

STAATLICHES BAUMANAGEMENT
NIEDERSACHSEN

IT. NIEDERSACHSEN



Technische Information
Lokale Datennetze
in den Dienststellen des
Landes Niedersachsen

TI-LAN-2014



Niedersachsen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung _____	5	6.1.5	Rangiereinheit _____	29
2	Zusammenarbeit mit dem zentralen Netzbetreiber _____	6	6.1.6	Dokumentenschublade / Auszug _____	29
2.1	Zuständigkeiten _____	6	6.1.7	Rangierkabel _____	29
2.2	Verfahren bei Baumaßnahmen des SBN für die allgemeine Landesverwaltung __	6	6.1.8	Messung _____	30
2.3	Verfahren bei Maßnahmen des IT.N __	7	6.2	LWL-Installationsstrecken _____	31
2.4	Anbindung von LAN der allgemeinen Landesverwaltung an das WAN- Landesnetz NI-NGN) (ehemals iznNet) __	7	6.2.1	Allgemein _____	31
3	Lokale Datennetze _____	8	6.2.2	LWL-Kabel _____	32
3.1	Allgemeine Anforderungen _____	8	6.2.3	Anschlussdosen _____	33
3.2	Netztopologie _____	8	6.2.4	Rangierfelder _____	33
3.3	Primärbereich _____	9	6.2.5	Messung _____	34
3.4	Sekundärbereich _____	9	6.3	Funk-LAN _____	35
3.5	Tertiärbereich _____	9	6.3.1	Einsatzbereiche _____	35
3.6	Erweiterung eines vorhandenen LAN __	10	6.3.2	Funktionen _____	36
4	DV-Arbeitsplätze ok _____	11	6.3.3	Installation _____	38
4.1	Installationen für DV-Arbeitsplätze (passives Netz) _____	11	6.3.4	Abnahme _____	38
4.2	Anforderungen an DV-Arbeitsplätze __	11	6.4	Richtfunksysteme _____	39
5	Verteilerräume, Verteilerschränke ____	12	6.4.1	Allgemeines _____	39
5.1	Verteilerräume _____	12	6.4.2	Systeme mit Allgemeinzulassung ____	40
5.1.1	Bauliche Anforderungen _____	12	6.4.3	Systeme ohne Allgemeinzulassung ____	40
5.2	Standortverteiler bzw. Gebäudeverteiler	15	7	Elektromagnetische Verträglichkeit, Schirmung und Erdung _____	41
5.3	Etagenverteiler _____	16	7.1	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) _____	41
5.4	Verteilerschranke _____	16	7.2	Schirmung und Potentialausgleich ____	41
5.4.1	19"-Wandverteiler _____	17	8	Planung der Netzstruktur _____	43
5.4.2	19"-Kleinstandverteiler _____	17	8.1	Gebäudebezogene Kriterien _____	43
5.4.3	19"-Standverteilerschrank für zentrale aktive Komponenten und Kupfer in der Tertiärebene _____	18	8.2	Technische Kriterien _____	44
5.4.4	19"-Standverteilerschrank für zentrale aktive Komponenten und LWL in der Tertiärebene _____	20	8.3	Wirtschaftlichkeitsberechnung ____	45
5.4.5	19"-Standverteilerschrank für (dezentrale) aktive Komponenten in Etagenverteiler _____	21	9	Aktive Netzkomponenten NN _____	47
5.4.6	19"-Standverteilerschrank für Server __	21	9.1	Technische Anforderungen _____	47
5.5	Lüftung / Klimatisierung _____	22	9.2	Auslegung von aktiven Netzkomponenten	50
5.5.1	Raumlüftung _____	22	9.3	Betrieb von Aktiven Netzkomponenten	51
5.5.2	Schranklüftung und -kühlung _____	23	10	Infrastruktur _____	52
5.6	Verteilerräume mit übergeordneter strategischer Funktion _____	24	10.1	Stromversorgung _____	52
6	Installations- und Übertragungsstrecken OFD _____	25	10.1.1	Stromversorgung für Verteilerräume __	52
6.1	Symmetrische Kupferverkabelung ____	25	10.1.2	Stromversorgung für Büroräume ____	53
6.1.1	Allgemein _____	25	10.1.3	Leistungsbilanz _____	53
6.1.2	Kupferkabel _____	27	10.2	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) _____	53
6.1.3	Anschlussdosen _____	28	10.3	Leitungsverlegung, Kanalsysteme ____	54
6.1.4	Rangierfelder _____	29	10.4	Überspannungsschutz _____	55
			10.5	Brandschutz _____	55
			10.5.1	Baulicher Brandschutz _____	55
			10.5.2	Technischer Brandschutz _____	56
			10.6	Beleuchtung _____	56
			10.7	Schallschutz _____	56
			11	Dokumentation _____	57
			11.1	Bestandsunterlagen _____	57
			11.2	Maßnahmen bei Erweiterung _____	57
			11.3	Notwendige Bescheinigungen (CE-Kennzeichnung) _____	57

12	Glossar _____	58
12.1	Kupferkabel _____	58
12.2	Lichtwellenleiter _____	61
12.3	Aktive Netzkomponenten _____	63
13	Verzeichnis der verwendeten Richtlinien_____	68
14	Fundstellen alle _____	71
14.1	Literaturverzeichnis _____	71
14.2	Internet / Intranet Links _____	71
15	Ansprechpartner _____	72
16	Mitarbeiter Ausgabe der TI-LAN-2014	72
17	Anlage 1 - Übersicht gebräuchlicher LWL-Steckverbindungen_____	73
18	Anlage 2 - Legende zu den 19"- Standverteilerschränken _____	75

1 Einleitung

Ziel der TI-LAN ist es, einheitliche Richtlinien für Planung, Beschaffung und Bau lokaler Datennetze (Lokal Area Network = LAN) innerhalb der allgemeinen Landesverwaltung zu schaffen. Die Errichtung von LAN ist eine Infrastrukturmaßnahme und obliegt unter Berücksichtigung der ab 01.01.2007 gültigen Zuständigkeiten¹⁾ grundsätzlich dem Staatlichen Baumanagement Niedersachsen (SBN).

Die TI-LAN-2014 löst die TI-LAN-2010 ab. Sie beschreibt den Aufbau bzw. die Erweiterung von einem anwendungsneutralen lokalen Datennetz in den Dienststellen der allgemeinen Niedersächsischen Landesverwaltung und berücksichtigt die Norm DIN EN 50173 [13,14] „Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen“ sowie die „Normen, Standards und Empfehlungen für den Einsatz der luK-Technik in der Landesverwaltung“. Sie ist mit dem Landesbetrieb IT.Niedersachsen (IT.N) ehemals LSKN abgestimmt. Damit können bei der Errichtung von LAN alle beteiligten Dienststellen auf abgestimmte Vorgaben zurückgreifen. Die Planung von Rechenzentren ist im Einzelfall mit dem Betreiber abzustimmen.

Die TI-LAN-2014 ist eine Planungsgrundlage und Entscheidungshilfe für die Erstellung von Leistungsbeschreibungen. Sie ist kein „fertiger“ Anforderungskatalog für Investorenbauvorhaben oder für Pauschalangebote bei Mietobjekten, da sie zwar die notwendige Qualität der einzusetzenden Produkte, jedoch nicht in allen Punkten die erforderliche Quantität (z. B. der erforderlichen aktiven Ports bei aktiven Netzkomponenten) beschreibt. Auch bezüglich der Grundsatzentscheidungen (z. B. LWL oder Kupfer) und der notwendigen Abstimmungen zwischen dem IT.N und der nutzenden Verwaltung sind im Vorfeld einer Ausschreibung noch Entscheidungen zu treffen.

Die TI-LAN-2014 beinhaltet nicht die im Zuständigkeitsbereich der jeweils nutzenden Verwaltung liegenden Aspekte hinsichtlich der inneren Organisation und der individuellen Arbeitsplatzgestaltung beim Einsatz von DV-Anwendungen.

Um die Unterlage dem aktuellen Stand der Technik anzupassen wurde in dieser Fassung als Standard ein Link der Klasse E_A und der Einsatz von Kupferkabeln der Kategorie 7 vorgegeben.

¹⁾ Erlass MF vom 15. Nov. 2006 – 22 (B) – 26070 – 10/03

2 Zusammenarbeit mit dem zentralen Netzbetreiber IT.Niedersachsen

2.1 Zuständigkeiten

Bei der Errichtung von LAN für die allgemeine Landesverwaltung gilt ab dem 01.01.2007 zwischen dem Staatlichen Baumanagement Niedersachsen (SBN) und dem Landesbetrieb IT.Niedersachsen (IT.N - ehemals izn und LSKN) folgende Zuständigkeitsregelung²⁾³⁾:

- | | |
|------|--|
| SBN | - passives Netz von der Anschlussdose bis zum Rangierfeld im Verteiler, einschließlich Verteilerschrank sowie die Koordinierung der Maßnahme |
| IT.N | - aktive Netzkomponenten, Anschluss- und Rangierkabel und Datenendgeräte (APC, Server, etc.)
- VOIP-Systeme bzw. TK-Anlagen, einschließlich Endgeräte |

Für den Bereich der Hochschulen ist weiterhin das SBN allein zuständig.

2.2 Verfahren bei Baumaßnahmen des SBN für die allgemeine Landesverwaltung

Bei Baumaßnahmen mit LAN-Anteil hat die örtliche Dienststelle des Staatlichen Baumanagement Niedersachsen (SB) in der Planungsphase den IT.N mit einzubeziehen⁴⁾. Die in Kostengruppe 457 zu veranschlagenden Kosten für die aktiven Netzkomponenten werden vom IT.N ermittelt, damit das SB diese berücksichtigt. Außerdem legt der IT.N die notwendigen Anforderungen und ggf. Vorgaben für seinen Netzbetrieb z. B. bezüglich der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen für seine Betriebsräume (Zugangskontrollsystem, Einbruchmeldeanlage, Brandmeldeanlage, Raumüberwachungssysteme, etc.) fest. Die Kosten hierfür werden vom SB veranschlagt, dass die Bauleistungen später auch ausführen lässt.

Folgende Angaben sind für das SB mindestens notwendig:

- Wärmeabgabe der aktiven Komponenten, falls vorhanden einschließlich Server.
- Angabe von Gleichzeitigkeitsfaktoren der vom IT.N betreuten Verbraucher
- Zulässige Umgebungsbedingungen (Temperatur und Luftfeuchte) der aktiven Netzkomponenten.
- Elektrischer Anschlussbedarf der aktiven Netzkomponenten, falls vorhanden einschließlich Server.
- Notwendigkeit einer USV-Versorgung (Anschlussleistung, Überbrückungszeit).
- Schrankaufbau
- Eventuelle technische Mehrforderungen gegenüber der aktuellen TI-LAN

Hierzu übersendet das SB dem IT.N den Fragebogen „Projektdatenabstimmung zwischen dem SBN und dem IT.N“⁵⁾. Der IT.N kann aus funktioneller Sicht Vorgaben zum Thema LWL/Kupfer erstellen. Falls in der Tertiärebene LWL- oder Kupferkabel möglich sind, sind die notwendigen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen vom SB durchzuführen [⇒ 8.3]. Der IT.N ist dann zu informieren, welche Variante sich als die wirtschaftlichere herausgestellt hat. Anschließend kann der IT.N die entsprechende Beschaffung einleiten.

Nach dem das SB den Bauauftrag für die Baumaßnahme erhalten hat, legt es - wie sonst auch - im HHV-Bau die Kostenkontrolleneinheiten (KKE) einschließlich einer KKE für die aktiven Komponenten an. Das SB teilt ggf. Änderungen dem IT.N mit. Der IT.N überprüft seine früheren Angaben in Bezug auf evtl. geänderte Mengen / Kosten und übermittelt eine aktualisierte Bestätigung in Form eines „Angebotes“ (wg. HHV-Bau) zurück. Jetzt kann das SB einen Auftrag in HHV-Bau eingeben. Das SB erteilt

² Gemäß Kabinettsbeschluss vom 19.04.2005 „Verwaltungsmodernisierung, Phase 2“

³ Ein Leitfaden über die Zusammenarbeit befindet sich unter:

http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/FeMeBau/Teil1/Flyer_FeMeBau.pdf

⁴ Herr Liebing, Telefon 0511-9898-7101, E-Mail willi.liebing@IT.Niedersachsen.de

⁵ http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/FeMeBau/Teil1/FragebogenSBN-IZN_3.doc

dann einen Auftrag [freihändige Vergabe gemäß VOB/A §3 Pkt. 4. a, bzw. Verhandlungsverfahren gemäß VOB/A §3a Pkt. 1. c) und 5. c) bei EU-Verfahren] auf Basis des „Angebotes“ mit den üblichen Unterlagen zur Auftragsbestätigung (wie dies in der HHV-Bau vorgesehen ist) an den IT.N.

Der IT.N veranlasst zum vom SB vorzugebenden Termin die Lieferung, die betriebsfertige Montage und die Inbetriebnahme der aktiven Netzkomponenten. Verantwortlich für die Abnahme und die Mängelverfolgung ist der IT.N. Er übermittelt dem SB nach der Abnahme eine prüfbare Rechnung (mit den zur Prüfung notwendigen Unterlagen) zur weiteren Veranlassung.

2.3 Verfahren bei Maßnahmen des IT.Niedersachsen

Wenn der IT.N im Bereich der von ihm betreuten Netze Maßnahmen plant, ist es möglich, dass dadurch bauliche Maßnahmen ausgelöst werden z. B. weil die Stromversorgung ertüchtigt werden muss oder die vorhandene Kühlung nicht mehr ausreicht. In diesen Fällen wendet sich der IT.N vor der Installation an das SB. Der IT.N teilt hierbei mit:

- Erforderliche Leistungen (analog zu 2.2)
- Angabe zur Wärmeabgabe und Umgebungsbedingungen (analog zu 2.2)
- Fertigstellungstermin
- Sicherstellung der Finanzierung

Das SB kann auf Anforderung vorab eine Kostenermittlung vornehmen.

Für die Leistungen des SB sind entsprechend RLBau K8 Nebenkosten zu entrichten. Diese werden z. Zt. mit 22 % der Brutto-Abrechnungssumme berechnet. Die Nebenkosten sind in den vom SB zu erstellenden Kostenermittlungen enthalten, werden aber um dies transparent zu machen extra ausgewiesen.

2.4 Anbindung von LAN der allgemeinen Landesverwaltung an das WAN-Landesnetz NI-NGN⁶ (ehemals iznNet)

Um kostenträchtige Mietleitungen zwischen benachbarten Liegenschaften zu vermeiden, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, landeseigene Verbindungen (LeV) als Kupfer-, LWL- oder Funkverbindungen zu realisieren. Die Ermittlung der Investitionskosten obliegt dem Staatlichen Baumanagement Niedersachsen (SBN). Dieses kann von sich aus dem IT.N Erfolg versprechende Maßnahmen vorschlagen. Für die notwendige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und ggf. Finanzierung ist der IT.N zuständig. Er wird dann in der Regel das SBN mit der Ausführung beauftragen. Die Bestandsdokumentation einer neuen LeV ist durch das ausführende SB grundsätzlich in LISA anzulegen. Zusätzlich ist dem IT.N eine Ausfertigung der Dokumentation (digital oder/und schriftlich) auszuhändigen. Den Betrieb dieser LeV übernimmt anschließend der IT.N.

⁶ Niedersachsen Next-Generation-Network

3 Lokale Datennetze

3.1 Allgemeine Anforderungen

Lokal Area Network (LAN) sind nach der Norm DIN EN 50173 [13,14], Anwendungs-klasse E_A zu errichten. Für Planung, Errichtung und Betrieb ist die Normenreihe DIN EN 50174 [15-17] und die DIN EN 50310 [20] verbindlich anzuwenden. Die Messtechnik ist entsprechend der Norm DIN EN 50346 [21], Reihe DIN EN 61935 [34], DIN ISO/IEC 14763-3 [36] auszuführen. Durch Anwendung dieser Normen werden anwendungsneutrale LAN errichtet. Der Betrieb aller genormten Übertragungsverfahren mit Übertragungsfrequenzen ≤ 500 MHz wie: 10 Gigabit Ethernet, Gigabit Ethernet, Fast Ethernet, ATM ist dadurch möglich. Die Norm DIN EN 50173, gültig für Standorte mit 50 bis 50.000 Mitarbeitern, ist im Bereich des Landes auch bei weniger als 50 Mitarbeitern anzuwenden.

Bei der Planung eines LAN muss zur Auswahl der im Tertiärbereich zu verwendenden Übertragungsmedien (Kupferkabel [Cu] oder Lichtwellenleiter [LWL] bis ins Büro [Fiber to the Office, FTTO] bzw. bis zum Endgerät [Fiber to the Desk, FTTD]) folgendes berücksichtigt werden:

- die baulichen Gegebenheiten des Gebäudes
- die räumlichen Gegebenheiten des Gebäudes [⇒ 8.1]
- das Konzept der aktiven Netzkomponenten⁷⁾

3.2 Netztopologie

Unabhängig von der Art der Nutzung (dienstespezifisch) und der Übertragungssysteme (technologiespezifisch) ist das Datennetz als universell verwendbares Netz auszulegen. Grundlegende Norm für das Design von Datennetzen ist die DIN EN 50173 [13,14]. Durch diesen Standard wird für das passive Netz eine strukturierte, sternförmige Verkabelung vorgegeben.

Grundsätzlich wird ein Datennetz in drei Bereiche eingeteilt:

- Primärbereich
- Sekundärbereich
- Tertiärbereich

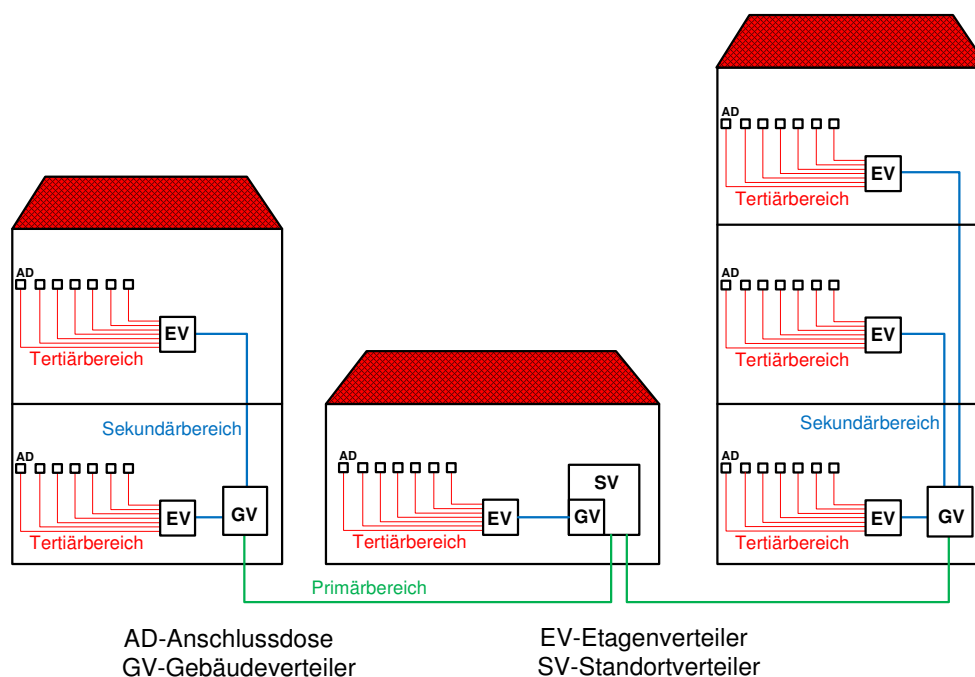


Abbildung 1: Netztopologie mit Kupferkabeln im Tertiärbereich

⁷⁾ Wird vom IT.Niedersachsen (IT.N) erstellt

3.3 Primärbereich

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

Grundsätzlich werden mehrfaserige Lichtwellenleiterkabel (LWL-Kabel) eingesetzt [⇒ 6.2]. Da die Übertragungreichweite von Gigabit Ethernet (IEEE 802.z) beim Einsatz von Multimodefasern (50/125 µm) nur 500 m beträgt (bei 10 Gigabit Ethernet SR sogar nur 300 m bei OM3 Fasern) sind ab 250 m Monomodefasern notwendig. Im Einzelfall sind auch Mischkabel z. B. 12 Multimodefasern und 8 Monomodefasern sinnvoll.

3.4 Sekundärbereich

Als Sekundärbereich wird die Verbindung zwischen dem Gebäudeverteiler (GV) und den Etagenverteilern (EV) bezeichnet. Im Sekundärbereich ist das Netz im Regelfall sternförmig mit LWL-Kabeln (Multimodefasern) auszuführen. Im Einzelfall sind auch bei größeren Längen Mischkabel (Hybridkabel) z. B. 12 Multimodefasern und 8 Monomodefasern sinnvoll. Multimodefasern sollten vorgesehen werden, da die Anschlussports in den aktiven Netzkomponenten deutlich kostengünstiger sind als Anschlussports für Monomodekabel. Monomodekabel ermöglichen zu einem späteren Zeitpunkt den Betrieb mit höheren Datenraten.

Wenn im Tertiärbereich [⇒ 3.5] Kupferkabel geplant sind⁸⁾, sind im Sekundärbereich mindestens 12-faserige LWL-Steigekabel vorzusehen. Bei einer mittels LWL-Kabeln ausgeführten Tertiärverkabelung sind die LWL-Steigekabel entsprechend der Anzahl der Fasern der Tertiärkabel auszulegen. In den LWL-Steigekabeln sind dann ca. 10 % Reservefasern vorzusehen.

Den Abschluss des Sekundärbereichs bilden die Etagenverteiler. Sie können dabei eine oder mehrere Etagen oder nur Teile einer Etage versorgen. Bei der Auslegung der Bereiche für die Etagenverteiler sind immer das aktive und das passive Netz zusammen zu betrachten. Die Größe und Ausstattung der Etagenverteiler richtet sich nach der Zahl der im Endausbau zu versorgenden Arbeitsplätze bzw. Anschlussdosen.

Ort und Anzahl der Etagenverteiler sind so festzulegen, dass die Entfernungsbedingungen der Norm DIN EN 50173 (max. 90 m lange Kupferkabel) eingehalten werden. Es ist dabei eine möglichst zentrale Anordnung anzustreben, um die Kabellängen zu minimieren.

In Gebäuden, in denen die Leitungslänge zwischen dem zentralen Standort- bzw. Gebäudeverteiler und den Anschlussdosen (AD) unter 90 m liegt sind grundsätzlich keine Etagenverteiler notwendig. Die Anschlussdosen sind dann unmittelbar vom Gebäudeverteiler aus zu versorgen. Hier entfällt somit der Sekundärbereich.

3.5 Tertiärbereich

Als Tertiärbereich wird die Verbindung zwischen den Etagenverteilern und den Anschlussdosen am Arbeitsplatz bezeichnet. Bei der Planung eines Datennetzes ist zu prüfen und zu entscheiden, ob im Tertiärbereich Kupfer-Kabel oder LWL (FTTO bzw. FTTD) eingesetzt werden kann. Zunächst ist zu untersuchen, ob durch bauliche oder technische Vorgaben nur eine Variante zur Ausführung kommen kann. Lassen bauliche und technische Vorgaben beide Ausführungsarten zu, so sind alle Investitions-

⁸ Nachinstallationen entsprechend der Vorgaben dieser TI-LAN sind nur vorzusehen, wenn der Bestand nicht ausreicht, bzw. die Trassen wegen anderer Notwendigkeiten geöffnet werden müssen.

kosten und die Auswirkungen auf den späteren Betrieb zu berücksichtigen. Bei der Entscheidung ist grundsätzlich das zu verkabelnde Gebäude zu betrachten [⇒ 8.3].

Das Tertiärnetz ist sternförmig aufzubauen. Bei Entfernungen von < 90 m sind im Regelfall symmetrische geschirmte Kupferkabel [⇒ 6.1] zu verwenden. Aus räumlichen (z. B. bei Entfernungen > 90 m), technischen (z. B. hohen Datenübertragungsraten mit Übertragungsfrequenzen > 250 MHz) oder wirtschaftlichen Gründen kann es jedoch zweckmäßig sein, auch im Tertiärbereich LWL-Kabel zu verwenden. Es sind dann zwei-faserige LWL-Kabel zu verlegen. Es ist möglich, LWL-Kabel ungeschnitten vom Gebäudeverteiler zu den Anschlussdosen (FTTD) bzw. Installationsswitchen (FTTO) zu verlegen (hoher Verkabelungsaufwand bei optimal geringer Dämpfung) oder hochfaserige LWL-Kabel bis zu einem Etagenverteiler (Spleißverteiler) [⇒ 5.3] zu führen und dort auf zwei-faserige aufzuteilen (geringerer Verkabelungsaufwand, mit etwas höherer Dämpfung). Die wirtschaftlichere Lösung ist zu entscheiden.

Falls LWL in der Tertiärebene eingesetzt wird, ist in den meisten Fällen die Variante „Fiber to the Office“ [⇒ 8.1] die wirtschaftlichere Lösung. Das LWL-Kabel wird direkt über SC-Verbinder⁹⁾ an einen Installationsswitch für je 2 Arbeitsplätze angeschlossen. Dabei werden fernadministrierbare Installationsswitches (Mini-Switch) mit min. 4 Kupfer-Ports 100 Base TX verwendet, die auch Inline Power (z. B. zur Stromversorgung von VoIP-Telefonen) nach IEEE 802.3af unterstützen. Die Stromversorgung der Installationsswitches erfolgt von den Steckdosenstromkreisen im Kabelkanal [⇒ 4.1]. Der Installationsswitch gehört, abweichend von den übrigen Regelungen zur Beschaffung von aktiven Komponenten, zu den Leistungen des SBN. Die in Frage kommenden Fabrikate/Typen sind im Einzelfall mit IT.N abzustimmen. Die Bauunterhaltung der Installationsswitches obliegt dem IT.N. Bei mehr als zwei Arbeitsplätzen besteht die Möglichkeit Installationsswitches zu kaskadieren (max. 2 Switches je zwei-faserigem LWL-Kabel). Erst wenn mehr als 4 Arbeitsplätze in einem Raum zu versorgen sind (z. B. PC-Schulungsraum) sind weitere LWL-Zuleitungen erforderlich.

3.6 **Erweiterung eines vorhandenen LAN**

Vorhandene LAN sind systemgerecht zu erweitern. Wenn die TI-LAN-2014 höhere Anforderungen vorsieht, ist nach Möglichkeit entsprechend der TI-LAN-2014 zu erweitern. So sind z. B. Kabel der Kategorie 7 auch dann einzusetzen, wenn Kabel der Kategorie 5 vorhanden sind. Der Bestand kann weiter verwendet werden, soweit er der aktuellen EN 50173 [13,14] Anwendungsklasse D entspricht und kein Cableshearing¹⁰⁾ angewandt wurde. Es ist ggf. zu überprüfen in wie weit vorhandene Kabel und Anschlussdosen für das FM-Leitungsnetz weiter verwendet werden können.

⁹⁾ Siehe Anlage 1

¹⁰⁾ Aufschaltung eines 8-adrigen Kabels auf zwei Anschlusspunkte mit je 4 Adern.

4 DV-Arbeitsplätze

4.1 Installationen für DV-Arbeitsplätze (passives Netz)

Es ist jedes zu verkabelnde Büro hinsichtlich der maximal möglichen Büroarbeitsplätze auszustatten. Die nachfolgenden Hinweise berücksichtigen den allgemeinen Bedarf, begründete Abweichungen sind möglich.

Bei der Ausstattung eines Büro-Arbeitsplatzes sind folgende Anforderungen zu beachten:

- Netzanschlusstechnik

Bei Kupfer im Tertiärnetz sind in jedem Raum zwei Datenanschlusspunkte plus einem Datenanschlusspunkt je maximal möglichen Büroarbeitsplatz vorzusehen:

- 1 Arbeitsplatz 3 Anschlusspunkte (z. B. eine Dreifach-Dose)
- 2 Arbeitsplätze 4 Anschlusspunkte (z. B. zwei Doppel-Dosen)
- 3 Arbeitsplätze 5 Anschlusspunkte (z. B. eine Doppel-Dose und eine Dreifach-Dose)

Bei LWL (FTTO) wird für je zwei Büroarbeitsplätze ein fernadministrierbarer Installationsswitch mit vier RJ45-Ports eingesetzt. Bei dem Einsatz von Installationsswitchen ist zu beachten, dass bei einigen Modellen für die Stromversorgung separate Netzteile in den Brüstungskanal eingebaut werden müssen.

- Stromversorgung

Pro Arbeitsplatz sind bis zu vier Wechselstromsteckdosen [⇒ 10.1.2] vorzusehen.

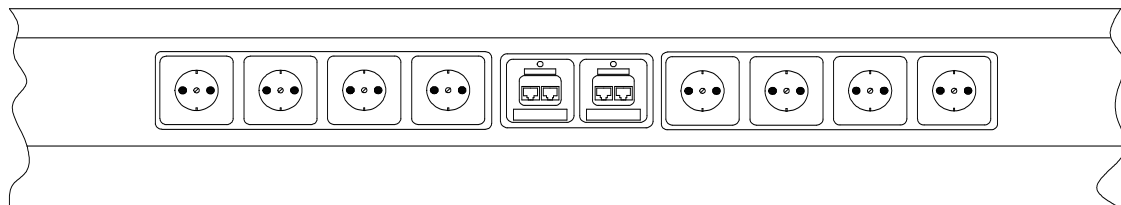


Abbildung 2: Ausstattung eines Standard-DV-Arbeitsplatzes im Tertiärnetz mit Cu-Verkabelung

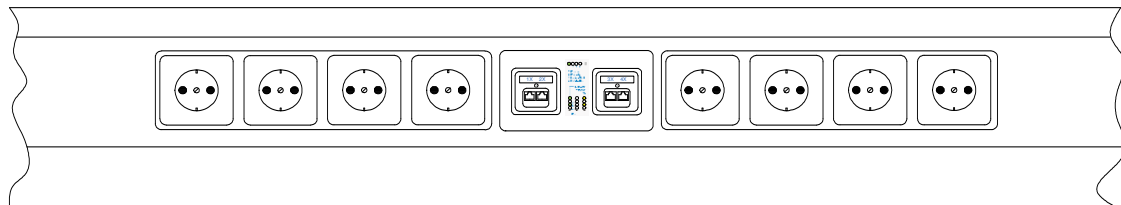


Abbildung 3: Ausstattung eines Standard-DV-Arbeitsplatzes im Tertiärnetz mit LWL-Kabel (FTTO)

4.2 Anforderungen an DV-Arbeitsplätze

Räumliche Gegebenheiten, Ergonomie, Gesundheitsfürsorge und arbeitsschutzrechtliche Bestimmungen sind von der nutzenden Verwaltung zu beachten. Im Allgemeinen sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Durch entsprechende Anordnung der DV- und Stromanschlussdosen ist eine möglichst geeignete DV-gerechte Aufstellung der Möblierung anzustreben. Dabei ist die Lage der Fenster (Verhindern von Reflexionen auf dem Bildschirm bzw. Blendwirkungen durch direktes Sonnenlicht) zu beachten. Stolperfallen z. B. durch Anschlusskabel sind zu vermeiden.
- Fachgerechte Aufstellung und Anschluss der Geräte (keine Improvisation)
- Beleuchtung [⇒ 10.6]

5 Verteilerräume, Verteilerschränke

Im Folgenden wird nicht mehr unterschieden ob in den Räumen bzw. Schränken nur aktive Netzwerkkomponenten installiert werden oder auch Server.

5.1 Verteilerräume

5.1.1 Bauliche Anforderungen

Nach Möglichkeit sind Räume mit geringen internen und externen Wärmelasten auszuwählen. Die Räume sollten nicht auf der Sonnenseite angeordnet sein, um eine unnötige Erwärmung zu vermeiden. Bei der Einrichtung ist durch Berechnung der Wärmelast festzustellen ob technische Maßnahmen z. B. Installation eines Splitkühlgerätes vorzusehen sind. Es ist zu berücksichtigen das große Bauteile (z. B. Verteilerschränke die u. U. nicht zerlegt werden können oder aufrecht transportiert werden müssen) ohne große Probleme in den ausgewählten Verteilerraum gebracht werden können. Eine Unterbringung sollte aus Sicherheitsgründen im Obergeschoss, oder höher liegenden Räumen erfolgen. Die Zugangsüberwachung und Absicherung ist zu gewährleisten und in geeigneter Form einzurichten (z. B. Codeschloss, Schlüsselverwaltung¹¹). Die genauen Anforderungen sind mit der nutzenden Verwaltung und dem IT.N abzustimmen. Folgende Punkte sind bei der Gestaltung des Raumes zu beachten:

- Wände und Decken:
Keine auf Putz befindlichen Installationen, welche durchgehende Stellflächen verbauen. Kühlwasserleitungen, Frischwasserleitungen und Heizungsrohren sind mit Absperrventilen, möglichst außerhalb des Raumes zu versehen. Sind Wasserleitungen unvermeidbar, ist als Mindestschutz eine Wasserauffangrinne unter der Leitung bzw. ein Doppelrohr angebracht werden, deren Ablauf sich außerhalb des Verteilerraumes befinden soll.
- Fußboden:
Schwimmender Estrich bzw. Doppelboden, Flächenbelastbarkeit > 5 kN/m², Punktbelastbarkeit >1 kN/m².
- Bodenbelag:
Antistatischer, wischbarer, PVC-freier Fußbodenbelag mit einer Ableitfähigkeit R_E von max. $10^8 \Omega$ im frisch verlegten Zustand, Ausführung nach DIN 54345 Blatt 1 [11]. Die Einhaltung der geforderten Leitfähigkeit und des geforderten Ableitwiderstandes ist durch normgerechte Messung an mehreren Stellen nachzuweisen und zu dokumentieren. Im Messprotokoll ist mindestens zu vermerken: verwendetes Messgerät, angewandte Norm, Raumtemperatur, Prüfspannung, gemessener Ableitwiderstand, Prüfzeitpunkt, Prüfer. Aus Sicherheitsgründen dürfen aktive Netzkomponenten erst eingebaut werden wenn die vorgeschriebene Ableitfähigkeit des Fußbodens nachgewiesen ist.
- Türen:
Außen feststehender Griff oder Knauf, abschließbar, innen Drückergarnitur, möglichst nach außen aufschlagend. Lichte Durchgangsbreite min. 0,85 m, besser 0,90 m. Lichte Durchgangshöhe min. 2,00 m (Bsp.: Serverschrank mit 42 HE = 1,8668 m Innenhöhe plus Gehäuse plus Transportpalette bei stehendem Transport - siehe auch Abbildung 6). Zusätzlich sollte ein Normspion in die Tür eingebaut werden um mögliche Eindringlinge bei besetztem Technikraum bereits bei ungeöffneter Tür erkennen zu können.
- Fenster:
Bei ausnahmsweiser Lage im EG: Schutz gegen Einsichtnahme durch Jalousien oder Lamellen und einwurfhemmende Verglasung; bei ausnahmsweiser

¹¹ Weitere Hinweise siehe TI-Schließsysteme:

http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/index.php?id=802&tx_vcofdfiles_pi1%5Bfile%5D=78

sonnenseitiger Lage: außenliegenden Sonnenschutz vorsehen. Bei dichter Bebauung gilt dies auch in höheren Geschossen.

Hinweis: Wenn bei Bauunterhaltungsarbeiten das Gebäude eingerüstet wird, ist auf einen besonderen Schutz der Fenster gegen Einsicht und Einbruch zu achten.

Der vorbeugende bauliche Brandschutz ist entsprechend DIN 4102-1 [9] auszuführen. Dies bedeutet unter anderem, soweit sich nicht aus der Leitungsanlagen Richtlinie (LAR)¹²⁾ höhere Anforderungen ergeben:

- Wände:
Mindestens F30-A bzw. F30-AB (Beton, Ziegel, Gipskarton), wenn nicht das Brandschutzkonzept höhere Forderungen enthält.
- Decken:
F30-A bzw. F30-AB (Beton, Holzbalken mit unterer Bekleidung aus Brandschutzplatten F30-B).
- Türen:
Mindestens T30.
- Doppelboden, soweit vorhanden:
F30-AB.
- Kabelabschottungen / Rohrdurchführungen:
Bei der Durchführung von Rohren, Kanälen, elektrischen Leitungen usw. durch Wände und Decken sind die verbleibenden Öffnungsquerschnitte anschließend so zu verschließen, dass die Feuerwiderstandsklasse der Wand oder Decke erhalten bleibt.

Bei einer Montage in Flucht- oder Rettungswegen sind die Leitungstrassen feuerhemmend durch Zwischendecken bzw. durch I30 Kanäle vom Flucht- oder Rettungsweg zu trennen. Bei der Verwendung von Zwischendecken ist zu beachten, dass diese die geforderte Feuerschutzklasse in beiden Richtungen aufweisen müssen. Leitungsführungen durch Brandwände sind feuerbeständig abzuschotten. Es ist zu beachten, dass in einem Gebäude immer das gleiche System für den Verschluss von Durchbrüchen verwendet wird. Die verschlossenen Durchbrüche sind beidseitig nachweisbar zu bezeichnen (Datum und verwendetes Material).

Die nachfolgend beschriebenen Schutzmaßnahmen gegen Einbruch dienen der Verhinderung von unbefugtem Eindringen in den Verteilerraum durch Außentäter sowie Manipulation bzw. Zerstörung innerhalb des Verteilerraums durch Außen- bzw. Innentäter.

Die Maßnahmen sollten grundsätzlich den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden; so ist bei der Auswahl der Widerstandsklassen für die Absicherung der Fenster die Lage des Serverraumes innerhalb des Gebäudes zu berücksichtigen: womöglich ist bei Innenhoflage des Verteilerraums mit geringer Sabotagemöglichkeit eine niedrigere Widerstandsklasse zu wählen, bei großer Sabotagemöglichkeit eine höhere Widerstandsklasse. Weitere Hinweise sind in der AMEV-Richtlinie EMA/ÜMA 2012 enthalten [4].

- Türen: entsprechend DIN EN 1627 [12]
Einbruchhemmend gem. RC 2 mit außen feststehendem Griff oder Knauf, innen Drücker, mit Schließsystem, möglichst nach außen aufschlagend.
- Fenster: entsprechend DIN EN 1627
Bei Neueinrichtungen ist die Unterbringung im Keller- bzw. Erdgeschoss zu vermeiden. Im Kellergeschoss ist eine Vergitterung an der Außenwand bzw. eine gesicherte Lichtschachtabdeckung oder ein völliges Verschließen der Fensteröffnung vorzusehen. Im Erdgeschoss ist eine Verglasung nach B2

¹² <http://www.intra.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=VVND-210720-MS-20070110-SF&psml=fpvorisprod.psml&max=true>

vorzusehen. In den Obergeschossen genügt eine Verglasung nach B1. Falls die Zugänglichkeit über auskragende Bauteile gegeben ist, ist auch hier eine Verglasung nach B2 notwendig.

Bei der Planung sind auch die Flächen (z. B. für eine USV-Anlage¹³⁾ oder für eine Bedienerarbeitsfläche) mit zu berücksichtigen, die vom Betreiber zukünftig benötigt werden. Es werden nur noch Server in 19"-Technik beschafft.

Die Verteilerschränke sind so anzuordnen, dass sie von vorn und hinten zugänglich sind. Es sollte möglich sein bei geöffneten Türen an den Verteilerschränken vorbeizugehen. Bei schmalen Räumen können bei Bedarf Verteiler mit geteilten Türen (siehe Serverschrank in Abbildung 5) beschafft werden. Wenn die Türbreite und/oder die Türhöhe des Verteilerraumes das Einbringen der Verteiler in einem Stück nicht zulässt, so sind zerlegbare Schränke zu beschaffen.

In den nachfolgenden Zeichnungen ist beispielhaft dargestellt, wie ein Verteilerraum mit einem bzw. zwei Schränken aufgebaut sein könnte. Es ist darauf zu achten, dass die Verkehrsfläche nicht verstellt wird.

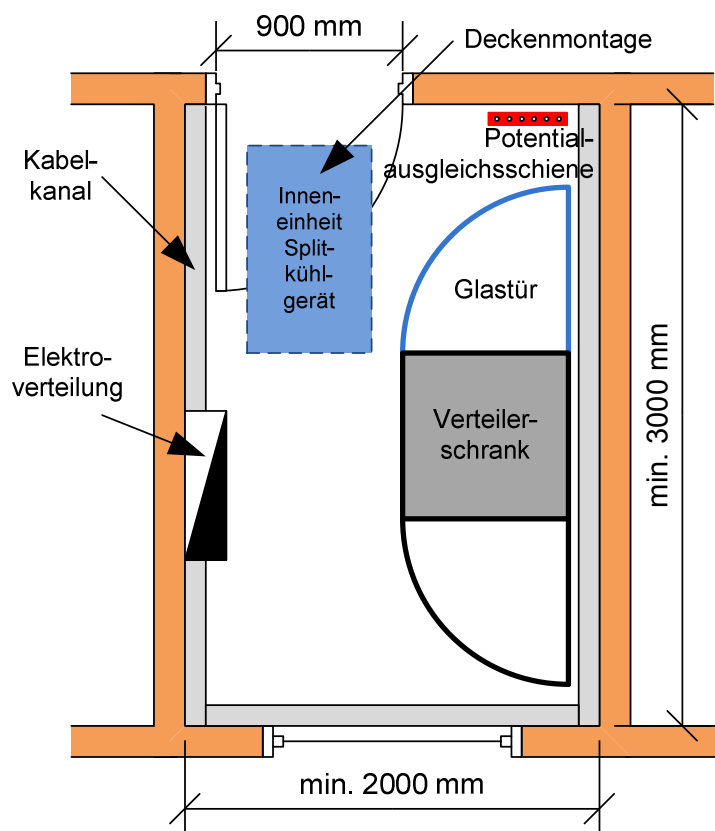


Abbildung 4: Mustereinrichtungsplan für einen Verteilerraum mit einem Verteiler

Die in den Zeichnungen dargestellten Raumgrößen sind die Mindestmaße die jeweils benötigt werden. Bei zusätzlichen Forderungen des Betreibers können auch noch größere Flächen notwendig werden. Bei der Raumhöhe (min. 2,50 m zwischen OKFF und UKFD) ist zu beachten, dass die Inneneinheit des, in der Regel notwendigen, Splitkühlgerätes bei Deckenmontage häufig nur neben den Verteilerschränken montiert werden kann. Grundsätzlich kommen für die Inneneinheit aber auch andere Montagearten infrage, wobei dann in der Regel Stellfläche verloren geht.

Hinweise bezüglich der Elektroinstallation in einem Verteilerraum sind im Abschnitt 10.1.1 enthalten.

¹³ USV-Anlagen sollten nach Möglichkeit nicht in den Verteilerräumen untergebracht werden.

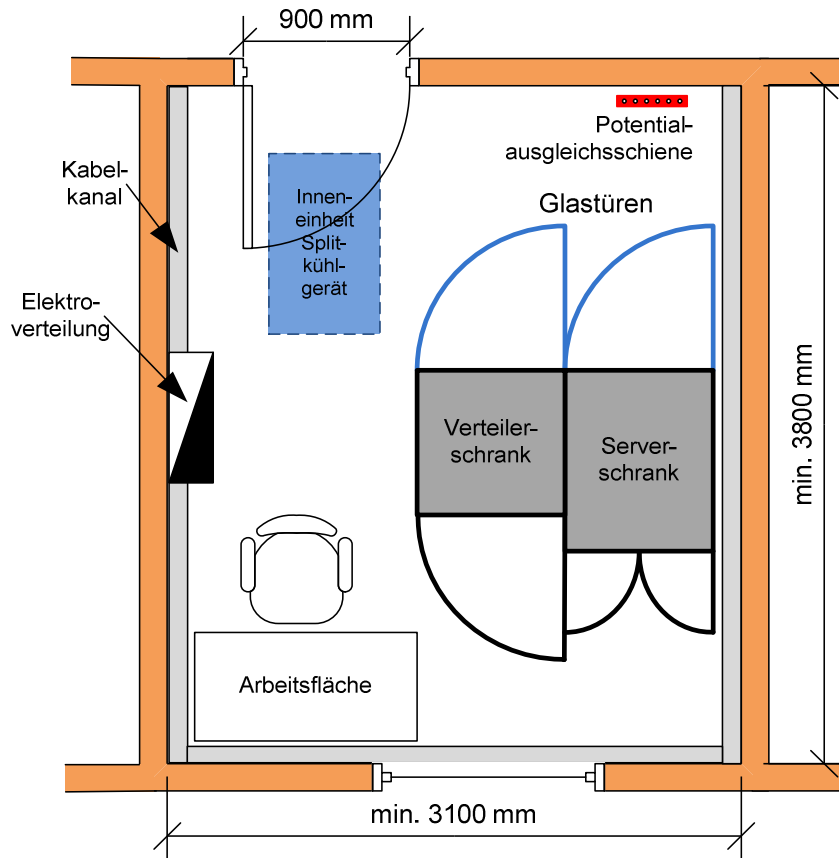


Abbildung 5: Mustereinrichtungsplan für einen Verteilerraum mit zwei Verteilern

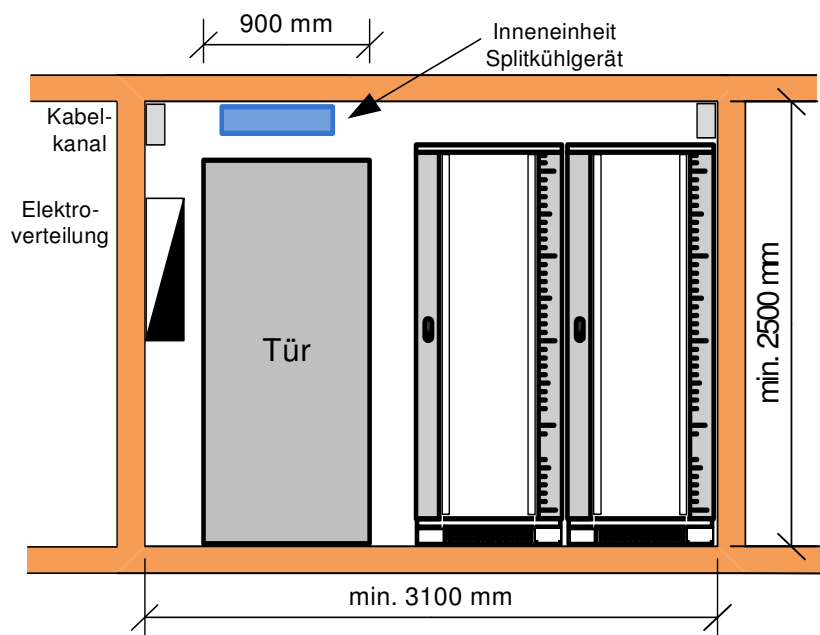


Abbildung 6: Schnitt durch den Verteilerraum aus Abbildung 5 mit zwei Verteilern

5.2 Standortverteiler bzw. Gebäudeverteiler

Der Standort- bzw. die Gebäudeverteiler sind in separaten Räumen unterzubringen. Gegebenenfalls kann der Standortverteiler auch im zentralen Serverraum untergebracht werden. Eine räumliche Zusammenlegung mit der Niederspannungshauptver-

teilung ist nicht zulässig. Bezüglich der Be- und Entlüftung sowie der Kühlung sind die mit Erlass eingeführten Hinweise zu beachten¹⁴⁾.

5.3 **Etagenverteiler**

Beim Einsatz von Kupferkabeln im Tertiärnetz sind die Etagenverteiler nach Möglichkeit in separaten Räumen unterzubringen. Diese müssen die baulichen Voraussetzungen aufweisen, wie ausreichende Stromversorgung (separate Stromkreise), großzügige Trassenanbindung zum Vertikal- und Horizontalbereich sowie Staubfreiheit. Darüber hinaus sind folgende Punkte bei der Planung zu beachten:

- Freie Mindeststellfläche 3 m x 2 m für einen Verteilerschrank. Bei Aufstellung mehrerer Schränke ist die Stellfläche bzw. die Raumgröße ausreichend zu dimensionieren.
- Reserven für die Aufstellung ggf. zusätzlicher Geräte, wie VOIP-System, Server, Rechner etc. sind vorzusehen.
- Überspannungsschutz für die aktiven IT-Komponenten.
- Eine Brandmeldeanlage ist grundsätzlich nicht erforderlich, soweit nicht durch die Bauordnung oder das Brandschutzkonzept gefordert.
- Ausreichende Be- und Entlüftung des Raumes
- Antistatischer, wischbarer, PVC-freier Fußbodenbelag mit einer Ableitfähigkeit R_E von max. $10^8 \Omega$ im frisch verlegten Zustand. Ausführung nach DIN 54345-1 [11] Blatt 1
- Die räumliche Zusammenlegung mit anderen Gewerken, wie Stromversorgung für DV-Geräte, Gefahrenmeldetechnik und Telekommunikationstechnik, ist anzustreben.

Bei Einsatz von LWL-Kabeln im Tertiärbereich benötigen die Etagenverteiler als Spleißverteiler für LWL-Kabel keinen gesonderten Raum. Es ist darauf zu achten, dass der Verteiler zugänglich ist. Etagenverteiler, die nicht in separaten Räumen untergebracht werden, sind grundsätzlich mit einem abschließbaren Verteilerdeckel auszustatten.

Wenn es die Kabellängen zulassen, ist zu prüfen, ob es nicht sinnvoll ist mehrere Etagen in einem Verteiler zu einem Bereichsverteiler zusammen zu fassen [\Rightarrow 8.1].

5.4 **Verteilerschränke**

Für die in den Verteilern des LAN untergebrachten aktiven IT-Komponenten ist in der Stromversorgung „Feinschutz“ vorzusehen. Es ist zu beachten, dass die Funktion des „Feinschutzes“ nur gewährleistet ist, wenn auch die vorgelagerten Schutzeinrichtungen vorhanden sind [\Rightarrow 10.4]. Bei vorhandenen Installationen ist ggf. ein ausreichender Überspannungsschutz („Grob-“, „Mittel-“ und „Feinschutz“) nachzurüsten. Je nach der notwendigen Größe für die Verteiler können in kleinen Dienststellen in Einzelfällen (3 – 5 Mitarbeiter) Wandverteiler eingesetzt werden. Im Regelfall sollten allerdings Standverteilerschränke (z. B. Abbildung 10) zum Einsatz kommen. Die jeweilige Schrankhöhe (min. 20 HE¹⁵⁾) ist den Gegebenheiten anzupassen.

¹⁴ AMEV-Richtlinie "RLT-Anlagenbau 2011" - Rd. Verfg. OFD vom 28.03.2012 -26070-Bau 232

¹⁵ HE = Höheneinheit entspricht 1 Zoll (2,54 cm)



Abbildung 7:
Negativbeispiel



Abbildung 8:
Grenzfall



Abbildung 9:
Positivbeispiel

Bei der Planung müssen für die Ausstattung der Verteiler folgende Mindestanforderungen beachtet werden¹⁶⁾:

5.4.1 19“-Wandverteiler Akustik

Bei einigen kleinen Landesdienststellen (Größenordnung < 5 Mitarbeiter) sind keine separaten Technik- oder Nebenräume vorhanden, um Verteilerschränke aufbauen zu können. Dort kann es erforderlich werden, die Technik im Büroraum mit unterbringen zu müssen. Sofern noch nicht einmal Platz für Standverteiler vorhanden ist, müssen für diesen Sonderfall ggf. geräuschgedämpfte Wandschränke aufgebaut werden.

- 19“ Stahlblech-Wandschrank
- Verteilergröße: Tiefe ca. 500 mm, ca. Breite 600 mm, Höhe ca. 600 mm
- 12 HE Montagehöhe
- Abschließbare Vollblechtür
- 2 tiefenverstellbare 19 Zoll Befestigungsschienen
- Innenauskleidung mit flammenhemmenden Akustikschaum
- Leiser-Lüfter mit Stromversorgung für diagonale Belüftung
- einblasender Lüfter unten, ausblasender Lüfter oben
- Kabeldurchgang hinten/unten mit Kabelauslassbürste
- Erdungssystem
- einschließlich Befestigungsmaterial
- 19“Steckdosenleiste mit 8 Schuko-Steckdosen

5.4.2 19“-Kleinstandverteiler

19“-Kleinstandverteiler sollten nur eingesetzt werden, wenn für einen 19“-Standverteiler mit ca. 2 m Höhe (42 HE) keine Unterbringungsmöglichkeiten bestehen.

- Verteilergröße: Tiefe 800 mm, Breite 800 mm, Höhe 1.100 mm (min. 20 HE)
- Vorne belüftete und abschließbare Sichttür mit Stahlrahmen, einschließlich Lieferung und Einbau eines normgerechten Halbzylinders. Die Schließung ist ggf. auf den Bestand abzustimmen.
- 19“-Einbaurahmen mindestens 20 HE hoch
- 1 x Geräteboden mit Griff und Teleskopschienen (1 HE)
- 1 x Dokumentenschublade (2 HE) abschließbar
- Kabeleinführung von oben oder unten
- 2 x 2 Kabelabfangschienen links und rechts je zwei montiert
- 2 x 3 Rangierbügel aus Metall vorne jeweils links und rechts verbaut

¹⁶ Weitere Hinweise siehe „Optimierungsbeispiele für Verteiler- und Systemschränke“

http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/Optimierungsbeispiele.pdf

- Aktive Belüftung der Verteilerschränke, soweit erforderlich
- Beleuchtung im und am Verteiler
- Potentialausgleichschiene
- 2 x Steckdosenleisten mit mindestens je 7 Schukosteckdosen mit 45°-Schrägauslass und Vorsicherung im Verteiler (Selektivität beachten) in 19“-Einbauweise.
- Mindestens zwei getrennte Stromkreise zur Versorgung redundanter Netzteile [⇒ 10.1.1]

Wenn nicht zu vermeiden ist, dass 19“-Kleinstandverteiler in Büros installiert werden, ist auf eine ausreichende Geräuschkämmung (VDI 2569 [35]) insbesondere bei Zu- und Abluft der Verteiler zu achten. In diesen Fällen sind vom IT.N Informationen über die zu erwartende Lautstärke (z. B. Lüftergeräusche) von den vorgesehenen Komponenten einzuholen.

5.4.3 19“-Standverteilerschrank für zentrale aktive Komponenten und Kupferverkabelung in der Tertiärebene

- Verteilergröße: Tiefe 800 mm, Breite 800 mm, Höhe 2.000 mm
- Zugänglichkeit von mindestens zwei Seiten
- Vorne abschließbare Sichttür mit Stahlrahmen, einschließlich Lieferung und Einbau von normgerechten Halbzyllindern. Die Schließung ist ggf. auf den Bestand abzustimmen.
- Hinten abschließbare Stahltür, einschließlich Lieferung und Einbau von normgerechten Halbzyllindern. Die Schließung ist ggf. auf den Bestand abzustimmen.
- Seitenwände bei den äußeren Schränken, in den Potentialausgleich einbezogen
- Sockel 100 mm hoch mit Filtermatte
- 2 x 19“-Einbaurahmen (vorne und hinten) mindestens 42 HE hoch
- 1 x Geräteboden mit Griff und Teleskopschienen (1 HE)
- min. 2 Blindeinheiten (1 HE)
- min. 2 Rangiereinheiten (1 HE)
- 1 x Dokumentenschublade (2 HE) abschließbar [⇒ 6.1.7]
- Kabeleinführung von oben oder unten
- 2 x 2 Kabelabfangschienen links und rechts je zwei montiert
- 2 x 2 x 5 Rangierbügel aus Metall vorne und hinten jeweils links und rechts montiert [⇒ 6.1.6]
- Beleuchtung im und am Verteiler
- Potentialausgleichschiene für ausreichende Erdung aller leitfähigen Teile
- 2 x Steckdosenleisten mit mindestens je 7 Schukosteckdosen mit 45°-Schrägauslass in 19“-Einbauweise
- Varianten: mit Kaltgeräteeinheiten oder/und CEE-Buchsen
- Mind. zwei getrennte Stromkreise zur Versorgung redundanter Netzteile [⇒ 10.1.1]
- 2 Schrankleuchten (vorne und hinten oben verbaut), mit Türschalter
- Aktive Lüftungseinheit mit Dachblech, Lüftungsdom und voll bestücktem Lüftereinsatz, über Thermostat geschaltet

Bei einem Verteilerschrank, der zugleich die Funktion eines Gebäudehauptverteilers hat, ist dieser wie in Abbildung 10 dargestellt aufzubauen. Wenn wegen der aufzulegenden Ports ein weiterer Schrank benötigt wird ist dieser wie ein Standverteilerschrank für dezentrale aktive Komponenten (Abbildung 15) aufzubauen. Wenn mehr als 2 Schränke erforderlich werden ist dies im Einzelfall mit dem IT.N abzustimmen.

Eine Legende zu den Verteilerzeichnungen befindet sich in Anlage 2.

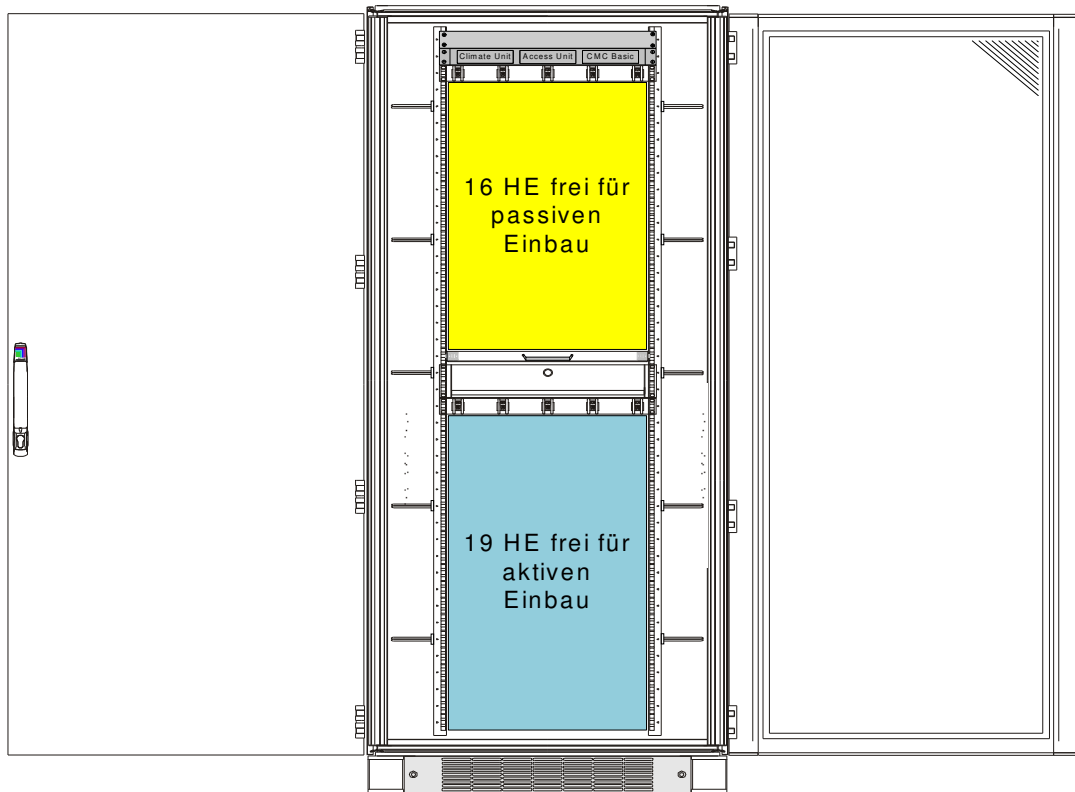


Abbildung 10: Standverteilerschrank für zentrale aktive Komponenten¹⁷

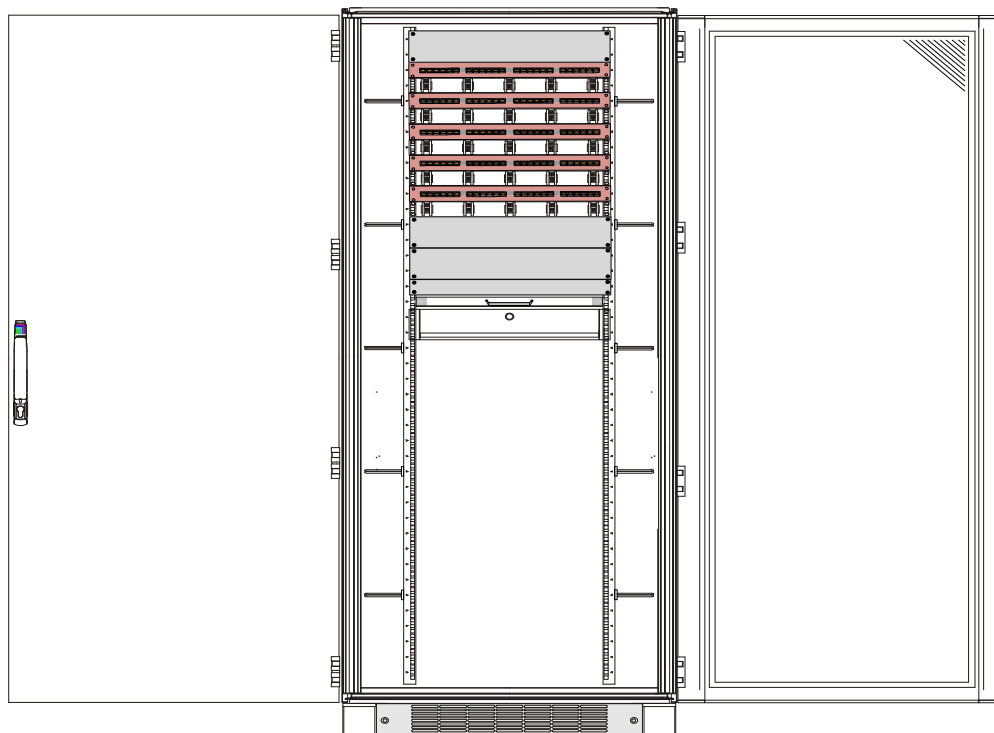


Abbildung 11: Anordnung von Rangierfeldern

In Abbildung 11 ist dargestellt wie Rangierfelder und Rangiereinheiten im oberen Schrankteil angeordnet werden [\Rightarrow 6.1.5 und 6.1.6]. Bei dem vorgesehenen Verhältnis von Rangierfeldern zu Feldern mit Rangiereinheiten von 1:1 können ca. 192 Kupferkabel aufgelegt werden.

¹⁷ Legende siehe Anlage 2

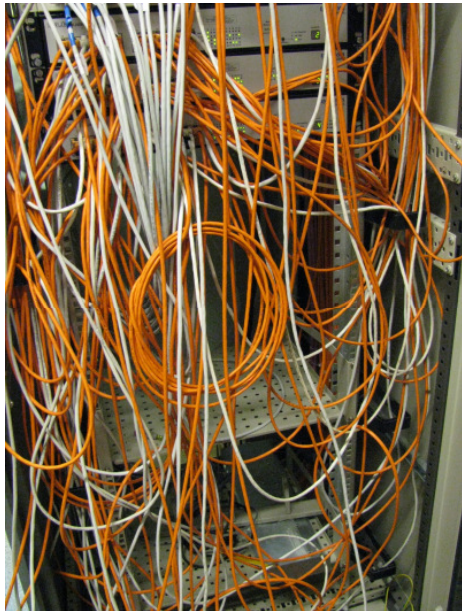


Abbildung 12: „klassische Rangierung“



Abbildung 13: „kurze Rangierkabel“

In Abbildung 13 wurden die Rangierfelder durch Stackable-Switche ersetzt und so der Einsatz von kurzen Rangierkabeln möglich. Bei dem Einsatz von modularen Systemen kann durch den Einsatz von Rangierfeldern mit Hydrakabeln eine vergleichbar übersichtliche Struktur erreicht werden. Bei der allgemeinen Landesverwaltung fallen diese Modifikationen in den Zuständigkeitsbereich des Verantwortlichen für die aktiven Netzkomponenten.

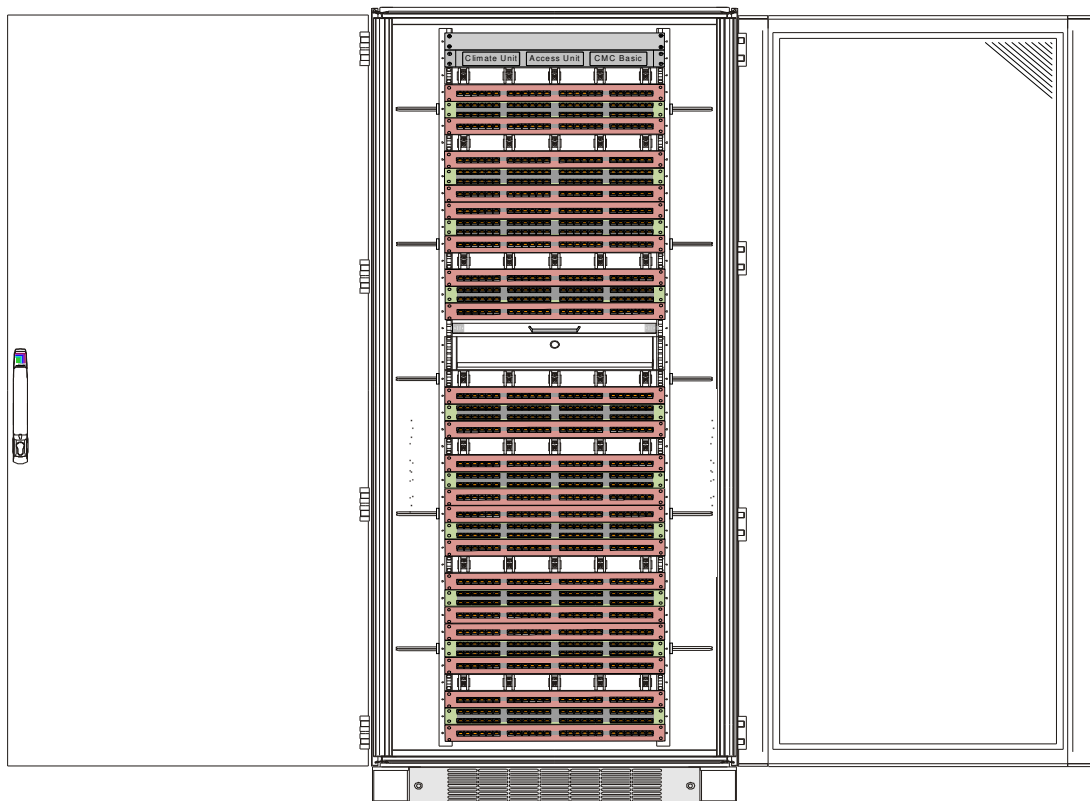


Abbildung 14: Verteilerschrank - Bestückungsbeispiel „Kurze Rangierung“

5.4.4 19“-Standverteilerschrank für zentrale aktive Komponenten und LWL-Verkabelung in der Tertiärebene

Bis auf die anderen Rangierfelder ergeben sich die gleichen Anforderungen wie bei einem 19“-Standverteilerschrank und Kupferverkabelung in der Tertiärebene.

5.4.5 19“-Standverteilerschrank für (dezentrale) aktive Komponenten in Etagenverteilern

Es ergeben sich die gleichen Anforderungen wie bei einem Standverteilerschrank für zentrale aktive Komponenten. Bei dem vorgesehenen Verhältnis von Rangierfeldern zu Feldern mit Rangiereinheiten von 1:1 können ca. 288 Kupferkabel als passiver Einbau aufgelegt werden.

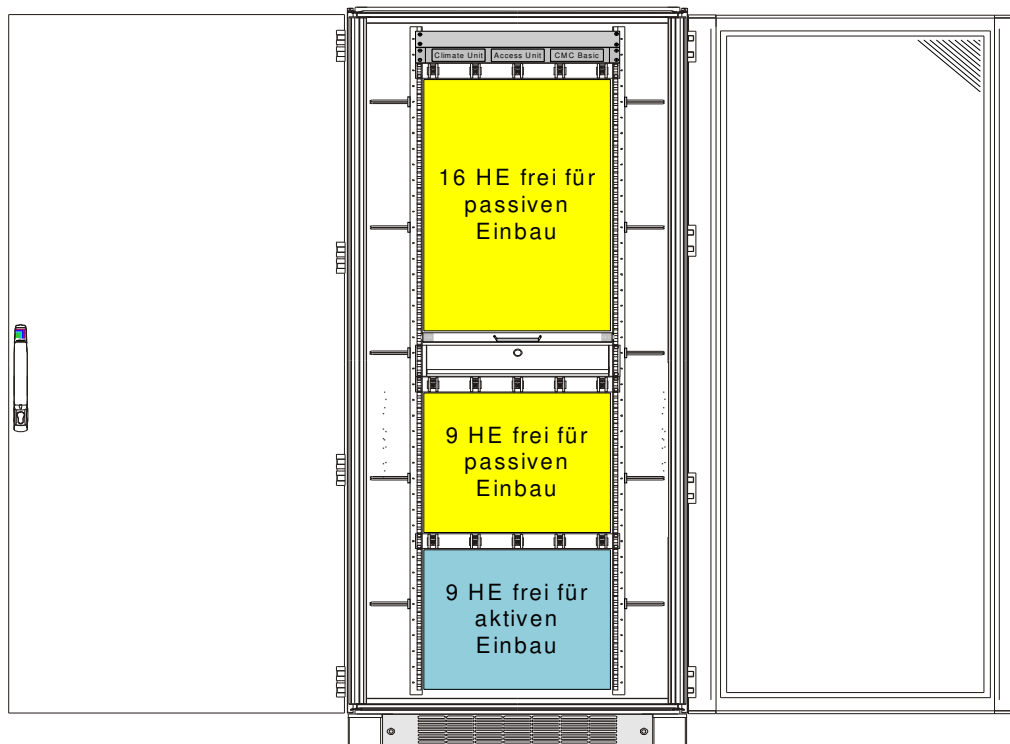


Abbildung 15: Standverteilerschrank für (dezentrale) aktive Komponenten in Etagenverteilern

5.4.6 19“-Standverteilerschrank für Server

Es ergeben sich die gleichen Anforderungen wie bei einem Verteilerschrank für zentrale Komponenten, mit folgenden Abweichungen:

- Verteilergröße: **Tiefe 1.000 mm**, Breite 800 mm, Höhe 2.000 mm
- **Keine** Schranküberwachung
- Belüftete Türen vorn und hinten zur Horizontalbelüftung der Server

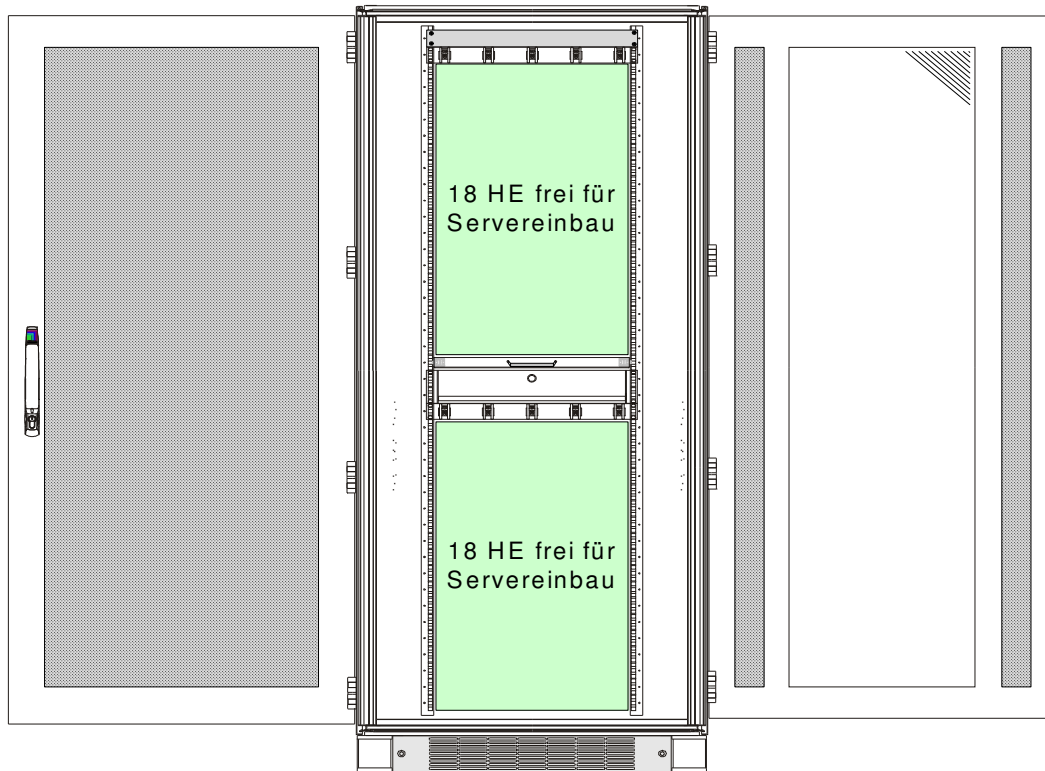


Abbildung 16: 19"- Standverteilerschrank für Server

5.5 Lüftung / Klimatisierung

5.5.1 Raumlüftung

Aufstellungsräume von Rechnern, Servern oder Verteilern mit hoher Wärmeabgabe der aktiven Netzkomponenten, erfordern in der Regel, bedingt durch die Anforderungen der DV-Geräte und Arbeitsmittel als auch auf Grund des notwendigen Gesundheitsschutzes des Bedienpersonals, den Einbau von raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen).

Durch die RLT- Anlagen sind in Abhängigkeit der spezifischen Randbedingungen (Raum, Geräte, Arbeitsplätze etc.) folgende Funktionen sicherzustellen:

- Raumb- und entlüftung,
- Raumkühlung,
- Raumklimatisierung.

Auslegungsgrundlagen für die erforderlichen RLT-Anlagen enthält die VDI-Richtlinie VDI 2054 [41] sowie die AMEV-Richtlinie RLT-Anlagenbau 2011 [6].

Für DV-Räume ohne ständigen Arbeitsplatz werden in der VDI 2054 Raumtemperaturen von 21° bis 28°C empfohlen (Messung in halber Raumhöhe). Die Anforderungen sind im Einzelfall auf die geplanten Server und Netzkomponenten abzustimmen und an den oberen Grenzwerten zu orientieren (Energieeinsparung). Die Erfahrung aus zahlreichen realisierten Projekten hat gezeigt, dass für die Einhaltung der Sollraumtemperaturen eine natürliche Querlüftung nicht ausreichend ist und sich Nachteile in Bezug auf die Luftqualität ergeben.

Bei Räumen mit ständigen Arbeitsplätzen darf die Raumtemperatur nicht über den Grenzen der Arbeitsstättenrichtlinie liegen.

Maßnahmen zur Einhaltung spezieller Raumlufftfeuchten sollten nur in begründeten Einzelfällen zum Einsatz kommen. Für diese Fälle sollten aus wirtschaftlichen Gründen dezentrale Lösungen angestrebt werden (z. B. Schrankklimatisierung).

Für einen dauerhaft sicheren Betrieb der RLT- und Kälteanlagen sind regelmäßige Instandhaltungsmaßnahmen vorzusehen, da es sich um Wartungsbedürftige Anlagen handelt. Die Empfehlung für einen Instandhaltungsvertrag¹⁸⁾ (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) sollte sich dabei nicht an dem Wert der instandzusetzenden Geräte, sondern an den Kosten orientieren, die der nutzenden Verwaltung entstehen, wenn z. B. die PC's nicht benutzt werden können, da die aktiven Komponenten wegen Übertemperatur ausgefallen sind. Der dienststellenbewirtschaftenden Stelle (z. B. Hausverwaltung) sollte der Abschluss eines Instandhaltungsvertrages (Inspektion/Wartung mindestens einmal pro Jahr, besser alle halbe Jahre, Instandsetzung unverzüglich bei Bedarf) für Splitkühlgeräte dringend empfohlen werden.

5.5.2 Schranklüftung und -kühlung

Dieser Abschnitt gilt für Verteilerschränke, die nicht in einem Rechenzentrum stehen. Für Rechenzentren ist eine detaillierte Einzelplanung erforderlich.

Allgemeines

- Die Notwendigkeit der aktiven Schrankbelüftung (z. B. Einsatz von elektrischen Lüftern) ist grundsätzlich gegeben, wenn aktive Komponenten eingebaut werden sollen.
- Die Angaben zur Wärmeabgabe erfolgen durch den IT.Niedersachsen. Können von ihm keine Angaben gemacht werden, können bei Schaltschränken mit aktiven Netzkomponenten folgende Orientierungswerte angenommen werden:
 - Bestückung mit modularen Systemen: 3,0 kW Wärmeleistung
 - Bestückung mit stapelbaren (stackable) Systemen: 1,0 kW Wärmeleistung
- Die Wärmeabgabe von aktiven Netzkomponenten wird von den Herstellern üblicherweise in BTU¹⁹⁾ angegeben. Es gelten folgende Umrechnungsfaktoren:

1 kW	= 3.414 BTU/h ²⁰⁾	1.000 BTU/h	= 0,293 kW
1 kWh	= 3.414 BTU	1.000 BTU	= 0,293 kWh
- Eine Raumbelüftung oder Raumkühlung ist Voraussetzung für die Schrankbelüftung und die Schrankkühlung.
- Es ist mindestens die Schutzklasse IP 20 einzuhalten.
- Eine statische Lüftung (natürlicher Luftwechsel) reicht in den meisten Fällen nicht aus. Es muss dann eine dynamische Lüftung (erzwungener Luftwechsel durch Lüfter mit elektrischem Antrieb) eingebaut werden.

Statische Lüftung (Natürlicher Luftwechsel)

Diese Variante ist nur in Ausnahmefällen vorzusehen wenn mit geringen thermischen Lasten zu rechnen ist. Ferner sollten die Lufteintrittsöffnungen grundsätzlich mit Filtermatten versehen werden. Auf entsprechende Reinigung bzw. Austausch der Filtermatten ist durch den jeweiligen Betreiber des Technikraumes zu achten.

- Kiemenbleche unten und oben.
- Sockelelement mit Lüftungsöffnungen.
- Sichttür vorne und Rücktür mit Lüftungsöffnungen.
- Stahlblechtür belüftet mit perforierter Fläche (Lufteintrittsöffnungen)

¹⁸⁾ AMEV-Vertragsmuster Instandhaltung 2014 [7]

¹⁹⁾ BTU: Britisch thermal unit = Einheit der Energie, Formelzeichen: W

Dynamische Lüftung (erzwungener Luftwechsel durch Lüfter mit elektrischem Antrieb)

Der Einbau von Deckenlüftern mit Regelanschluss an die Schranküberwachung ist der Standardfall. Zusätzlich kann zur Änderung des Luftvolumenstromes ein Drehzahlregler für die Lüfter eingebaut werden. Bei dem Einsatz eines Deckenlüfters oder einer ganzen Lüftereinheit handelt es sich um eine Sauglüftung mit Unterdruck im Verteilerschrank. Nachströmöffnungen sind sicherzustellen.

Um die Luft staubfrei zu halten, sollten Filterlüfter mit Luftfiltern (Filtermatten) eingesetzt werden. Der Betreiber des Technikraumes hat dafür zu sorgen, dass die Filtermatten abhängig vom Verschmutzungsgrad im Bedarfsfall gewechselt werden.

5.6 Verteilerräume mit übergeordneter strategischer Funktion

Für IT-Technikräume bzw. Verteilerräume mit „übergeordneter strategischer Funktion“, die vom IT.N betrieben bzw. teilgenutzt werden (Technikräume der Netzknoten des WAN-Netzes „NI-NGN“, Serverbetriebsräume der Vorort-Servicestellen des IT.N in Niedersachsen, etc.) oder Technikräume von deren Verfügbarkeit mehrere Dienststellen (z. B. Behördenhaus) abhängen, gelten umfangreichere Vorgaben. Diese sollen sich an den Vorgaben für Rechenzentren (TIER Klasse I²¹) orientieren, aber nicht deren Dimensionen erreichen. Hier seien insbesondere die Themen: Notstromversorgung / Netzersatzanlagen (NEA), Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV), Redundanzen, aktive Kühlung/Klimatisierungen, Kabeltrassen, Potentialausgleichsmaßnahmen, Brandschutz, Doppelboden, Zutrittskontrollen, Anschluss an zentrales Raumfernüberwachungssystem, Zugangskontrollen, Videoüberwachung, zentrale Raumüberwachung etc. genannt. Genauere Festlegungen sind im Einzelfall mit dem IT.N abzustimmen.

²¹ http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/FeMeBau/Teil3/BITKOM_Matrix_Ausfallzeit_RZ_V5_0.pdf

6 Installations- und Übertragungsstrecken

Im Standard DIN EN 50173-1 [13,14] sind die Grenzwerte der Installations- und Übertragungsstrecken generiert. In dieser Norm werden die Verkabelung mit ihren Kategorien und Link-Klassen und die Anforderungen an die Verbindungskomponenten definiert, sowie die OM-Klassen, OS-Klassen und OF-Klassen der Lichtwellenleiter.

Die nachfolgende Abbildung 17 verdeutlicht die unterschiedlichen Abgrenzungen der Installationsstrecke zur Übertragungsstrecke für eine Ethernet-Kupferverkabelung in Twisted Pair (TP) im Tertiärbereich.

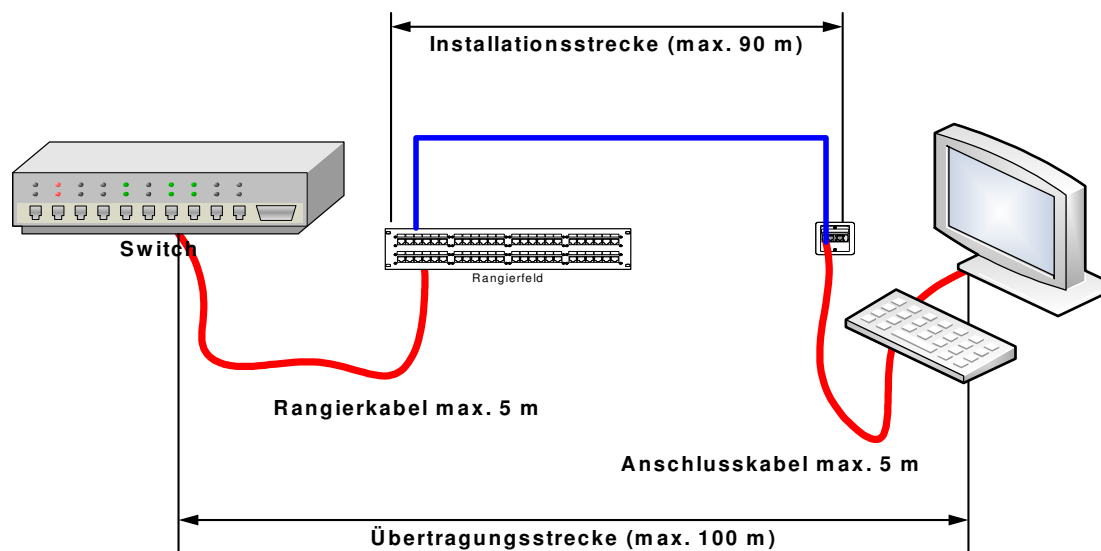


Abbildung 17: Installations- und Übertragungsstrecke

Die Installationsstrecke (Permanent-Link) umfasst die fest eingebauten Bauteile vom Rangierfeld über das Kabel bis zur Anschlussdose. Für die Übertragungsstrecke (Interconnect-Channel-Link) kommen das Geräteanschlusskabel und das Rangierkabel hinzu. In der ersten Fassung der DIN EN 50173 war eine Verkabelungsstrecke genormt, die die Installationsstrecke und das Rangierkabel, nicht jedoch das Geräteanschlusskabel umfasste.

Aus den Link-Klassen lassen sich die Leistungsanforderungen an die gesamte Übertragungsstrecke mit den notwendigen Komponenten wie Kabel, Anschlussdosen, Rangierfelder und Rangierkabel ableiten. Für die Datenübertragung ist eine symmetrische Kupfer- (TP-Kabel) oder eine Lichtwellenleiter-Verkabelung zugelassen.

6.1 Symmetrische Kupferverkabelung

6.1.1 Allgemein

Für die Betriebssicherheit ist es erforderlich, dass für die in Abbildung 17 skizzierte Übertragungsstrecke nur aufeinander abgestimmte Komponenten (Kabel, Stecker, Dosen, Rangierfelder und Rangierkabel) verwendet werden. Um dies sicherzustellen, ist mit der Ausschreibung zu fordern, dass vom Auftragnehmer vor Auftragserteilung ein so genanntes „Link-Zertifikat“ für die Installationsstrecke abzugeben ist, in dem bescheinigt wird, dass die angebotenen Komponenten zusammen erfolgreich geprüft worden sind [⇒ 11.3]. Daher ist bei Erweiterungen unbedingt der Bestand zu berücksichtigen.

Für die Installations- und Übertragungsstrecke definiert die Norm DIN EN 50173 verschiedene Anwendungsklassen (Link-Klassen für die Anwendung bis 10-Gigabit-Ethernet) und somit das Leistungsvermögen der Übertragungsstrecke.

Klasse C	Bandbreite bis 16 MHz	für reine Telefonie-Anwendungen
Klasse D	Bandbreite bis 100 MHz	für Datennetze mit geringen Anforderungen - Fast Ethernet
Klasse E	Bandbreite bis 250 MHz	für Datennetze mit einfachen Anforderungen ATM 155 Mbit/s
Klasse E_A	Bandbreite bis 500 MHz	für Datennetze mit normalen Anforderungen - Hochgeschwindigkeitsnetze, 10GBase-T neu in DIN EN 50173-1 eingeführt
Klasse F	Bandbreite bis 600 MHz	für Datennetze mit erhöhten Anforderungen - ATM 155/622, Gigabit-Ethernet, 10 Gigabit-Ethernet
Klasse F _A	Bandbreite 1000 MHz	wesentlich verbesserte Parameter gegenüber der Klasse F neu in DIN EN 50173-1 eingeführt

Tabelle 1: Anwendungsklassen

In der DIN EN 50173 sind Mindestanforderungen für die Installationsklassen in folgenden Parametern aufgestellt. Diese sind einzuhalten und zu dokumentieren, um den Nachweise für die geforderte Anwendungsklasse zu erbringen.

Leitungslänge		
Rückflusdämpfung	Return Loss	RL
Einfügedämpfung	Insertion Loss, Coupling Attenuation	
Nahnebensprechdämpfung	nearend crosstalk loss	NEXT
leistungssummierte Nahnebensprechdämpfung	powersum NEXT	PSNEXT
Dämpfungs-Nebensprechdämpfungs-Verhältnis, nahes/fernes Ende	Attenuation to crosstalk ratio near/far	ACR-N ACR-F
Leistungssummiertes ACR	powersum ACR	PSACR
Ausgangsseitige Fernnebensprechdämpfung	equal level far end crosstalk ratio	ELFEXT
Leistungssummiertes ELFEXT	powersum ELFEXT	PSELFEXT
Laufzeit	Propagation Delay	-
Laufzeitunterschied	Delay skew	-

Tabelle 2: Parameter

Rückflusdämpfung (RL)

Es handelt sich dabei um ein logarithmisches Maß für das Verhältnis von ausgesendeter zu reflektierter Energie. Die Rückflusdämpfung, auch Rückstreu dämpfung genannt, gibt es bei drahtgebundenen und optischen Systemen. Das Verhältnis ist die Rückflusdämpfung, die in dB (Dezibel) angegeben wird.

Nahnebensprechdämpfung (NEXT)

Das Nahnebensprechen, auch Querdämpfung genannt, ist ein Maß für die Unterdrückung des Übersprechens zwischen zwei benachbarten Adernpaaren am Ende/Anfang eines Kabels. Da in einem Adernpaar häufig das Sendesignal, in einem anderen das Empfangssignal übertragen wird, kann es durch das Übersprechen zu Störungen im Empfangskanal kommen. Ein zu hohes Nebensprechen erschwert das zu empfangende Signal richtig zu erkennen. Das Verhältnis von Signalleistung im sendenden Adernpaar zur Empfangsleistung im empfangenden Adernpaar wird in dB angegeben.

Die Powersum NEXT (PSNEXT) ist die Leistungssumme des Nahnebensprechens. Dieser Wert ist besonders wichtig bei vier- und höherpaarigen symmetrischen Kabeln.

Dämpfung-Nebensprech-Verhältnis (ACR)

Das ACR ist das Verhältnis der Stärke des ankommenden Signals (Nahnebensprechen) und des Rauschens auf einer Leitung (Dämpfung) in Abhängigkeit von der Frequenz. Der ACR-Wert ist die qualitative Bewertung der Link-Klasse, nicht für das Kabel. Der in ein Kabelpaar eingespeiste Signalpegel reduziert sich am Kabelende um die Kabeldämpfung und durch das Nahnebensprechen. Bei zu kleinem ACR steigt die Bitfehlerrate. Dies führt zu einer Reduzierung der Übertragungsgeschwindigkeit und sogar zum zeitweisen oder totalen Systemausfall.

Powersum Attenuation Crosstalk Ratio (PSACR) gilt für einen Übertragungskanal bei mehrpaarigem Kabel. Je höher der PSACR-Wert ist, desto besser sind die Übertragungseigenschaften.

ELFEXT

Dieser Wert ist längenunabhängig für die Übertragungsqualität, die das Verhältnis des übersprechenden Ausgangspegels zum eigentlichen Ausgangspegel definiert. Der bei der Messung auf das zweite Leiterpaar eingestreuete Störpegel wird ins Verhältnis zum Ausgangspegel gesetzt.

Laufzeit

Bei der Laufzeit handelt es sich um die Zeit, die ein Signal benötigt, um von einem Punkt eines Übertragungskanals zu einem anderen zu kommen. In Kupferkabeln sind es etwa 5 ns/m und in Lichtwellenleitern 3,3 ns/m.

Diese und weitere Begriffe werden außerdem im Glossar unter 12.1 erläutert.

6.1.2 Kategorien

Die Anwendungsklasse (kurz Klasse) bezieht sich immer auf die installierte Verkabelungsstrecke. Diese symmetrische Kupferverkabelung ist somit eine Installation aus Einzelkomponenten wie z. B. Kabel und Anschlussdosen.

Bei den Einzelkomponenten erfolgt eine Klassifizierung in Kategorien.

Kategorie 5	bis 100 MHz	
Kategorie 6	bis 250 MHz	geeignet für Datenraten bis 1 GBit/s
Kategorie 6 _A	bis 500 MHz	geeignet für Datenraten bis 10 GBit/s
Kategorie 7	bis 600 MHz	
Kategorie 7 _A	bis 1000 MHz	

Die Einzelkomponenten der Kategorien werden vom Hersteller oder von einem Prüflabor gemessen.

Die Installations- und Übertragungsstrecke wird nach deren leistungsschwächster Einzelkomponente bestimmt. Enthält sie z. B. nur eine Komponente der Kategorie 5 (100 MHz) und ansonsten Komponenten der Kategorie 6_A (500 MHz) so wird sie trotz

der leistungsstarken Cat. 6_A Komponente lediglich als Klasse D (100 MHz, Fast Ethernet) eingestuft.

6.1.3 Kupferkabel

Das elektrische Leistungsvermögen von symmetrischen Kupferkabeln muss aus Gründen des Investitionsschutzes den Anforderungen der Kategorie 7 nach EN 50173-1 [13] entsprechen.

Die Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel bis 600 MHz sind in der Norm DIN EN 50288 [18] zu entnehmen.

Die TP-Kabel sind den Link-Klassen angepasst und in sogenannte Kategorien eingeteilt. Die Link-Klassen EA, F und FA werden durch die STP-Kabel (**shielded twisted pair** – Kabel mit paarig verseilten Adern und Schirm) und Komponenten der Kategorien 6A (Cat 6A), 7 (Cat 7) und 7A (Cat 7A) realisiert.

Für Neuinstallationen werden S/FTP 4x2xAWG Kabel (**foiled shielded twisted pair** (Kabel mit Drahtgeflecht als Paarschirm und Folie als Gesamtschirm), (AWG [[American Wire Gauge](#) – Maß für den Durchmesser der Leiter²²])) Kategorie 7 eingesetzt der.

NEXT	Nebensprechdämpfung	≥ 100 dB bei 100 MHz ≥ 80 dB bei 1000 MHz
ACR	Dämpfung-Nebensprech-Verhältnis	≥ 80 dB bei 100 MHz ≥ 22 dB bei 1000 MHz
RL	Rückflusdämpfung	≥ 33 dB bei 100 MHz ≥ 20 dB bei 1000 MHz

6.1.4 Anschlussdosen

Als Anschlussdosen sind 8-polige RJ45-Anschlussdosen nach EN 50173 [13,14], Kategorie 6_A und DIN EN 60603-7-7 [25] in geschirmter Ausführung mit 45°-Schrägauslass, LSA-Anschlussklemmen, Erdungsanschluss und Beschriftungsfeld einzusetzen.

Jede Buchse wird dabei 8-polig aufgelegt. Bei der Montage ist zu beachten, dass die Verseilung der Adernpaare bis unmittelbar vor den Klemmen (max. 13 mm) erhalten bleibt. Bei der Montage des Kabelschirms ist eine gute großflächige Rundumkontaktierung notwendig. Es sind Anschlussdosen mit getrennter Zugentlastungs- und Schirmkontaktierung einzusetzen. Bei Einbaudosen sind Anschlussdosen mit metallischem 360° Tragring zu verwenden. Bei Kanalanschlussdosen ist darauf zu achten, dass die zulässigen Biegeradien der Kabel eingehalten werden können. Die Verwendung von Anschlussdosen mit modularen Einsätzen ist bei 8-poliger Belegung nicht notwendig.

Beschriftung mit Resopalplättchen, Farbe Weiß mit schwarzer Schrift, mit eingravierter Bezeichnung der Anschlussdose. Das Resopalplättchen ist dauerhaft auf dem Unterteil des Geräteeinbaukanals oberhalb der Anschlussdose zu befestigen. Dieser Befestigungsort hat den Vorteil, dass bei Ausbau des Geräteeinbaukanaldeckels oder der Anschlussdose immer eine eindeutige Beschriftung erhalten bleibt.

Die Beschriftung ist nach folgendem System vorzunehmen: A101/ II / B201 / 1

²² Je kleiner der Wert je dicker der Leiter, z. B. AWG 22 entspricht 0,644 mm Ø

Raumnummer des Technikraums:	A101
Verteilerkennzeichnung im Technikraum	II
Raumnummer	B201
Laufende Portnummer im Raum	01

6.1.5 Rangierfelder

Zu jedem Rangierfeld gehören ein Auffangblech, eine Zugentlastung und eine Kabelauffangschiene. Die Installationskabel sind im Schrank von einer Seite an die Rückseite des Rangierfeldes heranzuführen, damit die andere Seite im Schrank nicht verbaut wird. Die Kabel sind so lang zu bemessen, dass das Rangierfeld in voller Breite für die Instandhaltung nach vorne herausgezogen werden kann.

Für die Anschlussbuchsen in den Rangierfeldern gelten die gleichen Anforderungen wie im Abschnitt 6.1.4 beschrieben.

Es ist sicherzustellen, dass die Rangierfelder in den Schrankpotentialausgleich einbezogen werden. Ein Potentialausgleich allein über die Befestigungsschrauben ist nicht ausreichend. Dies gilt auch für die Anschlussbuchsen bei modularen Systemen.

6.1.6 Rangiereinheit

Zwischen 2 Rangierfeldern ist eine Rangiereinheit (Kabelmanagementeinheit) mit 1 HE und 5 bis 6 Rangierösen aus Metall (ca. 50 mm tief) vorzusehen.

6.1.7 Dokumentenschublade / Auszug

Es ist eine abschließbare sogenannte Dokumentenschublade (2 HE) vorzusehen. Bezüglich der vorgesehenen Inhalte siehe Abschnitt 11. Über der Dokumentenschublade ist ein Auszug (1HE) anzuordnen, auf dem z. B. ein Laptop für Konfigurationsarbeiten abgestellt werden kann.

Falls durch den Verzicht auf die Dokumentenschublade ein weiterer Verteilerschrank vermieden werden kann, entfällt diese. In diesem Falle ist für eine anderweitige Dokumentenablage zu sorgen.

6.1.8 Rangierkabel

Es ist darauf zu achten, dass das Kabelmaterial der Rangierkabel (Patchkabel) auf das Material der fest verlegten Kabel abgestimmt ist. Daher sollten die Rangierkabel zusammen mit dem passiven Netz beschafft werden. Für Nachbeschaffungen ist es notwendig die nutzende Verwaltung über Fabrikat und Typ der beschafften Rangierkabel zu informieren. Rangierkabel die schlecht auf die fest verlegten Kabel abgestimmt sind, können insbesondere bei stark abweichenden Wellenwiderständen zu erhöhten Reflexionen und dadurch zu Störungen im Netz führen.

Es sind mindestens 0,3 m lange Rangierkabel nach DIN EN 60603-7 [24] der aus Kabeln der Kategorie 7 mit Knickschutztüllen zu verwenden. Die Rangierkabel sind dienstneutral und besitzen vier foliengeschirmte Paare (PiMF) und einen Gesamtgeflechschirm (S/FTP). Sie sind an beiden Enden mit einem geschirmten RJ45-Stecker konfektioniert.

Wenn verschiedene Technologien unterstützt werden sollen, können zur besseren Unterscheidung Rangierkabel mit verschiedenfarbigen Knickschutztüllen verwendet werden.

Für die Signalübertragung bis 500 MHz müssen in der Link-Klasse E_A oder F Rangierkabel der Kategorie 6_A (Cat6_A) eingesetzt werden. Es sind Rangierkabel bestehend aus STP-Kabel und 2 RJ-45 Steckern in den notwendigen Längen einzusetzen. Die Kategorie 6_A des Rangierkabels muss vom Hersteller oder in einem Messlabor gemessen und nachgewiesen sein.

6.1.9 Messung

Auf die Verkabelung eines Datennetzes wirken elektromagnetischen Störquellen wie z. B. Leuchtstofflampen, Computer, Kopierer, ein. Aber auch die Kabel selbst verändern das Signal durch ihren ohmschen Widerstand und die Tiefpasscharakteristik. Alle Einflüsse ändern das eingespeiste digitale Signal - unter Umständen bis hin zu Fehlern auf Empfängerseite. Ein Tiefpassfilter lässt nur niedrige Frequenzen durch, hohe werden herausgefiltert.

Das Verhältnis von Aus- zu Eingangsspannung wird Dämpfung genannt und in Dezibel (dB) angegeben. Dabei gilt:

$$1 \text{ dB} = 20 * \log(\text{Eingangsspannung}/\text{Ausgangsspannung})$$

Ideal ist natürlich ein Verhältnis von 1:1 zwischen Ein- und Ausgangsspannung, also eine Dämpfung von 0 dB.

Messung der Installationsstrecken

Bei allen verlegten Installationsstrecken (siehe Abbildung 18) (Permanent Link) mit Kupferkabeln sind folgende Messungen bzw. Prüfungen durchzuführen (entsprechend DIN EN 50173 [13,14] und DIN EN 50346 [21] (Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung - Prüfen installierter Verkabelung), Reihe DIN EN 61935 [34]) und zu protokollieren.

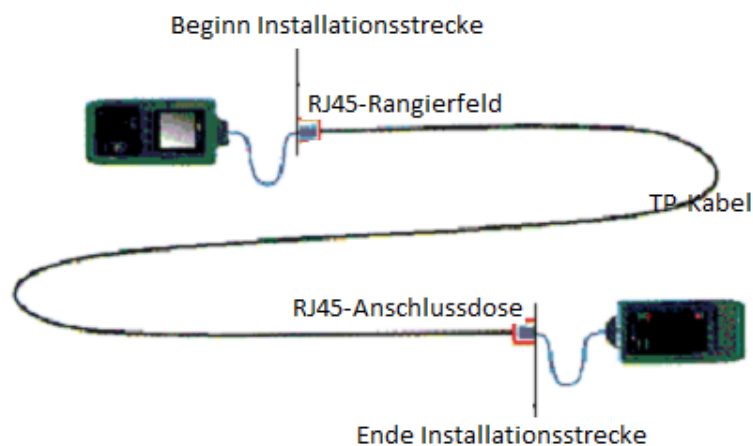


Abbildung 18: Installationsstrecke Messung

Bei der Messung der Installationsstrecke darf der Einfluss der Messkabel nicht in die Messwerte eingehen. Damit wird die Funktion genau der Strecke, die installiert wurde, üblicherweise das fest verlegte Kabel inklusive der Dosen an beiden Enden, gemessen.

Gemessen und protokolliert werden folgende Werte:

Korrekte Adernbelegung

max. Dämpfung aller Adernpaare mit Angabe der ungünstigsten Frequenz

Länge	m
Laufzeit	ns
Widerstand	Ω
Dämpfung	dB
Rückflusdämpfung (RL)	dB
Nahnebensprechdämpfung (NEXT, PSNEXT)	dB
PSFLEXT	dB
Einfügedämpfung (ACR, PSACR)	dB

Aus den gemessenen Werten für Dämpfung und Nebensprechdämpfung (NEXT) wird rechnerisch der Störabstand (ACR-Wert) ermittelt ($ACR [dB] = NEXT [dB] - Dämpfung [dB]$).

Zu beachten ist, dass das Nebensprechen von beiden Kabelenden aus gemessen werden muss²³. Für die Messung der Kabellänge ist es wichtig, dass der richtige NVP-Wert (mit dem Datenblatt abgleichen) eingestellt wird. Der NVP-Wert gibt das Verhältnis der Signalgeschwindigkeit im Kabel zur Lichtgeschwindigkeit an (z. B. 72 %). Hauptursachen für schlechte NEXT-Werte sind zu geringe Qualität der Netzwerkkomponenten oder Montagefehler.

Übermäßige Rückflusdämpfung (RL), somit das Verhältnis von reflektierter zu übertragener Signalstärke, verursacht eine Reduzierung der Signalstärke am Empfangsende und lässt auf eine ungleiche Dämpfung in einem Abschnitt des Kabelverlaufs schließen.

Wenn die gemessene Kabellänge für das Aufmaß verwendet werden soll ist sicherzustellen, dass die Messkabel nicht in der gemessenen Kabelstrecke enthalten sind. Bei der Messung ist ferner zu beachten, dass alle Verbindungselemente im gesteckten Zustand gemessen werden.

In jedem Messprotokoll ist zusätzlich zu vermerken:

- verwendetes Messgerät
- Version der Messgerätesoftware
- Verwendete Messkabel
- Kabeltyp
- eingestellter NVP-Wert
- Datum
- Prüfer

Das Messprotokoll ist auch einer Version auf einem Datenträger zu fordern.

Zu Beginn der Messungen wird eine Referenzstecke (die längste verlegte Strecke) gemessen. Zum Abschluss ist diese Messung zu wiederholen. Die Referenzmessungen sind in der Dokumentation kenntlich zu machen. Weichen beide Messungen merklich von einander ab, sind die Ursachen zu ergründen, die Mängel zu beheben und dann alle Messungen zu wiederholen.

Nach der Messung ist am Messgerät zu prüfen, ob die eingesetzten Messstecker maximal für die jeweils zugelassenen Steckzyklen verwendet worden sind.

Bei der Abnahme nach VOB sind bei ca. 10 % der verlegten Kabel (darunter die Referenzstrecke) die Messungen der Installationsstrecke stichprobenartig zu wiederholen. Darauf kann verzichtet werden, wenn bei der Erstmessung die Messungen in ausreichendem Umfang begleitet wurden.

6.2 LWL-Installationsstrecken

6.2.1 Allgemein

Nach der EN 50173 [13,14] werden bei LWL-Strecken wie bei Kupferverkabelungen, verschiedene Anwendungsklassen (Link-Klassen) unterschieden. Für die Lichtwellenleiter sind die Link-Klassifizierungen OF (optical fiber)-Klassen eingeführt. Für jede Anwendungsklasse sind maximale Dämpfungen für die Übertragungsstrecke festgelegt worden. In den Dämpfungswerten sind 1,5 dB für die Steckverbindungen vorgesehen. Größere Dämpfungen bei Steckverbindern gehen zu Lasten der Verkabelungsstrecke.

²³ Es sind mittlerweile Geräte auf dem Markt die auch eine Messung nur von einem Kabelende aus zulassen.

		Zulässige Dämpfung der Übertragungsstrecke			
		Multimode		Singlemode	
Klasse	Max. Länge	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm
OF 300	300 m	2,55 dB	1,95 dB	1,80 dB	
OF 500	500 m	3,25 dB	2,25 dB	2,00 dB	
OF 2000	2000 m	8,50 dB	4,50 dB	3,50 dB	

Tabelle 3: Zulässige Dämpfungswerte für LWL-Strecken

Im Sekundär- und Primärbereich dienen LWL-Kabel zur Verbindung der einzelnen Datenverteiler. Die LWL-Kabel sind dabei mehrfaserig, d. h. mit mindestens 12 Fasern zu verlegen. Beim Einsatz von LWL-Kabeln ist die maximale Kabellänge abhängig vom eingesetzten Übertragungsverfahren. Die in der Norm genannten Längen sind unbedeutend, da in der Regel bei LWL-Verkabelungen zwischen Tertiär-Netz und Sekundär-Netz keine aktiven Netzkomponenten eingesetzt werden. Es sind generell keine Kabel mit Kunststofffasern zu verwenden.

Im Tertiärbereich werden bei Neuinstallationen bzw. Erweiterungen Innenkabel nach DIN EN 60794-1-1 [26] mit zwei bzw. vier Fasern eingesetzt.

Die notwendigen Spleißverbindungen sind ausschließlich als Fusionsspleiße auszuführen. Die max. Dämpfung je Spleiß beträgt 0,3 dB. Bessere Werte sind nicht zu fordern, da sie auf der Baustelle nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand eingehalten werden können. Wichtig ist, in der Ausschreibung die zu erreichende Verkabelungsklasse anzugeben, damit der Bieter die entsprechend notwendigen Produkte auswählen kann. Wenn LWL Kabel gespleißt werden ist darauf zu achten, dass die eingesetzten Fasern auf einander abgestimmt sind.

6.2.2 LWL-Kabel

Bei Lichtwellenleiterkabeln (normiert in EN 60794-x [26ff]) wird zwischen Multimode- und Monomodefasern unterschieden. Folgende Faserdurchmesser sind einzusetzen:

- Multimodefasern (Gradientenfasern) 50/125 µm
- Monomodefasern 9/125 µm

Monomodefasern wurden bisher vorwiegend im Primärbereich bei größeren Distanzen (> 250 m) eingesetzt um 10 Gigabit Ethernet betreiben zu können. Bei kürzeren Strecken war bislang der Einsatz von Multimodefasern ausreichend. Nach der EN 50173 werden LWL Fasern in verschiedene Kategorien eingeteilt. Für Multimodefasern gibt es die vier Kategorien OM1²⁴⁾ bis OM4, für Singlemodedefasern OS1²⁵⁾ und OS2 mit unterschiedlicher Übertragungsqualität. In der Regel wird eine Faser der Kategorie OM3 ausreichen. Fasern der Kategorie OM1 und OM2 sind generell nicht zu verwenden. Nur wenn mehr als 300 m mittels Multimodefasern überbrückt werden müssen, sollten Fasern der Kategorie OM4 vorgesehen werden. Bei Monomodefasern sind grundsätzlich Fasern der Kategorie OS2 zu verwenden.

Folgende die Norm teilweise übersteigenden Qualitätsanforderungen sind einzuhalten:

²⁴ OM = optical multimode

²⁵ OS = optical singlemode

Multimodefaser	Faseraufbau: 50/125 µm			
Typ	OM2	OM3	OM4	Einheit
Dämpfung 850 nm	< 2,7	< 3,0	< 3,0	dB/km
Dämpfung 1300 nm	< 0,8	< 1,0	< 1,0	dB/km
Bandbreiten-Längenprodukt 850 nm	> 500	> 1500	> 3500	MHz x km
Bandbreiten-Längenprodukt 1300 nm	> 500	> 500	> 500	MHz x km

Tabelle 4: Technische Daten von Multimode LWL-Fasern

Singlemodedefaser	Faseraufbau: 9/125 µm		
Typ	OS1	OS2	Einheit
Dämpfung 1310 nm	< 1,0	< 0,38	dB/km
Dämpfung 1550 nm	< 1,0	< 0,23	dB/km

Tabelle 5: Technische Daten von Singlemode LWL-Fasern

Im Außenbereich sind Erdkabel mit metallfreiem Nagetierschutz und in Rohr verlegt zu verwenden. Um Kabel nachziehen zu können ist der Einsatz von Kabelaufteilungsrohren sinnvoll. Bei längeren Stecken und Abbiegungen sind Kabelschächte erforderlich.

Um sicherzustellen, dass die geforderten Kabeleigenschaften auch noch nach der Verlegung eingehalten werden, sind die Verlegevorschriften der Hersteller unbedingt einzuhalten.

Bei der Installation von LWL-Kabeln ist zu beachten, dass Kabelabfälle und insbesondere Faserreste als Sondermüll entsorgt werden müssen.

6.2.3 Anschlussdosen

Bei Neuinstallationen sind Anschlussdosen des Typs SC-duplex²⁶⁾ (nach DIN EN 60874-1 [29] und EN 60874-19 [30]) mit Beschriftungsfeld zu verwenden. Die Beschriftung erfolgt wie unter 6.1.4 beschrieben.

Die Beschriftung ist nach folgendem System vorzunehmen: A101/ II / B201 / 1

Raumnummer des Technikraums: A101

Verteilerkennzeichnung im Technikraum II

Raumnummer B201

Laufende Portnummer im Raum 01

Als max. Steckverbindungsämpfung sind 0,3 dB zuzulassen. Vorhandene abweichende Installationen sind systemgerecht zu erweitern.

6.2.4 Rangierfelder

Es sind Rangierfelder mit 2 HE bestückt mit 20 bis 30 SC-duplex-Kupplungen oder 1 HE mit 10 bis 12 SC-duplex-Kupplungen einzusetzen. Es sind LWL-Stecker mit Keramik-Ferule zu verwenden. Pigtaills mit integrierter Durchführungskupplung sind zu bevorzugen. Als max. Steckverbindungsämpfung sind 0,3 dB zuzulassen. Alle im

²⁶⁾ Siehe Anlage 1

Verteiler ankommenden LWL-Fasern sind mit Pigtails abzuschließen und in Rangierfeldern zu montieren. Zu jedem Rangierfeld gehört eine Spleißablage zur Aufnahme der Spleißkassetten. Es sind dabei Spleißkassetten für max. 12 Spleiße zu verwenden. Die einzelnen Spleiße sind mit einer metallischen Krimpschutzhülle zu versehen. Vorhandene abweichende Installationen sind systemgerecht zu erweitern.

6.2.5 Messung

Für alle Installationsstrecken sind Abnahmemessungen nach zwei Messverfahren durchzuführen und zu protokollieren. Dabei sind alle verlegten Fasern zu prüfen. Die absolute Dämpfung ist mit einem Dämpfungsmessgerät zu bestimmen.

Mit dem Einfügeverfahren kann die Gesamtdämpfung einer Faserstrecke gemessen werden. Im Gegensatz zur OTDR-Messung erfolgt die Messung an beiden Enden der Faser, was eine räumliche Trennung der Messinstrumente zur Folge hat. Bei dieser Messung speist man an einem Ende der Faser mit einer stabilisierten Lichtquelle eine definierte optische Leistung ein und misst die am anderen Ende ankommende Leistung.

Mit einem Rückstreureflektometer (OTDR²⁷) ist zusätzlich der relative Dämpfungsverlauf zu erfassen. Bei diesen Messungen genügt eine einseitige Messung. Die Prüfabläufe sind außerdem in EN 50346 [21] beschrieben. Ein Laserpuls wird in die LWL eingekoppelt und das Rückstreulicht über der Zeit gemessen. Aus der logarithmisch aufgetragenen Rückstreuintensität können dann die Verluste von Spleißen und Steckern auf der Installationsstrecke, sowie die Dämpfung der Glasfaser (in dB/km) bestimmt werden.

Ein OTDR-Verlauf ist eine grafische Signatur der Dämpfung über den Verlauf der Glasfaserstrecke. Die Qualität der Installation der Kabel, Anschlüsse und Spleiße kann durch Prüfen der Ungleichmäßigkeiten im Verlauf erzielt werden.

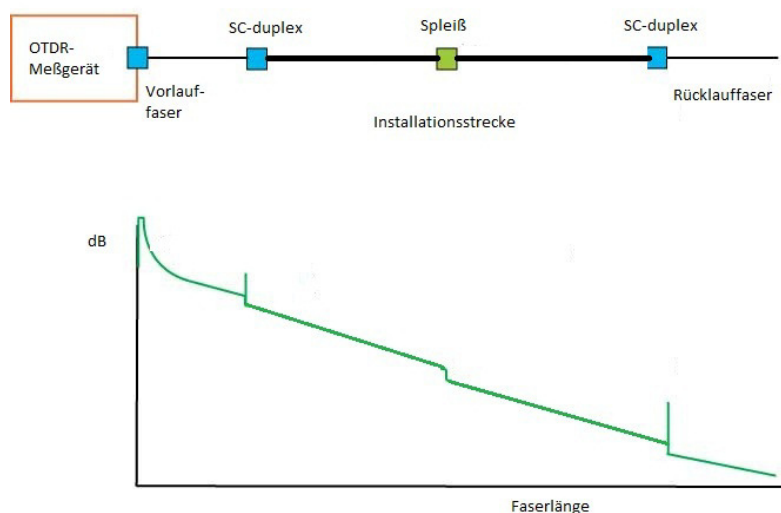


Abbildung 19: OTDR-Messung

Mit dem Rückstreuverfahren können Fehlerstellen auf einer Glasfaserstrecke auf wenige cm genau lokalisiert und quantifiziert werden.

Bei kurzen Kabelstrecken sind unbedingt 100 m Vorlauffaser und 100 m Rücklauffaser zu verwenden, um einwandfreie Messergebnisse zu erhalten.

²⁷ Optical-Time-Domain Reflectometer

In jedem Messprotokoll ist zusätzlich zu vermerken:

- verwendetes Messgerät
- Version der Messgerätesoftware
- Kabeltyp
- Datum
- Prüfer

Bei der Abnahme nach VOB sind bei ca. 10 % der verlegten Kabel die Messungen stichprobenartig zu wiederholen. Darauf kann verzichtet werden wenn bei der Erstmessung die Messungen in ausreichendem Umfang begleitet worden sind.

6.3 Funk-LAN

Funk-LAN (WLAN = Wireless-LAN) dürfen im Bereich der allgemeinen Landesverwaltung grundsätzlich nicht errichtet werden. Ausnahmen sind nur möglich wenn vorab ein von der nutzenden Verwaltung zu erstellendes Sicherheitskonzept unter Beteiligung des IT.N vom Niedersächsischen Ministerium des Innern (Referat CIO) genehmigt wurde. Weitere Vorgaben wurden vom MI / CIO festgelegt²⁸.

6.3.1 Einsatzbereiche

In verschiedenen Fällen kann es sinnvoll sein, Funk-LAN aufzubauen. Denkbar sind u. a. folgende Situationen:

- denkmalgeschützte Gebäude, wo eine Leitungsverlegung nur unter hohem Aufwand möglich ist
- kurzfristig benötigte LAN, wie z. B. für Krisenzentren
- große Lagerflächen mit wenigen mobilen PC's

Je nach Anwendung werden bei Funk-LAN verschiedene Verschaltungsprinzipien unterschieden. Als Ad-Hoc-Modus wird bezeichnet, wenn nur die beteiligten Komponenten in einem Funk-LAN untereinander kommunizieren können (peer to peer). Bei dieser Lösung wird dann auch ein zentraler Access-point, wie er in Abbildung 20 dargestellt ist, entbehrlich. In der Regel wird jedoch der so genannte Infrastruktur Modus verwendet, bei dem alle Teilnehmer über einen oder mehrere Access-Points miteinander kommunizieren und häufig auch eine Verbindung zum LAN besteht. Bei diesem Modus ist besonders auf ausreichende Sicherheitsmechanismen zu achten, die am Ende des nächsten Kapitels beschrieben werden.

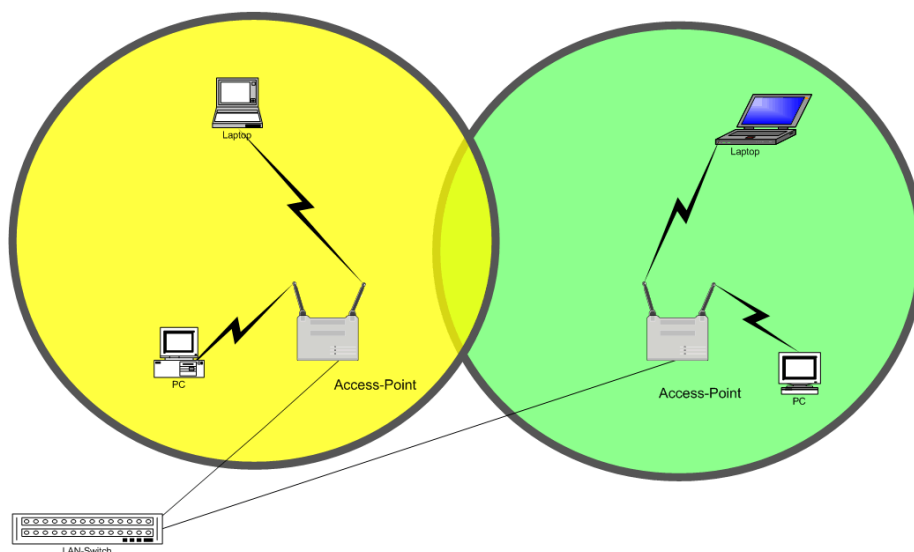


Abbildung 20: Aufbau eines Funk-LAN

²⁸ http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/Information_WLAN_MI_CIO.pdf

6.3.2 Funktionen

Funk-LAN können auf Basis verschiedener Normen betrieben werden, die in Tabelle 6 und Tabelle 7 aufgeführt sind. Derzeit werden im wesentlichen Funk-LAN auf Basis IEEE 802.11g realisiert, die aber zu Funk-LAN nach dem Standard IEEE 802.11b abwärts kompatibel sind.

Bei der Auslegung ist zu beachten, dass es sich um ein Shared-Medium handelt, d.h. alle Teilnehmer teilen sich die zur Verfügung gestellte Bandbreite. Da ein Funk-LAN in der Regel nur eine Ergänzung zu dem allgemeinen drahtgebundenen LAN darstellt, sind die Schnittstellen zum LAN mit zu berücksichtigen. Der Aufbau eines Funk-LAN ist in Abbildung 20 dargestellt.

Norm	Übertragungs-Frequenz	Brutto-Bandbreite	Nutzbare Kanäle	Bemerkungen
IEEE 802.11a	5,2 GHz	54 Mbit/s	4	Nur im Gebäuden zugelassen Sehr geringe Reichweite
IEEE 802.11b	2,4 GHz	11 Mbit/s	3	Preisgünstig
IEEE 802.11g	2,4 GHz	54 Mbit/s	3	Heutiger Standard
IEEE 802.11h	5,2 GHz	54 Mbit/s	8	Dynamische Sendeleistung automatische Kanalwahl
IEEE 802.11n	2,4/5 GHz	600 Mbit/s		Kompatibel mit b und g

Tabelle 6: Normierte Funk-LAN-Systeme

Die unterschiedlichen Funk-LAN Systeme unterscheiden sich nennenswert in ihrer Reichweite. Zu beachten ist, dass die Bandbreite bei zunehmenden Entfernungen zwischen Empfänger und Access-Point vom System automatisch verringert wird. Weitere Detail sind Tabelle 7 zu entnehmen.

Norm	Maximale Reichweite	Reichweite in Gebäuden	Bemerkungen
IEEE 802.11a	150 – 300 m	10 – 15 m	Einsatz von Sendeleistungskontrolle nach IEEE 802.11h notwendig
IEEE 802.11b	300 – 500 m	30 – 50 m	Störungen durch Mikrowellen möglich
IEEE 802.11g	300 – 500 m	30 – 50 m	Störungen durch Mikrowellen möglich
IEEE 802.11h	70 m	30 m	
IEEE 802.11n	250 m	70 m	2 bis 4 Antennen werden benötigt

Tabelle 7: Reichweite von Funk-LAN-Systemen

Die Verbindung vom LAN zu den PC's wird von einem Access-Point aus aufgebaut. Wenn die Reichweite der Funkzelle, die ein Access-Point bedient, überschritten wird, können weitere sich überlappenden Funkzellen mittels weiterer Access-Points aufgebaut werden. Alle Access-Points werden an zentrale Netzwerkschicht angeschaltet. Dadurch ist auch der Wechsel von einer Funkzelle in die nächste ohne Unterbrechung möglich. Die genannte Bandbreite gilt jeweils für alle aktiven Endgeräte an einem Access-Point. Es ist sinnvoll in die Ausschreibung eine „Funkfeldausleuchtung“

mit aufzunehmen, bei der die Anzahl und Standorte der notwendigen Access-Points festgelegt werden. Nach IEEE 802.11b sind in Europa 13 Funkkanäle genormt, wobei wegen der notwendigen Frequenzabstände immer nur 3 Kanäle genutzt werden können. Die Access-Points sind immer so anzuordnen, dass sich nicht 2 Access-Points mit dem gleichen Kanal überlappen. Der Parallelbetrieb mehrerer Access-Points mit unterschiedlichen Frequenzen ist z. B. zur Bandbreitenerhöhung möglich.

Für den Betreiber ist wichtig zu beachten, dass die möglichen Sicherheitsmechanismen aktiviert werden. Denn ein „mithören“ kann bei einem Funk-LAN nicht ausgeschlossen werden. Entsprechend der Norm werden die Komponenten mit einer Anfangskonfiguration ausgeliefert, in der alle Sicherheitseinstellungen deaktiviert sind. In der nachfolgenden Tabelle sind die Sicherheitsmaßnahmen dargestellt, die bei einem Funk-LAN üblicherweise enthalten sind.

Ergänzende Sicherheitsmechanismen für Funk-LAN sind in der Norm IEEE 802.11i beschrieben. Wenn die Funk-LAN auch für zeitkritische Anwendungen wie z. B. VoIP genutzt werden soll ist zusätzlich Quality of Service (QoS) nach IEEE 802.11e notwendig.

System	Funktion	Hinweise
Service Set Identity (SSID)	Für das Netzwerk wird ein eindeutiger Name vergeben, den alle Komponenten kennen müssen, die im Netzwerk kommunizieren wollen. Der Name sollte keinen Bezug auf die Dienststelle enthalten.	Muss individuell konfiguriert werden, da die Funk-LAN Systeme mit einer allgemein bekannten Voreinstellung ausgeliefert werden Sollte nicht als Broadcast verteilt werden.
Media Access Control	Das System prüft, ob die Netzwerkkarte eine MAC-Adresse besitzt, die in dem Netzwerk zugelassen ist.	Nur für kleinere Netzwerke geeignet, da die Pflege der MAC-Adressen sehr aufwändig ist.
WEP-Verschlüsselung (Wired Equivalent Privacy)	Die Verschlüsselung erfolgt über einen Schlüssel der allen Komponenten bekannt sein muss, mit einer Verschlüsselungstiefe von 40 bzw. 104 Bit.	Der Schlüssel kann leicht erlauscht werden und kann nur mit nennenswertem Aufwand manuell verändert werden. Nicht mehr zeitgemäß, wurde durch WPA2 abgelöst.
WPA2-Verschlüsselung (Wi-Fi Protected Access 2)	WPA2 ermöglicht eine eindeutige Identifikation von Benutzern; Verschlüsselung mit dem Verschlüsselungsalgorithmus Advanced Encryption Standard (AES ; -> Standard mit Schlüssellängen von 256 Bit). Des Weiteren wurde bei WPA2 zusätzlich zu TKIP (Temporal Key Integrity Protocol -> Schlüssel ändert sich temporär - daher auch der Name des Protokolls -, und zwar immer dann, wenn ein Datenpaket von 10 KB übertragen wurde.) noch das Verschlüsselungsprotokoll CCMP (Counter-Mode/CBC-Mac Protocol ; → Kryptographie-Algorithmus) hinzugefügt.	Für WPA2 sind bis jetzt nur Passwort-Angriffe bekannt. Aus diesem Grund ist es dringend zu empfehlen, ein ausreichend langes Passwort (wenn möglich 63 Zeichen lang mit Groß- und Kleinbuchstaben sowie Sonderzeichen und Zahlen) zu verwenden. Der Passwortschlüssel kann z. B. mit einem USB-Stick einfach auf die angeschlossenen Clients übertragen werden und muss nach der einmaligen Installation nicht

		mehr geändert werden. Ein mit ausreichend langem Passwort geschützter Wireless-Router mit WPA2-Verschlüsselung gilt aus heutiger Sicht als praktisch unknackbar.
--	--	--

Tabelle 8: Integrierte Sicherheitssysteme in einem Funk-LAN

Weitere Sicherheitsmechanismen sollten seitens des Netzbetreibers ergänzt werden, um ein für den jeweiligen Anwendungsfall ausreichendes Sicherheitsniveau zu erreichen. Die wesentlichen Methoden sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

System	Funktion	Hinweise
Firewall	Abschottung des Funk-LAN vom übrigen LAN durch eine extra Firewall.	
Virtual Privat Network (VPN)	Alle Access-Points werden physikalisch vom LAN getrennt. Die Verbindung erfolgt ausschließlich über ein spezielles VPN-Gateway.	Mögliche VPN-Protokolle sind PPTP oder IPSec.
	Zusätzliche Authentisierung durch Einsatz eines speziellen Servers (z. B. Radius oder EAP).	

Tabelle 9: Ergänzende Sicherheitssysteme zu einem Funk-LAN

6.3.3 Installation

Es ist zu beachten, dass die Qualität eines Funk-LAN durch die Installation nennenswert beeinflusst werden kann. Durch die Auswahl geeigneter Antennen lassen sich erhebliche Verbesserungen erzielen. Die in Frage kommenden Antennen unterscheiden sich bezüglich ihres Antennengewinns und ihrer Ausbreitungscharakteristik, die zu der versorgenden Fläche passen sollte. Für die Auswahl der Antennen und Antennenstandorte ist eine Funkfeldausleuchtung erforderlich. Ebenso wichtig ist die Antennenanordnung, z. B. um störende Reflexionen zu vermeiden. Auch die Antennenkabel- und Stecker dürfen bezüglich ihrer Dämpfung auch nicht außer Acht gelassen werden. Die Dämpfung der Antennenkabel kann je nach ausgewählter Qualität zwischen 1,5 und 0,15 dB/m betragen.

Bei der Anordnung der Access Points ist zu beachten, dass eine Leistungsdichte von 1 mW/m² an den Arbeitsplätzen möglichst nicht überschritten wird. Dies wird in der Regel erreicht wenn ein Abstand von 3 m von der Antenne zum Arbeitsplatz eingehalten wird.

6.3.4 Abnahme

Die Funktion eines Funk-LAN's ist sehr stark abhängig von den baulichen Gegebenheiten. Diese können sich im laufenden Betrieb ändern und so Auswirkungen für das Funk-LAN ergeben, die im Vorhinein nicht absehbar sind. Deshalb sind an die Abnahme eines Funk-LAN besondere Anforderungen zu stellen.

Es sind festzulegen und zu dokumentieren:

- Messpunkte
- Messaufbau
- Messkriterien
- Aktive Teilnehmer während der Messung
- Mobilität der Teilnehmer (Wechsel von einem Access-Point zum anderen)

6.4 Richtfunkssysteme

6.4.1 Allgemeines

Um Gebäude (Tertiär-Bereich) oder Liegenschaften (Campus) mit einander zu verbinden, kommen neben LWL-Verbindungen auch Richtfunkssysteme in Frage. Richtfunkssysteme haben den Vorteil, dass sie schnell zu errichten sind. Richtfunkstrecken setzen jedoch, wie in der Abbildung 21 dargestellt, eine Sichtverbindung zwischen beiden Endstellen voraus. Beeinträchtigungen durch Witterungseinflüsse sind nur bei starkem Regen zu erwarten. Um die geforderte Verfügbarkeit zu erreichen, sind entsprechend leistungsfähige Systeme auszuwählen. Je nach Größe und Höhe der Sende- und Empfangseinheiten sind Reichweiten von bis zu 50 Kilometern möglich. Auf dem Markt sind Geräte für Bandbreiten bis zu 622 Mbit/s verfügbar. Die Amortisation einer Richtfunkstrecke gegenüber einer Mietleitung beträgt oft nur wenige Monate.

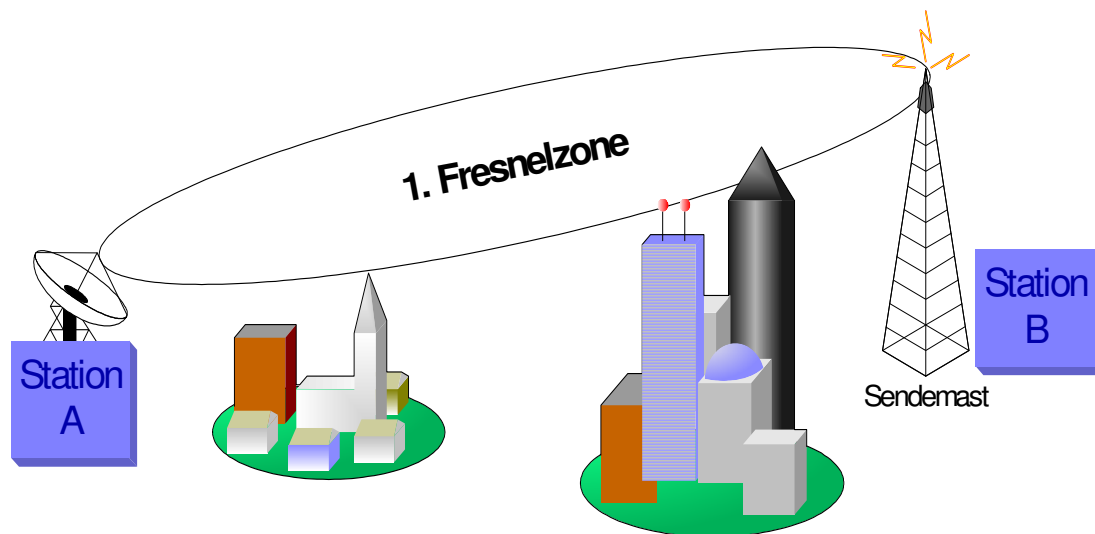


Abbildung 21: Richtfunkstrecke

Für die Auslegung einer Richtfunkstrecke sind Software-Tools²⁹⁾ (siehe Abbildung 22) verfügbar, die die Antennenhöhe an den einzelnen Stationen und eventuelle Gebäude in der 1. Fresnelzone, etc. berücksichtigen. Die Projektabläufe sind in einer separaten Arbeitshilfe „Richtfunk“³⁰⁾ dargestellt. Für die Ermittlung notwendige Kartenunterlagen sind bei der Katasterverwaltung zu beziehen.

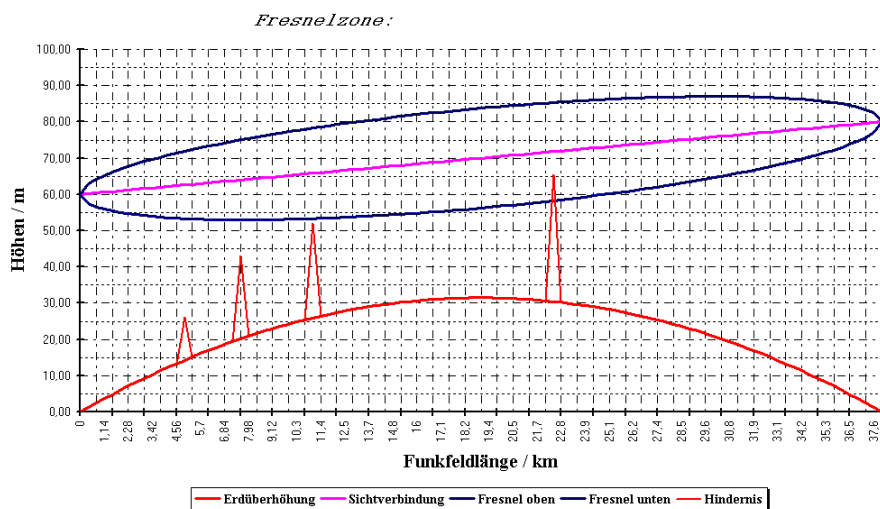


Abbildung 22: Berechnung von Hindernissen in der 1. Fresnelzone

²⁹⁾ http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/Fresnelzone.xls

³⁰⁾ http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/Projektablauf_Richtfunk.doc

6.4.2 Systeme mit Allgemeinzulassung

Auf dem Markt sind verschiedene Systeme mit einer Allgemeinzulassung für die Frequenzbänder 2,4 – 2,4835 GHz und 5,47 – 5,725 GHz. Diese Systeme können ohne Genehmigung und ohne Anzeige bei der Bundesnetzagentur (ehemals Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post [RegTP]) betrieben werden. Zu beachten ist jedoch³¹⁾:

- Die Frequenzen werden auch für andere Funkanwendungen genutzt, so dass Störungen nicht ausgeschlossen sind.
- Bei Störung militärischer Einrichtungen ist die Richtfunkstrecke stillzulegen.
- Der Frequenznutzer ist für die Einhaltung der EMV Vorschriften verantwortlich.
- Beeinträchtigungen durch andere Richtfunkstrecken sind möglich.

6.4.3 Systeme ohne Allgemeinzulassung

Richtfunkstecken ohne Allgemeinzulassung sind bei der Bundesnetzagentur (ehemals Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post [RegTP]) anzeigepflichtig. Für die einzelnen Standorte ist eine Standortbescheinigung nach § 59 Telekommunikationsgesetz und § 6 TK Zulassungsverordnung erforderlich. Hinweise hierzu sind in der Fachinformation zur 26. VO zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes enthalten³²⁾. Die zu verwendende Frequenz wird durch die Bundesnetzagentur zugewiesen. Diese erteilt hierzu eine Zulassungsurkunde. Hierbei ist sichergestellt, dass keine Beeinträchtigungen durch andere Richtfunkstrecken auftreten. Die Standortbescheinigung ist vom Betreiber der Richtfunkanlage bei der Bundesnetzagentur einzuholen.

³¹ weitere Hinweise siehe: Amtsblatt der RegTP 22/99 Vfg. 154/1999 und 22/2002 Vfg. 35/2002 vom 13.11.2002

³² http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/FeMeBau/Teil_11/26-BlmSchV_fachinfo.pdf

7 Elektromagnetische Verträglichkeit, Schirmung und Erdung

7.1 *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)*

Die Einhaltung der EMV gemäß EMVG³³⁾ (Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten) ist durch Auswahl geeigneter Materialien und eine fachgerechte Ausführung sicher zustellen. Im Bereich der EMV sind insbesondere die folgenden Normen zu beachten:

- DIN EN 55022 [22] (Funkstöreigenschaften)
- Störaussendungen DIN EN 61000-6-3 [32]
Fachgrundnorm Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbegebiet sowie Kleinbetriebe
- Störfestigkeit DIN EN 61000-6-2 [31]
Fachgrundnorm Störfestigkeit für Industriebereiche

Durch das EMVG werden Auflagen gemacht, inwieweit ein vollständiges Netzwerk, einschließlich angeschlossener Netzkomponenten, Störstrahlungen aussenden und gegen Störeinstrahlungen empfindlich sein darf. Nur durch die genaueste Beachtung der Installationsrichtlinien bezüglich Schirmung und Erdung ist es möglich, diese Vorschriften einzuhalten.

Beim Einsatz von Kupferkabeln kommt der Schirmung und Erdung eine besondere Bedeutung zu. Dabei ist immer das gesamte System, bestehend aus den Anschlussdosen, Kabeln, Verteilern aber auch den aktiven Netzkomponenten, zu betrachten.

Hinweis: Für LAN ist grundsätzlich die Einhaltung der DIN EN 50022, der DIN EN 61000-6-3 und DIN EN 61000-6-1 zu fordern.

7.2 *Schirmung und Potentialausgleich*

Um einen störungsfreien Betrieb mit hohen Datenraten zu gewährleisten und Störeinstrahlung und -kopplung zu vermeiden sind sorgfältige Schirmungsmaßnahmen aller aktiven und passiven Komponenten erforderlich. Diese Schirmungsmaßnahmen funktionieren nur zusammen mit fachgerechten Potentialausgleichsmaßnahmen. Die Erdung kann darüber hinaus noch die Funktion der Schutzerde, um unzulässige Berührungsspannungen im Fehlerfall zu vermeiden, übernehmen. Dabei ist es möglich, dass die Anforderungen als Funktionserde größere Querschnitte erfordern als die Anforderungen als Schutzerde.

Um die erforderliche Qualität der Funktionserde sicher zustellen sollte in jedem Gebäude ein Zonenkonzept erstellt werden, mit dem erreicht wird, dass in einer Zone (z. B. Etage) ein einheitliches Potential sichergestellt wird.

Die folgenden Maßnahmen sollten betrachtet werden:

- Metallkabelkanäle
- Kanäle mindestens alle 20 m erden, wenn möglich auch durch Verbindung mit der Gebäudearmierung
- Kanäle mindestens an beiden Enden erden
- In den Kanälen alle 3 m Erdungsklemmen vorsehen
- Datenanschlussdosen mit min. 2,5 mm² Kupfer an die Erdungsklemmen anschließen
- Elektroversorgung mittels eines TN-S-Systems
- Einen zentralen Erdungspunkt je Zone vorsehen, der direkt mit dem zentralen Erdungspunkt des Gebäudes verbunden wird.
- Alle Erdungspunkte einer Zone auf den zentralen Erdungspunkt der Zone führen.

³³ EMVG vom 26.2.2008 – (BGBl. I Seite 220)

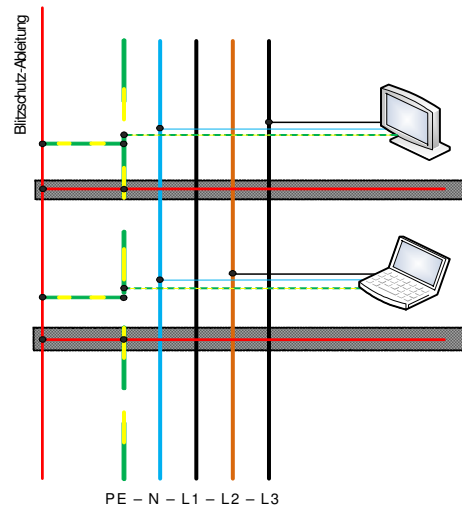


Abbildung 23: TN-S-System

Die Erdpotentialunterschiede in einem Gebäude sollen $1 V_{\text{eff}}$ nicht überschreiten.

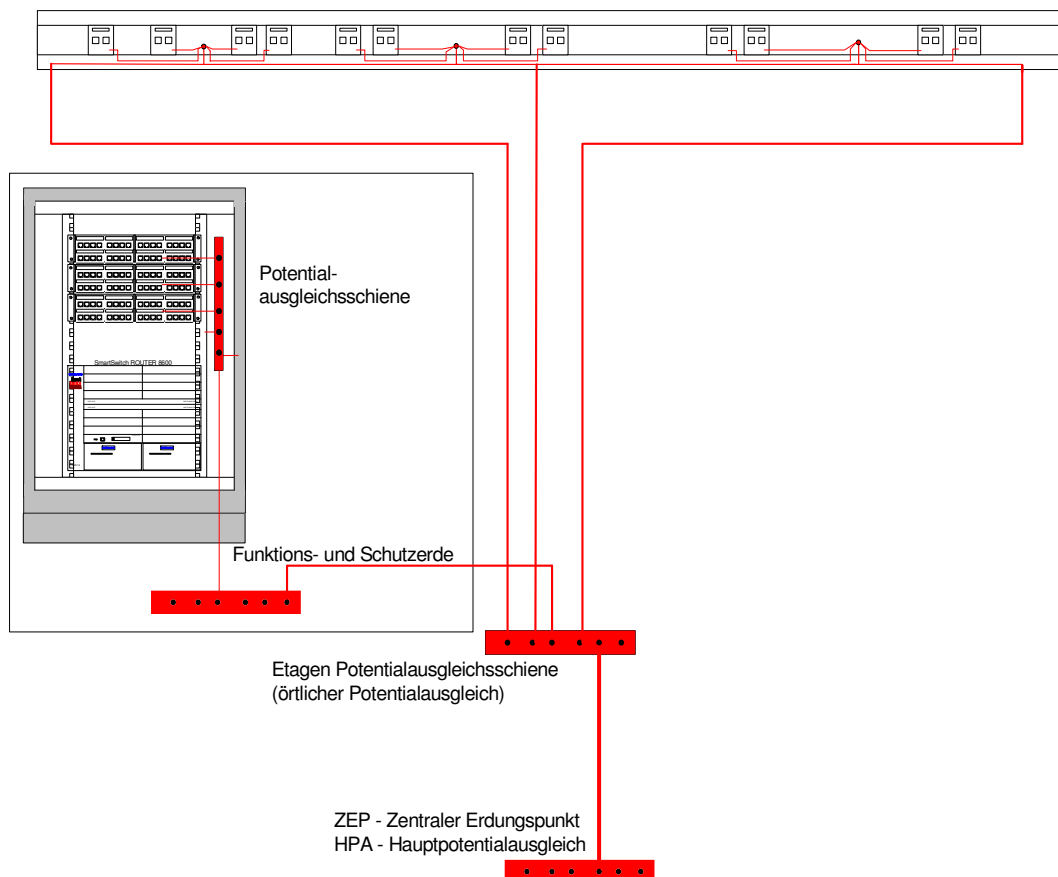


Abbildung 24: Erdungsmaßnahmen

Hinweis:

Der Leiterquerschnitt der Funktionserde muss mindestens 16 mm² Kupfer betragen.

Weitere Hinweise sind DIN 50174 [15ff] und EN 50310 [20] zu entnehmen.

8 Planung der Netzstruktur

8.1 Gebäudebezogene Kriterien

Die „klassische“ strukturierte Verkabelung besteht laut EN 50173 [13, 14] aus einem primären Backbone-Bereich über den sekundären Verteilerbereich bis zum tertiären Teilnehmeranschluss. Glasfaserleitungen (LWL) kommen dabei im Primär- und Sekundärbereich zum Einsatz. Der Tertiär-Bereich wird projektspezifisch mit Kupferkabeln oder Glasfaserleitungen ausgeführt.

Die wirtschaftlichste Lösung für den Bau und Betrieb eines Datennetzes ist gegeben, wenn alle Kabel von den Anschlussdosen/Installationsswitchen ohne den Einsatz von Etagenverteiltern sternförmig auf den Gebäudeverteiler geführt werden. Bei Verwendung von Kupferkabeln ist dies jedoch nur möglich, wenn eine max. Kabellänge von 90 m nicht überschritten wird.

Die Zahl der Etagenverteiler sollte möglichst gering gehalten werden, z. B. in dem man mehrere Etagen auf einen Verteiler aufschaltet. Für einen Etagenverteilterraum sind im Allgemeinen ca. 6 m² Fläche zu berücksichtigen [⇒ 5.3]. Bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist der Wert dieser Flächen in geeigneter Weise mit einzubeziehen.

Dem klassischen Konzept mit Primär-, Sekundär- und Tertiär-Netz steht ein anderer Ansatz in der Planung des Datennetzes gegenüber, der je nach Größe der Gebäude und den örtlichen Gegebenheiten Glasfaserleitungen (LWL) bis zum Arbeitsplatz führt.

Bei LWL-Kabeln kann die gesamte Länge 2000 m lt. EN 50173 betragen. Bei der Auswahl der Fasertypen sind jedoch die tatsächlichen Reichweiten der vorgesehenen Übertragungsverfahren [⇒ 3.3] zu beachten.

Durch den Wegfall des Sekundärbereiches entfallen die Etagenverteiler und somit der Ausbau von DV-Verteilterräumen für die Etagenverteiler.

Beim Konzept „Fiber to the desk“ (FTTD), bzw. „Fiber to the office“ (FTTO) wird die Glasfaser durchgängig vom Gebäudeverteiler bis zu den Büros geführt.

LWL-Kabel haben einen deutlich geringeren Platzbedarf als Kupferkabel. Es ist denkbar, dass bei einer Installation FTTD oder FTTO die vorhandenen Trassen ausreichen, bei einer Kupfer-Installation aber die Trassen einer Verstärkung bedürfen.

In vielen vorhandenen Gebäuden entspricht die vorhandene Elektroinstallation, insbesondere der Potentialausgleich, nicht den aktuellen Normen. Bei einer Kupferverkabelung ist ein einheitliches Potential von großer Bedeutung. Fehlt ein solches, kann es sehr leicht zu Datenübertragungsproblemen kommen. Bei einer LWL-Installation sind keine Maßnahmen notwendig.

Je nach Wahl des Übertragungsmediums ist die Brandlast unterschiedlich. Diese Tatsache kann bei evt. erforderlichen Brandschutzmaßnahmen unterschiedliche Kosten zur Folge haben und ist deshalb bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zu berücksichtigen. Beim Einsatz von Kupfer-Kabeln werden je Anschlussdose zwei 4-paarige S/STP Kabel mit einer Brandlast von je ca. 0,19 kWh/m benötigt. Bei einer alternativen LWL Verkabelung werden dagegen zwei 2-faserige-LWL-Kabel je Raum (Musterberechnung für ein Zwei-Personen Büro) mit einer Brandlast von je ca. 0,13 kWh/m benötigt [⇒ 10.5].

Da nach der Leitungsanlagen Richtlinie (LAR)³⁴ in notwendigen Fluren und Treppenhäusern keine Kabel mehr verlegt werden dürfen, die nicht für die Räume selbst notwendig sind, sind die unterschiedlichen Brandlasten hier nicht mehr von Bedeutung.

³⁴ <http://www.intra.nds-voris.de/jportal/?quelle=iLink&query=VVND-210720-MS-20070110-SF&psml=fpvorisprod.psml&max=true>

8.2 Technische Kriterien

In den vorangegangenen Kapiteln wurde ausschließlich das passive Netz betrachtet. Auf Grund der dort genannten gebäudebezogenen Kriterien kann eine Vorauswahl der zu installierenden Kabel getroffen werden. Die physikalische und wirtschaftliche Festlegung der zu verwendenden Kabel lässt sich aber nur bei der Betrachtung der Gesamtheit aller das Netzwerk betreffenden Faktoren (aktives und passives Netzwerk) finden. Die Wahl der aktiven Netzkomponenten hat einerseits Auswirkungen auf die Art des Übertragungsmediums, andererseits bestimmt sie ca. die Hälfte der Investitionskosten.

Eine Standardvorgabe von aktiven Netzkomponenten ist nicht möglich, da sich der logische Netzaufbau an den Forderungen des Nutzers orientieren muss und damit nutzerspezifische Lösungen erforderlich werden.

Um diese Forderungen rechtzeitig in die Entscheidungsgrundlagen einfließen zu lassen, ist eine frühzeitige Einbindung des Nutzers bzw. von IT.N erforderlich. Nur eine genaue Kenntnis der Anforderungen an das künftige Netzwerk lässt eine erfolgreiche Planung des LAN zu.

Bei LWL-Kabeln ergeben sich im Gegensatz zur Kupferverkabelung keine gravierenden Längenrestriktionen und sie bieten darüber hinaus höhere Bandbreiten bei größeren Übertragungslängen.

Hinweis: Mbit/s ist nicht gleich MHz

Es sollte jedoch untersucht werden, ob derartig hohe Datenraten an allen Anschlussdosen zur Verfügung gestellt werden müssen. Wenn sich die betroffenen Anschlusspunkte im Voraus festlegen lassen, kann es sinnvoll sein, diese mit LWL-Kabeln zu versorgen und die übrigen Anschlussdosen mit Kupfer-Kabeln.

Bei dezentral angeordneten aktiven Netzkomponenten kann es vorkommen, dass an einem Verteilerpunkt Erweiterungen notwendig werden, obwohl an anderen Verteilerpunkten noch Reserven vorhanden sind. Bedingt durch die Baustufen der aktiven Netzkomponenten müssen in der Regel mehr Anschlusspunkte beschafft werden, als tatsächlich benötigt werden. Bei einer Zentralisierung der aktiven Netzkomponenten (wie dies bei LWL-Verkabelungen der Fall ist) stehen alle Reserven immer für alle Anschlüsse zur Verfügung. Es ist dadurch möglich, den Umfang der aktiven Netzkomponenten zu reduzieren.

Jedoch ist eine vollständige Migration bestehender Netze auf LWL-Anschlüsse (FTTD) nicht immer sinnvoll, da vorhandene Switches und PC-Netzwerkarten, als kupferbasierende Hardware, auf LWL umgerüstet werden müssen.

Durch den Einsatz von Medienkonvertern können kupferbasierende Switches im Gebäudeverteiler weitergenutzt werden.

Fiber to the office (FTTO) ist eine Kombination aus der Twisted Pair-(CU) und der Lichtwellenleiterverkabelung. Die aktive Umsetzung des LWL-Anschlusses erfolgt erst am Arbeitsplatz auf Kupferports durch eine Workgroup-Lösung, wie Installationsswitch mit Glasfaser Uplink. Die Installationsswitch werden meist im Kabelkanal montiert und besitzen neben dem kanalseitigen LWL-Anschluss vier RJ45-Anschlüsse für Kupferanschlussleitungen (Rangierkabel). Der Installationsswitch kann vier herkömmliche Geräte versorgen und ist mit dem 1000Base-SX/LX Uplink mit dem zentralen Switch im Gebäudeverteiler verbunden. Dadurch reduziert sich die Zahl der benötigten Glasfaserstrecken von 4 auf 1 und somit die Zahl der benötigten optischen Ports im Gebäudeverteiler. Die Kosten für den zentralen Switch mit LWL-Anschlüssen verringern sich.

Die Installationsswitch müssen mit integriertem Power-over-Ethernet ausgeführt sein. Mit dem Power-over-Ethernet (PoE) Standard IEEE 802.3af können dann Endgeräte wie z. B. VoIP-Telefone sowohl mit Daten als auch mit Strom versorgt werden.

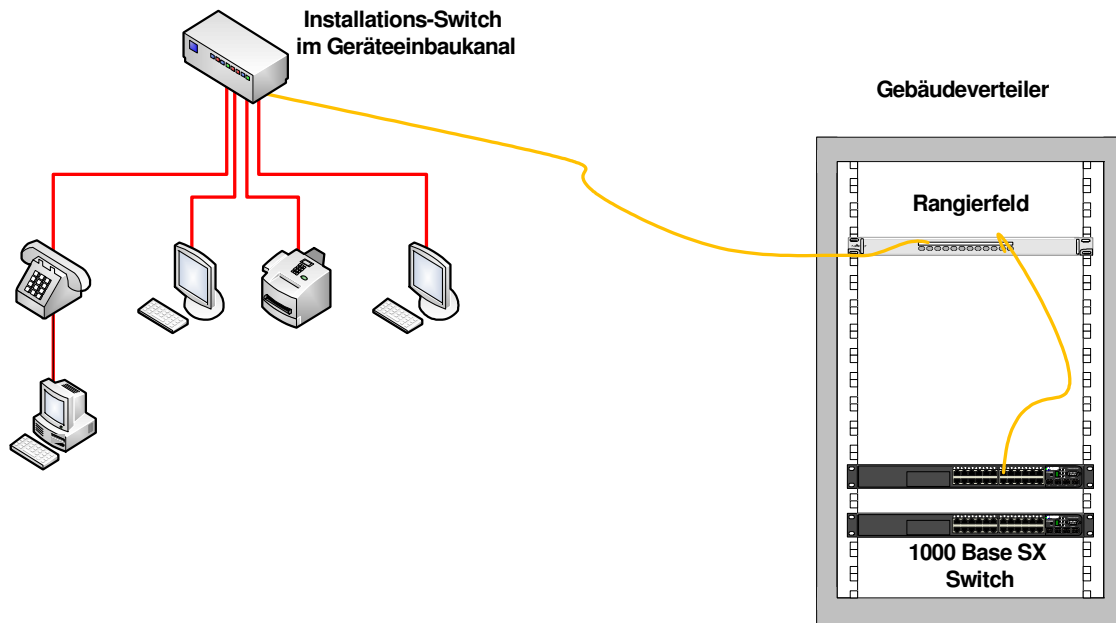


Abbildung 25: Fiber to the Office (FTTO)

Zusammenfassend können folgende Faktoren die Wahl zu FTTD oder FTTO bestimmen:

- Forderungen nach künftigen Übertragungsraten ≥ 1.000 Mbit/s bis zum Arbeitsplatz
- hohe Abhörsicherheit
- reduzierte Anzahl von Netzkomponenten durch weitgehende Zentralisierung
- EMV

In der nachfolgenden Tabelle sind die zu betrachtenden Kriterien noch einmal gegenübergestellt:

	Kupfer-Kabel	FTTO	FTTD
Längenbegrenzung	90 m	500 - 2000 m ³⁵⁾	500 - 2000 m ³¹⁾
Trassenbedarf	größer	geringer als FTTD	gering
Gemeinsames Bezugspotential	notwendig	ohne Bedeutung	ohne Bedeutung
Brandlast	0,38 kWh/m	0,13 kWh/m	0,26 kWh/m
Aktive Netzkomponenten	preiswert	teurer	teurer
Endgeräte-Anschlusskarten	im PC enthalten	im PC enthalten	teurer
Konfektionierung	einfach	aufwändig	aufwändig
Zentrale Stromversorgung von IP-Endgeräten (z. B. VoIP-Telefon)	möglich (IEEE 803.af)	möglich ³⁶⁾ (IEEE 803.af)	nicht möglich

Tabelle 10: Gegenüberstellung Kupfer- / FTTO bzw. FTTD-Kabel

Weitere Hinweise sind der EN 50174 Teile 1, 2 und 3 [9ff] zu entnehmen.

8.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Für erforderliche Berechnungen [\Rightarrow 3.5, 8.1], ob LWL oder Kupfer im Tertiär-Bereich die wirtschaftlichere Lösung darstellt, steht eine neue Excel-Tabelle³⁷⁾ zur Verfügung. Es werden die einmaligen und die laufenden Kosten soweit möglich berücksichtigt.

Bei den einmaligen Kosten werden erfasst:

³⁵⁾ je nach Fasertyp und verwendetem Übertragungsverfahren

³⁶⁾ Durch den Einsatz von Installationsswitchen

³⁷⁾ http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/LWL_Kupfer.xls

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Passive Komponenten • Aktive Komponenten <ul style="list-style-type: none"> • Zentral • Dezentral (Installationsswitche) • Raumkosten • Umbau zum Datenverteilterraum • Kosten Kühlung • Kosten USV-Anlagen • Kosten Elt-Anschlüsse | <p>Kosten werden vom SBN ermittelt</p> <p>Kosten werden von IT.N ermittelt</p> <p>Kosten werden vom SBN ermittelt</p> <p>Kosten werden nur bei Neubauten berücksichtigt und vom SBN ermittelt</p> <p>Kosten werden vom SBN ermittelt</p> <p>Kosten werden vom SBN ermittelt</p> <p>Kosten werden vom SBN ermittelt</p> <p>Kosten werden vom SBN ermittelt</p> |
|--|---|

Bei den Betriebskosten wird erfasst:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Stromkosten für aktive Komponenten • Stromkosten der Kühlanlage • Stromkosten der USV-Anlage (Verluste) • Instandhaltungskosten der Kühlanlage • Instandhaltungskosten der USV-Anlage | <p>Leistung wird von IT.N ermittelt</p> <p>abgeleitet von der von IT.N zu ermittelnden Wärmeleistung (BTU/h) der zentralen Komponenten [⇒ 3.5]</p> <p>abgeleitet von der Leistung der USV-Anlage</p> <p>abgeleitet aus den Anlagekosten, entsprechend VDI 2067 [42]</p> <p>abgeleitet aus den Anlagekosten</p> |
|---|---|

Der Betrachtungszeitraum ist zwischen dem SBN und IT.N festzulegen. Die Stromkosten sind bei der Betriebsüberwachung / dem Gebäudemanagement des SBN zu erfragen.

Die Berücksichtigung weiterer Faktoren ist im Einzelfall möglich.

9 Aktive Netzkomponenten

9.1 Technische Anforderungen

Im Bereich der Hochschulen ist das Konzept der Lokalen Datennetze in Abstimmung mit dem örtlich zuständigen Rechenzentrum zu erstellen. Die nachfolgenden Ausführungen sollen einige Hinweise für die Planung der aktiven Netzkomponenten für LAN geben.

Bei der allgemeinen Landesverwaltung fällt diese Aufgabe, entsprechend Abschnitt 2, in den Bereich des IT.N, dem zentralen Netzbetreiber des Landes Niedersachsen.

In den nachfolgenden Abbildungen sind einige Musterkonfigurationen von LAN unter der Berücksichtigung der aktiven Netzkomponenten dargestellt. In allen Fällen wurde dabei auf die Darstellung der Rangierfelder verzichtet.

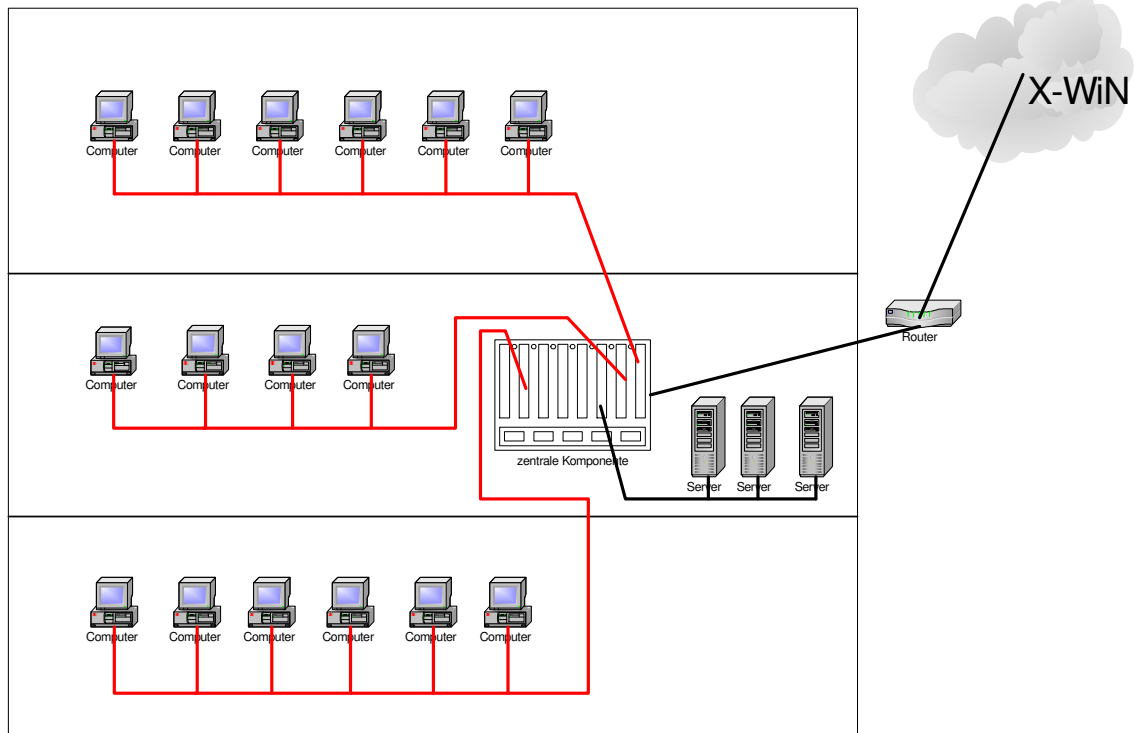


Abbildung 26: Kupfer bzw. LWL vom Arbeitsplatz bis zum Gebäudeverteiler

In Abbildung 26 ist ein System mit nur einer zentralen Komponente dargestellt. Diese Lösung hat den Vorteil, dass nur an einer Stelle Administrations-Bedarf besteht. Da ohne diese zentrale Komponente keinerlei Datenaustausch mehr möglich ist, sind an sie erhöhte Anforderungen hinsichtlich der Betriebssicherheit zu stellen (siehe hierzu auch 5.6).

Bei dem Einsatz von IP-Telefonie erfolgt die Stromversorgung der Endgeräte:

- Bei LWL-Verkabelung über POE-fähige³⁸⁾ Miniswitches
- Bei Kupferverkabelung über dezentrale Etagenswitches mit POE

³⁸⁾ POE – Power Over Ethernet – Stromversorgung über die Datenkabel

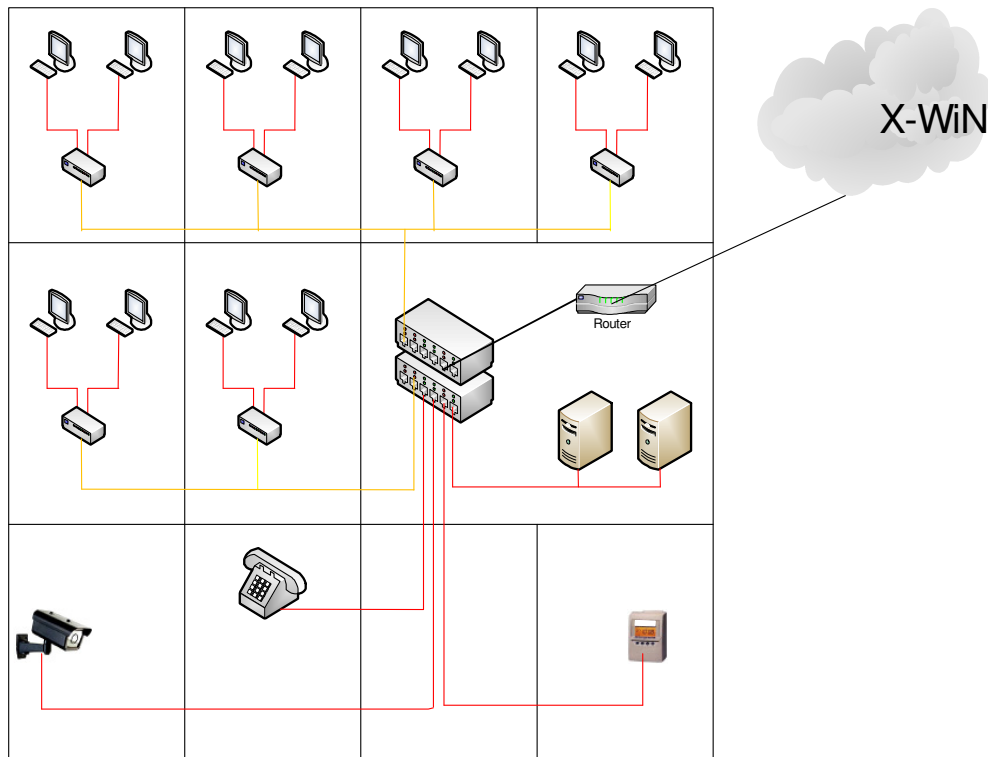


Abbildung 27: Fiber to the Office (FTTO)

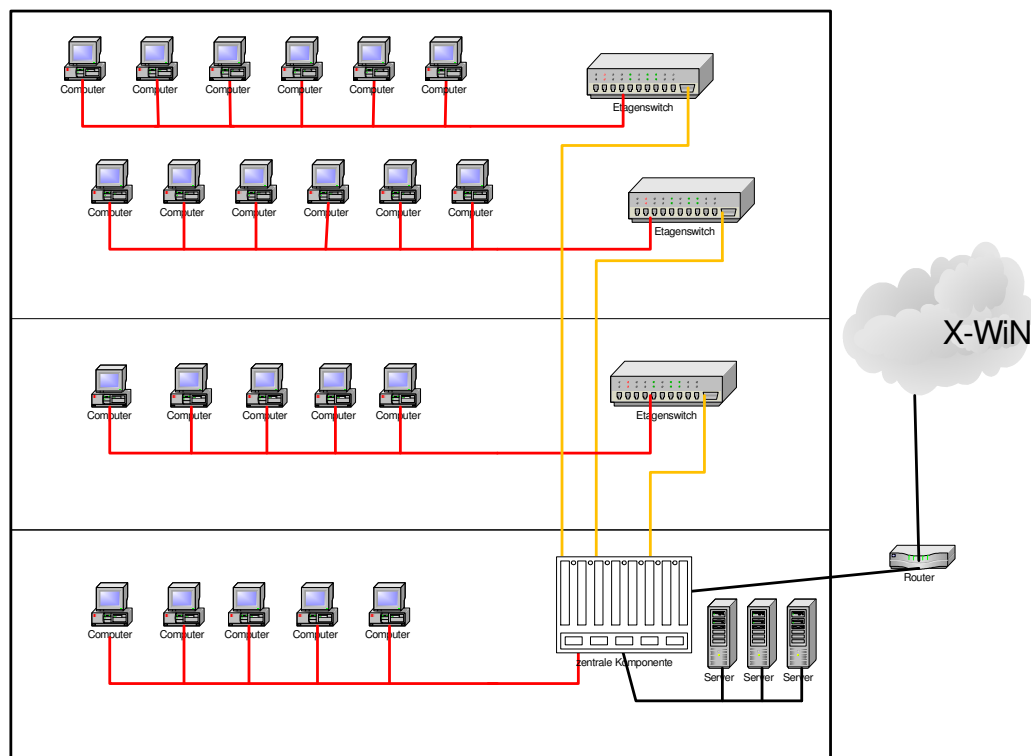


Abbildung 28: Kupfer in der Etage, LWL zum Gebäudeverteiler

In Abbildung 28 kommen neben der zentralen Komponente auch noch dezentrale Netzkomponenten in den Etagenverteilern zum Einsatz. Vorteil dieser Lösung ist, dass in den Etagenverteilern relativ kostengünstige, stapelbare Switche eingesetzt werden können.

An alle neu zu beschaffenden Switche sind gewisse technische Mindestanforderungen zu stellen. Diese sind in Abstimmung mit dem Betreiber des LAN ggf. zu ergänzen. Bei den Switchen ist zu unterscheiden, ob sie als zentrales oder dezentrales System zum Einsatz kommen. Hinweise wann modulare Systeme eingesetzt werden sollten sind im Abschnitt 9.2 enthalten.

Für dezentrale³⁹⁾ Netzkomponenten gilt:

- Montage in 19“-Standverteilerschränken möglich
- Schnittstellen:
 - 10/100/1.000 Base T/TX als Cu Teilnehmeranschluss, uplink
 - 100 Base FX als LWL Teilnehmeranschluss⁴⁰⁾
 - 100 Base FX als LWL up-Link (Full Duplex)
 - 1.000 Base SX/LX als LWL up-Link (Full Duplex)⁴¹⁾
 - 10 GBase LX/RX als LWL up-Link (Full Duplex) (optional)
- Signalverarbeitung: Cut-through und store-and-forward möglich
- Management: SNMP, RMON (mindestens die 4 Gruppen: Statistik, History, Alarm und Events)
Fehlermeldung beim Ausfall von Komponenten
- Leistungsfähigkeit: Anzahl der MAC-Adressen⁴²⁾
(mind. 2000 MAC-Adressen, dynamisch verteilt)
Ethernet-Frame-Switching mit „wire speed“ für jeden Arbeitsplatz-Anschluss, auch bei Vollbestückung
- Managebar: *mit der nutzenden Verwaltung abzustimmen*
- Leistungsmerkmale:
 - Autosensing über Netzwerkmanagement deaktivierbar
 - Autonegotiation über Netzwerkmanagement deaktivierbar
 - VLAN nach IEEE 802.1Q min. 64 VLAN möglich
 - Priorisierung nach IEEE 802.1p als Voraussetzung für VoIP
 - Topologieerkennung nach IEEE 802.1ab
 - Benutzer-Authentisierung nach IEEE 802.1x
 - Filtering auf Source und Destination Adresse

Für zentrale⁴³⁾ Netzkomponenten darüber hinaus:

- Schnittstellen: - 1.000 Base TX als Schnittstelle für Server
- Leistungsmerkmale:
 - Duplizierte Managementmodule falls technologisch notwendig
 - Stromversorgung mit n+1 Sicherheit
 - Redundante Lüfter
 - Outband-Managementfunktion

Bei vernetzten Installationen darüber hinaus:

- Up-Links
- Leistungsmerkmale:
 - Spanning Tree nach IEEE 802.1d
 - Rapid Spanning Tree nach IEEE 802.1w
 - Trunking nach IEEE 802.3 ad zur dynamischen Lastverteilung
 - Multiple Spanning Tree nach 802.1s
 - Redundante Auslegung einer up-Link-Verbindung mit automatischer Umschaltung < 1 sec.

Für die spätere Nutzung von VoIP ist neben den zuvor beschriebenen Leistungsmerkmalen ein Stromversorgungskonzept für die IP-Endgeräte (Telefone) zu entwickeln. Hierzu kommen entweder Switches in Frage deren Ports Inline Power nach IEEE 802.3af unterstützen oder separate Power-Panel, die im Verteilerschrank in die Leitungen, die Inline Power benötigen, eingeschleift werden. Bei der Entscheidung sollte der Anteil der Ports bei denen Inline Power benötigt wird berücksichtigt werden.

³⁹⁾ Dezentrale Komponenten sind kleine, nicht erweiterbare stapelbare Systeme

⁴⁰⁾ in Netzwerken mit LWL bis zum Arbeitsplatz

⁴¹⁾ bei entsprechendem Bedarf

⁴²⁾ entsprechend dem zu erwartenden Endausbau des LAN

⁴³⁾ Zentrale Komponenten sind modulare Systeme

Der Einsatz von USV-Systemen sollte auf besondere Einsatzfälle (Überbrückungszeit ca. 15 min.) beschränkt werden. Bei LWL-Kabeln im Tertiärbereich können fernadministrierbare Installationsswitche eingesetzt werden die Inline Power unterstützen.

9.2 Auslegung von aktiven Netzkomponenten

Der Einsatz von stapelbaren (stackable) bzw. modularen Systemen ist unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu entscheiden. In der Regel sind wie bereits ausgeführt in den Etagenverteilern stapelbare Systeme ausreichend. Bei größeren Netzen (ab ca. 96 Teilnehmern) sollte im Gebäudehauptverteiler ein modulares System eingesetzt werden.

Beim Einsatz modularer Systeme ist darauf zu achten, dass diese Geräte so leistungsfähig aufgebaut sind, dass immer ein ausreichender Datendurchsatz gewährleistet ist. Hierzu ist entweder der maximal zu erwartende Ausbau (falls bekannt) oder der maximal mögliche Ausbau zu berücksichtigen. Bei dem maximal möglichen Ausbau wird eine Konfiguration untersucht bei dem alle Steckplätze mit Schnittstellenkarten der maximal möglichen Bandbreite bestückt sind (z. B. 8 Ports Gigabit Ethernet). Wenn die Systeme über eine Bandbreite verfügen, dass auch bei maximalem Ausbau und maximaler Beanspruchung ein ungehinderter Datendurchsatz gewährleistet ist, werden die Systeme als „non blocking“ bezeichnet.

Zunächst wird berechnet welcher Datendurchsatz von einem Modul zum System (Backplane) möglich ist. Bei einer 8-Port Gigabit Ethernetkarte sind dies z. B. $2 \times 8 \times 1 \text{ Gbit/s} = 16 \text{ Gbit/s}$. Der Faktor 2 ist zu berücksichtigen wenn die Schnittstellen wie üblich im Vollduplex-Modus betrieben werden. Die sich ergebenden Werte werden üblicherweise in Gbps (Gigabit per second) angegeben.

Danach wird ermittelt welche maximale Bandbreite des Gesamtsystems notwendig werden kann. Hierzu wird der zuvor ermittelte Datendurchsatz eines Moduls mit der effektiv möglichen Anzahl von Modulen multipliziert. Bei der Anzahl der effektiv möglichen Module sind die Steckplätze die für Managementmodule oder Bandbreitenerweiterungen benötigt werden zu berücksichtigen. Wenn z. B. maximal 5 Module mit je 8 Gigabit Ethernetports möglich sind, ergibt sich eine notwendige Bandbreite von $5 \times 16 \text{ Gbit/s} = 80 \text{ Gbit/s}$. Leistungsstarke Geräte erreichen heute eine Bandbreite von 40 Gbit/s bei stapelbaren Systemen und bis zu 480 Gbit/s bei modularen Systemen.

Neben der Bandbreite des Systems ist von Interesse wie viele Datenpakete das Gerät pro Sekunde verarbeiten kann. Da der Datendurchsatz abhängig von der Paketlänge ist, wird dieser üblicherweise für die kleinsten möglichen Ethernetpakete (64 Byte) ermittelt. Der Datendurchsatz wird in Mpps (Million packets per second) angegeben. Leistungsstarke Geräte erreichen heute einen Datendurchsatz von 10 Mpps bei stapelbaren Systemen und 100 Mpps bei modularen Systemen.

Ein weiteres Leistungsmerkmal ist die Verzögerungs- oder Verarbeitungszeit (latency), die ein Gerät bei dem Durchlauf eines Datenpaketes verursacht. Diese Zeit wird in Mikrosekunden angegeben. Leistungsstarke Geräte verursachen heute eine Verzögerungszeit $<40 \mu\text{s}$ bei stapelbaren Systemen und $<15 \mu\text{s}$ bei modularen Systemen.

Bei einer strukturierten Verkabelung mit Kupfer in der Etage und LWL zum Gebäudehauptverteiler sind in den Etagenverteilern stapelbare Switche mit bis zu 48 Teilnehmern je Switch einzusetzen. Von jedem Etagen-Switch ist vorzugsweise ein up-Link zum Gebäudeverteiler zu schalten. In der Regel wird heute Gigabit Ethernet als up-Link Schnittstelle eingesetzt. Bei geringen Anforderungen können ein oder mehrere Fast Ethernet Schnittstellen, die mittels Trunking parallel geschaltet werden, als up-Link verwendet werden. Bei hohen Anforderungen kommen zukünftig auch 10 Gigabit Ethernet als up-Link Schnittstelle in Frage. Die Etagen-Switche sollten nicht in den Etagenverteilern kaskadiert werden. Bei dem Einsatz eines modularen Systems im Gebäudeverteiler können die Anschlussdosen der zugehörigen Etage auf diese direkt aufgeschaltet werden.

Für die Auslegung von aktiven Netzkomponenten steht in den Dienststellen des Staatlichen Baumanagements Niedersachsen das Programm Elaplan - Modul 9 „Kommunikation LAN“ zur Verfügung.

9.3 *Betrieb von Aktiven Netzkomponenten*

Falls eine Hochschule für ihre aktiven Netzkomponenten einen Instandhaltungsvertrag abschließen möchte, sollte ihr das Vertragsmuster nach EVB-IT-Instandhaltung zur Verwendung empfohlen werden.

Das Vertragsmuster befindet sich im Internet beim Bundes-CIO unter:

http://www.cio.bund.de/Web/DE/IT-Beschaffung/EVB-IT-und-BVB/evb-it_bvb_node.html

10 Infrastruktur

10.1 Stromversorgung

Die AMEV-Richtlinie Elt.-Anlagen 2007 [3] sieht getrennte Steigekabel für DV- und Allgemein-Stromkreise vor. In Niedersachsen bleibt es weiter bei der bisherigen Regelung, dass kombinierte Steigekabel verlegt werden.

10.1.1 Stromversorgung für Verteilerräume

In allen Verteilerräumen sollte eine separate Unterverteilung eingerichtet werden. Ein möglicher Aufbau ist in

Abbildung 29 dargestellt. Auf die Darstellung der Steckdosenleisten im Verteilerschrank wurde wegen der besseren Übersichtlichkeit verzichtet. Es ist zu beachten, dass nur eine Steckdosenleiste auf die USV-Anlage aufgeschaltet wird. So können die Komponenten bei dem Einsatz von redundanten Netzteilen auch bei einem Fehlerfall in der USV-Anlage (einschl. Bypass) bei anstehendem Normalnetz weiter betrieben werden. Für beide Netze sind getrennte RCD zu verwenden, damit nicht ein Fehlerstrom die gesamte Anlage stilllegt.

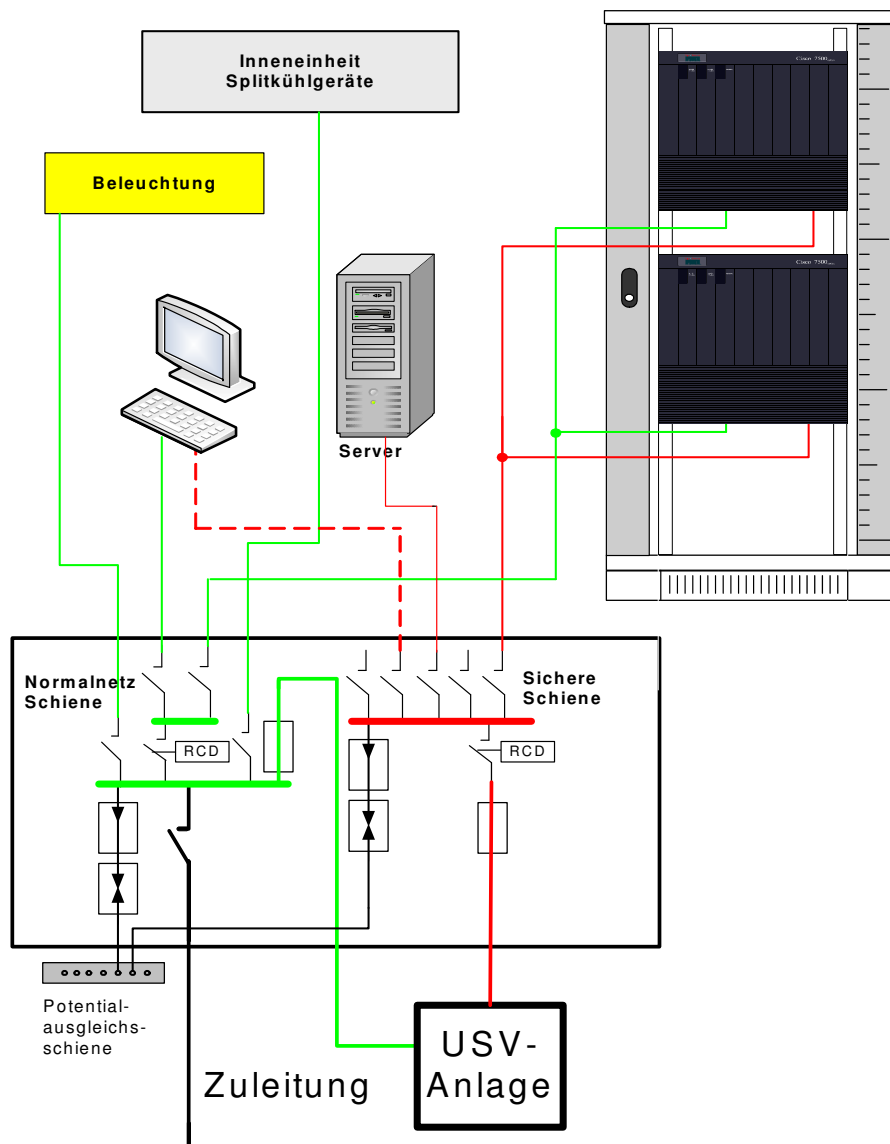


Abbildung 29: Stromversorgung im Verteilerraum (einpolige Darstellung)

In der Abbildung wurde jetzt zusätzlich dargestellt, dass auch für die „Sichere Schiene“ eine Überspannungsschutzeinrichtung (hinter der USV-Anlage RCD Typ B) notwendig ist. Auf die Darstellung der Schutzgeräte für die Verbraucher [siehe 10.4]

(SPD-TYP 3) wurde weiter verzichtet. Bei der Auslegung der Schutzorgane für die USV-Anlage ist zu beachten, dass USV-Anlagen nur einen geringen Kurzschlussstrom abgeben. Dies kann zur Folge haben, dass schlecht ausgewählte Schutzorgane unter Umständen im Kurzschlussfall nicht auslösen. Der erforderliche Kurzschlussstrom sollte durch den Wechselrichter zur Verfügung gestellt werden und nicht durch den By-Pass. Eine Parallelschaltung ist nur bei baugleichen Anlagen möglich, da sonst nicht absehbare Ausgleichsströme auftreten.

Weitere Hinweise zum dargestellten Überspannungsschutz sind dem Abschnitt 10.4 zu entnehmen. Wenn eine Netzersatzanlage (NEA) zur Verfügung steht, sollte die Verteilung daran angeschaltet werden. Es ist zu beachten, dass Netzersatzanlagen, die für Sicherheitsaufgaben (z. B. für die Versorgung eines Feuerwehraufzuges) notwendig sind, für die Versorgung weiterer Verbraucher nicht genutzt werden dürfen. Wenn Stecker-USV-Anlagen eingesetzt werden, müssen für die Wechselstromabgänge 2-polige Schutzorgane eingesetzt werden.

Es besteht grundsätzlich keine Notwendigkeit Not-Aus-Schaltungen vorzusehen. Wenn in Ausnahmen die Installation von Not-Aus-Schaltungen notwendig wird, ist die VDE 0800-10 [39] zu beachten.

10.1.2 Stromversorgung für Büroräume

Die DIN VDE 0100-410:2007-06 [37] fordert unter Pkt. 411.3.3 den generellen Einsatz von RCD (**R**esidual **C**urrent protective **D**evice, ehemals FI-Schutzschalter) in Steckdosenstromkreisen bis 20 A. Die möglichen Ausnahmeregelungen erscheinen ungeeignet um von diesen in allgemein zugänglichen Räumen Gebrauch zu machen.

Es ist grundsätzlich folgende Versorgung vorzusehen:

- Max. 4 Schuko-Steckdosen mit Beschriftungsfeld je Arbeitsplatz
- Max. 12 Schuko-Steckdosen je Stromkreis
- Max. 9 Stromkreise je RCD (max. Auslösestrom 30 mA), zentral im Verteiler

Eine Aufteilung mit getrennten Stromkreisen für rote und weiße Steckdosen ist nicht erforderlich.

10.1.3 Leistungsbilanz

Folgende Leistungswerte können für die Ermittlung einer Leistungsbilanz zu Grunde gelegt werden:

	Betrieb	Bereitschaft
PC - Zentraleinheit	300 W	30 W
Flachbildschirm	60 W	2 W
Drucker	800 W	30 W

10.2 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Eine USV für die Arbeitsplatzrechner ist grundsätzlich nicht erforderlich. Ob für Server und aktive Netzkomponenten dezentrale USV-Anlagen eingerichtet werden sollen, ist mit der nutzenden Verwaltung abzustimmen.

Damit dezentrale USV-Anlagen ggf. problemlos nachgerüstet werden können, sind die Installationen dafür entsprechend vorzubereiten. In der Regel ist eine Überbrückungszeit von 15 Minuten ausreichend um Server und Netzkomponenten kontrolliert herunterfahren zu können. Neben der Filterwirkung ist dies ein wichtiger Grund eine USV-Anlage einzubauen. Die USV-Anlagen werden mit einem Meldeschalter "Netzausfall" ausgerüstet. Das Signal des Meldeschalters ermöglicht die kontrollierte Programmstillsetzung. Die entsprechenden Eingänge sind in Absprache mit dem Betreiber zu berücksichtigen. In der DIN EN 62040-3 [35] werden USV-Anlagen unter 3 Gesichtspunkten klassifiziert:

- Grad der Abhängigkeit der USV Ausgangsspannung und Frequenz vom Eingang
- Wellenform des USV-Ausgangs
- Dynamisches Verhalten des USV-Ausgangs

Wegen der höheren Betriebssicherheit und der Wirkung als Netzfilter sollten nur USV-Anlagen beschafft werden die den Leistungsanforderungen VFI SS 11 1⁴⁴⁾ genügen. Außerdem ist bei derartigen USV-Anlagen wegen des Bypasses ein Batteriewechsel ohne Betriebsunterbrechung möglich.

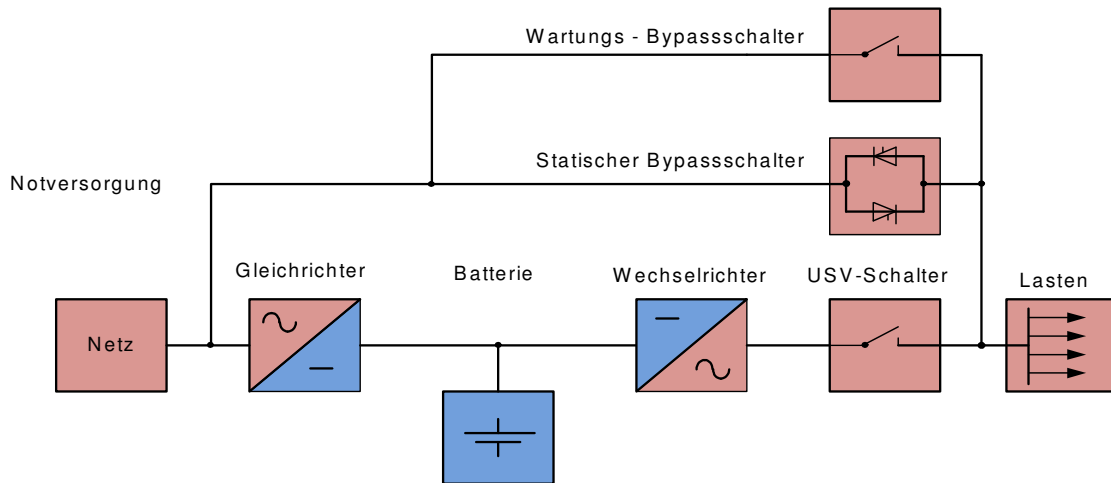


Abbildung 30: Systemschaltung einer VFI-USV-Anlage

USV-Anlagen sollten möglichst nicht zusammen mit aktiven Netzkomponenten in den Verteilerschränken eingebaut werden. Da diese Schränke in der Regel ohnehin thermisch stark belastet sind, sollten sie nicht auch noch mit der Verlustwärme der USV-Anlage belastet werden. Außerdem reduziert sich die Lebensdauer der Batterien in den USV-Anlagen bei steigender Temperatur erheblich (siehe EUROBAT⁴⁵⁾). Die Batterielebensdauer wird in den Datenblättern generell bei einer Betriebstemperatur von 20° C angegeben. Eine Erhöhung der Umgebungstemperatur um 5 ° C verringert die Lebensdauer der Batterie bereits um die Hälfte.

Bei der Einrichtung größerer USV-Anlagen ist es deshalb sinnvoll, die Batterien nicht nur außerhalb des Verteilerraumes sondern sogar in einem speziellen Batterieraum unterzubringen um die Wärmebelastung der Batterien zu reduzieren.

Die oben dargestellte USV-Anlage sollte in Gebäudeverteilteräumen generell als Wischerschutz, Netzfilter und Spannungsstabilisator vorgesehen werden. Eine USV-Anlage in Etagenverteilteräumen sollte durch besondere Anforderungen der nutzenden Verwaltung begründet sein. Dies könnte z. B. der Fall sein, wenn aktive Netzkomponenten verwendet worden sind, die nach einem Stromausfall nicht selbstständig wieder in Betrieb gehen.

Weitere Hinweise sind in der AMEV-Richtlinie Ersatzstrom 2006 [5] im Abschnitt 5 enthalten.

10.3 Leitungsverlegung, Kanalsysteme

Datenleitungen aus Kupfer sind möglichst getrennt vom Starkstromnetz zu führen. Sie können aber auch, bei Einhaltung der einschlägigen VDE-Bestimmungen, auf Trassen der Starkstrominstallation verlegt werden. Bei den Kabeln und Leitungen im Steigebereich ist dann auf ausreichenden Abstand (min. 50 mm bei Verlegung ohne

⁴⁴ VFI – USV Ausgangsspannung und Frequenz unabhängig vom Eingang;

SS - im Normal- und Batteriebetrieb Verzerrungsfaktor < 8%;

111 - Dynamisches Spannungsverhalten bei Änderung der Betriebsart, bei Zu- und Abschalten der linearen und nichtlinearen Nennlast 0,1 bis 5 ms max. 30 % > 50 max. 10%.

⁴⁵ ist eine Spezifikation von führenden europäischen Batterieherstellern für verschlossene Bleibatterien für stationäre Anwendungen.

Trennsteg) zu den Starkstromleitungen und auf mechanischen Schutz zu achten. Aus EMV-Sicht sind Kabelkanäle und Kabelbühnen (möglichst abgedeckt) gegenüber Gitterrinnen und offenen Installationssystemen zu bevorzugen. Ein späteres Nachziehen von Kabeln und Leitungen muss möglich sein.

Bei Kanal-Querschnitten ab 100 mm x 60 mm sind grundsätzlich Metallkanäle einzusetzen. Bei kleineren Querschnitten können auch Kunststoffkanäle eingesetzt werden. Vorhandene Installationen sind systemgerecht zu ergänzen.

Bei Verwendung von gemeinsamen Kanälen (z. B. Fensterbankkanal) sind zwischen den Leitungen für Stromversorgung und Datennetz Trennstege einzusetzen (2-zügiger-Kanal). Der Einsatz von **Metall**-(möglichst Stahl)-Trennstegen mit galvanischer Verbindung zum Kanal ist **notwendig**. Trennstege sind für die gesamte Trasse vorzusehen, auch wenn dies entsprechend EN 50174-2 [16] auf den letzten 15 m nicht zwingend vorgeschrieben ist.

Bei der Planung von Kabelkanälen sind angemessene Reserven für spätere Nachinstallationen zu berücksichtigen.

Bei dem Einsatz von Kabelbühnen ist zu beachten, dass die Höhe der Kabelbündel die der Seitenhöhe nicht übersteigt. Falls Kabelbühnen auch zum Leuchtenanbau benutzt werden, ist zu beachten, dass zwischen den Datenkabeln und den Leuchten nach DIN 15174-2 mindestens 130 mm Abstand eingehalten werden müssen.

Bei den eingesetzten Metallkanälen ist unbedingt zu beachten, dass auch die Deckel und Formteile in geeigneter Weise in den Potentialausgleich einbezogen werden. Das Herstellen des Potentialausgleichs durch den Anschluss an Wasser- bzw. Heizungsrohre ist nicht zulässig. Bei den einzelnen Kanalstücken ist auf eine einwandfreie möglichst großflächige Verbindung (siehe EN 50174-2 Kapitel 6.6) untereinander zu achten.

10.4 Überspannungsschutz

Alle in ein Gebäude führenden Starkstrom- und Fernmeldeleitungen sind in den inneren Blitz- und Überspannungsschutz einzubeziehen. In der Gebäudehauptverteilung wird Blitzschutzpotentialausgleich (Grobschutz - nach DIN EN 61643-11 [33], Überspannungsschutzgerät - SPD Typ 1) und in den Unterverteilungen ein Überspannungsschutz für elektrische Anlagen (Mittelschutz - nach DIN EN 61643, Überspannungsschutzgerät – SPD Typ 2) installiert.

Die Steckdosenleisten für die aktiven Netzkomponenten in den Verteilern und die Steckdosen in den Technikräumen sind mit Überspannungsschutz für Endgeräte (Feinschutz - nach DIN EN 61643-11, Überspannungsschutzgerät – SPD Typ 3) zu versehen. Weitere Schutzmaßnahmen in den Steckdosen sind grundsätzlich nicht vorzusehen.

10.5 Brandschutz

10.5.1 Baulicher Brandschutz

Bei den Leitungstrassen in notwendigen Rettungswegen sind die Leitungstrassen feuerhemmend durch Zwischendecken, bzw. durch T 30 Kanäle, vom Rettungsweg zu trennen. Bei der Verwendung von Zwischendecken ist zu beachten, dass diese die geforderte Feuerschutzklasse in beiden Richtungen aufweisen müssen. Die Auflagen der Leitungsanlagen Richtlinie⁴⁶⁾ (LAR) und des Brandschutzkonzepts sind zu beachten.

Bei der Verlegung der Leitungen ist der bauliche Brandschutz⁴⁷⁾ zu beachten. Leitungsführungen durch Brandwände sind feuerbeständig abzuschotten.

⁴⁶ <http://www.intra.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=VVND-210720-MS-20070110-SF&psml=fpvorisprod.psml&max=true>

⁴⁷ **NBau0**, Niedersächsische Bauordnung

Es ist zu beachten, dass in einem Gebäude immer das gleiche System für den Verschluss von Durchbrüchen verwendet wird. Die verschlossenen Durchbrüche sind beidseitig zu bezeichnen (Datum und verwendetes Material).

10.5.2 Technischer Brandschutz

Einsatz BMA

Bei einer vorhandenen Brandmeldeanlage (BMA) in der Liegenschaft sollten die Verteiler- und Serverräume mit Brandmeldern ausgestattet und an die BMA angeschlossen werden. Die optischen Rauchmelder werden in die entsprechenden Meldegruppen integriert. Die Erweiterung darf nur unter Beachtung der aktuellen DIN 14675 [8] durchgeführt werden. Bei der Planung, Errichtung, Abnahme oder Instandhaltung von Brandmeldeanlagen ist zu beachten, dass alle Beteiligten über eine ausreichende Qualifikation verfügen. Ein Zertifikat nach DIN 14675 ist, wenn die Qualifikation anderweitig nachgewiesen und dokumentiert wird, nicht erforderlich⁴⁸). Dies gilt auch wenn entsprechend einer Forderung von IT.N eine Brandmeldeanlage vorgesehen werden muss.

Objektlöschanlagen

Ein Schranklöschesystem (Objektlöschanlage) vereinigt Branddetektion und Brandlöschung in einer kompakten Einheit zum direkten Einbau in Verteiler- oder Serverschränken. Das Gerät wird als 19" Einschub unmittelbar im zu überwachenden Schrank angebracht und arbeitet in 3 Stufen:

- Ein integriertes aktives Rauchansaugsystem detektiert den Brand bereits in der frühen Entstehungsphase und löst einen Alarm aus. Zusätzlich ist eine Zweimelder Abhängigkeit gewährleistet.
- Die automatische Systemabschaltung des betroffenen Schrankes entzieht die Stützenergie, verhindert damit die Ausdehnung des Brandes und
- steuert die im Schrank integrierte Gaslöschtechnik an, die für eine rückstands- und korrosionsfreie Löschung sorgt.

Je nach Anforderung werden als Löschgas Stickstoff, Argon, Kohlendioxid oder FM 2000 eingesetzt. Das ozonunschädliche Löschgas FM 2000 wird dabei hauptsächlich benutzt. Ein Löschgasbehälter mit 1 dm³ Löschmittel FM 2000 ist geeignet für den Einsatz in einem Schrank mit 1,3 m³. Das Löschgas entzieht dabei der Flamme so viel Wärme, dass die Temperatur unter den Grenzwert sinkt, der für das Aufrechterhalten der Verbrennung notwendig ist.

10.6 Beleuchtung

In Büroräumen genügt grundsätzlich eine nach der AMEV-Richtlinie "Beleuchtung 2011" [1] ausgeführte Standard-Bürobeleuchtung. Nur in größeren Büroräumen, in denen sich Reflexblendung auf den Bildschirmen nicht vermeiden lässt, sind spezielle blendungsbegrenzte Leuchten erforderlich. Bei normgerecht ausgeführten Beleuchtungsanlagen ist der Einsatz von Arbeitsplatzleuchten (Schreibtischleuchten) nicht erforderlich. Wenn auf den Einsatz von Arbeitsplatzleuchten nicht verzichtet werden kann, ist die DIN 5035-8 [10] einzuhalten. Verteilerräume mit aktiven Netzkomponenten sind wie Büroräume zu betrachten.

10.7 Schallschutz

Durchbrüche sind unabhängig von der Brandschutzklasse der durchbrochenen Wand zumindest schalldämmend zu verschließen.

⁴⁸ http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/fileadmin/daten/ofd/Bibliothek/BL_22/Kein_Zertifikat_fuer_BMA.pdf

11 Dokumentation

11.1 Bestandsunterlagen

Das Staatliche Baumanagement Niedersachsen (SBN) hat sicherzustellen, dass für den späteren Betrieb und eventuelle Veränderungen alle Installationen ausreichend dokumentiert werden. Neben den nach VOB als Nebenleistungen zu liefernden Bestandsunterlagen in der der Nutzenden Verwaltung zu übergebenden Dokumentation muss mindestens enthalten sein:

- Lieferinformationen über verwendete Materialien (Kabel, Anschlussdosen, Rangierfelder, etc.) einschließlich Datenblätter
- Technische Informationen über die verwendeten Materialien (Anschlusspläne, Montagehinweise, etc.)
- Messprotokolle für alle Installationsstrecken [⇒ 6.1.9, ⇒ 6.2.5]
- Grundrisspläne (1:200) mit Raumbezeichnungen, Kabeltrassen, Anschlusspunkten und Verteilerstandorten
- Installationsplan Verteilerraum (1:50)
- 19“-Verteilerschrankaufbausketzen
- Einzelheiten über Potentialausgleichsmaßnahmen [⇒ 7.2]
- Protokoll über die Prüfung der Stromversorgung der IuK-Geräte nach VDE 0100-610 [38]
- Messprotokoll Ableitfähigkeit von antistatischen Fußbodenbelägen oder Doppelböden [⇒ 5.1.1].

Für eine spätere elektronische Bestandsdatenerfassung (Zentrale CMDB⁴⁹) und/oder Facility Management) ist die Lieferung aller Unterlagen nicht nur in Papierform, sondern auch in geeigneter Form auf Datenträger zu fordern.

11.2 Maßnahmen bei Erweiterung

Bei der Erweiterung von vorhandenen Datennetzen kann es notwendig werden, zunächst den Bestand aufzunehmen, sofern die in Abschnitt 11.1 aufgeführten Unterlagen nicht zur Verfügung stehen. Dies ist in der Regel sinnvoll, damit nach der Erweiterung für das gesamte LAN Bestandsunterlagen zur Verfügung stehen.

11.3 Notwendige Bescheinigungen (CE-Kennzeichnung)

Im Rahmen der Bauleitung ist darauf zu achten, dass auf allen verwendeten Bauteilen (bzw. der Lieferpackung) wie z. B.: Anschlussdosen, Kabel, Rangierfelder oder aktive Netzkomponenten ein CE-Zeichen vorhanden ist. Falls bei stichprobenartiger Prüfung festgestellt wird, dass Bauteile verwendet wurden, auf denen kein CE-Zeichen vorhanden ist, so ist vom Auftragnehmer der Nachweis zu fordern, dass diese Bauteile vom Hersteller CE-zertifiziert wurden.

Die nutzende Verwaltung kann vom SBN eine Bescheinigung verlangen, dass überprüft wurde, ob alle verwendeten Bauteile ein CE-Zeichen tragen bzw. die entsprechenden Bescheinigungen vorliegen. Bei fehlenden Kennzeichnungen handelt es sich um einen wesentlichen Mangel. Aus diesem Grund kann dem Auftragnehmer die Abnahme entsprechend VOB/B §12 Pkt. 3 verweigert werden. Wenn die Abnahme verweigert wird und die Leistung z. B. aus Termingründen in Betrieb genommen werden muss, so ist zu vereinbaren, dass dadurch keine Abnahme nach VOB/B §12 Pkt. 5 (2) erfolgt.

⁴⁹ Configuration Management Database

12 Glossar

Um die Übersichtlichkeit des Glossars zu erhöhen, wurde es in die folgenden Abschnitte unterteilt:

- 12.1 Kupferkabel
- 12.2 Lichtwellenleiter
- 12.3 Aktive Netzkomponenten

12.1 Kupferkabel

Die Begriffe wurden in dieser Ausgabe soweit möglich auf DIN EN 61935-1 [34] abgestimmt.

- **Ausgangsseitige Fernnebensprechdämpfung**
 Englisch: Equal Level Far End Crosstalk
 Abkürzung: ELFEXT
 Einheit: dB
 Verhältnis vom Fernnebensprechen zum übertragenen Signal am Ende einer Übertragungsstrecke. ELFEXT eine längenunabhängige Größe für die Übertragungsqualität, die das Verhältnis des übersprechenden Ausgangspegels zum eigentlichen Ausgangspegel definiert. Der auf das zweite Leiterpaar eingestreuete Störpegel wird ins Verhältnis zum Ausgangspegel gesetzt.
- **Dämpfung**
 Englisch: Attenuation
 Abkürzung: ATT, av
 Weitere Begriffe: Leitungsdämpfung, Einfügedämpfung, Durchgangsdämpfung, Vierpoldämpfung
 Einheit: dB/100m
 Dämpfung ist die Minderung der übertragenen Signalenergie beim Durchlaufen eines Vierpols oder einer Übertragungsstrecke. Sie wird als logarithmisches Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsleistung angegeben.
 Die Dämpfung des Datenkabels hängt von deren Länge, dem Material und der Bauform ab. Sie ist frequenzabhängig, somit werden höhere Frequenzen stärker gedämpft als niedrigere.
- **Dämpfungs-Nebensprech-Verhältnis am nahen Ende**
 Englisch: Attenuation Crosstalk Ratio
 Abkürzung: ACR-N
 Weitere Begriffe: Störabstand
 Einheit: dB/km
 Das Verhältnis des Nutzsignalpegels zum Störsignal am Empfängereingang wird als Dämpfungs-Nebensprech-Verhältnis bezeichnet. Es wird durch Berechnung (ACR-N = NEXT - Dämpfung) ermittelt. Es setzt sich im Wesentlichen aus der längenabhängigen Leitungsdämpfung und dem nahezu längenunabhängigen Nebensprechen zusammen. Das Dämpfungs-Nebensprech-Verhältnis wird daher bei zunehmender Frequenz kleiner. Um Bitfehlerwahrscheinlichkeiten von weniger als 10^{-12} zu erzielen ist ein Dämpfungs-Nebensprech-Verhältnis von mindestens 12 dB notwendig.
- **Erdkapazität**
 Weitere Begriffe: Betriebskapazität
 Einheit: nF/km
 Die Erdkapazität setzt sich aus den Kapazitäten der Einzeladern eines geschirmten Paares oder eines geschirmten Vierers untereinander zusammen. Die Erdkapazität ist längenabhängig und steigt linear mit der Kabellänge an.
- **Erdungsymmetriedämpfung**
 Englisch: Unbalance attenuation
 Abkürzung: LCL, aU

Weitere Begriffe: Erdungssymmetrie, Unsymmetriedämpfung

Einheit: dB/km

Die Erdungssymmetriedämpfung beeinflusst das übertragungstechnische Verhalten der Kabel. Da die beiden Adern eines Paares bei den gebräuchlichen Übertragungsverfahren im Gleichtakt erregt werden, werden symmetrische Störungen eliminiert, der Unsymmetrieanteil bleibt erhalten. Die Erdungssymmetrie nimmt mit steigender Frequenz zu.

- **Fremdnebensprechen**

Englisch: Alien Crosstalk

Abkürzung: AXT

Weitere Begriffe: Exogenous Crosstalk

Einheit: db

Beschreibt die unerwünschte gegenseitige elektrische Beeinflussung von parallel nebeneinander liegenden Kabelstrecken. Dabei wird ein Teil der in das Datenkabel eingespeisten Energie über elektromagnetische Felder in andere Datenkabel emittiert, die dort die Signale beeinflussen.

Alien Crosstalk ist abhängig von dem Aufbau des Kabels und der Frequenz.

- **Fernnebensprechdämpfung**

Englisch: Far End Crosstalk,

Abkürzung: FEXT

Weitere Begriffe: Fernnebensprechen

Einheit: dB/m

Die Fernnebensprechdämpfung ist ein Maß für das Übersprechen am fernen Ende der Übertragungsstrecke, sie steigt mit wachsender Länge an. Das in eine Leitung eingespeiste Signal ist am Leitungsende um die Kabeldämpfung verringert.

- **Gleichstrom-Schleifenwiderstand**

Englisch: DC-resistance

Abkürzung: RS

Weitere Begriffe: Leiterwiderstand, DC-Schleifenwiderstand, Schleifenwiderstand, Durchgangswiderstand

Einheit: Ω/km oder $\Omega/100\text{ m}$

Der Gleichstrom-Schleifenwiderstand geht in die Leitungsdämpfung ein und bestimmt damit maßgeblich die Reichweite der Datenübertragung. Er wird durch den Leiterquerschnitt und die Qualität des verwendeten Kupfers bestimmt. Er ist längenabhängig und steigt linear mit der Kabellänge an.

- **Isolationswiderstand**

Abkürzung: RISO, G

Einheit: $\text{G}\Omega/\text{km}$

Der Isolationswiderstand wird weitgehend durch den Isolierwerkstoff bestimmt. Er ist längenabhängig und wird mit wachsender Kabellänge geringer.

- **Kopplungswiderstand**

Abkürzung: RK, ZT

Weitere Begriffe: Transferimpedanz

Einheit: $\text{m}\Omega/\text{m}$

Der Kopplungswiderstand ist bei allen elektromagnetischen Verträglichkeitsbetrachtungen die maßgebliche Größe für die Güte der Schirmung. Er wird im Wesentlichen durch den Aufbau des Schirmes und den Skineffekt bestimmt. Er ist frequenzabhängig. Sein Verlauf über der Frequenz sollte möglichst gleichmäßig sein.

- **Laufzeit**

Englisch: Propagation Delay

Abkürzung: NVP, tD

Weitere Begriffe: Relative Phasenausbreitungsgeschwindigkeit; Verkürzungsfaktor,

Signallaufzeit

Einheit: ns/m oder % (Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit)

Die Laufzeit gibt an, mit welcher Geschwindigkeit das Signal durch das Kabel übertragen wird.

Je nach Übertragungsmedium entspricht die Laufzeit der Lichtgeschwindigkeit, wie bei der Satellitenübertragung, oder mit einer etwas geringeren Geschwindigkeit in Datenkabeln und Lichtwellenleitern. Sie ist unabhängig von der Lichtgeschwindigkeit und im Wesentlichen abhängig von der Dielektrizitätskonstanten bzw. der Permittivität des Mediums bzw. bei Lichtwellenleitern von der Brechung. In Kupferkabeln sind es etwa 5 ns/m und in Lichtwellenleitern 3,3 ns/m.

Der NVP-Wert entspricht der Signalgeschwindigkeit bezogen auf die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum. Der NVP-Wert errechnet sich aus dem Verhältnis der Signallaufzeit im Kabel zur Lichtgeschwindigkeit (ca. 300.000 km/s) im freien Raum und wird in Prozent angegeben. Typischerweise liegen die Phasengeschwindigkeiten in Kabeln bei 60 % bis 80 % der Lichtgeschwindigkeit (c).

- **Laufzeitunterschied**

Englisch: Delay Skew

Einheit: ns/100m

Durch die spezielle Verdrillung bei den Twisted-Pair-Kabeln ist die gestreckte Gesamtlänge einzelner Drähte unterschiedlich. Daher kommt ein zum gleichen Zeitpunkt abgesendetes Signal auf 2 Leitern zu unterschiedlichen Zeitpunkten beim Empfänger an. Dieser Zeitunterschied muss innerhalb gewisser Toleranzen liegen, damit es der Empfänger als noch ein gleiches Signal bewerten kann.

Die Laufzeitdifferenz sollte kleiner 20 ns/100m sein.

- **Leitungssummierte Fernnebensprechdämpfung**

Abkürzung: PS FEXT

Weitere Begriffe: Power Sum Far End Crosstalk, Power Sum FEXT

Einheit: dB

PS FEXT ist die Summe der Fernnebensprechdämpfung aller 4 Paare untereinander.

- **Leitungssummierte Nahnebensprechdämpfung**

Englisch: powersum near and crosstalk

Abkürzung: PS NEXT

Weitere Begriffe: Power Sum Near End Crosstalk, Power Sum NEXT

Einheit: dB

PS NEXT ist die Summe der Nahnebensprechdämpfung aller 4 Paare untereinander.

Somit die Summe von allen Störsignalen, die in ein Leiterpaar eingekoppelt werden.

PS NEXT kommt dem tatsächlichen Betrieb sehr nahe, wenn über alle Leitungspaare Daten übermittelt werden.

- **Leitungssummiertes Dämpfung-Nebensprech-Verhältnis**

Englisch: powersum attenuation crosstalk ratio

Abkürzung: PS-ACR

Weitere Begriffe:

Einheit: dB/km

PS-ACR ist ein Qualitätsmaßstab für einen Übertragungskanal bei mehrpaariger Übertragungstechnik. Der PSACR-Wert ist frequenzabhängig und errechnet sich aus der Differenz von Powersum NEXT (PSNEXT) und der Dämpfung. Je höher der PS-ACR-Wert ist, desto besser sind die Übertragungseigenschaften.

- **Nahnebensprechdämpfung**

Englisch: Near End Crosstalk

Abkürzung: NEXT

Weitere Begriffe: Nebensprechen, Nahnebensprechen

Einheit: dB

Die Nahnebensprechdämpfung beruht auf der gegenseitigen Beeinflussung benachbarter Paare bzw. Vierer. Sie ist frequenz-, aber nicht längenabhängig. Im Wesentli-

chen ergibt sie sich aus der Summe der Teilkapazitäten zwischen den benachbarten Paaren/Vierern oder im Vierer selbst.

- **Rückflussdämpfung**

Englisch: Return Loss

Abkürzung: RL

Weitere Begriffe: Reflexionsdämpfung

Einheit: dB

Ist das Verhältnis von ausgesendeter Leistung zu reflektierter Leistung, angegeben als logarithmisches Maß in Dezibel (dB). Bei metallischen Kabeln versteht man unter der Rückflussdämpfung das Verhältnis von eingespeister Energie zu rückgestreuter Energie.

Unregelmäßigkeiten im Kabel, Unterschreitung des Biegeradius, unsaubere Verbindungsstelle beim Übergang von einem Kabel auf ein anderes, beim Anschluss des Kabels an ein Gerät oder am Abschlusswiderstand wird ein Teil der Signalenergie reflektiert und breitet sich in entgegengesetzter Richtung im Kabel aus. Dieser Signalanteil wird in Relation gestellt zu dem eingespeisten Signalpegel.

- **Wellenwiderstand**

Abkürzung: Z_0

Weitere Begriffe: Impedanz

Einheit: Ω

Der Wellenwiderstand ist eine aus allen Leitungsbelägen zusammengesetzte Größe. Es gehen dabei der Leiterwiderstand, der Isolationswiderstand, die Betriebskapazität und die Betriebsinduktivität ein. Der Wellenwiderstand ist bei tiefen Frequenzen stark frequenz- und phasenabhängig. Ab etwa 1 MHz wird der Wellenwiderstand zunehmend real und nähert sich schließlich asymptotisch einem Grenzwert. Der Wellenwiderstand ist längenunabhängig und die bestimmende Größe eines Übertragungsnetzwerkes. Eine richtige Anpassung an die verwendeten Netzkomponenten ist zwingend notwendig. Dies ist deshalb bedeutsam, da in den USA vornehmlich 150 Ω Kabel, gegenüber dem in Europa üblichen 100 Ω Kabel, verwendet werden.

12.2 Lichtwellenleiter

- **Bandbreiten-Längenprodukt**

Einheit: MHz x km

Das Bandbreiten-Längenprodukt bzw. Bitraten-Längenprodukt ist ein wichtiges Maß zur Klassifizierung der Übertragungsleistung, da es für jeden Fasertyp annähernd konstant ist. Angegeben wird MHz x km oder MBit/s x km. Dämpfung und Signalverzerrung sind dabei von der zu übertragenden Frequenz abhängig. Die mögliche Übertragungsdistanz und die Übertragungsgeschwindigkeit verhalten sich umgekehrt proportional. Daraus folgt: halbierte Übertragungsbandbreite \rightarrow doppelte Distanz. Bei einer Gradientenfaser mit einem Bandbreiten-Längenprodukt von 600 MHz x km bedeutet dies entweder 600 MHz und ein Kilometer oder 1200 MHz und 500 m oder 300 MHz und 2 km.

- **Dämpfung**

Abkürzung: $\alpha(\lambda)$

Weitere Begriffe: Dämpfungskoeffizient

Einheit: dB/km

Bei der Dämpfung werden alle die Übertragung beeinflussenden Werte zusammengefasst. Es handelt sich dabei um Verluste durch Verunreinigungen in der Faser, durch Qualitätsschwankungen bei der Geometrie der Faser, Einflüsse durch Spleißverbindungen und Einflüsse durch Steckerübergänge.

- **Dispersion**

Abkürzung: τ

Einheit: ps/km x nm

Die Dispersion gibt an, wie ein Signal beim Durchlaufen einer LWL-Faser verändert wird. Durch die Dispersion wird die Reichweite eines LWL-Kabels in Abhängigkeit von der Frequenz eingeschränkt. Die Dispersion wird durch Laufzeitdifferenzen zwischen verschiedenen Moden (Modendispersion) sowie durch Materialeinflüsse und wellenlängenabhängige Effekte (Chromatische Dispersion) verursacht. Die Dispersion ist abhängig von der Länge des Kabels und der Wellenlänge.

- **Einfügedämpfung**

Englisch: Insertion Loss

Abkürzung: IL

Weitere Begriffe:

Einheit:

Dämpfung beim Übergang vom Stecker zum Kabel.

- **Fiber to the Desk**

Abkürzung: FTTD

LWL-Leitung wird im Tertiärbereich direkt bis zum Endgerät geführt. Im Endgerät wird entweder eine LWL-Anschlusskarte eingesetzt oder ein Medienwandler.

- **Fiber to the Office**

Abkürzung: FTTO

Weitere Begriffe:

Einheit:

LWL-Leitung wird im Tertiärbereich bis ins Büro geführt. Dort erfolgt mittels eines Installationsswitches die Umsetzung auf Kupfer. Es können so Endgeräte mit Standard Kupferanschlusskarten eingesetzt werden. Für den Einsatz von VoIP unterstützen Installationsswitches auch InlinePower.

- **Numerische Apertur**

Englisch: Numerical Aperture

Abkürzung: AN, NA

In eine LWL-Faser lässt sich nur bis zu einem bestimmtem, von der senkrechten abweichenden Winkel (Akzeptanzwinkel γ_A), Licht einkoppeln. Wenn dieser Winkel überschritten wird, wird das auf die Faser auftreffende Licht reflektiert. Der Sinus des Akzeptanzwinkels wird als Numerische Apertur bezeichnet. Die Numerische Apertur ist ein Maß für die Strahlungsleistung, die von einer Lichtquelle in eine Faser eingekoppelt werden kann.

- **Rückflusdämpfung**

Englisch: Return Loss

Abkürzung: RL

Weitere Begriffe:

Einheit: db

Energie die durch Reflektionen z. B. am Ausgangsstecker zum Sender zurückgeworfen wird.

12.3 Aktive Netzkomponenten

- **10 Gbit Ethernet**
Beim Einsatz von Multimodekabeln (IEEE 802.3ae) beträgt die Reichweite von 10 Gbit/s Ethernet 500 m bei OM4 Fasern, 300 m bei OM3 Fasern, bei OM2 Fasern nur 80 m (10Gbase-SR) und bei Monomodekabeln bis zu 40 km (z. B. 10Gbase-LR4 oder 10Gbase-ER). Beim Betrieb über Kupferkabel (10Gbase-T; IEEE 802.3an) sind bei einem Link der Klasse E 25 – 50 m möglich. Um 100 m, wie bei den anderen Ethernet-Verfahren zu erreichen, ist ein höherwertiger Link erforderlich, hierzu ist die Normung jedoch noch nicht abgeschlossen.
- **40 Gbit Ethernet**
Beim Einsatz von 4 parallelen Multimodefasern (40GBase-SR4) beträgt die Reichweite von 40 Gbit/s Ethernet 100 m bei OM3 Fasern und bei 4 parallelen Monomodefasern bis zu 10 km (40Gbase-ER4). Ein Betrieb über Kupferkabel (40Gbase-CR4) ist mittels spezieller Twinaxial-Kabel bis zu 10 m möglich.
- **Autonegotiation**
Automatisches Erkennen ob eine Netzwerkverbindung full-duplex betrieben werden kann. Die Funktion sollte abschaltbar und die Verbindungsform fest einstellbar sein.
- **Autosensing**
Automatisches Erkennen in einer aktiven Netzkomponente (z. B. Switch) welche Netzwerkkarte in einem angeschlossenen Endgerät (z. B. Ethernet oder Fast Ethernet) installiert ist. Der Mechanismus kann bei Bedarf deaktiviert und eine feste Einstellung vorgenommen werden. In der Regel werden bei Kupfernetzwerken Netzwerkkarten mit Übertragungsraten von 10 MBit/s bzw. 100 MBit/s eingesetzt. In LWL-Netzen ist dies nicht möglich, da bei den verschiedenen Übertragungsraten mit unterschiedlichen Wellenlängen gearbeitet wird.
- **Backplane**
Logische und physikalische Verbindungen zwischen den einzelnen Einsteckmodulen eines modularen Switchsystems. Die Bandbreite der Backplane begrenzt den Verkehr der einzelnen Module untereinander. Insbesondere bei dem Einsatz von mehreren Modulen mit hohen Bandbreiten z. B. Gigabit Ethernet ist auf eine ausreichende Backplanekapazität zu achten.
- **Benutzer-Authentisierung (Port Based Network Access Control) nach IEEE 802.1x**
Mittels dieses Leitungsmerkmals kann ein Nutzer identifiziert werden, bevor er sich in einem Netzwerk anmeldet. Die Zugangskontrolle ist unabhängig von dem Port von dem der Anmeldeversuch erfolgt. Dadurch ist es möglich den Zugang zum Netzwerk für nicht autorisierte Geräte zu verhindern.
- **Cut-Through Switching**
Bei Cut-Through Switching wird nur die Zieladresse eines Ethernet-Pakets in den Eingabepuffer gelesen. Nach dem lesen der Zieladresse wird das Paket unmittelbar weitergeleitet. Dieses Verfahren verursacht nur geringen Verzögerungszeiten, erkennt jedoch keine Fehler.
- **DiffServ (Differentiated Services) nach RFC 2475**
DiffServ benutzt die Type of Service Bits (TOS) im IP-Header um so einzelnen IP-Paketen die gewünschte Priorität zuzuweisen. Die einzelnen Übertragungseinrichtungen berücksichtigen dann diese Information um den Paketdurchsatz zu steuern.

- **Ethernet IEEE 802.3**
Älteste Ethernetversion mit einer Datenübertragungsrate von 10 Mbit/s. Die Reichweite beträgt bei dem Einsatz von Kupferkabeln (10Base-T) 100 m. Benötigt werden 2 Adernpaare. Es ist mindestens eine Verkabelung der Anwendungsklasse C notwendig. Die Reichweite beträgt 2000 m bei dem Einsatz von Multimodekabeln (10Base-FL oder 10Base-FB).
- **Fast Ethernet IEEE 802.3 u**
Ethernetversion mit einer Datenübertragungsrate von 100 Mbit/s. Die Reichweite beträgt bei dem Einsatz von Kupferkabeln (100 Base TX) 100 m. Benötigt werden 2 Adernpaare. Es ist mindestens eine Verkabelung der Anwendungsklasse D notwendig. Die Reichweite beträgt bei dem Einsatz von Multimodekabeln (100 Base FX) 2000 m.
- **Fast Spanning Tree (Rapid ... oder Quik Convergence ...) nach IEEE 802.1w**
Bei den beteiligten Switchen sind alle möglichen Verbindungen gespeichert. Bei dem Ausfall einer Verbindung wird sofort eine im Voraus bestimmte Ersatzschaltung aktiviert. Die Switche brauchen daher vor einer notwendigen Umschaltung nicht vorab das Netz zu erkunden.

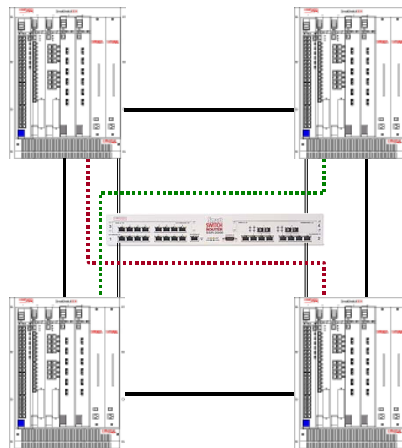


Abbildung 31: Fast Spanning Tree

- **Flusskontrolle (Flow Control) nach IEEE 802.3x**
Mittels Flow Control kann sichergestellt werden, dass nicht mehr Datenpakete zu einem speziellen Empfänger gesendet werden, als dieser empfangen kann. Über die Vermittlungsschicht können Sender und Empfänger vereinbaren wie viele Pakete gesendet werden dürfen ohne dass eine Empfangsbestätigung erfolgt.
- **Gigabit Ethernet nach IEEE 802.3ab (Kupfer) bzw. IEEE 802.3z (LWL)**
Ethernetversion mit einer Datenübertragungsrate von 1000 Mbit/s. Die Reichweite beträgt bei dem Einsatz von Kupferkabeln (1000 Base T) 100 m. Benötigt werden 4 Adernpaare. Es ist mindestens eine Verkabelung der Anwendungsklasse D notwendig. Empfohlen wird eine Verkabelung der Anwendungsklasse E um einen ungestörten Betrieb sicher zu stellen. Die Reichweite beträgt bei dem Einsatz von 50 μ m Multimodekabeln 550 m (1000 Base SX) bzw. 5000 m bei dem Einsatz von Monomodekabeln (1000 Base LX).
- **Inline Power (Power over Ethernet) nach IEEE 802.3af**
Inline Power dient dazu z. B. VoIP Endgeräte direkt vom Switch mit Energie zu versorgen. Steckernetzteile am Endgerät können dann entfallen. Bei der Variante 802.3af ist die zu übertragende Leistung auf 12,95 W je Port begrenzt. Normiert ist die Stromversorgung über freie Adern (Midspan) oder über die für die Datenübertragung genutzten Adern (Endspan). Midspan wird hauptsächlich in sogenannten Power-Panel eingesetzt, die im Verteilerschrank hinter die aktive Komponente ge-

schaltet werden und die Endgeräte über die freien Adern mit Strom versorgen. Nachteilig bei dieser Methode ist, dass max. Fastethernet übertragen werden kann. Endspan wird vorwiegend bei der Stromversorgung direkt aus dem Netzwerkschicht eingesetzt. Es sind damit Übertragungsraten bis zu 10Gbit/s möglich.

- **Inline Power (Power over Ethernet Plus) nach IEEE 802.3at**
Nach dem Verfahren Power over Ethernet Plus (POE+) ist die Übertragung von 30 W je Datenkabel möglich. Dies ermöglicht die Stromversorgung von Netzwerkkameras und Access Points. Wenn diese Leistung ausgeschöpft wird ist die zu erwartende Erwärmung der Datenkabel zu beachten. Eine weitere Norm die bis zu 60 W je Datenkabel ermöglicht ist in Vorbereitung.
- **IntServ (Integrated Services) nach RFC 1633**
IntServ ist ein Mechanismus der in Paketerorientierten Netzen virtuelle Kanäle erzeugt, um so ein vorgegebenes Quality of Service Niveau einer „Verbindung“ zu erreichen. IntServ reserviert dazu die erforderlichen Ressourcen in jeder Übertragungseinrichtung.
- **IP (Internet Protocol)**
Zentrales Protokoll zur Datenübertragung im Internet. Das IP-Protokoll wird jedoch heute allgemein zur Datenübertragung eingesetzt.
- **IPSec (Internet Protocol Security)**
IPSec dient zur sicheren Datenübertragung in IP Netzwerken. IPSec kann im Transportmodus oder im Tunnelmodus betrieben werden. Im Transportmodus wird nur der Dateninhalt eines IP-Paketes verschlüsselt. Dieses Verfahren eignet sich für die Übertragung von Daten innerhalb eines LAN. Bei Übertragung über WAN oder MAN-Verbindungen ist der Tunnelmodus vorzuziehen. Beim Tunnelmodus wird das gesamte IP-Paket verschlüsselt und mit einem neuen IP-Header versehen.
- **MAC-Adresse (Media Access Control)**
Jedes Gerät das in einem Datennetz zum Einsatz kommen kann (Switches, Router, Netzwerkkarten etc.) wird bei der Herstellung mit einer eindeutigen, unveränderlichen MAC-Adresse versehen. Durch die MAC-Adresse ist es z. B. möglich festzustellen welcher PC an einem Switch-Port angeschlossen ist.
- **MRP (Media Redundancy Protocol)**
Mittels MRP nach IEC 62439 lassen sich in Ethernet-Netzwerken im Störfall innerhalb wesentlich kürzerer Zeit Ersatzschaltungen realisieren als mittels Spanning-Tree. Die Anzahl der zulässigen Switches ist nicht beschränkt. MRP wird im Wesentlichen in industriellen Netzen eingesetzt bei den Spanningtree nicht verwendet werden kann.
- **Non Blocking**
„Non Blocking“ ist eine aktive Netzkomponente, bei der bei einer hohen Verkehrslast die Verarbeitung weiterer Datenpakete nicht unmöglich wird (der Switch blockiert). „Non Blocking“ wird erreicht wenn die Verarbeitungskapazität größer ist als das maximale Datenvolumen, das die Komponente erreichen kann.
- **Priority nach IEEE 802.1 p**
Durch Priority können verschiedene Applikationen, Ports oder MAC-Adressen bei der Weiterleitung der Ethernet-Pakete bevorzugt behandelt werden. Priority ist unbedingt notwendig beim Einsatz von Voice over IP.

- **Rate Limiting - nicht genormt**
Beschränken der maximalen Bandbreite für eine bestimmte Anwendung z. B. Mail-Verkehr oder Internet-Zugang.
- **RMON (remote monitoring)**
Bei RMON handelt es sich um eine Erweiterung des SNMP Managements. Mittels RMON können umfangreiche Daten im Netz wie z. B. das Verkehrs- oder Lastverhalten analysiert werden. Insgesamt sind 9 RMON Gruppen definiert worden, wobei die Gruppen 1, 2, 3 und 9 (RFC 1757) die größte Bedeutung haben.
- **SNMP-Protokoll (simple network management protokol)**
Das SNMP Protokoll ist die Grundlage für ein zentrales Netzwerkmanagementsystem. Das SNMP-Protokoll regelt wie die für ein Netzwerkmanagementsystem notwendigen Informationen übertragen werden. Es dürfen sich max. 7 Switche im Ring befinden, die Umschaltzeit kann einige Minuten betragen. Ein einheitliches Protokoll ist notwendig damit aktive Netzkomponenten verschiedener Hersteller von einem System gemanagt werden können.
- **Spanning Tree nach IEEE 802.1d**
Durch den Einsatz von Spanning Tree werden ggf. vorhandene, beim Einsatz von Ethernet nicht zulässige, parallele Wege verhindert. Spanning Tree nimmt automatisch bei Veränderungen im Netzwerk (Abschaltung oder Ergänzung von Verbindungen) Verbindungen in Betrieb oder schaltet sie ab. Durch Spanning Tree ist es möglich redundante Strecken vorzuhalten. Der Einsatz von Spanning Tree ist nur möglich, wenn er von allen aktiven Netzkomponenten in dem Netzwerk unterstützt wird.
- **Spanning Tree per VLAN nach IEEE 802.1s (PVST)**
Durch Spanning Tree per VLAN ist es möglich physikalisch parallele Verbindungen verschiedenen VLAN zuzuordnen und so unzulässige parallele Verbindungen zu verhindern.

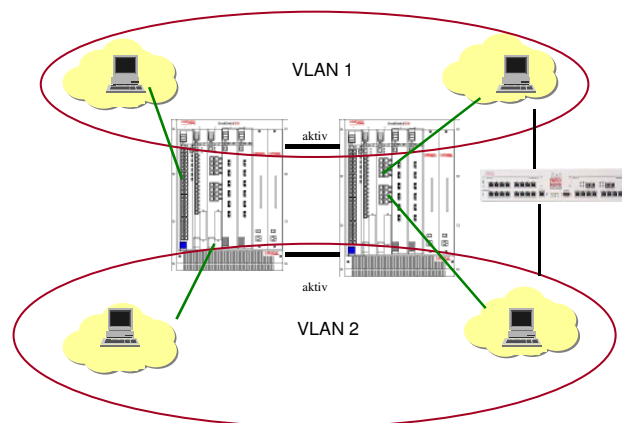


Abbildung 32: Spanning Tree per VLAN

- **Store-and-Forward-Switching**
Bei Store-and-Forward-Switching wird das vollständige Ethernet-Paket in den Eingabepuffer gelesen. Erst danach wird das Paket weitergeleitet. Bei diesem Verfahren sind Fehlererkennungen möglich, es treten jedoch größere Verzögerungszeiten als bei Cut-Through Switching auf.
- **Topologieerkennung nach IEEE802.1ab**
Durch das Leistungsmerkmal Topologieerkennung wird eine Komponente in die Lage versetzt, Informationen über sich selbst an die benachbarten Komponenten zu versenden. Im Gegenzug kann die Komponente Informationen der benachbarten Komponenten erfassen und speichern. Durch den Einsatz von Topologieerkennung wird der Aufbau von Netzwerkmanagementsystemen erleichtert.

- **TOS (Type of Service)**
Adressfeld im IP-Header der z. B. Informationen über den Inhalt des IP-Pakets enthalten kann. Durch entsprechende Einträge im TOS Feld können z. B. VoIP-Pakete priorisiert werden.
- **Trunking (Link Aggregation) nach IEEE 802.3 ad**
Mittels Trunking können mehrere Ethernet-Links zu einem logischen Link zusammen geschaltet werden. Durch Trunking kann eine Erhöhung der Bandbreite und der Sicherheit erreicht werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass ein parallel geschalteter Link nicht den vollen Datendurchsatz verarbeitet. Unter Umständen werden nur 60 % der Nennleistung (z. B. 60 % von 100 MBit/s) erreicht.
- **Up-Link**
Verbindung zweier aktiver Netzkomponenten untereinander, z. B. vom Switch im Hauptverteiler zu einem Etagenswitch.
- **VLAN nach IEEE 802.1q**
Mittels VLAN können mehrere virtuelle Netze in einem physikalischen Netz betrieben werden. VLAN wird eingesetzt um Teilnehmer voneinander zu trennen, die nicht miteinander kommunizieren dürfen. VLAN wird auch eingesetzt um die Netzlast zu segmentieren. Verbindungen zwischen VLAN's können nur über Routing-Funktionen hergestellt werden.
- **Voice over IP**
Übertragung von Sprachdaten über ein IP-Netzwerk.
- **Wire speed**
Mit „wire speed“ wird eine Komponente bezeichnet die die Datenpakete quasi wie durch einen Draht weiterverarbeitet. Das bedeutet, dass die Backplane in der Lage sein muss, selbst bei maximal möglichem kommenden Verkehr, alle Datenpakete ohne zusätzliche Zwischenpufferung weiter zu verarbeiten.
- **X-WiN**
Das X-WiN ist ein Hochleistungs Datennetz für Wissenschaft und Forschung in Deutschland. Sämtliche Niedersächsischen Hochschulen sind an das X-WiN angeschlossen. Betreiber ist der Deutsches Forschungsnetz Verein (DFN).

13 Verzeichnis der verwendeten Normen und Richtlinien

1	AMEV-Richtlinie Beleuchtung 2011	Hinweise für die Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht in öffentlichen Gebäuden
2	AMEV-Richtlinie BMA 2013	Planung, Bau und Betrieb von Brandmeldeanlagen in öffentlichen Gebäuden
3	AMEV-Richtlinie Elt. Anlagen 2007 + 1. Ergänzung RCD-Einsatz	Hinweise für Planung und Bau von Elektroanlagen in öffentlichen Gebäuden
4	AMEV-Richtlinie EMA/ÜMA 2012	Planung, Bau und Betrieb von Gefahrenmeldeanlagen für Einbruch Überfall und Geländeüberwachung in öffentlichen Gebäuden
5	AMEV-Richtlinie Ersatzstrom 2006	Hinweise zur Ausführung von Ersatzstromversorgungsanlagen in öffentlichen Gebäuden
6	AMEV-Richtlinie RLT-Anlagenbau 2011	Planung und Ausführung von Raumluftechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude
7	AMEV-Vertragsmuster Instandhaltung 2014	Vertragsmuster für Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung) von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden
8	DIN 14675:2012-04	Brandmeldeanlagen: Aufbau und Betrieb
9	DIN 4102-1:1998-05	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
10	DIN 5035-8:2007-07	Beleuchtung mit künstlichem Licht - Spezielle Anforderungen zur Einzelplatzbeleuchtung in Büroräumen und büroähnlichen Räumen
11	DIN 54345-1:1992-02	Prüfung von Textilien; Elektrostatisches Verhalten; Bestimmung elektrischer Widerstandsgrößen
12	DIN EN 1627:2011-09	Fenster, Türen, Abschlüsse - Einbruchhemmung - Anforderungen und Klassifizierung
13	DIN EN 50173-1:2011-09	Informationstechnik - Anwendungsneutrale Verkabelungssysteme; Teil 1 Allgemein
14	DIN EN 50173-2:2011-09	Informationstechnik - Anwendungsneutrale Verkabelungssysteme; Teil 2 Bürogebäude
15	DIN EN 50174-1:2011-09 VDE 0800-174-1	Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung - Teil 1: Spezifikation und Qualitätssicherung
16	DIN EN 50174-2:2011-09 VDE 0800-174-2	Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung - Teil 2: Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden
17	DIN EN 50174-3:2004-09 VDE 0800-174-3	Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung - Teil 3: Installationsplanung und -praktiken im Freien
18	DIN EN 50288-4-2:2014-03; VDE 0819-4-2:2014-03	Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung - Teil 4-2: Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel bis 600 MHz - Geräteanschlußkabel und Schaltkabel
19	DIN EN 50288-5-1:2012-01 VDE 0819-5-1	Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung - Teil 5-1: Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel bis 250 MHz; Kabel für Horizontal- und Steigbereich

20	DIN EN 50310:2011-05 VDE 0800-2-310:2011-05	Anwendung von Maßnahmen für Erdung und Potentialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
21	DIN EN 50346:2010-02	Informationstechnik - Installation von Verkabelung - Prüfen installierter Verkabelung
22	DIN EN 55022:2011-02 VDE 0878-22	Einrichtungen der Informationstechnik - Funkstöreigenschaften - Grenzwerte und Messverfahren
23	DIN EN 55024: 2011-09 VDE 0878-24	Einrichtungen der Informationstechnik - Störfestigkeitseigenschaften - Grenzwerte und Prüfverfahren
24	DIN EN 60603-7:2012-08 VDE 0627-603-7:2012-08	Steckverbinder für Steckverbinder für elektronische Einrichtungen - Teil 7: Bauartspezifikation für ungeschirmte freie und feste Steckverbinder, 8-polig
25	DIN EN 60603-7-7:2011-06 VDE 0687-603-7-7:2011-06	Steckverbinder für elektronische Einrichtungen - Teil 7-7: Bauartspezifikation für geschirmte freie und feste Steckverbinder, 8-polig, für Datenübertragungen bis 600 MHz
26	DIN EN 60794-1-1:2012-06 DIN/VDE 0888-100-1	Lichtwellenleiterkabel - Teil 1-1: Fachgrundspezifikation; Allgemeines
27	DIN EN 60794-2-10:2012-03 VDE 0888-115	Lichtwellenleiter - Teil 2: Rahmenspezifikation: Innenkabel
28	DIN EN 60794-3-10:2010-01 VDE 0888-308	Lichtwellenleiter - Teil 3: Rahmenspezifikation: Außenkabel
29	DIN EN 60874-1:2012-10 VDE 0885-874-1:2012-10	Lichtwellenleiter - Verbindungselemente und passive Bauteile - Steckverbinder für Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterkabel - Teil 1: Fachgrundspezifikation
30	DIN EN 60874-19:1997-12	Steckverbinder für Lichtwellenleiter und LWL-Kabel - Teil 19: Rahmenspezifikation für LWL-Steckverbinder - Bauart SC-D(uplex)
31	DIN EN 61000-6-2:2006-03 VDE 0839-6-2	EMV - Teil 6-2: Fachgrundnorm Störfestigkeit für Industriebereiche
32	DIN EN 61000-6-3:2011-9 VDE 0839-6-3	EMV - Teil 6-3: Fachgrundnorm Störaussendung - Wohnbereich, Geschäfts- und Gewebereiche sowie Kleinbetriebe
33	DIN EN 61643-11:2013-04 VDE 0675-6-11	Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen - Anforderungen und Prüfungen
34	DIN EN 61935-1:2010-07	Prüfung der symmetrischen Kommunikationsverkabelung nach der Normenreihe EN 50173 - Teil 1: Installierte Verkabelung
35	DIN EN 62040-3: 2011-12 VDE 0558-530	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen
36	DIN ISO/IEC 14763-3:2010-09	Informationstechnik - Errichtung und Betrieb von Standortverkabelung - Teil 3: Messung von Lichtwellenleiterverkabelung

37	DIN VDE 0100-410:2007-06	Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag
38	DIN VDE 0100-610:2008-06	Errichtung von Niederspannungsanlagen Teil 6-61: Prüfungen - Erstprüfungen
39	DIN VDE 0800-10:1991-03	Fernmeldetechnik - Übergangsfestlegungen für Errichtung und Betrieb von Anlagen
40	DIN VDE 0815-1-3: 2012-10	Installationskabel und -leitungen für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen
41	VDI 2054:1994-09	Raumluftechnische Anlagen für Datenverarbeitung
42	VDI 2067 Blatt 1:2012-09	Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung
43	VDI 2569:1990-01	Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro

14 Fundstellen

14.1 Literaturverzeichnis

Zur weiterführenden Information können folgende Unterlagen dienen:

- Empfehlung „Elektromagnetische Verträglichkeit in Gebäuden“ der Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik (FKGB), Stand März 1993
- Handbuch für IT-Leitungsnetze in Liegenschaften der Bundeswehr (HB IT-LtgNBw) Version 2.3, August 2012
Erl. BMVg – WV III 4 – Az. 60-19-01/Allg Umdr 170 vom 15.08.2012
- Planung, Realisierung und Betrieb informationstechnischer Infrastrukturen am Hochschulstandort, Analyse und Empfehlungen
Version 2, Januar 2006
- Ausarbeitungen von Karl-Heinz Otto zum Thema Erdung
E-Mail: info@sv-otto.de
Internet: www.sv-otto.de
 - VerPENnte Installation
<http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-5088/pen/verpennte.pdf>
 - Richtig angewandte Elektrotechnik

14.2 Internet / Intranet Links

- <http://intra.sbn.ads.niedersachsen.de/index.php?id=772>
Veröffentlichungen des AK FeMeBau
- <http://www.bundesnetzagentur.de>
Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen

15 Ansprechpartner

Fragen zu dieser Technischen Information (TI) richten Sie bitte an:

Herrn Wilfried Müller Oberfinanzdirektion Niedersachsen
Telefon: 0511-101-3261
E-Mail: Wilfried.Mueller@OFD-BL.Niedersachsen.de

Herrn Willi Liebing IT.Niedersachsen
Telefon: 0511-9898-7101
E-Mail: Willi.Liebing@IT.Niedersachsen.de

16 Mitarbeiter Ausgabe der TI-LAN-2014

Frau Heike Gralla Oberfinanzdirektion Niedersachsen
– Bau und Liegenschaften –

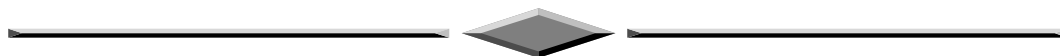
Frau Anne Janssen-Bokämper Oberfinanzdirektion Niedersachsen
– Bau und Liegenschaften -

Herr Willi Liebing IT.Niedersachsen
– Fachbereich 3 (Zentraler Betrieb) –

Herr Wilfried Müller Oberfinanzdirektion Niedersachsen
– Bau und Liegenschaften -

Herr Detlef Sander IT.Niedersachsen
– Fachbereich 3 (Zentraler Betrieb) –

Titelbild: window 7 tech, Long Beach, USA



17 Anlage 1 - Übersicht gebräuchlicher LWL-Steckverbindungen

SC-Stecker nach IEC 874-13

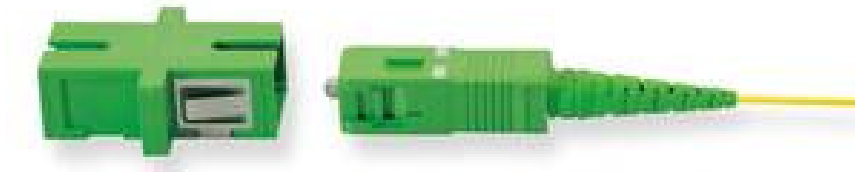


Abbildung 33: SC-Stecker und SC-Kupplung

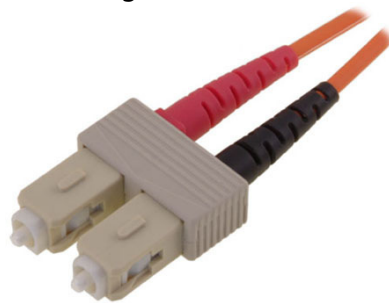


Abbildung 34: SC-Duplex-Stecker

Produktbeispiel: Die beiden Stecker (RX und TX) sind mittels eines Kunststoffclips verbunden. Bei Bedarf kann der Clip entfernt werden. Bitte beachten Sie, dass bei den meisten Anwendungen die Kabel überkreuzt eingesteckt werden müssen (RX an TX und TX an RX)

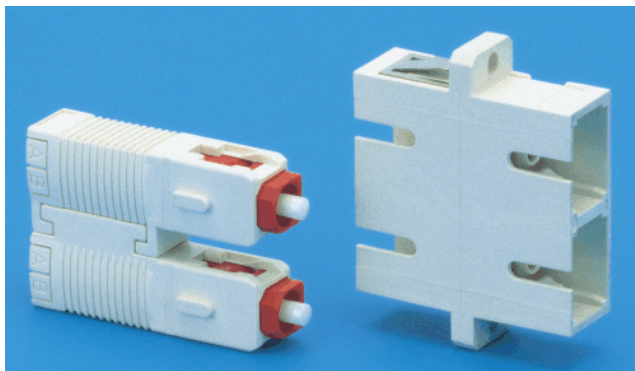


Abbildung 35: SC-Duplex-Stecker und SC-Duplex-Kupplung (Produktbeispiel)

FC-Stecker nach IEC 60874-7



Abbildung 36: FC-Stecker und Durchführungskupplung

ST-Stecker nach IEC 60874-10



Abbildung 37: ST-Stecker

E2000 nach IEC 61754-15



Abbildung 38: E2000 Stecker und Durchführungskupplung

MU-Stecker nach IEC 61754-6



Abbildung 39: MU-Stecker und Durchführungskupplung

SMA- / FSMA-Stecker



Abbildung 40: FSMA-Stecker und Durchführungskupplung

MTRJ-Stecker nach IEC 61754-18

(2 Fasern in einem Stecker)



Abbildung 41: MTRJ-Stecker (2 Fasern in einem Stecker) und Durchführungskupplung

Triple Play-Verbinder (In the Home-Verbinder)



Abbildung 42: Triple Play-Verbinder und Durchführungskupplung

FDDI-Stecker (duplex) nach ISO 9314-3



Abbildung 43: FDDI-Stecker (duplex)

LC-Stecker nach IEC 61754-20

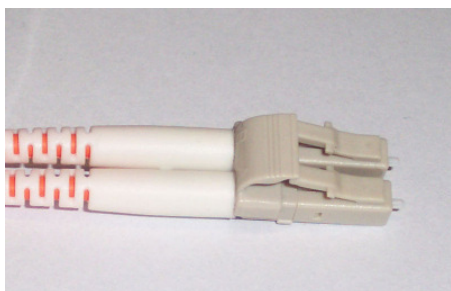
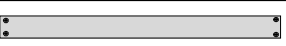
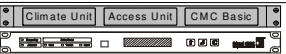

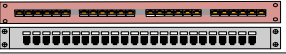


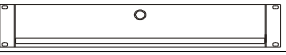


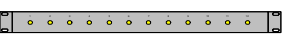



Abbildung 44: LC-Stecker

18 Anlage 2 - Legende zu den 19“-Standverteilerschränken

Legende - 19" Standverteilerschrank	
	Blindpanel 1 HE
	Schranküberwachung 1 HE
	Rangierbügel 1 HE (Kabelmanagement)
	Patchfeld 1 HE (24 x RJ45)
	Switch 1 HE (48 x RJ45 – stackable)
	Ablageschublade 1 HE
	Schublade 2 HE (bei Bedarf abschließbar)
	Blindpanel 2 HE
	Kabeldurchführung 1 HE (Kabelmanagement)
	Patchfeld 1 HE (12 x LWL – SM/MM)
	Schuko-Steckdosenleiste 1 HE (7-fach)