer Höhe von ca. 4-5 Metern in der Schutzart IP67 vorzusehen. Ebenso sind bauliche oder Grundstücksgegebenheiten zu berücksichtigen. Die Anzahl der Datendosen ist so zu wählen, dass immer Duplex-Datendosen umgesetzt werden. Erforderliche Prallschutzkörbe bzw. Wetterhauben für z. B. APs sind in der Größe der eingesetzten Aktiv-Technik mit dem AG abzustimmen. Der Prallschutzkorb bzw. Wetterhauben sind bauseitig durch den Errichter der Aktiv-Technik zu liefern.

## **3.4 Messvorschriften**

### **3.4.1 LWL-Verkabelung**

Es hat eine Dämpfungsmessung und eine stichprobenartige optische Rückstreuungsmessung mittels OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) stattzufinden. Vor den Messungen ist die Kalibrierung des Messgerätes zu dokumentieren.

Eine optische Dämpfungsmessung ist im LAN sowohl bei Multimode- als auch bei Singlemodestrecken erforderlich. Details der Messung sind in der ISO/IEC 14763-3 beschrieben. Die Grenzwerte sind in der ISO/IEC 11801 bzw. EN 50173-1 definiert. Es muss sichergestellt sein, dass 100 Gigabit nach IEEE 802.3 100Gbase-SR (Multimode) und IEEE 802.3 100Gbase-LR (Singlemode) möglich ist.

Die korrekte Durchführung der OTDR-Messungen wird durch die Erstellung eines Messprotokolls mit mindestens folgenden Informationen dokumentiert:

- LWL-Kabelnummer
- Fasernummer
- Anschlusspunkte
- Datum/Uhrzeit der Messung
- verwendetes Messinstrument Hersteller/Typ
- am Messinstrument eingestellter Brechungsindex
- eingekoppelte Leistung
- Messfrequenz/Messwellenlänge
- gemessene Länge
- gemessene Dämpfung inklusive Spleißungen und Steckverbinder
- gemessene Dämpfung/km
- graphische Darstellung der OTDR-Messung

### **3.4.2 Kupfer-Verkabelung**

Die Permanent-Link-Messung ist gemäß ISO/IEC 11801:2017-11 CLASS EA (500 MHz) durchzuführen. Der NVP (relative Ausbreitungsgeschwindigkeit) ist vor der Messung, entsprechend dem Datenblatt des Verlegekabels einzustellen sowie durch Referenzmessung zu bestätigen.

Zur Überprüfung bzw. Zertifizierung der strukturierten Verkabelung ist ein Messgerät einzusetzen, das mindestens nachfolgende technische Eigenschaften aufweist.

- Messgenauigkeit gemäß Level III.
- Messbereich: Frequenzbereich: 1-500 MHz
- Geforderte Messparameter (nach ISO/ IEC11801:2017-11
- Widerstand
- Länge
- Kapazität

- Dämpfung
- DUAL NEXT TM (Nahnebensprechen von beiden Seiten)
- ACR
- Impedanz (85 – 115 Ohm)
- Laufzeit / Laufzeitdifferenz
- Dual Return Loss (Rückflusdämpfung von beiden Seiten)
- Power Sum NEXT
- Power Sum ACR
- ELFEXT (Equal level far end Crosstalk/gleichpegliges Übersprechen am fernen Ende)
- Power Sum ELFEXT
- Headroom (Systemreserve)

### **3.5 Alt-Netz**

Vorhandene ältere Netze können teils nicht in die LAN bzw. TK-Struktur wieder integriert werden und sind gegebenenfalls parallel weiterzubetreiben. Werden diese nach erfolgtem Umschluss nicht mehr benötigt sind sie zu entsorgen, um unnötigen Trassenbedarf sowie entsprechende Brandlasten zu vermeiden.

### **3.6 Energieversorgung**

#### **3.6.1 Hausanschluss**

Sollten Kennwerte (Maximalwerte, ggf. Verbrauchswerte) zum bestehenden Hausanschluss benötigt werden, so sind diese entsprechend beim örtlichen Netzversorger anzufragen.

#### **3.6.2 Überspannungskonzept**

Die Gebäudehauptverteilung ist mit einem Grobschutz (Typ 1) und die Unterverteilungen sind mit Mittelschutz (Typ 2) vorzusehen. Es ist ein einheitliches Produkt (Hersteller) in das Überspannungskonzept für gesamte Projekt/den gesamten Schulcampus vorzusehen. Weiterführende Informationen sind dem Brandschutzkonzept sowie der Auslegung der Blitzschutzanlage zu entnehmen.

#### **3.6.3 Unterverteilungen**

In jeden Standort-/Gebäude-/Etagenverteiler ist eine UV für die Versorgung der Datenschränke und der entsprechenden Arbeitsplätze einzuplanen.

Vorbehaltlich einer weiterführenden Detailplanung wird empfohlen die UV-Verteilungen für die 230V Versorgung wie folgt aufzubauen:

- Mittelschutz Typ 2
- Sicherungslasttrennschalter
- RCD

Dort wo die Verwendung vom RCD und LS nicht möglich ist, ist die Variante mit kombinierten RCD/LS einzusetzen.

- Je Verwaltungsraum ein Stromkreis
- Je Klassenraum ein Stromkreis.
- 1 Stromkreis für Technik/Versorgungsräume der Gebäudetechnik
- Generell gilt: Der RCD/FI-Schutz ist gemäß DIN VDE zu errichten!

### 3.6.4 Stromversorgung Server- und Netzwerkschränke

Bei Serverschränken sind mindestens 2x 8-fach 230V Steckdosenleisten mit Schutzkontakt/Kaltgerätestecker C13 und Überspannungsschutz (Typ III) ohne Ausschalter entsprechend nachfolgendem Schema vorzusehen und mit separaten Stromkreisen (2 Stück) zu versorgen.

Bei Netzwerkschränken reduziert sich die Installation auf eine 8-fach 230V Steckdosenleisten mit entsprechender Absicherung und einem Stromkreis.

Die Montage erfolgt jeweils im vorderen 19" Grundrahmengestell für jeden Server bzw. Verteilerschrank separat.

Der Personenschutz mit RCD/FI-Schutz ist gemäß DIN VDE zu errichten.

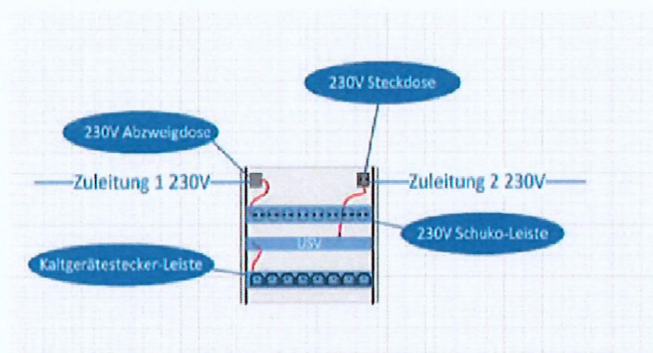


Abbildung 4: Anschlussmuster Steckdosenleisten Serverschrank

### 3.6.5 Elektrokabel

Bei der Verlegung von Kabeln, Leitungen, der Anordnung und Ausführung der Elektroinstallation sind die DIN VDE 0100, DIN 18015, die Schulbaurichtlinie, sowie die LAR NRW zu beachten. Die Installationsgeräte, -kabel und -leitungen haben den gültigen VDE-Vorschriften zu entsprechen und müssen entsprechende Kennzeichnungen tragen. Dabei sind der max. Spannungsfall kleiner 3%, die Betriebsbedingungen und die erforderliche Absicherung im Rahmen einer Kurzschlussberechnung zu berücksichtigen. Für die Betriebsbedingungen sind

sowohl die Betriebsart, Verlege- und Umgebungsbedingungen, wie z. B. Temperatur, Kabelhäufung usw., zu berücksichtigen. Hierzu wird auf DIN VDE 0100-430 und DIN VDE 0298-4 im Besonderen hingewiesen. Schon vorhandene Ausstattungen bzw. Leitungen sind vom Fachplaner festzuhalten und zu dokumentieren.

Die Elektrounterverteilung ist unter Berücksichtigung der Auflagen der Netze Duisburg GmbH (auf der Internetseite der Netze Duisburg GmbH einzusehen), DGUV3, DIN 18015 und VDE-Vorschriften finger- und handrücksicher zu installieren. Die UV sind mit einer Zuleitung so zu versorgen, sodass ein TN-S-Netz vorliegt (5-Leitersystem). Die jeweilige Verteilung muss alle benötigten Sicherungen, Schutzschalter und Schütze enthalten. Bei der Auslegung der Schutzschalter, Sicherungen und Schalter für den Verteilungseinbau sind die tatsächlichen Anschlusswerte, Selektivitäten und Kurzschlussberechnungen zu berücksichtigen. Pro Verteilerschrank ist eine Platzreserve von mind. 30 % für Einbaugeräte vorzusehen. Schaltplanunterlagen (1- und 3-polige Darstellung) und eine Legendenbezeichnung sind in einer Tasche in der UV-Tür zu hinterlegen und zudem in Softwareform dem AG zu übergeben. Die Beurteilung von bereits vorhandenen Haupt- und Unterverteilungen unterliegt den Fachplanern. Die Entscheidung über eine Ertüchtigung ist separat zu ermitteln, auszuweisen und zu begründen. Alle ertüchtigten oder erneuerten Haupt- bzw. Unterverteiler werden vom TÜV geprüft und abgenommen. Bei Arbeiten an einer elektrischen Anlage ist der aktuelle geltende technische Stand herzustellen. Kabel sind generell mit einem Mindestquerschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup> zu wählen.

### **3.6.6 Kabelverlegesysteme Start-/Schwachstrom**

Für die installierten Kabelverlegesysteme gelten grundsätzlich die nachfolgend beschriebenen Bedingungen. Die Nennbreite ist gleich Nutbreite. Holme sind als Verstärkung und Kantenschutz mit oberem Falz zu versehen. Sprossen aus C-Profil, Abstand höchstens 300 mm, mit gratloser Kabelauflagefläche. Der Befestigungsabstand für die Trägerstiele liegt zwischen 1,20 und 1,50 m. Für Richtungsänderungen bzw. Abzweige sind grundsätzlich die vom Hersteller vorgesehenen Formbauteile zu verwenden.

Zu den Kabelträgersystemen gehören die erforderlichen Befestigungswinkel, Klemmwinkel, Stahl-Spreizdübel, Schrauben mit Zubehör, Distanzstücke, Trägerklauen, Ankerbolzen, Verbindungsstücke, Klemmstücke, Klemmschellen, Wandbügel, Trägerlaschen, Schutzkappen, Eckbleche, Anschlussstücke, Auflegewinkel, Überschubhülsen und Schmiegen, Gelenkstücke, Aufleger, Anschlusslaschen, Abstandlaschen, Halterkupplungen, Leiterhalter und sonstige Kleinteile. Sämtliche Schnittkanten sind nachträglich zu verzinken. Alle Pritschen und Rinnen müssen mit Stegen für die Trennung des Strom- vom Schwachstromnetz ausgerüstet sein.

Alle Kabelverlegesysteme werden in den Potentialausgleich einbezogen und entsprechend geerdet. Es ist besonders darauf zu achten, dass die Rinnen in ihrem gesamten Verlauf auf dem gleichen Potential liegen. Kommt ein Stahlblechkanal zum Einsatz, so ist auf durchgängigen Potentialausgleich zu achten. Bei der Verlegung von Stark- und Schwachstromleitungen innerhalb des Kanals, sind entsprechende Trennstege einzubauen. Das lose Verlegen von Leitungen ist nicht zulässig. Kabelrinnen sind so auszuführen, dass grundsätzlich eine Platzreserve von min. 40 % nach der endgültigen Kabelverlegung bestehen bleibt.

Für die Verlegesysteme gilt weiterhin:

- vorgegebene Biegeradien der Kabel müssen abhängig vom Kabelquerschnitt eingehalten werden,
- vorgegebene Abstände der Kabel untereinander müssen eingehalten werden,
- Größe der Kabelwanne/Gitterrinne ist min 400 mm \* 60 mm,
- abgehängte Kabelwannen/Gitterrinne sind als offene Systeme auszuführen,
- abgehängte Kabeltrassen/Gitterrinne müssen mit hitzebeständigem Material befestigt werden,
- Kabelwannen/Gitterrinnen/Verlegesysteme müssen der Spezifikation „F“ (feuerverzinkt) entsprechen und komplett von Zinkflitter befreit sein.

### **3.6.7 Sonstige Anforderungen**

Der Errichter elektrischer Anlagen hat durch eine Errichterbescheinigung schriftlich zu erklären, dass die Anlage entsprechend den gesetzlichen Vorschriften und entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet worden ist und ihre ordnungsgemäße Funktion gewährleistet ist.

Prüfungen der elektrotechnischen Anlagen sind vor der erstmaligen Inbetriebnahme und vor der Wiederinbetriebnahme nach Änderungen und Instandsetzungen erforderlich. Die Prüfungen dienen der Feststellung, ob der Schutz von Personen und Sachen sichergestellt ist. Die Prüfungen erfolgen durch Besichtigen sowie Erproben und Messen. Das Messprotokoll des Errichters ist beizulegen sowie die entsprechende Dokumentation mit Legende und Stromlaufplänen (ein- und dreipolig).

## **3.7 Bauliche Maßnahmen**

### **3.7.1 Verteilerräume**

Grundsätzlich muss im Verteilerraum eine allgemeine Niederspannungsversorgung (getrennt abgesichert) vorhanden sein. Hier ist zu unterscheiden zwischen

- Hausanschlussraum
- Technikraum in allen Etagen
- Trafo/NSHV-Räume im Gebäude oder in einer Kompaktstation außerhalb des Gebäudes

Auf eine ausreichende Belüftung mit öffnenbaren Bodenelementen und bedarfsgerechte Beleuchtung ist zu achten. Zudem ist auf eine ausreichende Erdung der Datenschränke zu achten.

Ein wischfähiger, PVC-freier, antistatischer Fußbodenbelag mit einem Ableitwiderstand von  $<10^8$  Ohm wird in den Datenverteilerstandorten dringend empfohlen. Die Einhaltung des geforderten Ableitwiderstandes ist an mehreren Stellen zu messen. Abweichungen bezüglich der Ableitfähigkeit müssen begründet werden.

Darüber hinaus sind bei Neueinrichtung von Standort- und den Gebäudeverteilterräumen folgende Maßnahmen zu berücksichtigen.

- Ableitfähiger Doppelboden, soweit baulich möglich; sonst ableitfähiger Boden
- Konditionierung des Raumes, ggf. durch Klimatisierung, wenn erforderlich
- Brand- und Einbruchmelder
- Zutrittskontrolle

Hinweis:

Brandmelder müssen an die hauseigene Brandmelde-/Hausalarmanlage angekoppelt werden, idealerweise durch die Wartungsfirma (Gewährleistung), sodass die Melder bei der turnusmäßigen Wartung mit geprüft werden. Neu installierte Melder müssen eine entsprechende Zertifizierung aufweisen und dürfen nur von einer zertifizierten Fachfirma verbaut werden.

Die Mindeststellfläche für einen Verteilerschrank ist 3 m x 2 m. Einzuplanen sind zusätzlich der Platzbedarf für Server, Unterbrechungslose Stromversorgung und Platzreserven für künftige Erweiterungen.

Als Verteilergrößen sind vorgesehen,

- Standverteiler mind. 42HE/B800 x T1000 mm mit Sockel zum Transport demontierbar für Server- und Backupraum
- Wandverteiler 15HE/B800 x T600mm 3-teilig oder modular
- Standverteiler mind. 42 bzw. 21 HE, B800 x T800 mm mit Sockel zum Transport demontierbar für Netzwerkschränke
- Wand/Untertisch/Desktopverteiler mind. 5 HE, B300 x T600 x H300 mm in Ausnahmefällen für z. B. Turnhallen

Andere Größen sind nur im Ausnahmefall zugelassen und im Vorfeld mit dem AG abzustimmen.

**Zudem sind Räume zu meiden, welche durch Hochwasserereignisse oder Wasserleitungsbrüche überflutet werden können oder gefährdet sind, z. B. Kellerräume.**

### **3.8 Kennzeichnungssystem**

Kabel und Leitungen sind beidseitig (am Schaltschrank und am End-/Feldgerät) mit Kabelmarkern zu versehen, wo die Kabelnummer deutlich sichtbar angebracht wird. Die Kabelmarker sind dauerhaft zu beschriften (Druck) und unverlierbar zu befestigen. Eine handschriftliche Beschriftung auf Wickelband ist nicht zulässig.

Erdungspunkte (z. B. an Trassenübergängen) sind mit vorgefertigten Aufklebern zu kennzeichnen.



Abbildung 5: Kennzeichnungssystem für Kabel und Leitungen, Erdungspunkte

### 3.8.1 Empfehlung zur Kennzeichnung

Für alle geplanten bzw. installierten Komponenten einer IT-Kommunikationsverkabelung wird ein einheitliches Kennzeichnungsschema vorgesehen, das sowohl die Kennzeichnung vor Ort als auch die Kennzeichnung für die Dokumentation berücksichtigt.

Die am häufigsten eingesetzten Netzwerk-Komponenten werden nachfolgend im Einzelnen berücksichtigt. Es werden nur ortsfeste Komponenten berücksichtigt, also keine Endgeräte. Des Weiteren orientiert sich das beschriebene Schema, von den Bezeichnungen her, an Komponenten-Klassen, die zur Dokumentation in einer verwendeten Datenbank geeignet sind.

Zudem sind Patchkabel farblich für den erforderlichen Einsatzzweck vorzusehen.

Standard-Pädagogik

PC, Drucker, etc. = grau

Verwaltungsgeräte = gelb

PoE Geräte (am AP und Switch) = blau

VoIP Geräte = = schwarz

**Grundsätzlich gilt: Im Falle einer bestehenden Kommunikationsverkabelung mit einem anderen, etablierten Kennzeichnungsschema ist dieses zu übernehmen und das nachfolgende Schema nicht anzuwenden.**

### 3.8.2 Technikräume oder Bereiche mit Verteilerkomponenten

IT-Verteiler werden mit einem festgelegten Klassenkürzel z. B. „D“ gekennzeichnet.

Beispiele für die Kennzeichnung:

vor Ort: D,

Dokum.: D,

Abkürzungen: D ist ein Datenverteiler

Hinweis: Ein „Verteiler“ bezeichnet nach EN 50173 nicht den Schrank, sondern den Punkt, an dem Kabel der unterschiedlichen Verkabelungsebenen zusammenlaufen. Dieser Punkt kann damit verschiedene Funktionen haben wie ein Standort-, Gebäude- oder Etagenverteiler.

### **3.8.3 Verteilerschränke**

Verteilerschränke werden mit einer 1-ziffrigen fortlaufenden Nummer je IT-Verteiler gekennzeichnet.

Beispiele für die Kennzeichnung:

vor Ort: D-1,

Dokum.: D-1,

Abkürzungen: D ist ein Datenverteiler -1 der 1. Verteilerschrank

### **3.8.4 Rangierpanels**

Rangierfelder werden mit (Unterscheidung zwischen Rangierfelder für Glasfaser oder Kupfer) einer 2-ziffrigen fortlaufenden Nummer je IT-Verteiler (Rack) gekennzeichnet.

Beispiele für die Kennzeichnung:

vor Ort: 03

Dokum.: D-1-03,

Abkürzungen: D ist ein Datenverteiler

-1 = der 1. Verteilerschrank

-03 das dritte Panel (Nummer in Abhängigkeit der Montagereihenfolge)

### **3.8.5 Port im Rangierpanel**

Panel-Ports der LWL-Anschlüsse werden mit dem jeweiligen Ziel beschriftet, analog den Netzwerkdoesen.

Beispiele für die Kennzeichnung:

vor Ort: 2.3.1-12

Dokum.: entfällt

Abkürzungen: Ist der Verteiler 2, Panel 3, Port 1-12

### **3.8.6 Port in Datendosen**

Die Netzwerkdoesen soll nach dem Schema Verteiler.Panel.Port bezeichnet werden. Im Falle von mehreren Ports pro Dose werden die Nummern durch einen Schrägstrich getrennt.

Beispiele für die Kennzeichnung:

vor Ort: 2.5.6/7 (QR-Codes können bei Bedarf zusätzlich angebracht werden)

Dokum.: 2.5.6/7,

Abkürzungen: Ist der 2. Verteiler

- Panel 5

- Port 6/7 des installierten Panels

Im jeweiligen Verteilerschrank ist eine laminierte Tabelle abzulegen, in der die o. g. Kennzeichnungen den Raumnummern, in denen sich die Datendosen befinden, zugeordnet sind.

### **3.8.7 Stromanschlüsse/Endstromkreise**

Die Stromanschlussdosen sind mit der Nummer der Unterverteilung und des Stromkreises zu versehen. Ebenso ist der Hinweis ‚Nur EDV‘ anzubringen. Es ist auf eine farbliche Unterscheidung zu den anderen Stromanschlussdosen zu achten (ideal wäre hier z. B. eine rötliche Farbgebung).

Beispiel:

Rahmen oben: UV02-F16

Rahmen unten: Nur EDV

## **3.9 Dokumentation der Verkabelung**

Die Dokumentation der Verkabelung muss einschließen:

- die Spezifikation der Installation,
- den Qualitätsplan,
- eine abschließende Dokumentation der Verkabelung,
- Patchlisten (in welchem Raum befindet sich welche Dose),
- Zuordnung Dose auf Etagenverteiler und Verteilerschrank,
- Strangschema der anwendungsneutralen Verkabelung,
- Schematische Darstellung der Datenschränke,
- Pläne in DWG-Format und PDF-Format
- den Konformitätsnachweis der Kabel, Steckverbinder, konfektionierte Kabel usw.,
- Aufzeichnungen über Kabelabnahmeprüfungen,
- Aufzeichnungen über Abnahmeprüfungen konfektionierte Kabel,
- Lieferinformationen und Datenblätter (z. B. Daten über Wareneingang und Chargen-Nummern oder andere eindeutige Produktkennzeichen von Kabeln – Messdatenblatt auf der Kabeltrommel – und Zubehör).

- Lagepläne, welche die Identifikation und Lage von Verteilern, Kabelwegen, Kabeln, Anschlusspunkten, Gestellen, Rangierfeldern und Schutzeinrichtungen umfassen,
- Informationen über Verteiler, Kabelwege, Kabelverbindungen und Gestelle (in schematischer Form oder auf der Grundlage von Berichten) entsprechend der tatsächlichen Ausführung,
- Aufzeichnungen über Abnahmeprüfungen an installierter Verkabelung,
- Konformitätsnachweis gegenüber der Installationsspezifikation durch den Auftragnehmer, Errichterbescheinigung zur ordnungsmäßigen Ausführung der Leistung
- Übergabezertifizierung mit formaler Montageüberprüfung einer fachkompetenten Person sowie Übergabe eines signierten Übergabezertifikats, welche die Montage nach festgelegten Standards bestätigt.
- Einzelheiten zur Erdung und Potentialausgleich mit Messprotokollen

Die Dokumentation erfolgt grundsätzlich in digitaler Form. Darüber hinaus ist dem Auftraggeber eine gedruckte Ausfertigung (2-fache Ausfertigung) der finalen Dokumentation zu übergeben. Das Dateiformat der Dokumentation ist mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Übergabe der Messdokumentation sowie der Verkabelung erfolgt ausschließlich in digitaler Form.

### **3.10 Aktivtechnik IT**

Damit eine anwenderspezifische Netzwerkstruktur in den Schulen gewährleistet werden kann, müssen verschiedenste Komponenten zum Einsatz kommen. Gebraucht werden APs, IT-Koppelelemente wie Switche und eine entsprechende Datenverkabelung zu den erforderlichen AP und klassischen Datendosen. Alle aktiven Komponenten wie Switche, Server, Netzwerkspeicher usw. werden in Abstimmung mit Amt 40-2 durch den Nutzer bzw. Betreiber der Anlage verbaut. Durch den Fachplaner sind erforderliche Platzreserven für diese Aktivtechnik in den IT-Gestellen vorzusehen und im Rahmen der strukturierten Verkabelung zu planen. Schnittstelle zur Aktivtechnik sind die zu integrierenden Steckdosenleisten sowie Patchpanels. Patchkabel sind in bedarfsgerechten Längen und Kabelquerschnitten durch den Lieferanten der Aktivtechnik zu installieren.

Zur Vermeidung wärmebedingter Ausfälle der IT-Systeme, ist grundsätzlich zu prüfen, ob aufgrund der gegebenen IT-Lasten mittels Vorgabe von Amt 40-2 eine Klimaanlage zur Raumkonditionierung erforderlich ist. Die zu wählenden Raumbedingungen für Temperatur und Feuchte sind den jeweils eingesetzten IT-Komponenten zu entnehmen bzw. entsprechend der nachfolgenden ASHRAE-Tabelle vorzunehmen.

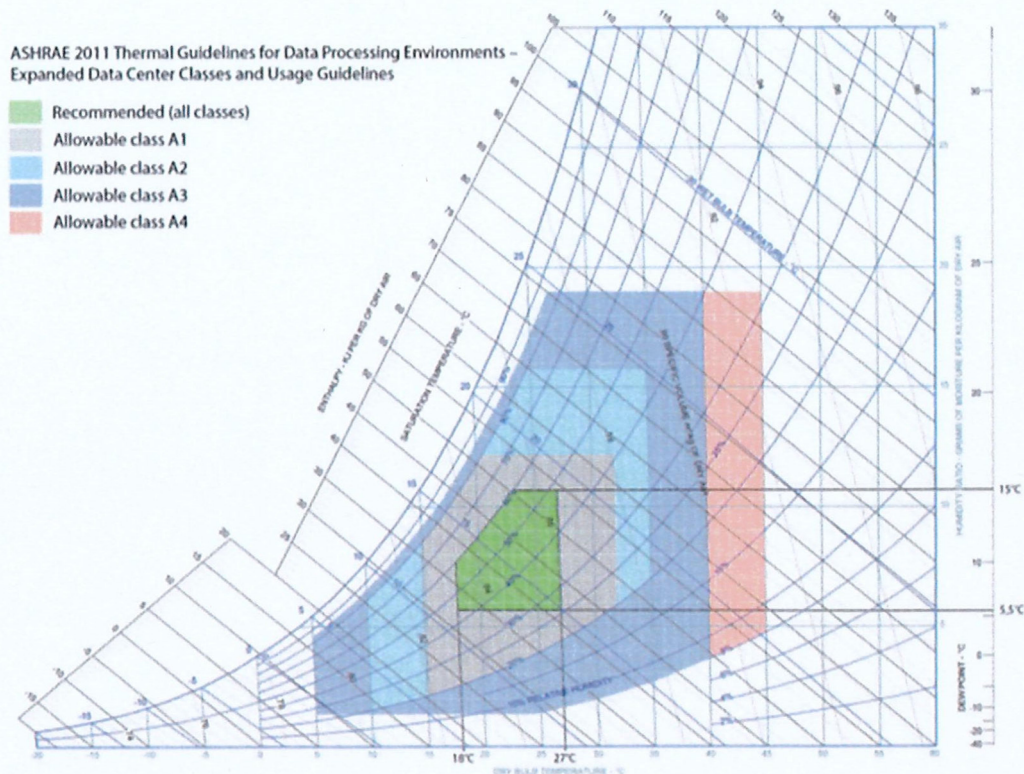


Abbildung 6: ASHREA Tabelle

### 3.11 Schrankaufbau IT

#### 3.11.1 Netzwerkschränke

Es sind geschlossene Netzwerkschränke mit abschließbaren Seitenwänden zu verwenden. Hierbei kommen Standverteiler mit mind. 42 HE und den Abmessungen B=800 x T=800 mm mit Sockel zum Transport demontierbar ausgeführt zum Einsatz. Als Standard dient die 42 HE-Ausführung, es kann aber z. B. aus baulichen Gründen, auf die in 3.7.1 beschriebenen Schrankgrößen zurückgegriffen werden. Im Rack-Dach ist eine mögliche Belüftung vorgesehen, welche je nach aktiver Last in Abstimmung mit dem Amt 40-2 mittels aktiven Lüfters auszustatten ist. Es ist mindestens ein getrennter Stromkreis mit entsprechender elektrischer Absicherung in den Schrank zu legen. Dieser ist mit einer in dem Schrank festverbundenen 19" Schuko Stromsteckerleiste (min. 8 Stecker) inkl. Überspannungsschutz zu verbinden.

Der Einbau der Panels ist entsprechend nachfolgendem Schema durchzuführen und von oben nach unten beginnend zu bestücken. 42 HE Kabelführung, LWL Panel(s), 1 HE Kabelführung, 2x 1 HE Blindabdeckung, 1 HE Kabelführung, Kupferpanel(s), nach je zwei Kupferpanels ist eine 1 HE Kabelführung vorzusehen, Telefonnetz nach Bedarf. Im Anschluss der realisierten Panels sind nach einer HE Kabelführung die aktiven Komponenten verortet. Vor/Nach jedem Switch ist eine 1 HE Kabelführung erforderlich. Nicht 19" einbaufähige Geräte sind auf 19" Einbauböden beizulegen. Im unteren Bereich des Schrankes und einem Abstand von 2 HE vom unteren Boden ist die Steckdosenleiste (min. 8 Stecker) einzubauen. Die beiden unteren Leerbereiche sind mit 1 HE Blindabdeckungen zu verschließen. Am seitlichen Rand neben den Panels/Komponenten sind vertikale Kabelführungen zu setzen.

Frontseite Netzwerk-Rack		
HE42	Kabelführung	
HE41	24 Port OM4	
HE40	24 Port OM4	
HE39	Kabelführung	
HE38	Blindabdeckung	
HE37	Blindabdeckung	
HE36	Kabelführung	
HE35	24 Port CU(RJ45)	
HE34	24 Port CU(RJ45)	
HE33	Kabelführung	
HE32	24 Port CU(RJ45), entsprechend Bedarf oder Telefonnetz	
HE31	24 Port CU(RJ45), entsprechend Bedarf oder Telefonnetz	
HE30	Kabelführung	
HE29	Aktivtechnik Switch	
HE28	Kabelführung	
HE27	Aktivtechnik Switch nach Bedarf	
HE26	Kabelführung	
HE25		
HE24		
HE23		
HE22		
HE21		
HE20	Einlegeboden für Aktivtechnik	
HE19		
HE18		
HE17		
HE16		
HE15		
HE14		
HE13		
HE12		
HE11		
HE10		
HE09		
HE08		
HE07		
HE06		
HE05		
HE04	Steckdosenleiste, entsprechend Bedarf	
HE03	Steckdosenleiste	
HE02	Blindabdeckung	
HE01	Blindabdeckung	

Abbildung 7: Schrankschema Netzwerkschrank

### 3.11.2 Serverschränke

Es sind Serverschränke mit abschließbaren Seitenwänden zu verwenden. Hierbei kommen Standverteiler mit mind. 42 HE und den Abmessungen B=800 x T=1000 mm mit Sockel zum Transport demontierbar ausgeführt zum Einsatz. Als Standard dient die 42 HE Ausführung, nur in Sonderfällen und nach Abstimmung kann eine mind. 21 HE-Variante zum Einsatz kommen. Die Front und Rücktüren der Schränke sind mit abschließbaren Türen mit Wabenlochung und einem freien Luftquerschnitt von ca. 80 % ausgestattet. Die Energieversorgung erfolgt entsprechend Kapitel 3.6.4..

Hinweis: Die Dimensionierung der erforderlichen USV-Anlage erfolgt in Abstimmung mit Amt 40-2.

Der Einbau der Panels ist entsprechend nachfolgendem Schema durchzuführen und von oben nach unten beginnend zu bestücken. 1 HE Kabelführung, LWL Panel(s), 1 HE Kabelführung, 2x 1 HE Blindblenden, Kupferpanel(s), nach je zwei Kupferpanels ist eine 1 HE Kabelführung

vorzusehen, Telefonnetz nach Bedarf. Im Anschluss der Panels sind die aktiven Komponenten verortet. Nach jedem Switch ist je 1 HE Kabelführung einzuplanen.

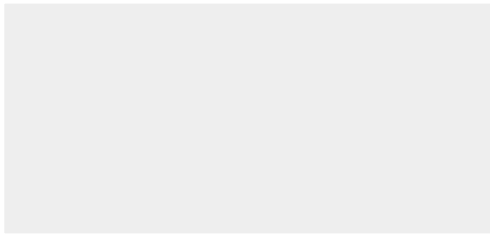
Unterhalb der Switche sind mit 2x 1 HE Blindblenden weitere aktive IT-Komponenten vorgesehen. Nicht 19" einbaufähige Geräte sind auf einen 19" Einbauboden zu legen. Im unteren Bereich 2 HE vom unteren Ende des Schrankes, welche mit 2x 1 HE Blind-blenden verschlossen werden, ist Platz für die USV einzuplanen (ca. 2 HE je Stück) und oberhalb mit ebenfalls 2 HE zur USV, welche mit 2x 1 HE Blindblenden verschlossen werden, sind die erforderlichen Steckdosenleisten einzubauen. In jedem Serverrack ist in einer Höhe von ca. 90 cm vom Boden eine HE durch eine Blindblende vorzuhalten, hier für den späteren Einbau einer Konsole mit TFT-Bildschirm. Am seitlichen Rand neben den Panels/Komponenten sind vertikale Kabelführungen zu setzen.

Frontseite Server-Rack	
HE42	Kabelführung
HE41	24 Port OM4 oder 12 Port OS2
HE40	24 Port OM4
HE39	Kabelführung
HE38	Blindabdeckung
HE37	Blindabdeckung
HE36	Kabelführung
HE35	24 Port CU(RJ45)
HE34	24 Port CU(RJ45)
HE33	Kabelführung
HE32	24 Port CU(RJ45), entsprechend Bedarf oder Telefonnetz
HE31	24 Port CU(RJ45), entsprechend Bedarf oder Telefonnetz
HE30	Kabelführung
HE29	Aktivtechnik Switch
HE28	Kabelführung
HE27	Aktivtechnik Switch nach Bedarf
HE26	Kabelführung
HE25	Blindabdeckung
HE24	Blindabdeckung
HE23	Aktivtechnik Server nach Bedarf
HE22	
HE21	Aktivtechnik Server nach Bedarf
HE20	
HE19	Konsole mit TFT, nach Bedarf in einer Höhe ca. 90 cm vom Boden
HE18	
HE17	
HE16	
HE15	
HE14	
HE13	Einlegeboden für Aktivtechnik
HE12	
HE11	
HE10	Steckdosenleiste, entsprechend Bedarf
HE09	Steckdosenleiste
HE08	Blindabdeckung
HE07	Blindabdeckung
HE06	USV-Technik, entsprechend Bedarf
HE05	
HE04	USV-Technik
HE03	
HE02	Blindabdeckung
HE01	Blindabdeckung

Abbildung 8: Schrankschema Serverschrank

## 4. Genehmigung und Inkrafttreten

Beschlossen durch die



## 5. Anhang

### 5.1 Mitgeltende Dokumente

Vorgaben für Container und temporäre Gebäude befinden sich im Dokument

„Strukturvorgabe Netzwerk für Container und temporäre Gebäude“

Dieses ist bei Bedarf über 40-2 anzufragen.

### 5.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Dokumentenhistorie.....	5
Tabelle 2: Aufteilung Anschluss Unterrichtsraum.....	12
Tabelle 3: Aufteilung Anschluss Informatikraum .....	15
Tabelle 4: Aufteilung Anschluss Sporthallen .....	16

### 5.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auflegen der Kabel nach TIA 568A.....	11
Abbildung 2: Raumschema Unterrichtsraum .....	12
Abbildung 3: Beispiel Raumschema Clusterbereich .....	14
Abbildung 4: Anschlussmuster Steckdosenleisten .....	21
Abbildung 5: Kennzeichnungssystem für Kabel und Leitungen, Erdungspunkte .....	25
Abbildung 6: ASHREA Tabelle.....	29
Abbildung 7: Schrankschema Netzwerkschrank.....	30
Abbildung 8: Schrankschema Serverschrank .....	31

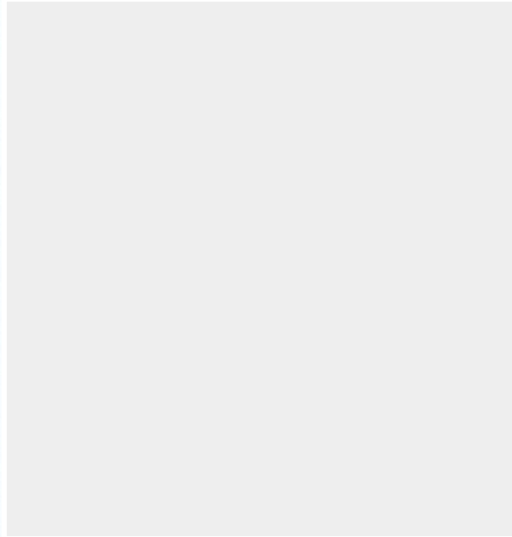
## 6. Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AL	Außenluft
AP	Access Point
BMA	Brandmeldeanlage
CE	Conformité Européenne (Übereinstimmung mit EU-Richtlinien)
CER	Cooling Efficiency Ratio
CUE	Carbon Usage Effectiveness
DIN	Deutsches Institut für Normung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EMA	Einbruchmeldeanlage
ERF	Energie Reuse Factor
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GA	Gebäudeautomation
GLT	Gebäudeleittechnik
GMA	Gefahrenmelde- und Alarmanlagen
HE	Höheneinheiten
HS	Hochspannung
ISP	Internet Service Provider
KG	Kostengruppe
KL	Klima/Lüftung
KPI	Key Performance Indicators (Schlüsselkennzahlen)
KS	Klimaschrank
KW	Kaltwasser
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
LWL	Lichtwellenleiter
LPZ	lightning protection zone (Blitzschutzzone)
MS	Mittelspannung
MSR	Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik
NEA	Netzersatzanlage
NS	Niederspannung
NSHV	Niederspannungshauptverteilung
NSN	Niederspannungsnetz
OGS	Offene Ganztagsbetreuung
OKFF	Oberkante Fertigfußboden
PE	protected earth (Schutzleiter)
POE	Power over Ethernet
RC	Resistance Class (ehemas Widerstandsklasse, siehe DIN EN 1627)
RJ	Registered Jack
RKG	Reihen Kühlgerät (Rackreihenkühler, InRow)
RS	Rauchdicht
SPD	Surge Protection Device (Überspannungsschutz)
SPOF	Single Point Of Failure

TKÜ	Telekommunikationsübergabe
TN S System	frz. Terre Neutre Séparé, PE und N im Leitungsverlauf strikt getrennt
TN-C-S-System	frz. Terre Neutre Combiné Séparé
ULK	Umluftkühlgerät
UMZ-Schutz	unabhängiger Maximalstromzeitschutz (Überstromzeitschutz)
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UV	Unterverteilung
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VdS	Verband der Sachversicherer
WMA	Wassermeldeanlage
ZEP	Zentraler Erdungspunkt
ZK/ZKA	Zugangskontrolle/Zugangskontrollanlage

## 7. Impressum

Ersteller:



Unter Mitarbeit von: