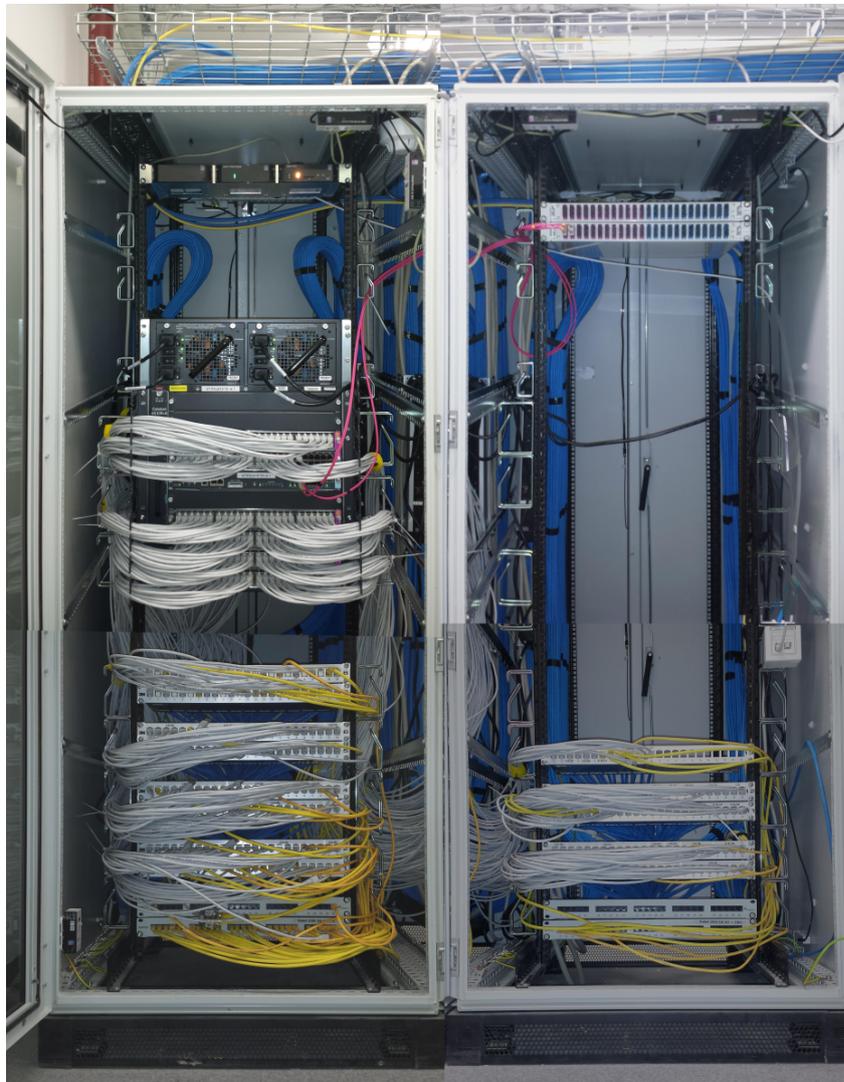


Für alle, die sich mit

IT-Verkabelung

innerhalb eines Gebäudes beschäftigen



Andreas Horn
Ingenieur für Industrielle Elektronik (FS)

Heilbad Heiligenstadt, 23. November 2023

© Bei Nennung des Autors darf dieser Artikel (oder Auszüge daraus)
frei verwendet werden

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Verantwortlich für den Inhalt:	5
1.2	Datenschutzerklärung	5
1.3	Haftungsausschluss	5
2	IT-Verkabelung	6
3	Problemstellung	7
4	Allgemeines	8
5	Planung	10
5.1	Betrachtung des Gebäudes	10
5.2	Verteilerabdeckung	10
5.3	Räume für Netzwerkknoten (Datenverteileräume)	10
5.4	Anschlüsse in Räumen	12
5.5	Feinplanung	13
5.6	Häufige Planungsfehler	14
5.7	Fazit	14
6	Netzwerkschränke	17
6.1	Komponenten trennen	17
6.2	Komponenten mischen	18
6.3	Beispiele für gemischte Anordnung	19
6.4	Abschreckung	23
7	Verkabelungsrichtlinie	36
7.1	Motivation zur Erstellung einer Verkabelungsrichtlinie	36
7.2	Was sollte eine Verkabelungsrichtlinie beinhalten	37
8	Investitionskosten	38
8.1	Kosten für die Errichtung	38
8.2	Flächennutzung	38
8.3	Preise	39
8.4	Errichtungskosten pro Arbeitsplatz	41
9	Zukunftssicherheit	43
10	Linksammlung	44
10.1	DIN-Normen, VDE-Vorschriften und weitere Literatur	44
10.2	Weitere Vorschriften	47
10.3	Lehrgänge der BdNI Akademie	48
10.4	Verkabelungsrichtlinien	48
10.5	Kleine Netzwerke	48
11	Randbemerkungen	49
11.1	Wortwechsel	49
11.2	Erkenntnisse	50
11.3	Dumme Sprüche	51

Abbildungsverzeichnis

1	Positionierung von Netzknoten	11
2	Das Prinzip „Stille Post“	15
3	Auswahl der TP-Komponenten (Vergleich EN 50173 und TIA/EIA 568)	16
4	Etagenverteiler	19
5	Etagenverteiler vorn oben – ohne aktive Komponente(n)	20
6	Etagenverteiler hinten unten	21
7	Kleinverteiler	22
8	Anschlussdosen im Raum falsch platziert	23
9	Falsche Kabeleinführung in den Netzwerkschrank	24
10	Kabelverlegung ohne Kabelbühne (1)	25
11	Kabelverlegung ohne Kabelbühne (2)	25
12	Unzureichende Elektroinstallation	26
13	Kabelverlegung im Netzwerkschrank falsch (1)	26
14	Kabelverlegung im Netzwerkschrank falsch (2)	27
15	Als Datenverteiler ungeeigneter Technikraum	28
16	Netzwerkschrank überfüllt	29
17	Netzwerkschrank überfüllt – Detailansicht vorn	30
18	Netzwerkschrank überfüllt – Detailansicht hinten	31
19	Zu kleine Kabeltrasse (1)	32
20	Zu kleine Kabeltrasse (2)	33
21	Netzwerkräume sind keine Abstellplätze	34
22	Installationsreste nicht entsorgt	35
23	Kosten pro Arbeitsplatz, sortiert nach Art der Baumaßnahme	41
24	Kosten pro Arbeitsplatz, sortiert nach Anzahl der Schränke	41

Tabellenverzeichnis

1	Mindest-Flächennutzung bei verschiedener Schrankanzahl	38
2	Technische Kosten	40
3	Kosten pro Arbeitsplatz	41

Listenverzeichnis

1	Was wird in diesem Artikel behandelt	6
2	Was muss alles beachtet werden	7
3	Anwendung der Strukturierten Verkabelung	8
4	Bei der Feinplanung zu beachten	11
5	Häufige Anschlüsse pro Arbeitsplatz	12
6	Bei der Planung zu beachten	14
7	Anschlusseinheiten nach DIN EN 50174-2	17
8	aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Vorteile	17
9	aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Nachteile	17
10	aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Vorteile	18
11	aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Nachteile	18
12	Inhalt einer Verkabelungsrichtlinie	37
13	Komponenten für einen Datenverteiler	39
14	Vorschriften und Normen	44
15	Weitere Vorschriften	47
16	Lehrgänge der BdNI	48
17	Verkabelungsrichtlinien	48
18	Kleine Netzwerke	48
19	Wortwechsel	49
20	Erkenntnisse	50
21	Dumme Sprüche	51

1 Einleitung

Motivation für die Erstellung dieses Dokuments war, dass Kollegen meinten, ich solle meine langjährigen Erfahrungen doch aufschreiben, damit dieses Wissen nicht verloren geht und auch Andere davon profitieren. Allerdings sind die hier getroffenen Aussagen nicht aktuell, ich bin Herbst 2017 als Altersrentner aus dem Arbeitsleben ausgeschieden und kann seitdem keine neuen Erfahrungen einfließen lassen. Trotzdem kann Manches hieraus helfen, bessere Entscheidungen. zu treffen.

Bezüglich Lichtwellenleiter hat sich aber seitdem Einiges getan, das muss unbedingt berücksichtigt werden.

Heilbad Heiligenstadt, 25.10.2023

1.1 Verantwortlich für den Inhalt:

Andreas Horn
Jakobistraße 18
37308 Heilbad Heiligenstadt
Deutschland
mail@andreashorn.de
+49 3606 614558

1.2 Datenschutzerklärung

Das Anklicken von Links in diesem Dokument erfolgt auf eigene Gefahr. Die Weiterleitung von persönlichen Daten auf die verlinkten Webseiten ist möglich, auf die Erfassung dort habe ich keinen Einfluss. Ich persönlich erfasse Ihre Daten nicht. Außerdem bin ich nicht in der Lage, ständig alle verwendeten Links auf fragwürdige oder nicht legale Inhalte zu prüfen. Bei einem heruntergeladenen Dokument ist das auch technisch gar nicht möglich

1.3 Haftungsausschluss

Dieses Dokument wurde nach bestem Wissen und langjähriger Erfahrung angefertigt. Fehler sind aber keinesfalls ausgeschlossen und ich als Autor übernehme auch keinerlei Haftung, wenn nach dieser Handreichung verfahren wird. Hier genannte und weitere Vorschriften werden auch ständig angepasst. Deshalb ist weitere Information und besonders ein gesunder Menschenverstand immer eine gute Ergänzung.

2 IT-Verkabelung

Serverräume, Rechenzentren usw. werden in der Regel präsentabel (und damit meist auch technisch korrekt) aufgebaut. Das ist bei der Netzwerk-Infrastruktur leider häufig nicht der Fall, da sie nicht so wichtig zu sein scheint (und aus den Augen – aus dem Sinn). Das ist aber ein großer und weit verbreiteter Irrtum und betrifft hauptsächlich Gebäudeverteiler, Etagenverteiler, die Verkabelung von Gebäudeverteiler zu Etagenverteiler (Sekundärverkabelung) und die Verkabelung vom Etagenverteiler zur Datenanschlussdose (Tertiärverkabelung).

In diesem Aufsatz wird das Hauptaugenmerk auf die Etagenverteiler und die Tertiärverkabelung gelegt.

In erster Linie soll diese Handreichung den Bauherren von Netzwerk-Infrastruktur (IT-Verkabelung) helfen, Entscheidungen zu treffen:

Liste 1: Was wird in diesem Artikel behandelt

- Kosten: Was wird wirklich gebraucht und wo können Investmittel gespart werden
- Sind Nachinstallationen und Änderungen preiswert möglich
- Ist die Verkabelung noch in mehreren Jahren aktuell
- Wie ist das mit Wartbarkeit, Fehlersuche und den dazu gehörenden Kosten
- Kollidieren vorstehende Punkte und wo liegt der passende Kompromiss
- Was gehört noch alles dazu

In diesem Dokument geht es um die Netzwerk-Infrastruktur, wie sie zweckmäßig geplant und möglichst weit in die Zukunft weisend errichtet werden kann. Die Netzwerk-Infrastruktur ist eines der wichtigsten, in der Anschaffung kostspieligsten und langlebigsten Bestandteile eines IT-Netzwerks. In Ihrer Komplexität benötigt sie deshalb genaueste Planung und Ausführung. Speziell werden hier große Bürokomplexe betrachtet. Dazu soll diese Handreichung Anregungen geben.

Es sollte klar sein, dass es sich hierbei nicht um ein „fertiges Kochrezept“ handeln kann. Die Bedingungen stellen sich in jedem Gebäude – teilweise sogar in jedem Netzwerkknoten – anders dar. Die verwendete Technik ist auch in ständigem Fluss. Deshalb wird auch diese Handreichung „niemals fertig“. Es werden also ständig Änderungen und Fortsetzungen daran vorgenommen werden (*müssen*).

Viele der hier dargestellten Sachverhalte sind Selbstverständlichkeiten und bedürfen eigentlich keiner besonderen Erwähnung. Die von mir täglich erlebte Praxis lehrt mich allerdings etwas Anderes. Z.B. werden Generalauftragnehmer mit einem Pauschalpreis nur das Nötigste machen und alles Andere weglassen, egal ob das später dem Auftragnehmer weh tut. Formal ist der Auftrag ja erfüllt.

Die Geldpolitik in fast allen Unternehmen ist leider nicht auf Nachhaltigkeit ausgelegt. Der (kleine) kurzfristige Gewinn erscheint wichtiger – wer weiß denn, was morgen ist...

**Wenn Sie Beratung von mir wünschen:
andreas@andreashorn.de**

3 Problemstellung

Die IT-Verkabelung von Gebäuden, die Positionierung und Gestaltung von Netzwerkräumen in diesen Gebäuden ist ein komplexes Problem und sind jeweils individuell an die Anforderungen und Gelegenheiten anzupassen. Hier soll eine kurze und unvollständige Auflistung genügen:

Liste 2: Was muss alles beachtet werden

- Ermittlung des für das Gebäude bzw. den Gebäudekomplex zu erreichende Ziel
- Festlegung von verbindlichen Vorgaben für die Verkabelung
- Mengenbedarf an Netzwerk-Anschlüssen ermitteln und an die einzelnen Räume anpassen
- Räumliche Aufteilung der Netzwerk-Anschlüsse unter Berücksichtigung der maximalen Leitungslängen
- Festlegung des Raumes (der Räume) für den (die) Netzwerkknoten
- Beachtung der Möglichkeiten für Kabelwege
- Anschlussmöglichkeiten für die Stromversorgung
- Abfuhr der Abwärme (Klimatisierung)
- Brandschutz
- Gesundheitsschutz
- Schutz vor unberechtigtem Zutritt und Vandalismus
- Schutz vor Eindringen von Wasser, Gas, usw.
- Schutz vor Überspannung (Blitz, Erdung, Schutzleiter)
- EMV-Schutz (Schützen des Netzwerkknotens gegen Störungen von außen (Vandalismus))
- Schutz externer Geräte vor Störungen durch das Netzwerk
- Dokumentation

4 Allgemeines

Willi Brandt, 9. November 1989:

„*Es wächst zusammen, was zusammen gehört.*“

Diesen Satz kann man für den Bereich der Strukturierten Verkabelung neu interpretieren.

Strukturierte Verkabelung ist eine Universelle Gebäudeverkabelung (UGV) und dient dem Ziel, die Verkabelungsanlage verschiedenen Diensten zur Verfügung zu stellen und damit echte Synergieeffekte zu leisten.

Liste 3: Anwendung der Strukturierten Verkabelung

- IT Geräte
- Telefon (konventionelles Tel. und VoIP)
- IPTV
- Zutrittskontrolle und Zeiterfassung
- Gebäudeleittechnik
- Ruf- und Alarmanlagen
- (weitere Dienste)

Die passive Netzwerk-Infrastruktur gehört zu einer Industrie- und Büroumgebung einfach dazu. Sie ist dabei aber nicht nur einfach dabei, sondern eines der wichtigsten, in der Anschaffung kostspieligsten und langlebigsten Bestandteile eines Netzwerks. (Aktive Komponenten werden wesentlich häufiger ausgetauscht.)

Ohne eine leistungsfähige und sichere passive Netzwerk-Infrastruktur gibt es auch mit den besten aktiven Komponenten kein stabiles Netzwerk.

Die passive Netzwerk-Infrastruktur ist Bestandteil eines Gebäudes und muss deshalb sorgfältig geplant, gebaut und finanziert werden. Eine schrittweise Errichtung oder Erweiterung über die Sanierung einzelner Teilbereiche kann deshalb nur dann gelingen, wenn die später zu sanierenden Bereiche dabei von vorn herein großzügig eingeplant werden.

Anfängliches Sparen beim Auf- und Ausbau der Netzwerk-Infrastruktur führt dazu, dass dann in der Regel später wesentlich mehr Geld benötigt wird, um die vorherigen Maßnahmen zu korrigieren. Oftmals sind Erweiterungen im notwendigen Umfang dann gar nicht mehr oder nur eingeschränkt möglich.

Hier sind beispielsweise zu kleine Netzwerkknoten und zu enge Steigeschächte zu nennen. Zu kleine Kabeltrassen müssen wieder entfernt und durch größere ersetzt werden. Auch Brandschutz-Durchführungen durch Wände sind nicht mal so eben schnell zu vergrößern. Hier ist mit Ausfällen durch Beschädigung der vorhandenen Verkabelung zu rechnen. Die angemessene Stromversorgung der Netzwerkknoten (USV) muss genauso berücksichtigt werden, wie die Entsorgung der Abwärme durch geeignete Maßnahmen, z.B. durch Klimatisierung.

Planung, Errichtung, Erweiterung und Betrieb einer passiven Netzwerk-Infrastruktur dient dem Ziel, die notwendigen Voraussetzungen für die Arbeit zu schaffen. Neben der Finanzierung ist das ein komplexes Problem, was nur durch die erfolgreiche Zusammenarbeit verschiedener (Berufs-) Gruppen gelingen kann.

*Eigentümer, Vorstände, Entscheidungsträger, Finanzierer, ..., Elektro-Planer, Bauingenieure, Klimaanlagebauer, Installateure verschiedenster Richtungen, ...
(Die Aufzählung ist weder vollständig, noch stellt sie eine Reihenfolge oder Bewertung dar)*

Die Auswahl von Unternehmen, welche die Planung und Ausführung der Arbeiten zur passiven Netzwerk-Infrastruktur vornehmen, ist deshalb ein nicht zu unterschätzender Teil der vom Auftraggeber zu leistenden Vorbereitung. Hochglanzprospekte sind dabei als Auswahlkriterium nicht geeignet, es sind immer Referenzen zu betrachten, die schon einige Zeit bestehen. Nur dort zeigt sich, ob die Planung und Ausführung auch zu einem nachhaltigen Ergebnis geführt hat. Immerhin muss die Wartbarkeit der Anlage und die Möglichkeit späterer Erweiterungen über den gesamten Lebenszyklus erhalten bleiben.

5 Planung

Es ist zu untersuchen, ob der Ausbau vom Etagenverteiler zur Datenenddose zwingend mit Kupfer (Twisted Pair – TP) erfolgen muss, um PoE (remote powering) zu ermöglichen. Bei TP ist die maximale Leitungslänge von 90 m (permanent link – von Patchfeld bis zur Datenanschlussdose) zu beachten.

Größere Entfernungen sind mit LWL zu erreichen, hier ist die Länge von Übertragungsgeschwindigkeit, Faser- und Übertragungsart abhängig. Über Glasfaser ist eine Stromversorgung von Endgeräten nicht möglich, deshalb muss bei Bedarf eine zusätzliche Infrastruktur zur 50 V-Stromversorgung geschaffen werden.

Insgesamt kann das durchaus zu einem längeren iterativen Prozess in der Auseinandersetzung des Netzwerkplaners mit dem Nutzer der jeweiligen Fläche, dem Finanzierer, dem Architekten und weiteren Beteiligten führen.

5.1 Betrachtung des Gebäudes

Jedes Gebäude ist in seiner Struktur, seiner Umgebung oder seiner Nutzung einzigartig. Deshalb muss die konkrete Planung für jedes Gebäude angepasst werden. Ein Gebäude mit IT-Infrastruktur auszurüsten muss ökonomisch Sinn machen. An erster Stelle muss deshalb betrachtet werden, was im Unternehmen für das Gebäude geplant ist. Soll z.B. das Gebäude demnächst verkauft werden, ist in der Regel der Investitionsaufwand nicht über den Verkaufserlös wieder hereinzuholen. Es ist auch zu unterscheiden, ob es sich um einen Neubau oder ein Bestandsgebäude handelt, evtl. muss Denkmalschutz beachtet werden. Auch die Nutzungsart des Gebäudes spielt eine erhebliche Rolle. Ein Bürogebäude benötigt eine andere Netzwerkausstattung als eine Lagerhalle.

5.2 Verteilerabdeckung

Es muss bei der Planung von Standorten für Netzwerkknoten sichergestellt werden, dass auch bei zukünftigen Erweiterungen des Netzwerks alle in Frage kommenden Orte in und am Gebäude mit einer ausreichenden Anzahl von Netzwerkanschlüssen ohne Überschreitung der maximalen Leitungslänge ausgestattet werden können. Geeignete Räume für zusätzliche Netzwerkknoten können zu einem späteren Zeitpunkt entweder gar nicht oder nur mit einem unverhältnismäßigen Aufwand gefunden werden. Werden zuerst nur die Raumbedürfnisse der zukünftigen Nutzer eines Gebäudes unter Verwendung aller zur Verfügung stehenden Flächen berücksichtigt, sind hinterher technische Anforderungen der Infrastruktur oft nicht in vollem Umfang zu realisieren. Ein Sozialraum kann z.B. an einer Gebäudeaußenwand platziert werden, das ist bei einem Netzwerkknotenraum für ein Gebäude mit großer Grundfläche oft nicht sinnvoll.

5.3 Räume für Netzwerkknoten (Datenverteilteräume)

Es muss bei der Planung von Standorten für Netzwerkknoten sichergestellt werden, dass auch bei zukünftigen Erweiterungen des Netzwerks alle in Frage kommenden Orte in und am Gebäude mit einer ausreichenden Anzahl von Netzwerkanschlussdosen ohne Überschreitung der maximalen Leitungslänge ausgestattet werden können. Geeignete Räume für zusätzliche Netzwerkknoten können zu einem späteren Zeitpunkt entweder gar nicht oder nur mit einem unverhältnismäßigen Aufwand gefunden werden. Werden zuerst nur die Raumbedürfnisse der zukünftigen Nutzer eines Gebäudes unter Verwendung aller zur

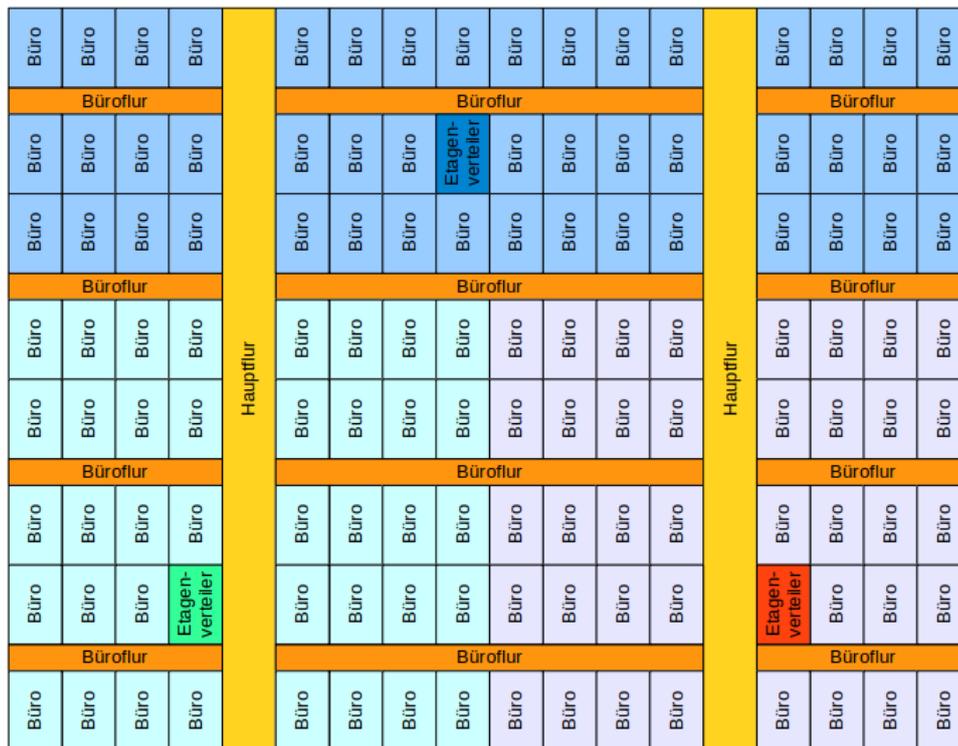


Abbildung 1: Positionierung von Netzwerkknoten

Verfügung stehenden Flächen berücksichtigt, sind hinterher technische Anforderungen der Infrastruktur oft nicht in vollem Umfang zu realisieren. Ein Sozialraum kann z.B. an einer Gebäudeaußenwand platziert werden, das ist bei einem Netzwerkknotenraum für ein Gebäude mit großer Grundfläche oft nicht sinnvoll.

In der DIN EN 50174-2 werden Raumgrößen empfohlen. Diese Angaben werden dort aber recht unglücklich formuliert. Zusammen gefasst kann gesagt werden, dass vor und hinter den Netzwerkschränken 1,2 m und an einer der beiden Seiten 1,4 m Platz vorhanden sein soll. Dieser Platz darf nicht durch z.B. Einbauten, Möbel, Geräte oder Wände eingeschränkt sein. Falls eine spätere Erweiterung möglich sein soll, muss das bei der Erstplanung bereits berücksichtigt werden.

Liste 4: Bei der Feinplanung zu beachten

- Größe des Raumes für den Netzwerkknoten
- Anzahl und Größe der aktiven Komponenten
- Anordnung der Komponenten
- Wärmelast in den Netzwerkschränken (und ob deshalb Klimatisierung erforderlich ist)
- Überlegung, ob Trennung in aktiven und passiven Netzwerkschrank sinnvoll ist (bei Trennung muss nur der Schrank mit den aktiven Komponenten klimatisiert und mit Strom versorgt werden)
- Erdung Sicherheitsaspekt (grün-gelb) und Hochfrequenzaspekt (bei Klasse F_A Messfrequenz bis zu 1.000 MHz)
- weitere Sicherheitsaspekte (Zutritts- und Zugriffskontrolle, Überwachung von Temperatur, Strom usw.)
- Wartungsfreundlichkeit

5.4 Anschlüsse in Räumen

Bei der Grobplanung ist wichtig, ob bis zum Arbeitsplatz TP- oder LWL-Leitungen verlegt werden soll. Die Berücksichtigung von PoE (jetzt: remote powering) sollte unter strategischen Gesichtspunkten nicht unbeachtet bleiben. Ein bei Stromausfall nicht versorgtes Endgerät benötigt auch keinen funktionierenden Datenanschluss. Allerdings kann es von entscheidendem Vorteil sein, dass z.B. über PoE gespeiste Telefone auch bei Stromausfall noch funktionieren, wenn die aktiven Komponenten über eine USV versorgt werden.

Der Verweis auf Mobiltelefone ist hier nicht angebracht, da bei großflächigem Stromausfall auch mit deren Ausfall gerechnet werden muss. Es reicht aber schon, wenn der Akku des Mobiltelefons leer ist.

In erster Linie ist nicht entscheidend, welcher Raum oder Arbeitsplatz an welchen Netzwerkknoten angeschlossen werden soll. Es geht vor Allem darum, ob die Netzwerkknoten so angeordnet sind, dass alle Flächen sicher erreicht werden können und die Größe des jeweiligen Netzwerkknotens ausreicht, um die dazu gehörigen Patchfelder und aktiven Komponenten aufzunehmen. Verlegbarkeit, Anordnung, Belegung von Kabeltrassen ist hier auch ein wichtiges Thema. Die oft später nötige Erweiterbarkeit muss schon jetzt berücksichtigt werden.

Es muss auch festgelegt werden, ob mit Kupfer- oder Lichtwellenleiter zur Verkabelung vom letzten Datenverteiler bis zur Netzwerkanschlussdose zum Einsatz kommen soll. Damit wird auch die Möglichkeit von remote powering festgelegt, die bei LWL nicht gegeben ist. Mit TP sind geringe Reichweiten um den Netzwerkknoten herum erreichbar als mit LWL. Damit sind diese Entfernungen bedeutend größer. Auch elektromagnetische Beeinträchtigungen müssen beachtet werden. Motore von Aufzügen z.B. sind eine schwer zu findende Fehlerquelle. Besondere Räume, die speziell abgeschirmt werden müssen wie z.B. für Kernspintomografie, müssen berücksichtigt werden. Hier ist dann LWL das Mittel der Wahl. Keinesfalls darf dabei ein Medienbruch TP/LWL zur Durchführung der Leitungen in den Raum stattfinden, die Leitung muss vom Patchfeld des Netzwerkknotens bis zur Anschlussdose verlegt werden.

Die Ausstattung eines Arbeitsplatzes (gehört zur Nutzfläche des Gebäudes) ist so zu planen, dass bei einem Wechsel von Person oder Funktion die Arbeitsfähigkeit für die meisten Fälle ohne Erweiterung oder Umbau möglich ist. Es ist davon auszugehen, dass pro Arbeitsplatz i.d.R. folgende Anschlüsse benötigt werden:

Liste 5: Häufige Anschlüsse pro Arbeitsplatz

- Intranet mit hoher Sicherheitsstufe (ohne Internet)
- Intranet mit niedriger Sicherheitsstufe (mit Internet)
- Netzwerkdrucker
- weiteres Endgerät, z.B. konventionelles Telefon oder Etikettendrucker

Je nach den besonderen Anforderungen am Arbeitsplatz oder der Firma sind hier auch andere Zusammenstellungen möglich. Hinzu kommt, dass in Zukunft keinesfalls mit weniger Anschlüssen zu rechnen ist. Auch vorhandenes WLAN ist dabei kein Grund zur Reduktion von LAN-Anschlüssen.

Daraus ergibt sich die Anzahl von 2 Daten-Dosen mit je 2 Ports (Anschlüssen) pro Arbeitsplatz. Der aktuelle Bedarf kann aber auch größer oder kleiner ausfallen. Bei Telefonie über VoIP kann z.B. über eine Leitung der PC mit angeschlossen werden und der Drucker kann lokal am PC angeschlossen sein.

Ein Arbeitsplatz in den meisten Bürogebäuden hat die Größe von mehr als 2 m². Rechnet man jetzt die anteilige Verkehrsfläche hinzu, ist also eine Datenanschlussdose mit 2 Anschlüssen auf ca. 7 m² vorzusehen.

Das ist allerdings häufig zu kurz gesprungen. Rechnet man großzügig mit einer Datenanschlussdose mit 2 Anschlüssen auf ca. 5 m² schafft das die Reserve, um WLAN-AP's, Telefone und Multifunktionsgeräte (Drucker/Scanner/Fax) auf Fluren anzuschließen und lässt eine weitere Reserve für Nachverdrahtung, z.B. für Arbeitsplätze mit erhöhtem Anschlussbedarf.

Pro Arbeitsplatz sollten auch mindestens zwei 230 V Steckdosen für allgemeine Verbraucher und mindestens zwei, besser vier 230 V Steckdosen für IuK-Geräte (IT- und Kommunikations-Geräte) vorgesehen werden. Falls mit unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV) gespeiste Steckdosen am Arbeitsplatz benötigt werden, sind diese rot oder orange und mit Schriftzug „USV“ zu kennzeichnen. Die Steckdosen für IuK-Geräte und die Steckdosen für allgemeine Verbraucher sollen für den Anwender einfach voneinander zu unterscheiden sein. Auch hier haben sich verschiedenfarbige Zentralplatten und Rahmen bewährt. Flexible Mehrfachsteckdosen (Verlängerungsleitungen) sind in keinem erlaubt. Was sonst passieren kann ist auf [Abbildung 12](#) zu sehen.

Die Häufigkeit des Wechsels der Mitarbeiters in einem Büro oder der Funktion eines Raumes ist oft erheblich. Deshalb sollten alle Räume (Nutzfläche) so großzügig mit Datenleitungen ausgestattet werden, dass Nachrüstungen nach Möglichkeit vermieden werden. Dabei sollte kein Unterschied zwischen Büroraum, Labor, Untersuchungszimmer, Abstellraum oder anderer Raumnutzung gemacht werden. Was heute ein Lager war, kann morgen bereits ein Büro sein. Für Flure (Verkehrsfläche) und ähnliche Räume sind ebenfalls Netzwerkanschlüsse zu planen, hier sollte die Ausstattung aber deutlich geringer ausfallen, wobei Anschlüsse für Access Points auf keinen Fall fehlen dürfen. Beachtet werden sollte, dass Nachrüstungen oder Ergänzungen wesentlich teurer als die bei Baufreiheit geschaffene Neuinstallation ist. Teilweise sind dann auch die Netzwerkschränke, Netzwerkknotenräume und Kabeltrassen zu gering bemessen, so dass Erweiterungsininstallationen in den bestehenden Bestand nicht mehr hinein passen und ein Platz für weitere Netzwerkknotenräume gefunden werden muss – hier kommt dann selten Freude bei allen Beteiligten auf. Deshalb ist es auch sehr sinnvoll, möglichst großzügig Reserven bei der Planung von Netzwerkknotenräumen, Netzwerkschränken, Kabeltrassen und Steigeschächten vorzusehen.

Die Strukturierte Verkabelung im Tertiärbereich, das ist der Bereich vom aktiven Port im Switch des Etagenverteilers bis zum Endgerät (meist ein PC), erfolgt in der Regel mit Standard-TP-Kabel. Die maximale Gesamtleitungslänge ist bei dieser Verkabelung auf 100 m festgelegt. Die Patchleitung im Netzwerkschrank vom aktiven Port im Switch bis zum Patchfeld darf maximal 5 m lang sein. Die maximale Länge der Patchleitung von der Anschlussdose bis zum Endgerät darf ebenfalls maximal 5 m sein. Deshalb verbleiben für das fest zu verlegende Kabel zwischen Patchfeld und Anschlussdose, dem so genannten Permanent Link, eine maximale Länge von 90 m.

5.5 Feinplanung

Bei der Feinplanung kann man die Aufteilung der Datenanschlussdosen bis auf den einzelnen Raum herunter brechen und mit einer entsprechende Anordnung der Ports auf den Patchfeldern im Netzwerkschrank für eine geordnete Struktur sorgen. Das kann bei einer Nachverdrahtung aber dann meist nicht fortgeführt werden, ohne auch im Netzwerkschrank die Ports dafür gleich bei der Ersterrichtung zu reservieren.

Auf jeden Fall macht es Sinn, auf eine genaue Zuordnung bezüglich der Räume und der Netzwerkknoten zu achten, so dass ein Raum nicht willkürlich von mehreren Netzwerkknoten versorgt wird. Ein gezielter Anschluss von Räumen an zwei Netzwerkknoten als Redundanz kann hingegen sehr zweckmäßig sein.

Es ergibt sich daraus unter Beachtung der Raumausstattung mit Datenanschlussdosen ein Mengengerüst

für die Leitungen des Tertiärbereichs, was für die Größe und Anzahl der Netzwerkschränke und des Netzwerkknotenraums mit seiner Klimatisierung, 230 V Anschlussleistung und evtl. weiteren Erfordernissen wichtig ist.

Beim Ausfall einer aktiven Komponente eines Netzwerkknotens oder einer Stromabschaltung ist es damit auch leicht, die betroffenen Räume und damit die betroffenen angeschlossenen Geräte zu identifizieren. Die Auswirkungen sind somit sofort abschätzbar.

5.6 Häufige Planungsfehler

Bei der Planung und Ausführung sind oft viele eigene Abteilungen und Fremdfirmen mit den in ihnen tätigen Personen beteiligt. Regelmäßig treten bei der Weitergabe von Anforderungen Übermittlungsfehler und Missverständnisse auf, wenn die Installationsmaßnahme nicht ständig von Anfang bis zum Ende von nur einem relativ kleinen, mit der Problematik vertrauten Personenkreis betreut wird, der auch alle Erfordernisse kennt. Siehe Abb. 2 Das Prinzip „Stille Post“

Häufig sind die Anforderungen nicht klar und unmissverständlich formuliert. Oft wird auch der Rotstift ohne Rücksprache mit allen Beteiligten angesetzt, wenn im Verlaufe der Maßnahme Einsparungspotential vermutet wird oder ungenügende Finanzmittel zur Verfügung stehen.

Der die Installationsmaßnahme betreuende Personenkreis muss von der Erstellung der Anforderungen, über die Formulierung des Leistungsverzeichnisses, bei Änderungen in der Planungs- und Errichtungsphase und bei allen weiteren diese Maßnahme betreffenden Abstimmungen und Entscheidungen bis hin zu den einzelnen technischen Abnahmen einbezogen werden.

Erfolgt diese Begleitung der Maßnahme nicht, ist von vorn herein damit zu rechnen, dass die Bedürfnisse nur teilweise erfüllt, Abstriche gemacht oder Nacharbeiten fällig werden. Es kann sogar passieren, dass das Projekt seinen Zweck völlig verfehlt. Auf diese Weise kann viel Zeit und Geld versenkt werden.

Häufig weiß der spätere Betreiber des Netzwerks gar nicht weiß, „was er wollen soll“. Ihm sind die langfristigen Auswirkungen seiner Entscheidungen oft gar nicht bewusst. Deshalb gibt es oft Beratungsbedarf, die von mit dieser Materie erfahrenen Planern erfolgen muss. Diese Kenntnisse können aber bei Elektrofachplanern nicht immer vorausgesetzt werden.

5.7 Fazit

Es sind also viele Gesichtspunkte zu bedenken, z.B. folgende:

Liste 6: Bei der Planung zu beachten

- Lage jedes Netzwerkknotens im Gebäude
- Raumgröße, Beschaffenheit der Netzwerkräume, Fenster, Türen, usw.
- Platzreserve in den Netzwerkräumen für Erweiterungen und Umbauten
- Zugangs- und Transportwege zu den Netzwerkräumen
- Verlegbarkeit von Kabeltrassen zu und in den Netzwerkräumen
- Klimatisierung unter Beachtung des wachsenden Leistungsbedarfs der aktiven Komponenten
- Brandschutz und Alarmierung
- Keine Leitungen für Wasser, Gas und andere gefährliche Medien im Raum
- Zugriffssicherheit und Schutz vor Vandalismus

Die Kette der Beteiligten kann ähnlich wie in folgendem Bild aussehen:

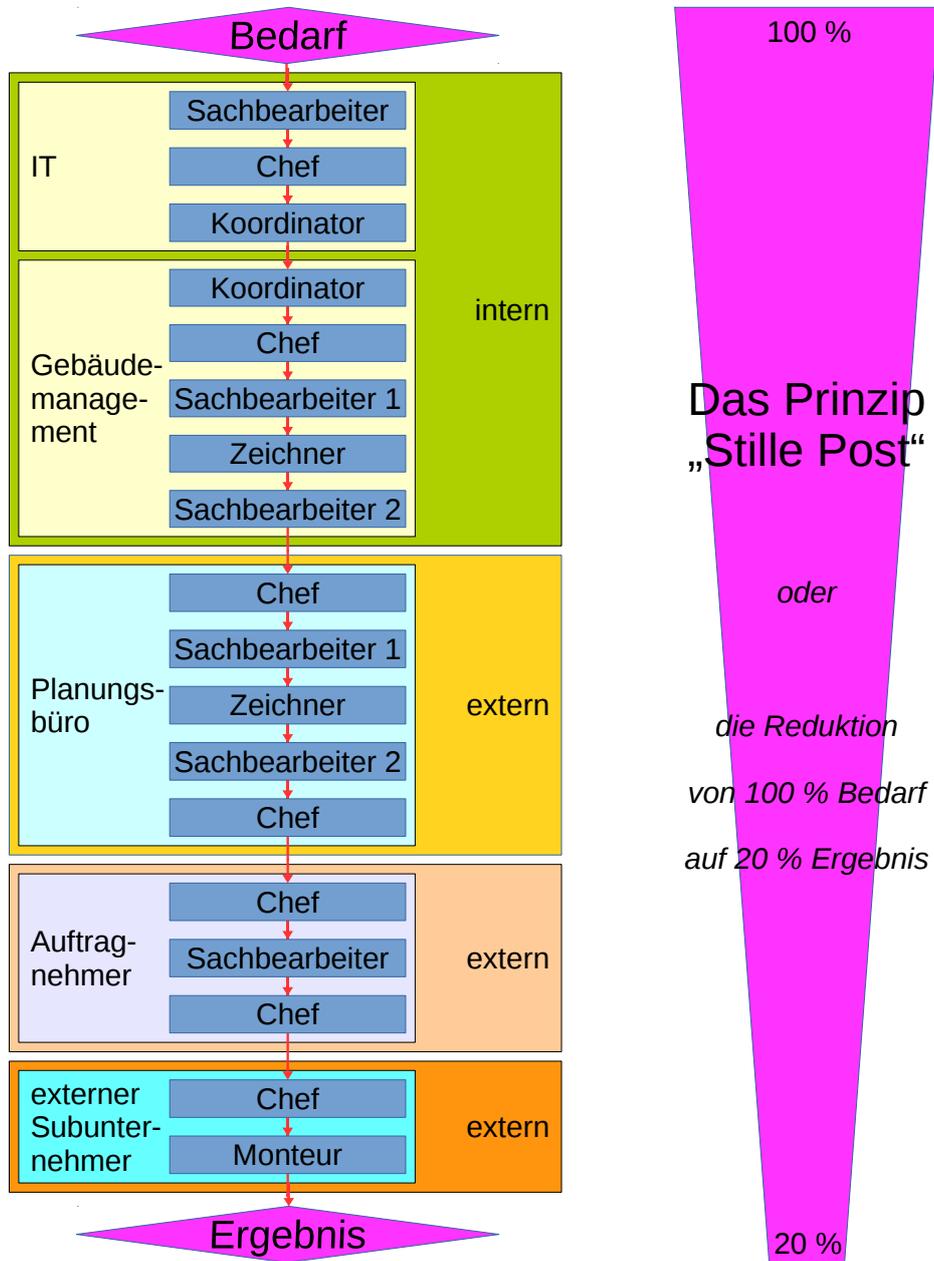


Abbildung 2: Das Prinzip „Stille Post“

Motto: **Es soll einfach nur gehen.**

Folgende Tabelle soll Hilfestellung zur Auswahl der TP-Komponenten geben:

Europäische Norm Hinweis: hier ist Klasse D (2002) und Kat. 5 (2002) = Kat. 5e gemeint und nicht die hoffnungslos veraltete Klasse D (1995) und Kat. 5 (1995)

EN 50173		Steckverbinder							Mess-Frequenz	Kanal-Länge	Datenrate bis zu
	Kat 5	Kat 6	Kat 6 _A	verbessertes Kat 6 _A	Kat 7	Kat 7 _A	verb. Kat 7 _A				
Installationskabel	Kat 5	Klasse D	Klasse D	Klasse D	Klasse D	Klasse D	Klasse D	100 MHz	90m + 2*5m	1 Gbit/s	
	Kat 6	Klasse D	Klasse E	Klasse E	Klasse E	Klasse E	Klasse E	250 MHz	90m + 2*5m		
	Kat 6 _A	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	Klasse E _A	Klasse E _A	Klasse E _A	500 MHz	90m + 2*5m	10 Gbit/s	
	Kat 8.1	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	Class I	XX	XX	XX	2000 MHz	24m + 2*3m	40 Gbit/s
	Kat 7	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	XX	Klasse F	Klasse F	Klasse F	600 MHz	90m + 2*5m	10 Gbit/s
	Kat 7 _A	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	XX	Klasse F	Klasse F _A	Klasse F _A	1000 MHz	90m + 2*5m	
	Kat 8.2	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	XX	Klasse F	Klasse F _A	Class II	2000 MHz	24m + 2*3m	

Amerikanische Norm

TIA / EIA 568		Steckverbinder							Mess-Frequenz	Kanal-Länge	Datenrate bis zu
	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	verbessertes Cat 6A	XX	XX	XX				
Installationskabel	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e	XX	XX	XX	100 MHz	90m + 2*5m	1 Gbit/s
	Cat 6	Cat 5e	Cat 6	Cat 6	Cat 6	XX	XX	XX	250 MHz	90m + 2*5m	
	Cat 6A	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	Cat 6A	XX	XX	XX	500 MHz	90m + 2*5m	10 Gbit/s
	Cat 8	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	Cat 8	XX	XX	XX	2000 MHz	24m + 2*3m	40 Gbit/s
	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Vergleich amerikanischer und europäischer Norm Hinweis: obwohl in einer Zelle zusammengefasst sind die Werte nicht gleich, sondern nur ähnlich!

EN 50173 TIA / EIA 568		Steckverbinder							Mess-Frequenz	Kanal-Länge	Datenrate bis zu
	Kat 5 / Cat 5e	Kat 6 / Cat 6	Kat 6 _A / Cat 6A	verb. Kat 6 _A / verb. Cat 6A	Kat 7 / XX	Kat 7 _A / XX	verb. Kat 7 _A / XX				
Installationskabel	Kat 5	Klasse D	Klasse D	Klasse D	Klasse D	Klasse D	Klasse D	100 MHz	90m + 2*5m	1 Gbit/s	
	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e	Cat 5e	XX	XX	XX	250 MHz		90m + 2*5m
	Kat 6	Klasse D	Klasse E	Klasse E	Klasse E	Klasse E	Klasse E	Klasse E	500 MHz	90m + 2*5m	10 Gbit/s
	Cat 6A	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	Cat 6A	XX	XX	XX	2000 MHz	24m + 2*3m	40 Gbit/s
	Kat 8.1	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	Class I	XX	XX	XX	600 MHz	90m + 2*5m	10 Gbit/s
	Cat 8	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	Cat 8	XX	XX	XX	1000 MHz	90m + 2*5m	
	Kat 7	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	XX	Klasse F	Klasse F	Klasse F	2000 MHz	24m + 2*3m	
	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	Kat 7 _A	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	XX	Klasse F	Klasse F _A	Klasse F _A	1000 MHz	90m + 2*5m	10 Gbit/s
	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
Kat 8.2	Klasse D	Klasse E	Klasse E _A	XX	Klasse F	Klasse F _A	Class II	2000 MHz	24m + 2*3m	40 Gbit/s	
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	

Abbildung 3: Auswahl der TP-Komponenten (Vergleich EN 50173 und TIA/EIA 568)

Der Einsatz von Lichtwellenleiter bis zum Arbeitsplatz muss gesondert betrachtet werden und ist nicht Gegenstand dieses Artikels, da es hier sehr weit gefächerte Möglichkeiten gibt.

6 Netzwerkschränke

Die nachfolgenden Betrachtungen gelten nicht für Schränke in Rechenzentren und Serverräumen.

Die bei der Anordnung der aktiven und passiven Komponenten in Netzwerkschränken zu beachtenden Gesichtspunkte können nicht getrennt von den Gegebenheiten und dem Standort des Netzwerkraums betrachtet werden. Siehe [Unterabschnitt 5.3 Räume für Netzwerkknoten \(Datenverteilterräume\)](#)

In der DIN EN 50174-2:2015 stehen unter den Punkten 8.3.8.4.2 und 8.3.8.5.2 Empfehlungen für Raumgrößen mit verschiedenen Schrankkombinationen bei einer Schrankbreite und Schranktiefe von je 800 mm. Hierbei wird nicht vorgegeben, ob dabei eine Trennung in einen Schrank für die aktiven und einen Schrank für die passiven Komponenten oder eine gemischte Bestückung erfolgen soll.

Liste 7: Anschlusseinheiten nach DIN EN 50174-2

- ohne aktive Komponenten bis zu 500 Anschlusseinheiten pro Netzwerkschrank
- mit aktiven Komponenten bis zu 500 Anschlusseinheiten in 2 Netzwerkschränke (d.h. bei gleichmäßiger Aufteilung je 250 Anschlusseinheiten pro Netzwerkschrank)

6.1 Komponenten trennen

Liste 8: aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Vorteile

- Die Trennung in aktiven und passiven Netzwerkschrank hat den Vorteil, dass der Netzwerkschrank mit den passiven Komponenten nicht klimatisiert werden muss. Nur der Netzwerkschrank mit den aktiven Komponenten muss gekühlt werden.
- Da sich die fest verlegten Leitungen nicht im selben Schrank wie die aktiven Komponenten befinden, ist das Kabelmanagement besser beherrschbar. Dadurch können die fest verlegten und die Patchleitungen fast immer so angeordnet werden, dass sie die Luftzirkulation für die aktiven Komponenten nicht oder nur wenig behindern. Damit ist die Luftzirkulation beherrschbarer und eine unter Umständen erforderliche Zwangsklimatisierung gezielter einsetzbar.
- Der Umbau eines Patchfeldes in den Nachbarschrank, um Platz für aktive Komponenten zu schaffen, ist nicht erforderlich. Die Längenreserve für den Umbau eines Patchfeldes in den Nachbarschrank kann entfallen.
- Die Schränke mit passiven Komponenten können bei Bedarf in reduzierter Tiefe ausgeführt werden.

Liste 9: aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Nachteile

- Die Trennung in aktiven und passiven Netzwerkschrank hat den Nachteil, dass immer eine geradzahlige Anzahl Netzwerkschränke aufgestellt werden muss, auch wenn abzusehen ist, dass sie nicht benötigt werden und ein einzelner Schrank ausgereicht hätte.
- Durch die Konzentration der aktiven Komponenten auf 1 statt auf 2 Schränke können „hot spots“ entstehen, die dann unter Umständen eine Zwangskühlung erforderlich machen. Das wiederum erhöht zusätzlich die Anschaffungskosten.
- Es muss im Aufbau zwischen Netzwerkschränken mit aktiven Komponenten und Netzwerkschränken mit passiven Komponenten unterschieden werden. Es muss jeweils eine Konfiguration für einen Schrank mit aktiven und einen mit passiven Komponenten vorgegeben werden.
- Zur Vermeidung des klimatischen Kurzschlusses ist die Trennung zum Nachbarschrank und der Einbau von luftundurchlässigen Durchführungen für alle Leitungen nötig.

6.2 Komponenten mischen

Liste 10: aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Vorteile

- Es kann ein einzelner Schrank verwendet werden, eine paarweise Installation von Schränken ist nicht notwendig. Das ist von Vorteil, wenn ein einzelner Schrank gemeinsam für aktive und passive Komponenten ausreichend ist oder eine Erweiterung mit einem weiteren Schrank erst später erfolgen soll. Damit können Platz und Erstanschaffungskosten gespart werden.
- In einer „gewachsenen Struktur“ ist ein einheitlicher Aufbau möglich.
- Durch die Aufteilung der aktiven Komponenten auf 2 Schränke entstehen keine so extremen „hot spots“. Häufig ist die Durchströmung des Schanks durch Lüfter zur Klimatisierung ausreichend oder es kann auf die Klimatisierung des Schanks ganz verzichtet werden.
- Nur bei der Notwendigkeit direkter Klimatisierung sind Maßnahmen zur Vermeidung des klimatisches Kurzschlusses nötig, z.B. Trennung zum Nachbarschrank und Trennung von vorderem und hinterem Innenraum des Schanks.
- Bei gemeinsamer Anordnung von aktiven und passiven Komponenten in einem Netzwerkschrank können Erstanschaffungskosten gespart werden, da eine Erweiterung erst später finanziert werden muss.
- Bei gemeinsamer Anordnung von aktiven und passiven Komponenten in einem Netzwerkschrank können Schrank übergreifende Patchungen oft vermieden werden. Meist ist dann auch der Einbau luftundurchlässiger Durchführungen zur Vermeidung eines klimatischen Kurzschlusses bei Zwangslüftung oder anderer Klimatisierung nicht erforderlich.
- Die gemischte Bestückung eines Netzwerkschranks mit aktiven und passiven Komponenten ist in einer „historisch gewachsenen Struktur“ häufig die einzige verbliebene Möglichkeit für einen Umbau oder eine Erweiterung.

Liste 11: aktive und passive Komponenten in einem Schrank – Nachteile

- Das Kabelmanagement ist schlechter beherrschbar. Die fest verlegten Leitungen und die Patchleitungen können nicht immer so angeordnet werden, dass sie die Luftzirkulation für die aktiven Komponenten nicht behindern. Besonders bei Änderung der aktiven Komponenten muss hierauf geachtet werden, manchmal ist deshalb ein vollständiger Umbau im Netzwerkschrank erforderlich.
- Es muss daran gedacht werden, dass später eine Trennung in einen Schrank mit passiven und einen mit aktiven Komponenten erforderlich sein kann. Deshalb ist an den fest verlegten Leitungen eine Längenreserve vorzuhalten, damit Patchfelder in den benachbarten Schrank umgebaut werden können.
- Falls Zwangsklimatisierung erforderlich ist, muss jeder Schrank gekühlt werden. Durch die Anordnung fest verlegter und Patchleitungen im selben Schrank wie die aktiven Komponenten ist eine Zwangsklimatisierung schlechter beherrschbar.
- Die Tiefe jedes Netzwerkschranks wird durch die längste einzubauende Komponente festgelegt.

6.3 Beispiele für gemischte Anordnung

Bilder sagen mehr als Worte:

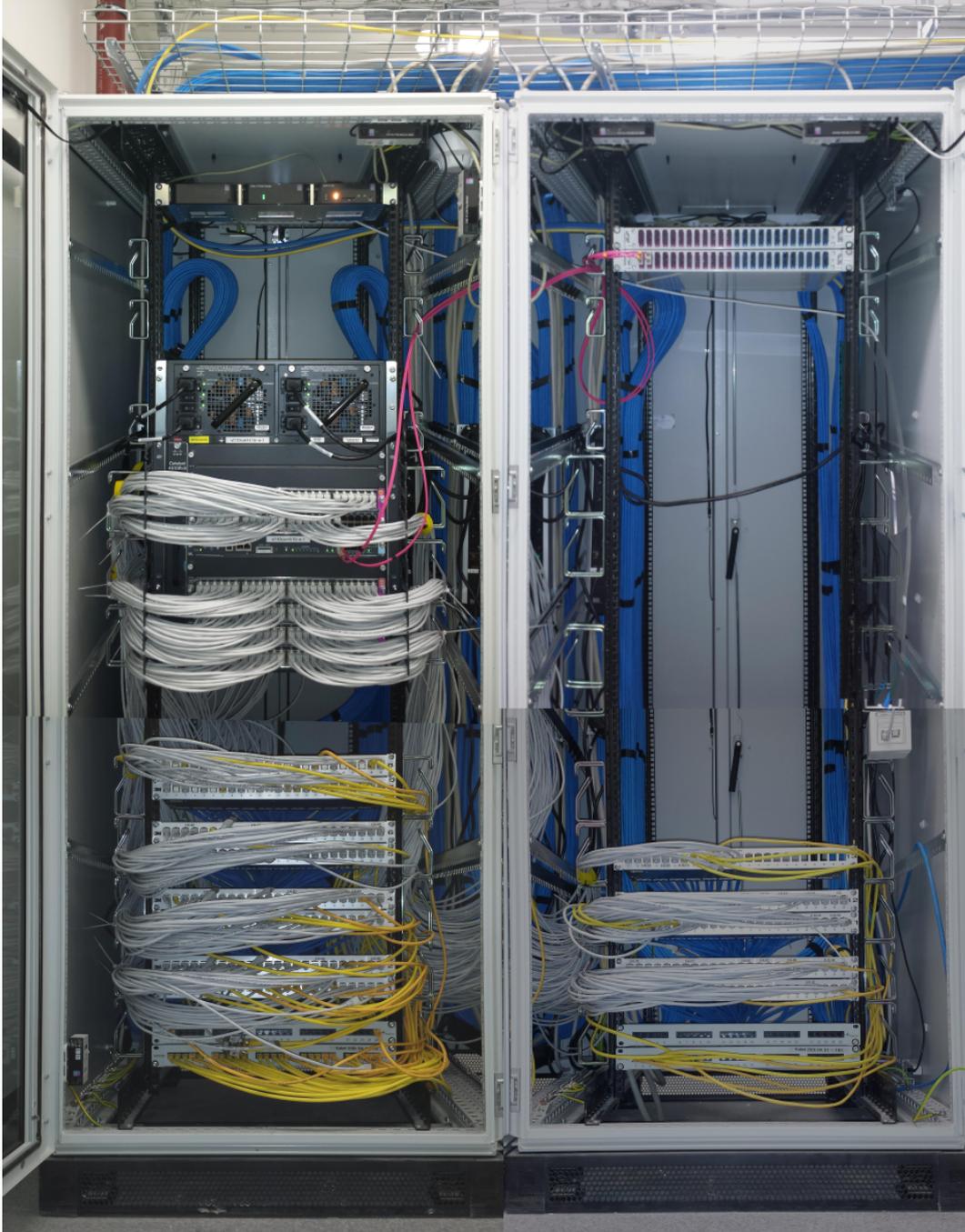


Abbildung 4: Etagenverteiler



Abbildung 5: Etagenverteiler vorn oben – ohne aktive Komponente(n)

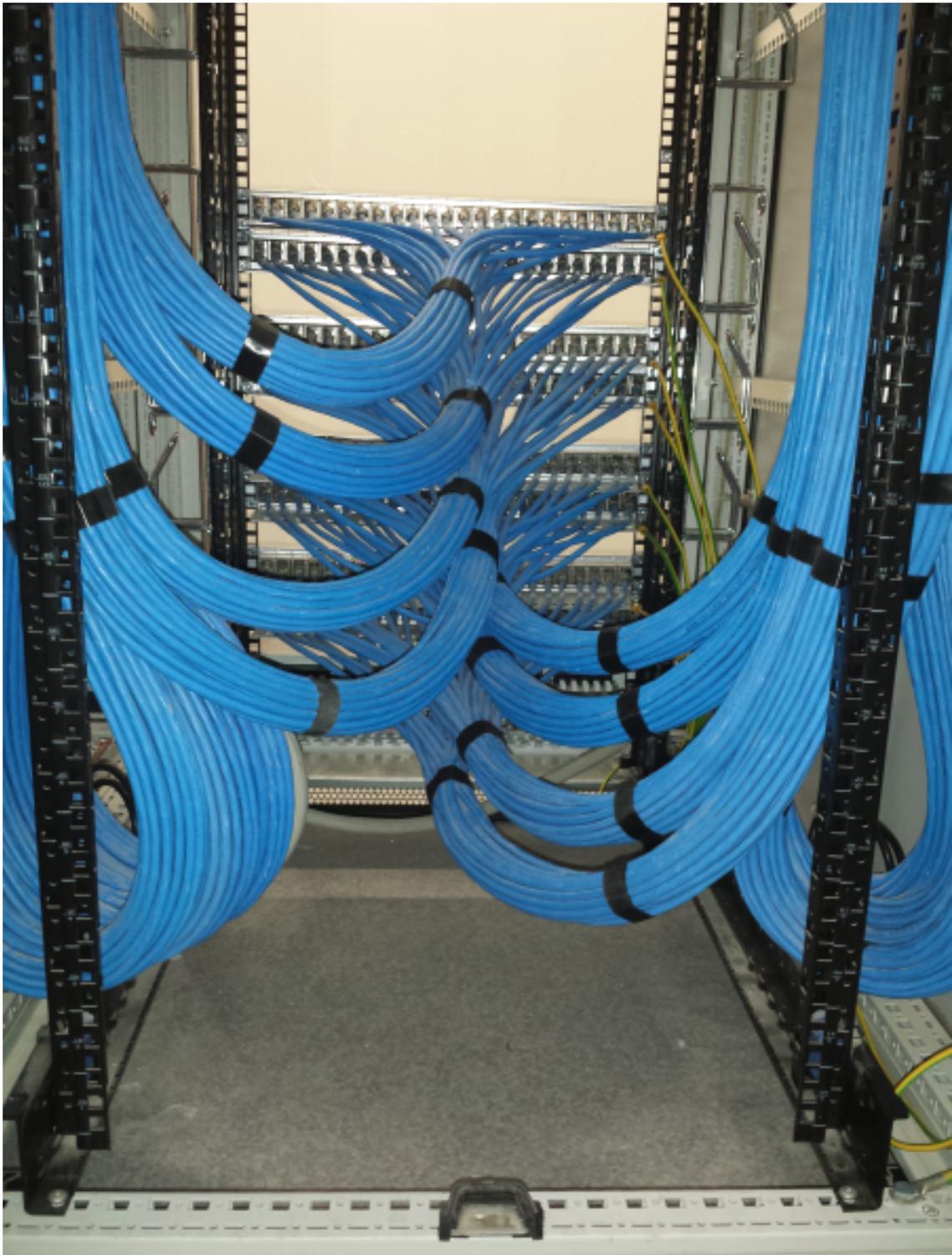


Abbildung 6: Etagenverteiler hinten unten

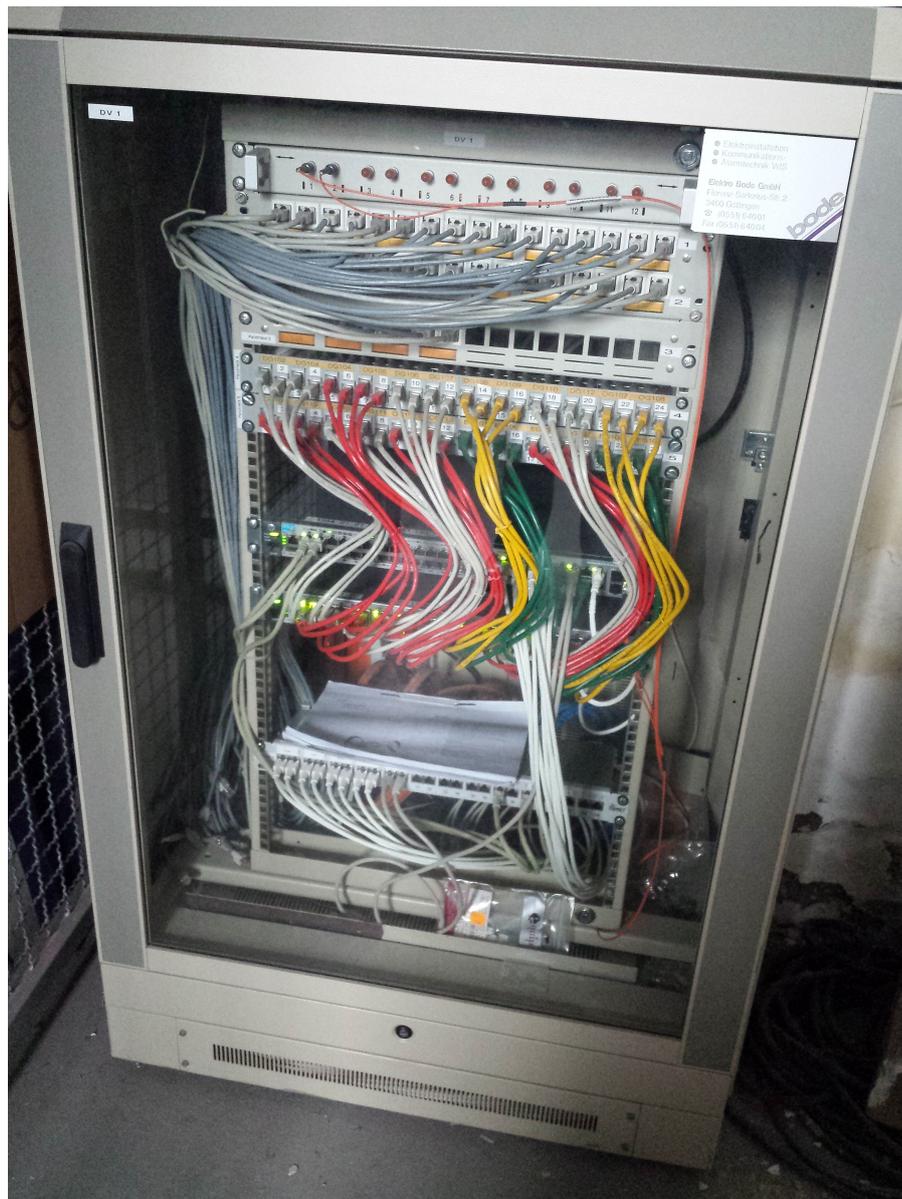


Abbildung 7: Kleinverteiler

Fazit

Beide Varianten haben Vor- und Nachteile.

- Zur Erweiterung einer bestehenden Infrastruktur mit Standschränken bzw. Kleinverteilern ist die Variante mit gemischter Bestückung meist besser geeignet.
- Für Neuplanungen unter Verwendung von Standschränken ist die Variante mit Trennung in Schränke für aktive und passive Komponenten oft die bessere Wahl.

6.4 Abschreckung

Hier kann man sehen, was passiert, wenn immer „einfach nur gemacht“ wird:



Abbildung 8: Anschlussdosen im Raum falsch platziert



Abbildung 9: Falsche Kabeleinführung in den Netzwerkschrank



Abbildung 10: Kabelverlegung ohne Kabelbühne (1)



Abbildung 11: Kabelverlegung ohne Kabelbühne (2)



Abbildung 12: Unzureichende Elektroinstallation

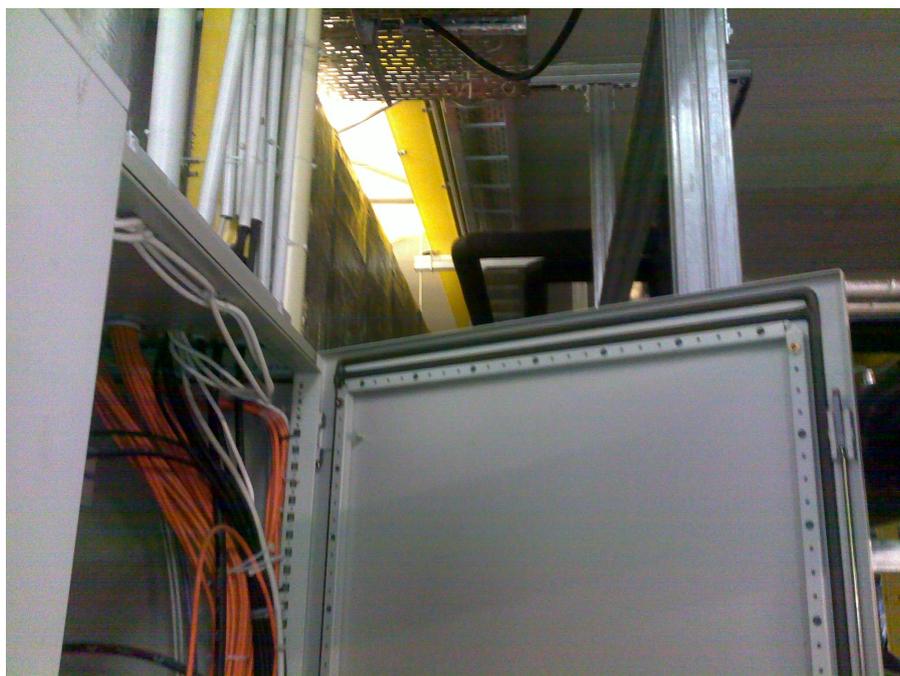


Abbildung 13: Kabelverlegung im Netzwerkschrank falsch (1)

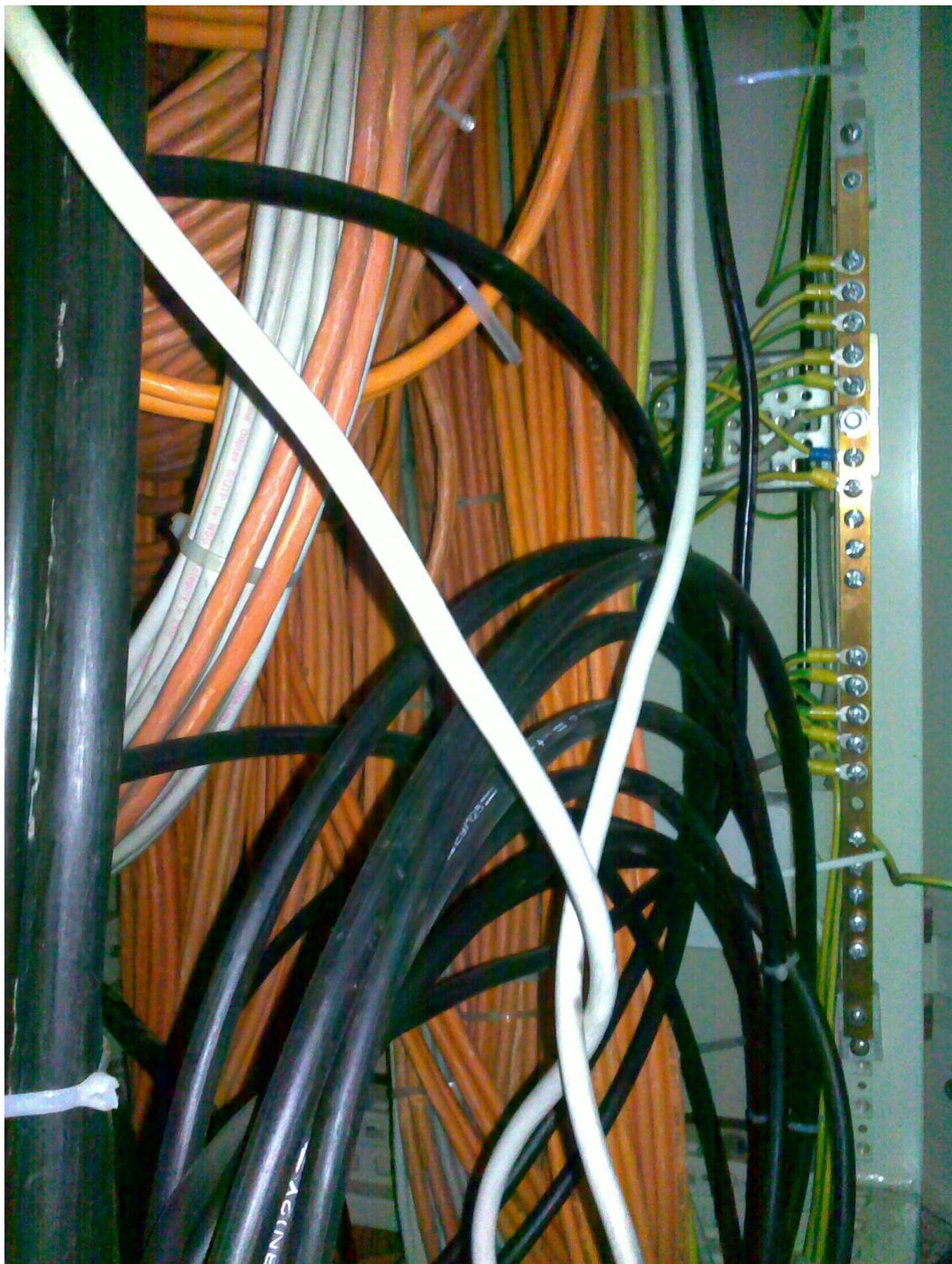


Abbildung 14: Kabelverlegung im Netzwerkschrank falsch (2)



Abbildung 15: Als Datenverteiler ungeeigneter Technikraum

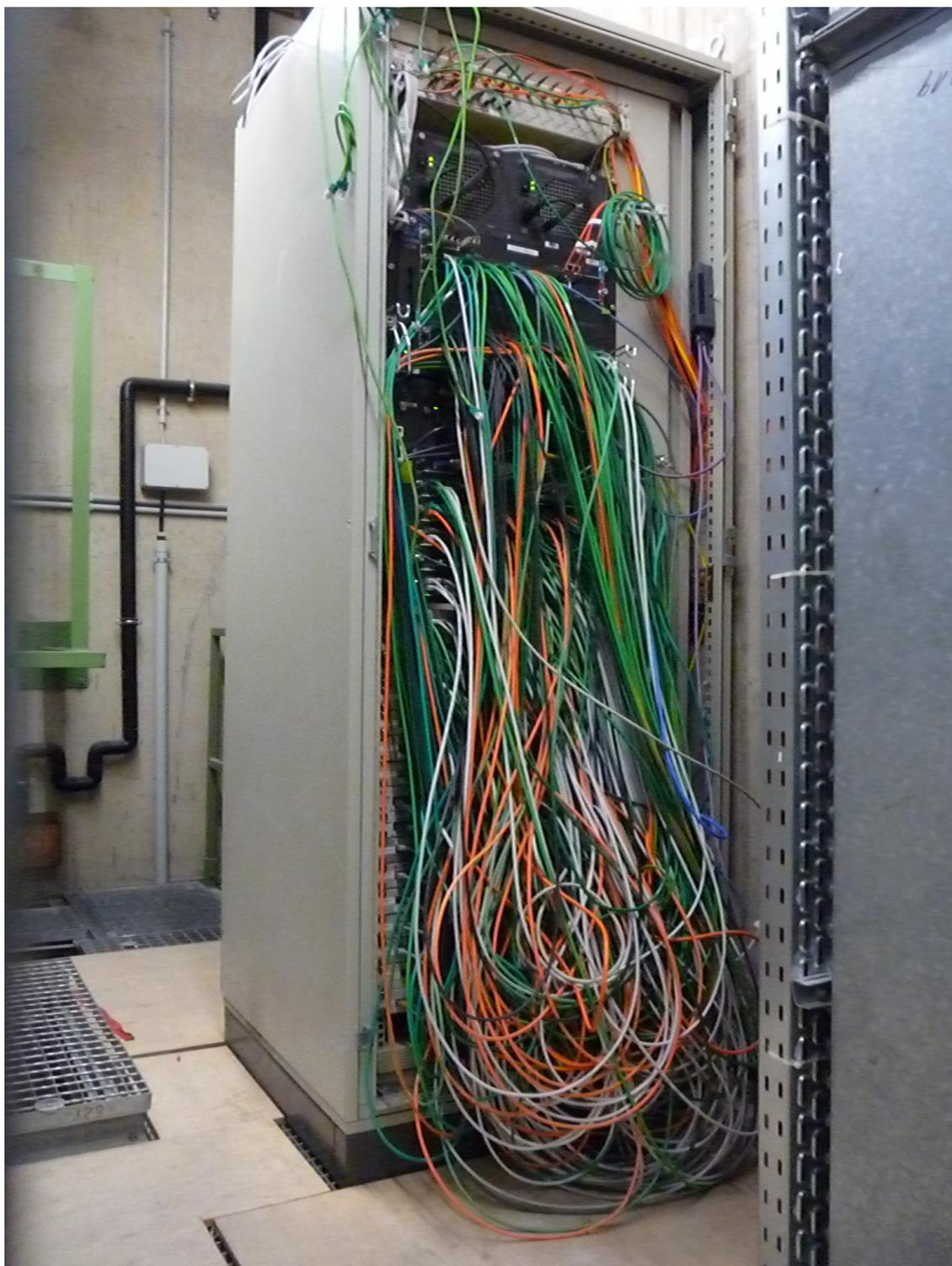


Abbildung 16: Netzwerkschrank überfüllt

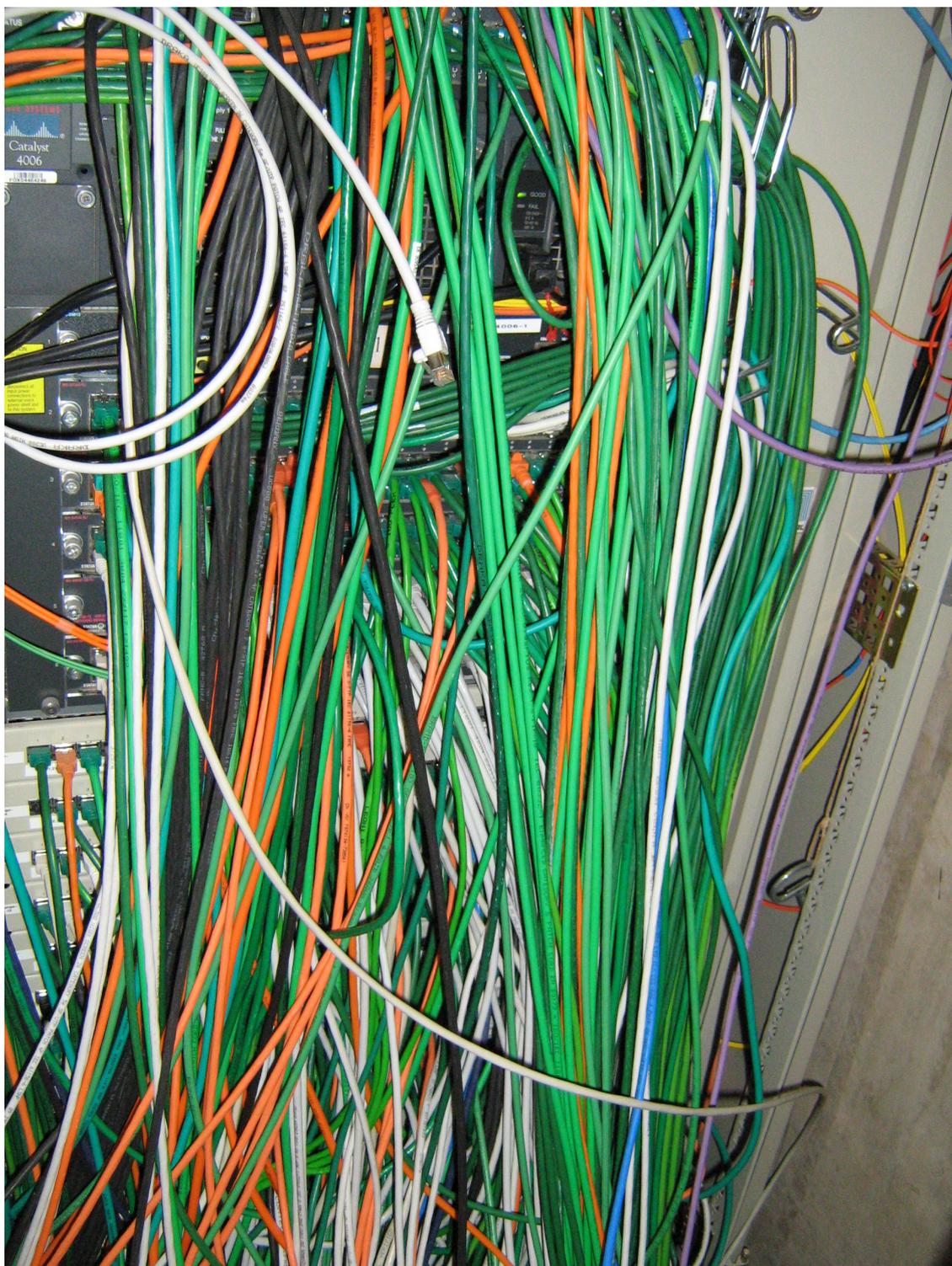


Abbildung 17: Netzwerkschrank überfüllt – Detailansicht vorn

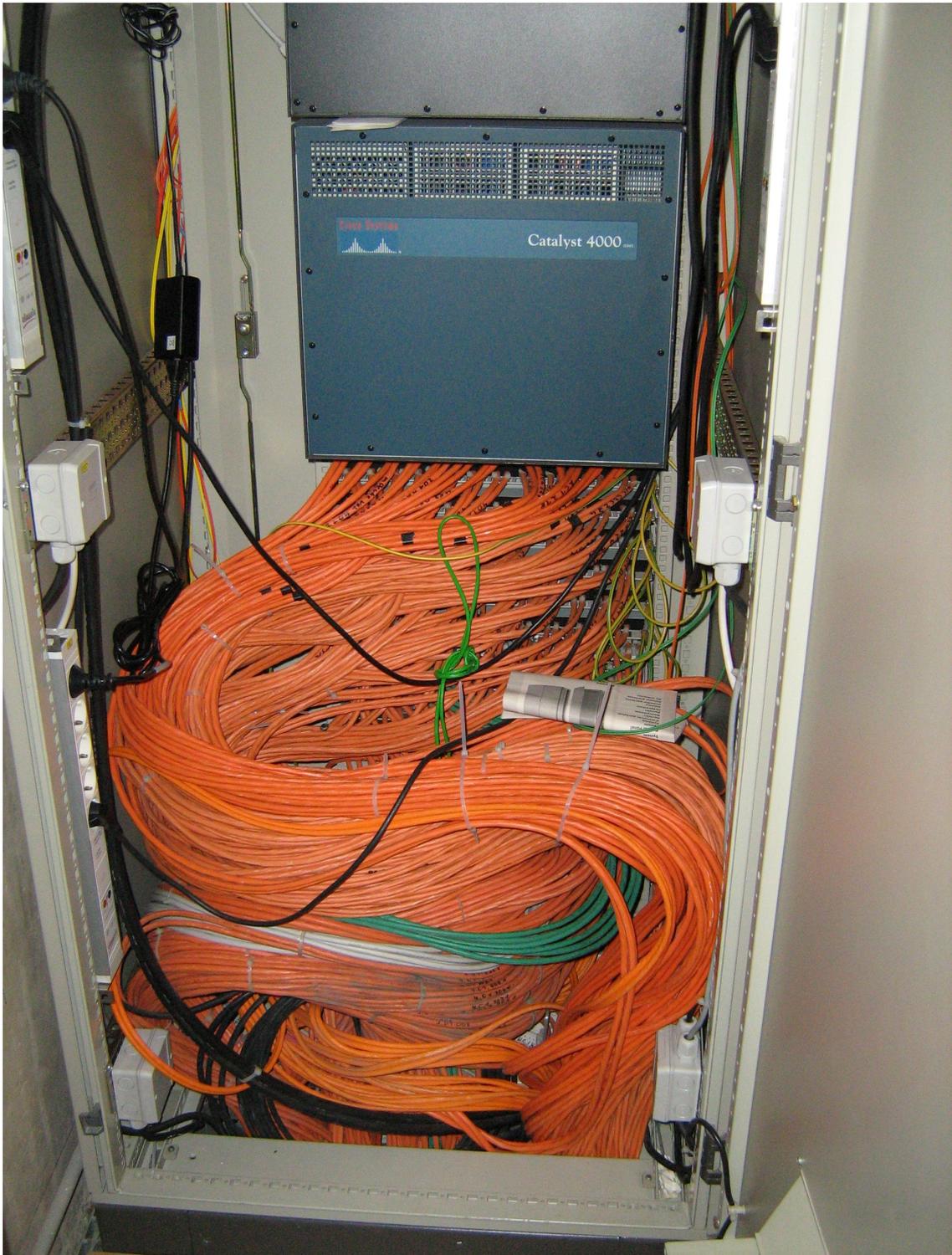


Abbildung 18: Netzwerkschrank überfüllt – Detailansicht hinten

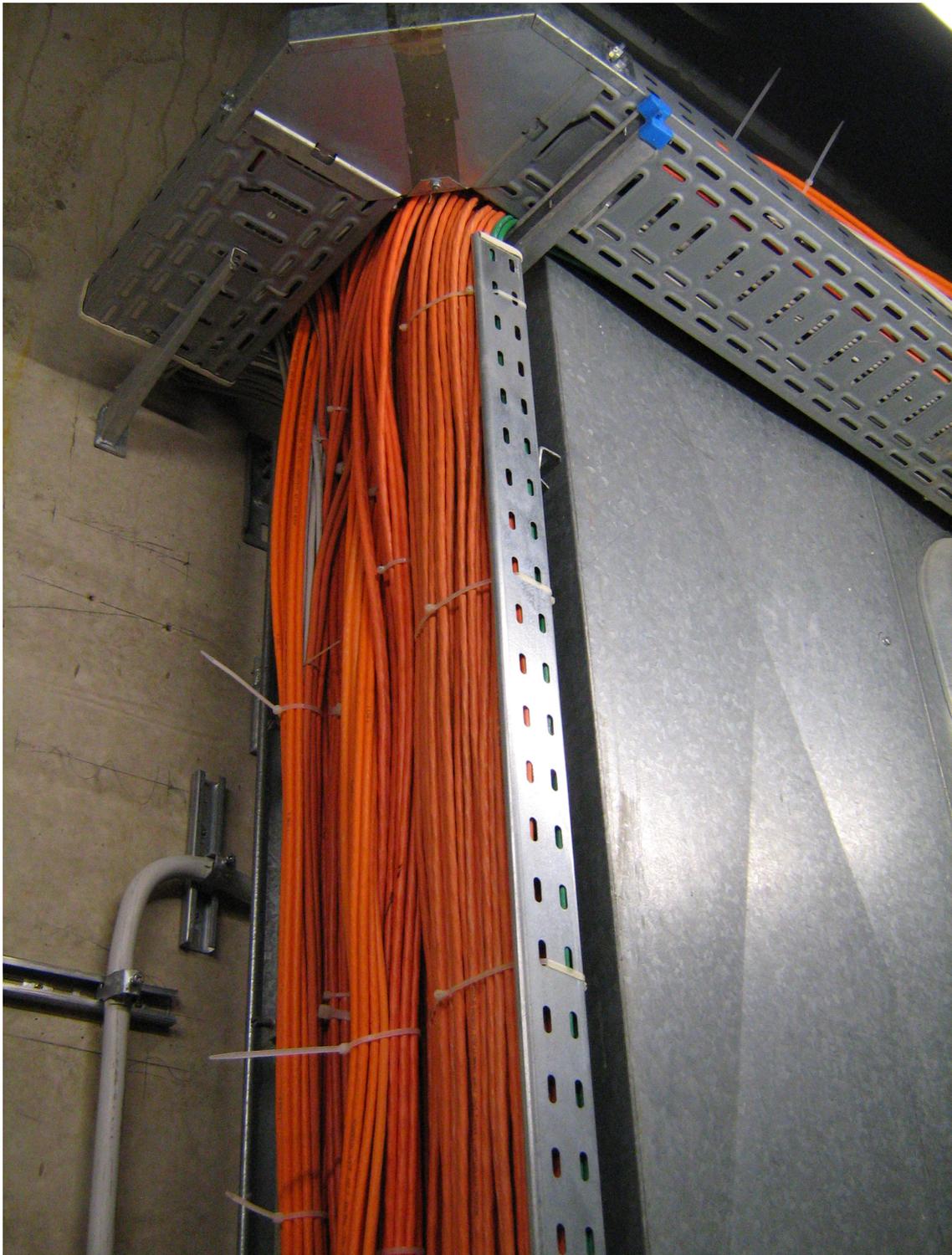


Abbildung 19: Zu kleine Kabeltrasse (1)



Abbildung 20: Zu kleine Kabeltrasse (2)



Abbildung 21: Netzwerkräume sind keine Abstellplätze



Abbildung 22: Installationsreste nicht entsorgt

7 Verkabelungsrichtlinie

Hier wird keine fertige Verkabelungsrichtlinie vorgestellt, sondern es wird dargestellt, was eine VKR enthalten sollte.

7.1 Motivation zur Erstellung einer Verkabelungsrichtlinie

In erster Linie muss das strategische Ziel, d.h. was mit dem Ausbau der Netzwerkinfrastruktur erreicht werden soll, klar definiert werden.

Eine Verkabelungsrichtlinie (VKR) muss deshalb auf die Besonderheiten der Gebäude eingehen. Hierbei ist zu berücksichtigen, ob es sich um einen Neubau oder einen zu sanierenden Altbau handelt, ob es bauliche Besonderheiten gibt, ob die Büros mit TP (konventionell) oder mit LWL angeschlossen werden sollen. Hierbei ist evtl. „remote powering“ (PoE) der Endgeräte zu beachten. Es ist zu festzulegen, ob mit häufigen Nachinstallationen zu rechnen ist oder ob nach der Installation (bis auf Ausnahmen) alle Verkabelungsmaßnahmen abgeschlossen sind. Hier wird auch festzulegen sein, mit welchem Datenvolumen über den Lebenszeitraum der Infrastruktur zu rechnen ist.

(1 GBit oder 10 GBit bis zum Arbeitsplatz)

(10 GBit oder bis zu 100 GBit zwischen den Netzwerkknoten)

In zweiter Linie muss eine VKR die Installation strukturieren.

Die VKR muß definieren, wie die Kabelwege auszubauen sind, wie Server- und Netzwerkräume ausgestaltet werden sollen und wie der Aufbau von Server- und Netzwerkschränken erfolgen soll.

Ganz wichtig ist es, dabei die einzelnen Zuständigkeiten klar abzugrenzen.

Hieraus ergibt sich, daß eine umfangreiche und detaillierte VKR mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist und deshalb für kleine Installationen (Arztpraxen, Anwaltskanzleien, zuhause usw.) einem mit Kanonen auf Spatzen schießen gleicht.

7.2 Was sollte eine Verkabelungsrichtlinie beinhalten

Hier sind die wichtigsten Punkte aufgeführt, die meiner Meinung nach in eine VKR gehören:

Liste 12: Inhalt einer Verkabelungsrichtlinie

- Einleitung
 - Allgemeines
 - Ziel
 - * Vorbereitung der Möglichkeit von 10 GBit bis zum Endgerät auf 90 m Permanent Link durch Kat. 7_A-Leitungen.
Bei Umstellung auf 10 GBit müssen die RJ45 Module nur noch gegen Module für 10 GBit (Tera, GG45, ...) ausgetauscht werden.
 - * Vorbereitung der Verbindung der Netzwerkknoten untereinander mit 10 GBit und Vorbereitung auf höhere Übertragungsraten (25/40/50/100 GBit, MPO, LWL-Faser-Einblastechnik)
 - Zuständigkeiten (IT, Baumaßnahmen, Klima, Gebäudeleittechnik, usw.)
- Bauliche Anforderungen (in Abhängigkeit von Größe und Art der abzudeckenden Nutzfläche)
 - Netzwerkknotenräume (Allgemeine und technische Anforderungen, Größe und zweckmäßige Anordnung, Gewinnung von Stellflächen)
 - Trassierung (Kabelkanal, Kabeltrasse)
- Brandschutz
- Standard-Ausstattung verschiedener Arbeitsplätze
Definition einer Norm-Ausstattung verschiedener Arbeitsplatztypen (Büro, Labor, Schulungsraum, OP-Saal, Krankenzimmer, Technikraum, ...) mit IT-Anschlüssen und den dazu gehörenden 230V Steckdosen (3-fach-Steckdosen sind nicht erlaubt)
- Netzstruktur und Mengengerüst (auch: Verbindungen zwischen IT-Netzwerkschränken)
 - Campusbereich
 - Anbindung der Gebäude, Etagenverteiler und Endgeräte
 - Redundanz, Doppelanbindung
- Aufbau von Datenverteileräumen und IT-Netzwerkschränken
 - Tertiärbereichsverteiler (Etagenverteiler) mit und ohne aktive Komponenten
 - Sekundärbereichsverteiler (Gebäudeverteiler) mit und ohne aktive Komponenten
 - Gebäudeübergabepunkt (zweckmäßigerweise der Gebäudeverteiler)
 - Routerstandort
- Erdung (Schutzleiter, Potentialausgleich, Hochfrequenzaspekte {Klasse F_A Messfrequenz bis 1.000 MHz})
- Datenkabel (Glasfaserkabel (LWL): außen und innen, Twisted-Pair-Datenkabel (TP), Telefonkabel)
- Rangierfelder (Patchpanel) und Verbindungselemente (Rangierfelder für Glasfaserkabel (LWL), Twisted-Pair-Datenkabel (TP) und Telefonkabel)
- Beschriftung (Leitungen {Dosen} und Patchfelder, aktive Komponenten, Stromversorgung)
- WLAN (Access Points, Stromversorgung, usw.)
- ... weiterer Inhalt bei Bedarf

8 Investitionskosten

8.1 Kosten für die Errichtung

Jetzt betrachten wir einen ganz wesentlichen Gesichtspunkt – die Anschaffungskosten der Netzwerkinfrastruktur.

Hier wird konventionell davon ausgegangen, dass die Datenverteiler untereinander mit LWL verbunden sind und von den Etagenverteilern bis zu den Datendosen Kupferleitungen verlegt werden.

„Alles innerhalb eines Gebäudes, was fest eingebaut ist und beim Schütteln nicht raus fällt“ ist im übertragenen Sinn Infrastruktur.

In großen Einrichtungen gibt es für die Errichtung und den Unterhaltung der Infrastruktur in der Regel ein Gebäudemanagement. Das muss sich aber von der Haustür bis zu den Toiletten um buchstäblich Alles kümmern, da kommt die IT-Infrastruktur meist zu kurz. Das Gebäudemanagement kennt die Interna des IT-Netzwerks und die daran gestellten Anforderungen oft nicht im erforderlichen Umfang, so dass zur Errichtung von Leitungen und Datenverteilern oft erhebliche Zuarbeit der IT-Abteilung nötig ist. Es gibt häufig auch unterschiedliche Vorstellungen zur IT-Infrastruktur zwischen Gebäudemanagement und IT-Abteilung, besonders zu Kapazitätsabschätzungen, Platzbedarf und Nutzungszeiten der Technik.

8.2 Flächennutzung

Die Raumbreite beträgt 3,2 m, 3,4 m oder 3,6 m
bei einer Schranktiefe von 0,8 m, 1,0 m oder 1,2 m

Tabelle 1: Mindest-Flächennutzung bei verschiedener Schrankanzahl
und einer Schranktiefe von 0,8 m

Schrank- anzahl	benötigter DV-Raum		Switch- Leistung	Port- anzahl	Abdeckung im Gebäude		Flächen- anteil
	Fläche	Länge * Breite			Fläche	Länge * Breite	
1	7,0 m ²	2,2 m * 3,2 m	4,5 kVA	192	432 m ²	20,8 m * 20,8 m	1,69 %
2	9,6 m ²	3,0 m * 3,2 m	9,0 kVA	288	864 m ²	29,4 m * 29,4 m	1,11 %
3	12,2 m ²	3,8 m * 3,2 m	13,5 kVA	384	1296 m ²	36,0 m * 36,0 m	0,94 %
4	14,7 m ²	4,6 m * 3,2 m	18,0 kVA	384	1728 m ²	41,6 m * 41,6 m	0,85 %

Je größer der Datenverteiler, desto weniger anteilige Fläche wird für ihn von der Gesamtfläche benötigt. Allerdings wirkt hier die maximale Leitungslänge beschränkend, da Datendosen in der Regel nicht mehr als 45 m Luftlinie vom Netzwerkknoten entfernt sein dürfen.

Netzwerkknoten als reine Etagenverteiler mit mehr als 4 Schränken sind nur in Ausnahmefällen sinnvoll. In Kombination mit einem Gebäudeverteiler oder bei Mitbenutzung eines Serverraums als Etagenverteiler können zwar mehr als 4 Schränke vorkommen, eine solche Mischnutzung sollte aber vermieden werden.

8.3 Preise

Für die Errichtung eines Datenverteilers und die dazugehörigen Netzwerkanschlüsse wird benötigt:

Liste 13: Komponenten für einen Datenverteiler

- Geeigneter Standort für den Datenverteilteraum
- Leitungen und Kabeltrassen
- Netzwerkschrank/-schränke
- aktive Komponente(n) (Switch)
- Strom (evtl. USV)
- Klima
- Zuleitungen zum Telefonverteiler
- LWL
- Weiteres Netzwerkzubehör
- Anteilige Kosten zum Anschluss an den benachbarten Netzwerkknoten

Die Preise in [Tabelle 2 Technische Kosten](#) wurden zur Vorbereitung eines konkreten Projekts für einen Gebäudeverteiler mit 3 Netzwerkschränken (Sekundär und Tertiärverkabelung) mit Leitungen in TP Kat-7_A (*Klasse F_A*), Patchfelder und Anschlussdosen in TP Kat-6_A (*Klasse E_A*) abgeschätzt.

(Stand: Mai 2016, ohne MWSt, hinzu kommen die jährlichen Inflationsraten)

- ¹Pos. 1: Es macht Sinn, bei Baufreiheit die Verkabelung großzügiger vorzunehmen, da eine Nachverkabelung wesentlich teurer kommt.
- ²Pos. 2: Durch Einsparung (manche Teile werden nur 1 x benötigt) ergibt sich eine Kostenreduktion um 2.000 €.
- ³Pos. 10: Die Preise richten sich nach dem Arbeitsumfang, es können auch Kosten zur Herrichtung eines Raumes für den Umzug von Personen anfallen, damit der für den Datenverteiler benötigte Raum frei wird.

Tabelle 2: Technische Kosten

Pos.	Material und Installation (techn. Kosten)	Einzelpreis	* Anzahl	=	Gesamtpreis
	Duplex-TP-Leitung bei Verlegung in einer großen Maßnahme (volle Baufreiheit)	300 €	* (3 * 96)	=	86.400 €
1 ¹	Duplex-TP-Leitung bei nachträglicher Verlegung (eingeschränkte Baufreiheit)	900 €	* (3 * 96)	=	259.200 €
	Duplex-TP-Leitung bei Umverlegung im laufenden Betrieb (starke Behinderung)	1.500 €	* (3 * 96)	=	432.000 €
2 ²	Netzwerkschrank incl. Montage und CMC (CMC nur 1 x nötig)	4.000 €	* 3	=	10.000 €
3	LWL-Leitung (150 m) (24 OM3 + 24 OS2)				6.000 €
4	230V-Leitungen (AV + SV) incl. Sicherungskasten (je 60 m)				10.000 €
5	Klimasplitgerät incl. Wasseranschluss				7.000 €
6	Telefonleitung (300 m)				8.000 €
7	Aktive Komponente je Netzwerkschrank	25.000 €	* 3	=	75.000 €
8	SFP's und anteilige Kosten für aktive Komponenten zur Anbindung	6.000 €	* 3	=	18.000 €
	Technik-Kosten: große Maßnahme (volle Baufreiheit, z.B. Neubau)				220.400 €
9	Technik-Kosten: Nachverlegung				393.200 €
	Technik-Kosten: Nachverlegung (im laufenden Betrieb)				566.000 €
10 ³	Aus- oder Neubau des Datenverteilterraumes	30.000 €	...		50.000 €
11	Möglicherweise KMF-Sanierung (Asbest), Rückbau von (Wasser-, ...) Leitungen	5.000 €	...		15.000 €
	Gesamtkosten: bei großer Maßnahme und voller Baufreiheit, z.B. Neubau	250.400 €	...		285.400 €
12	Gesamtkosten: bei Nachverlegung von TP-Leitungen	423.200	...		58.200 €
	Gesamtkosten: bei Verlegung eines Datenverteilers im laufenden Betrieb	596.000	...		31.000 €

8.4 Errichtungskosten pro Arbeitsplatz

Pro Arbeitsplatz wird hier mit 2 Datendoppeldosen gerechnet.

Tabelle 3: Kosten pro Arbeitsplatz

Schränke pro Datenverteiler		1	2	3	4
Große Maßnahme	von	2.600,00 €	1.954,17 €	1.738,89 €	1.631,25€
(z.B. Neubau)	bis	3.329,17 €	2.318,75 €	1.981,94 €	1.813,54 €
Nachverkabelung	von	3.800,00 €	3.154,17 €	2.938,89 €	2.831,25 €
(z.B. Neubau)	bis	4.529,17 €	3.518,75 €	3.181,94 €	3.013,54 €
Ohne	von	5.000,00 €	4.354,17 €	4.138,89 €	4.031,25 €
Betriebsunterbrechung	bis	5.729,17€	4.718,75 €	4.381,94 €	4.213,54 €

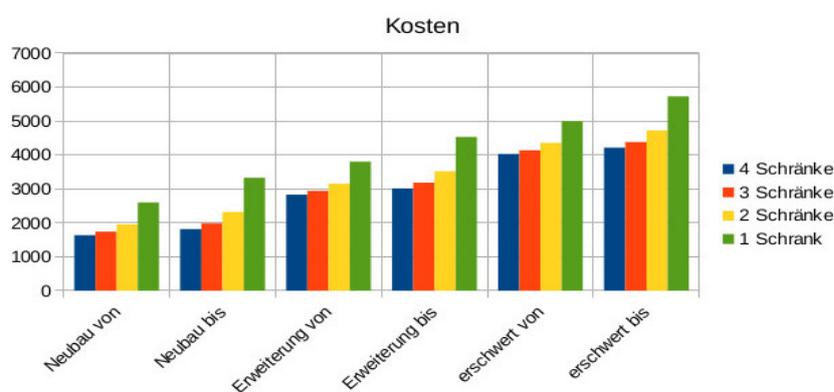


Abbildung 23: Kosten pro Arbeitsplatz, sortiert nach Art der Baumaßnahme

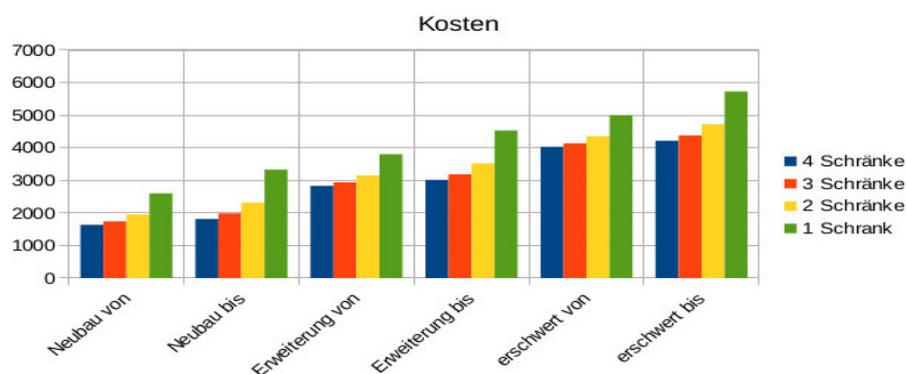


Abbildung 24: Kosten pro Arbeitsplatz, sortiert nach Anzahl der Schränke

Bei gleicher Anzahl errichteter IT-Anschlüsse können sich je nach Art der Baumaßnahme die Kosten pro Arbeitsplatz mehr als verdreifachen!

Fazit

Die Netzwerkanschlussleitung ist für Jeden sichtbar, der ein drahtgebundenes Gerät in das IT-Netzwerk einbinden muss. Dass sich daran eine Leitung anschließt, die zu einem Datenverteilteraum führt, ist auch noch Jedermann einleuchtend. Danach gibt es häufig nur verschwommene Kenntnisse, die oft auf dem Wissen um den DSL-Router und dem Netzwerk zuhause basiert. Die in einem großen Unternehmen anfallenden Kosten für die IT-Verkabelung können mit den Kosten zuhause aber nicht verglichen werden. Zuhause werden in der Regel fertig konfektionierte Leitungen verwendet, die direkt an den DSL-Router angeschlossen sind. Der DSL-Router dient meist gleichzeitig als Access Point. Planungskosten, Verteilerräume, Kabeltrassen, Brandschutzdurchbrüche, Qualitätsmessungen bei der Leitungsinstallation, aufwendige Dokumentation, Redundanzüberlegungen, Ausfallkonzepte usw. – zuhause alles Fehlanzeige!

9 Zukunftssicherheit

... ist in dieser schnelllebigen Zeit enorm wichtig ...

Zuhause gibt es in der Regel wenig Probleme, zumal die Installationsmenge überschaubar ist.

In größeren IT-Landschaften verursachen Datensicherungen von und zu Servern, die Übertragung umfangreicher technischer Dokumentationen usw. oft eine erheblich größere Datenmenge, die sowohl in den aktiven Komponenten verarbeitet, als auch über die Verkabelung übertragen werden muss. Sinnvoll ist dann, wenn das Verkabelungssystem so flexibel gestaltet ist, dass Anpassungen ohne größere Probleme möglich sind.

Die DIN EN 50174-2 geht detailliert darauf ein, wie die Gestaltung der Verkabelungsanlage zu erfolgen hat. Hier steht im Punkt:

4.

4.4 Kabelwegsysteme

4.4.1 Anforderungen

...

Für Zugdosen und die Lagerung von Kabelüberlängen/Vorratslängen muss geeigneter Platz vorgesehen werden.

...

4.4.2 Empfehlungen

Bei der ersten Planung sollte das Kabelwegsystem, aufgrund der folgenden Festlegungen, so gewählt werden, dass die Erstbelegung mit Kabeln höchstens 40 % der nutzbaren Querschnittsfläche einnimmt ...

Meine Empfehlung hierzu ist, das Kabeltragsystem so auszulegen, dass diese 40 %-ige Belegung auch nach Erweiterungen eingehalten wird. Dadurch ist der Platz zur Verlegung neuer Kabel vorhanden. Nach dem Schwenk der Geräte auf die neue Installation kann dann die alte Verkabelung zurückgebaut werden.

Es lohnt sich auch, die LWL-Einblastechnik zu betrachten.

(siehe LanLine: [Vom Gebäudeverteiler in den Brüstungskanal](#))

Über LWL ist allerdings kein PoE (remote powering) möglich, aber auch für die Stromversorgung mit Kleinstspannung gibt es sehr gute Lösungen.

(siehe z.B. Microsens: [FTTO im GigabitEthernet-Zeitalter](#))

Für kleine Netzwerke (z.B. zuhause) wird häufig die „Im-Putz-Verlegung“ der Kabel verwendet. Auch hier kann die Verrohrung (Riffelrohr, Flexrohr, PVC-Flexschlauch) eine Investition in die Zukunft sein. Bei Verwendung von Installationsrohren ist dann ein Medienwechsel ohne Stemmarbeiten an der Wand möglich – und der Haussegen gerettet.

Die zur Verrohrung notwendige größere Startinvestition zahlt sich schon bei der ersten Nachinstallation aus!

10 Linksammlung

10.1 DIN-Normen, VDE-Vorschriften und weitere Literatur

Die meisten Vorschriften sind sowohl über den Beuth-, als auch den VDE-Verlag beziehbar.

Liste 14: Vorschriften und Normen

1. Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV)
Empfehlungen, Erlasse und Häufig gestellt Fragen
2. AMEV – Empfehlung
„LAN 2021 Planung, Bau und Betrieb von anwendungsneutralen Kommunikationsnetzwerken in öffentlichen Gebäuden“ (nicht barrierefrei)
3. Berechnungshilfe zur AMEV-Empfehlung LAN 2021
4. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
5. Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus
6. IT-Grundschutz-Bausteine – Edition 2022
7. Orientierungshilfe zu Nachweisen gemäß § 8a Absatz 3 BSIG, Version 1.1, 28.08.2020
8. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)
9. Unfallverhütungsvorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel – DGUV Vorschrift 3
10. Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen (VOB/B Ausgabe 2016)
11. DIN EN 50173-1:2018-10:
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
12. DIN EN 50173-1 Beiblatt 1:2008-05
Verkabelungsleitfaden zur Unterstützung von 10 GBASE-T;
Deutsche Fassung CLC/TR 50173-99-1:2007
13. DIN EN 50173-2:2018-10:
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
Teil 2: Bürobereiche.
14. DIN EN 50173-3:2018-10; VDE 0800-173-3
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
Teil 3: Industriell genutzte Bereiche;
Deutsche Fassung EN 50173-3
15. DIN EN 50173-4:2018-10; VDE 0800-173-4
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
Teil 4: Wohnungen;
Deutsche Fassung EN 50173-4
16. DIN EN 50173-4 Beiblatt 2:2013-04; VDE 0800-173-4 Beiblatt 2:2013-040
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
Teil 4: Wohnungen;
Beiblatt 2: Infrastruktur von Heimverkabelungen bis zu 50 m Länge zur gleichzeitigen oder nicht-gleichzeitigen Bereitstellung von Netzanwendungen;
Deutsche Fassung CLC/TR 50173-99-3:2012
17. DIN EN 50173-5:2018-10; VDE 0800-173-5
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
Teil 5: Rechenzentrumsbereiche;
Deutsche Fassung EN 50173-5:2018

18. DIN EN 50173-6:2018-10; VDE 0800-173-6
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
Teil 6: Verteilte Gebäudedienste;
Deutsche Fassung EN 50173-6:2018
19. DIN EN 50174-1:2020-10; VDE 0800-174-1:2020-10
Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung
Teil 1: Installationspezifikation und Qualitätssicherung;
Deutsche Fassung EN 50174-1:2018 + A1:2020
20. DIN EN 50174-2:2018-10; VDE 0800-174-2
Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung
Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden;
Deutsche Fassung EN 50174-2:2018
21. DIN EN 50174-3:2017-11; VDE 0800-174-3:2017-11
Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung
Teil 3: Installationsplanung und Installationspraktiken im Freien;
Deutsche Fassung EN 50174-3:2013 + A1:2017
22. DIN EN 50310:2020-06; VDE 0800-2-310:2020-06
Telekommunikationstechnische Potentialausgleichsanlagen für Gebäude und andere Strukturen;
Deutsche Fassung EN 50310:2016 + A1:2020
23. DIN EN 61935-1:2010-07; VDE 0819-935-1:2010-07
Spezifikation für die Prüfung der symmetrischen und koaxialen informationstechnischen Verkabelung
Teil 1: Installierte symmetrische Verkabelung nach der Normenreihe EN 50173 (IEC 61935-1:2009, modifiziert);
Deutsche Fassung EN 61935-1:2009
24. DIN EN 61935-1 Berichtigung 1:2012-07; VDE 0819-935-1 Berichtigung 1:2012-07
Spezifikation für die Prüfung der symmetrischen und koaxialen informationstechnischen Verkabelung
Teil 1: Installierte symmetrische Verkabelung nach der Normenreihe EN 50173 (IEC 61935-1:2009, modifiziert);
Deutsche Fassung EN 61935 1:2009, Berichtigung zu DIN EN 61935-1 (VDE 0819-935-1):2010-07; (IEC-Cor. : 2010 zu IEC 61935-1:2009)
25. DIN EN 62305-3:2011-10; VDE 0185-305-3:2011-10
Blitzschutz
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 62305-3:2010, modifiziert);
Deutsche Fassung EN 62305-3:2011
26. Norm-Entwurf
DIN EN IEC 62305-3:2022-04; VDE 0185-305-3:2022-04 - Entwurf
Blitzschutz
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 81/646/CD:2021);
Text Deutsch und Englisch
27. DIN EN 62305-3 Beiblatt 1:2012-10; VDE 0185-305-3 Beiblatt 1:2012-10
Blitzschutz
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
Beiblatt 1: Zusätzliche Informationen zur Anwendung der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3)
Dieses Beiblatt ergänzt DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3).
28. DIN EN 62305-3 Beiblatt 2:2012-10; VDE 0185-305-3 Beiblatt 2:2012-10
Blitzschutz
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
Beiblatt 2: Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen
Dieses Beiblatt enthält zusätzliche Informationen zur DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3).

29. DIN EN 62305-3 Beiblatt 3:2012-10; VDE 0185-305-3 Beiblatt 3:2012-10
Blitzschutz
Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
Beiblatt 3: Zusätzliche Informationen für die Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen
Dieses Beiblatt ergänzt DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3), Anhang E
30. DIN ISO/IEC 14763-3:2019-05; VDE 0800-763-3:2019-05
Informationstechnik - Errichtung und Betrieb von Standortverkabelung
Teil 3: Messung von Lichtwellenleiterverkabelung
(ISO/IEC 14763-3:2014 + COR1:2015 + AMD1:2018)
31. DIN VDE 0100-410:2018-10; VDE 0100-410
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert
+ A1:2017, modifiziert);
Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2017 + A11:2017
32. DIN VDE 0100-444:2010-10; VDE 0100-444:2010-10
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 4-444: Schutzmaßnahmen - Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen
(IEC 60364-4-44:2007 (Abschnitt 444), modifiziert);
Deutsche Übernahme HD 60364-4-44:2010 + Cor.:2010
33. DIN VDE 0100-540:2012-06; VDE 0100-540:2012-06
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen und Schutzleiter
(IEC 60364-5-54:2011);
Deutsche Übernahme HD 60364-5-54:2011
34. Norm-Entwurf 2018-09
DIN VDE 0100-540/A1:2018-09; VDE 0100-540/A1 - Entwurf
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen und Schutzleiter
(IEC 64/2244/CD:2017);
Text Deutsch und Englisch
35. DIN VDE 0100-710:2012-10; VDE 0100-710:2012-10
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Medizinisch
genutzte Bereiche (IEC 60364-7-710:2002, modifiziert);
Deutsche Übernahme HD 60364-7-710:2012
36. DIN VDE 0100-710:2018-09; VDE 0100-710 - Entwurf
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Medizinisch
genutzte Bereiche (IEC 64/2281/CDV:2018);
Deutsche und Englische Fassung prHD 60364-7-710:2018
37. DIN VDE 0100-710 Beiblatt 1:2014-06; VDE 0100-710 Beiblatt 1:2014-06
Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Medizinisch
genutzte Bereiche;
Beiblatt 1: Erläuterungen zur Anwendung der normativen Anforderungen aus DIN VDE 0100-710
(VDE 0100-710):2012-10
38. DIN 6844-1:2020-05
Nuklearmedizinische Betriebe
Teil 1: Regeln für die Errichtung und Ausstattung von Einrichtungen zur ambulanten Anwendung
von offenen radioaktiven Stoffen zur Diagnostik und Therapie

39. DIN 13080:2016-06
Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen
40. Vornorm 2021-07 DIN/TS 13081:2021-07
Leitfaden für temporäre medizinische Einrichtungen - Krankenhauserweiterungen
41. DIN VDE 0845 Beiblatt 1:2010-11; VDE 0845 Beiblatt 1:2010-11
Überspannungsschutz von Einrichtungen der Informationstechnik (IT-Anlagen)
42. DIN VDE 0891-1:1990-05; VDE 0891-1:1990-05
Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Fernmeldeanlagen und Informationsverarbeitungsanlagen;
Allgemeine Bestimmungen
43. Niedersächsischer Landtag: Gesetz 2012-04-03, BauO ND:2012-04-03;
Niedersächsische Bauordnung (NBauO)
44. LAN 2021, Planung, Bau und Betrieb von anwendungsneutralen Kommunikationsnetzwerken in öffentlichen Gebäuden
Empfehlung Nr. 161
Arbeitskreis Maschinen- und Planung,
Bau und Betrieb von anwendungsneutralen Kommunikationsnetzwerken in öffentlichen Gebäuden und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV)
45. Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEI)
Publikationen 06.07.2017
Hinweise zu Kabeln und Leitungen unter der Bauproduktenverordnung

10.2 Weitere Vorschriften

Liste 15: Weitere Vorschriften

- Verordnung über Arbeitsstätten
(Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV), 22.12.2020
- ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“, 18.03.2022

10.3 Lehrgänge der BdNI Akademie

(Bildungsinitiative der Netzwerk-Industrie)

Liste 16: Lehrgänge der BdNI

- Zielsetzung der BdNI
- Terminübersicht und Buchungsanfragen

10.4 Verkabelungsrichtlinien

Achtung:

Die **Verkabelungsrichtlinie** des **AMEV** wurde als verbindlich für den öffentlichen Bereich erklärt (außer für Bayern)

Liste 17: Verkabelungsrichtlinien

- Universität Magdeburg, Hinweise für die Planung und Ausführung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen, März 2017
- Standards für Auf- und Ausbau des Daten- und Kommunikationsnetzes der Universität Gießen, 08.05.2020
- Technische Information Lokale Datennetze in den Dienststellen des Landes Niedersachsen, TI-LAN
Die TI-LAN könnte durch die AMEV-Verkabelungsrichtlinie abgelöst worden sein.

10.5 Kleine Netzwerke

Auf der Homepage von netzwelt.de findet man

Liste 18: Kleine Netzwerke

- [Netzwerkverkabelung planen: Anforderungen für dein Heimnetzwerk](#)
die auch für kleine, mittlere und teilweise auch für größere Netzwerke passen

11 Randbemerkungen

11.1 Wortwechsel

(Bei vielen der folgenden Aussagen kann ich auch den Urheber benennen.)

Liste 19: Wortwechsel

- Thema
 - Aussage (i.d.R. von Elektroingenieuren)
 - und die dazu passende Antwort
- Zur Länge des „Permanant Link“ (max. 90 m):
 - Die Trassenlänge beträgt 87m - da haben Sie doch noch 3 m!
 - Mit den verbleibenden 30 m kommt man noch nicht mal von der Kabeltrasse im Flur bis in den Raum, geschweige denn bis zur Netzwerkanschlussdose. Außerdem braucht man ja im Netzwerkknotenraum und im Netzwerkschrank auch noch Leitung von der Trasse bis zum Patchfeld. Und damit sind die Parameter aus der Normenreihe DIN EN 50173 für den „Permanent Link“ bei einer Trassenlänge von 87m nicht mehr einzuhalten.
- Zu Netzwerkknotenräumen in Neubauten:
 - Ihr habt doch die Netzwerkschränke schon immer mit der hinteren Tür an die Wand gestellt!
 - Das ist dem Umstand geschuldet, dass man in bestehenden Gebäuden den notwendigen Platz für Netzwerkanschlussräume nicht bekommt. Werden neue Gebäude geplant, ist es mir unbegreiflich, wenn nötige Technikräume nicht nach den gültigen Vorschriften eingeplant werden.
- Zu Klimatisierung:
 - Der Datenverteiler wurde erstellt und ist an mir vorbei gegangen. Das ist mittlerweile 3 Jahre her. Aus diesem Jahr existieren noch weitere DV's, die anscheinend auch ohne Kühlkomponenten störungsfrei ihren Dienst verrichten. Zumindest gab es keine anders lautenden Meinungen aus eurem Geschäftsbereich. Daher erschließt sich mir der Sinn der seitens IT propagierten und geforderten aufwendig zu installierenden Kühlkomponenten nicht mehr. Aus diesem Grund werde ich die DV's zukünftig nicht weiter mit Kühlung versorgen ...
 - Es sollte doch wohl reichen, wenn Einer aus dem IT-Fachbereich immer wieder auf diesen MIsstand hinweist.
Bei solcher Ignoranz kann man bei erreichten Temperaturen im Netzwerkraum von weit über 35°C nur noch den Kopf schütteln. Im Netzwerkschrank ist die Temperatur noch weit höher!
Siehe:
 - * Ausfallverteilung
 - * Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel
 - * Lebensdauer von Halbleitern genauer vorhersagen
 - * Arrhenius-Gleichung: Zusammenhang zwischen der absoluten Temperatur und der erwarteten Lebensdauer (bzw. Fehlerrate)
- Ein Datenverteiler wird bereits seit mehr als 5 Jahren gebraucht und es es ist nicht gut, dass er erst jetzt gebaut wird.
 - Sieh es doch mal so: es ging doch bisher auch und wir haben 5 Jahre lang dafür kein Geld ausgeben müssen.
 - Die betroffenen Leute konnten aber auch 5 Jahre lang nicht richtig arbeiten!
- Kosten für Technikräume
 - Technikräume kann ich nicht vermieten.
 - Wenn Technikräume den Anforderungen nicht genügen sind die anderen Räume aber meist auch nicht vermietbar.

11.2 Erkenntnisse

Liste 20: Erkenntnisse

- Die meisten Elektroingenieure können ohne zusätzliche Ausbildung oder Erfahrung keine „Strukturierte Verkabelung“ planen - für Architekten trifft das ebenfalls zu.
- Vorgaben können nur dann eingehalten werden, wenn es sie gibt.
- Die besten Vorgaben nützen nichts, wenn der Chef sie abheftet – und der Monteur sie nicht kennt.
- Die Qualität der Arbeit ist nur so gut, wie die dazu gehörende Kontrolle. Der Preis bestimmt dabei nicht die Qualität.
- Häufig fängt Sparen damit an, dass man vorher mehr Geld ausgibt.
- Wir haben kein Geld zu verschenken - also sollten wir es gleich richtig machen – und nicht mehrmals nachbessern.
- Jeder Monteur bringt seine Erfahrungen ein und versucht sie anzuwenden. Das ist keine böse Absicht. Manchmal sind diese Erfahrungen nützlich, müssen aber meist angepasst werden. Manchmal allerdings stören sie, weil sie nicht zum Gesamtkonzept passen. Auf jeden Fall müssen solche Abweichungen vom Bauherrn **abgeseget und dokumentiert** werden.
- Die meisten Monteure haben weder Zeit noch Lust, wesentlich mehr als eine halbe DIN-A4-Seite Dokumentation zu lesen. Deshalb muss eine Dokumentation für den Monteur so aufgebaut sein, dass er alle für ihn im Moment wichtigen Informationen auch auf genau dieser halben DIN-A4-Seite in verständlicher Form vorfindet.
- Wer nicht dokumentiert - verliert.
- Ressourcen werden meist nicht nach Bedarf oder technischer Notwendigkeit vergeben, sondern nach dem Ansehen der Person.
- Alles technisch Machbare wird irgendwann gemacht. Aber nicht alles davon ist auch sinnvoll.
- Funktionierende Provisorien halten ewig.
- Funktionalität, Komfort und Sicherheit sind meist direkt proportional zum Preis.
- IT ist immer wichtig. Man merkt es aber immer erst dann, wenn sie mal nicht geht.
- Eine Infrastruktur muss als solche **(a) geplant, (b) gebaut und (c) finanziert** werden. Bei einer Realisierung über Projekte finden oft nur kleinteilige Erweiterungen statt, die weder dem gesamten Bau Rechnung tragen, noch zukunftsfähig sind. Auf diese Weise werden Nachträge und Ergänzungen nötig, welche insgesamt wesentlich mehr Geld kosten und häufig auch nicht zusammen passen – also Flickwerk sind.
- Richtlinien haben den **Nachteil**, dass man sich dann auch danach richten muss.
- Es gibt nur eine Möglichkeit in einem Netzwerkschrank dauerhaft Ordnung zu haben, ohne permanent kontrollieren zu müssen:
Neu errichten und dann – zuschweißen!
- Kurze Amortisationszeit und Nachhaltigkeit passen in den seltensten Fällen zusammen. ([Wikipedia: Amortisation und Return-on-Investment](#))
- Wird von einem mit einer Messung beauftragten Monteur festgestellt, dass eine Leitung die geforderten Werte nicht erreicht, besteht die Möglichkeit, dass „versehentlich“ eine ähnliche Leitung zum zweiten Mal gemessen wird und das Ergebnis damit ersetzt wird. Es ist unter Anderem auch deshalb keine gute Idee, Abnahmemessungen von der selben Firma machen zu lassen, die installiert hat.
- Die Auftragsvergabe nach **gut kennen** – statt nach **gut können** – ist immer schlecht.

11.3 Dumme Sprüche

Liste 21: Dumme Sprüche

- Wir sparen wo wir können – koste es was es wolle.
- Preiswert ist nicht billig, sondern (wie der Name sagt) seinen Preis wert.
- Das habe ich schon viel schlimmer gesehen.
- Das haben wir noch nie gemacht. \Leftarrow versus \Rightarrow Das haben wir schon immer so gemacht.
- Was wollen Sie denn, es läuft doch.
- Fachwissen ist der Entscheidungsfindung nicht förderlich.