Glasfaserverkabelung in Gebäuden

Ein Praxisleitfaden
für Architekten, Planer und Bauherren

Vorwort 3

Technische Richtlinien des Bundesamtes für Kommunikation 4

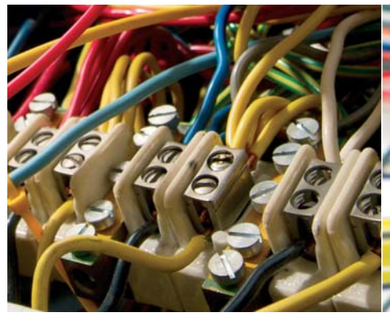
Kabelarten und Dienste 5

Der Gebäudeeinführungspunkt 6

Die Gebäudeverkabelung 7

Die Wohnungsverkabelung und Alternativen dazu 10

Vorwort



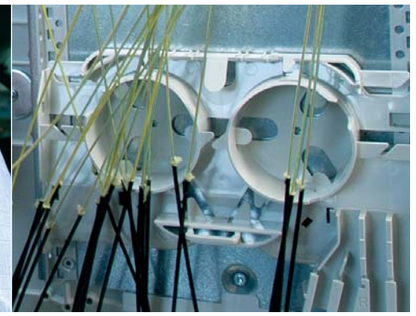
Informationen werden heute digital produziert, digital verbreitet und digital konsumiert. Digitale Informationen gibt es in allen Grössen und Sorten – Textnachrichten, Telefongespräche, Videokonferenzen, Zeitungen, Radioprogramme, TV-Sendungen oder Kinofilme. Die moderne Kommunikation ist geprägt von Computern, die Daten austauschen. Die Zahl der Computer, die rund um den Globus miteinander kommunizieren, wächst rasant. Parallel dazu explodiert die Menge der Daten, die im digitalen Universum erzeugt und genutzt werden. Ein Ende dieser Entwicklung ist nicht abzusehen.

Was bedeutet das für die Datennetze der Zukunft? Sie müssen ein Vielfaches mehr leisten als die heutigen Netze. Die Übertragungskapazität wird hauptsächlich von zwei Faktoren bestimmt: von der physikalischen Beschaffenheit des Mediums und von der Übertragungstechnologie. Vergleicht man die Leistungsfähigkeit eines herkömmlichen kupferbasierten Datennetzes mit jener eines Glasfasernetzes, besteht kein Zweifel, wie das Datennetz der Zukunft aussehen wird. Die optische Signalübertragung ist der elektrischen in jeder Hinsicht überlegen. Das Datennetz der Zukunft ist ein Glasfasernetz. Es besteht aus Glasfaserleitungen und aktiven Komponenten, die riesige Datenmengen als Lichtwellen mit Lichtgeschwindigkeit übertragen.

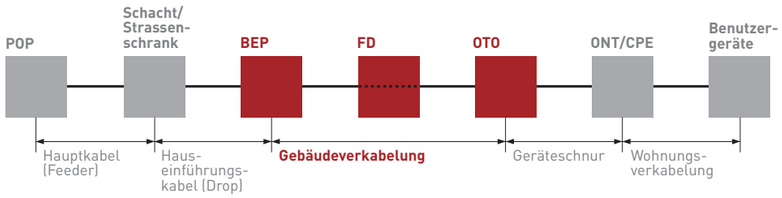
Die Zukunft hat bereits begonnen. Die Schweiz ist im Begriff, ihre Kommunikationsinfrastruktur Schritt für Schritt zu modernisieren. Es haben sich solide Investitionspartnerschaften gebildet mit dem Ziel, koordiniert vorzugehen und unnötige Kosten zu vermeiden. Der Standardisierungsprozess ist weit fortgeschritten. Die Netzbetreiber haben sich unter Federführung des Bundesamtes für Kommunikation auf technische Richtlinien betreffend FTTH-Installationen in Gebäuden einigen können. Die Zeit für die Realisierung von Glasfaserbauprojekten ist reif.

Die Ausrüstung von Gebäuden und Wohnungen mit Glasfaseranschlüssen soll im Interesse der Service-Anbieter und der Service-Abonnenten einheitlichen Regeln folgen. Einmal verlegte Kabel sollen nach einem Wechsel des Service-Anbieters nicht neu verlegt werden müssen. Diese Broschüre soll Architekten, Planern und Bauherren als Praxisleitfaden dienen. Er zeigt auf, wie die Glasfaserverkabelung im Gebäudeinnern in verschiedenen Standardszenarien optimal gelöst wird.

Technische Richtlinien des Bundesamtes für Kommunikation



Referenzmodell



BEP Gebäudeeinführungspunkt (Building Entry Point)
CPE Teilnehmernetzgerät (Costumer Premises Equipment)
FD Etagenverteiler (Floor Distributor)
ONT optischer Netzabschluss (Optical Network Termination)
OTO optische Telekommunikationssteckdose (Optical Telecommunications Outlet)
POP Verteilknotenpunkt (Point of Presence)

Abbildung 1.
Referenzmodell für FTTH-Installationen in Gebäuden (Quelle: BAKOM). Die Struktur POP-OTO ist zur Struktur des bestehenden Kupfernetzes (Telefonie) sehr ähnlich. In der vorliegenden Broschüre geht es um das Teilstück vom BEP im Untergeschoss über die Steigzone bis zum OTO in der Nutzungseinheit. Auf dieser Strecke wird die 2-Draht-Kupfertechnik nach und nach durch Glasfaserkabel ergänzt, längerfristig gar ersetzt, wenn sich Hausbesitzer und Netzbetreiber einig sind.

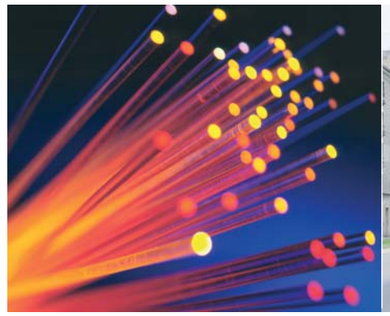
Am 5. März 2012 hat das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) das Dokument «Technische Richtlinien betreffend FTTH-Installation in Gebäuden, physikalische Medien der Schicht 1, Ausgabe 3.0»* veröffentlicht. Das Dokument wurde von einer Arbeitsgruppe der Telekommunikationsbranche verfasst, zu der Betreiber, Lieferanten, Vereinigungen und die Regulierungsbehörde gehören. Die Richtlinien sollen sicherstellen, dass die Installation in einem Gebäude an zwei oder mehr Glasfasernetze angeschlossen werden kann, die den gleichen Standort abdecken. Somit wird zukünftig eine Glasfaserverkabelung mit einheitlicher Spleissstelle z. B. im Untergeschoss vorhanden sein. Vorteil: Die Installation im Gebäudeinnern muss immer nur einmal ausgeführt werden.

Die Installation im Gebäudeinnern reicht vom Gebäudeeinführungspunkt bis zur optischen Telekommunikationssteckdose in den Räumlichkeiten des Benutzers. Im schematisch dargestellten Referenzmodell ist der Gegenstand des vorliegenden Praxisleitfadens entsprechend markiert.

Die BAKOM-Richtlinien sind Empfehlungen und für keine Partei rechtlich bindend. Das Dokument hält fest, dass «jeder Netzbetreiber für die Planung und Implementierung seines FTTH-Netzwerks unter Anwendung geeigneter technischer Verfahren verantwortlich ist». Die Empfehlungen im vorliegenden Praxisleitfaden stehen mit den BAKOM-Richtlinien im Einklang. Für nähere Informationen zur technischen Ausführung verweisen wir auf die Spezifikationen der BAKOM-Richtlinien.

* PDF: www.bakom.ch → Themen → Technologie → Telekommunikation → Glasfaser und FTTH → Konkrete Ergebnisse → Arbeitsgruppen FTTH

Kabelarten und Dienste



Übersicht Übertragungstechnik: Kabeltypen/Medien und Dienste

		ab-Leitung (PSTN)	HFC (CATV)	FTTH
Medium	Zugangsbereich	2-Drahtkupferleitung	Koaxialkabel [3]	Glasfaser
	Steigzone	2-Drahtkupferleitung	Koaxialkabel [3]	Glasfaser
	Wohnungsintern	2-Drahtkupferleitung	Koaxialkabel [3]	Twisted Pair [1]
		Twisted Pair [1]	Twisted Pair [1]	POF
Dienste	Analoges Radio	nein	ja	(ja) [2]
	Analoges TV	nein	ja	(ja) [2]
	Digitales TV	ja [6]	ja [7]	(ja) [8]
	Digitale Telefonie	ja	ja [9]	(ja) [10]
	Daten (IP)	ja	ja	ja

1 Optional für Heimnetzwerk
2 Im Falle von RfoG, RF Overlay
3 5-862 MHz (bidirektional) RF Overlay
4 950-2150 MHz (SAT-ZF)
5 Analog: bereits Abschaltung erfolgt
6 IP über DSL, Einschränkungen bei höherer Leitungslänge
7 DVB und /oder IPTV über DOCSIS
8 IPTV, DVB nur bei RfoG, RF Overlay
9 VoIP über DOCSIS
10 VoIP

Technisch gesehen ist die optische Datenübertragung allen anderen leitungsgebundenen Übertragungstechnologien überlegen. Die seit vielen Jahrzehnten verlegten 2-Draht-Kupferleitungen und Koaxial-Leitungen sind aus technischer Sicht veraltet. Es wird aber noch einige Jahre dauern, bis Glasfaseranschlüsse flächendeckend verfügbar sind. Aus diesem sowie aus historischen und wirtschaftlichen Gründen werden in den meisten Liegenschaften bis auf Weiteres drei Telekommunikationsinfrastrukturen nebeneinander existieren und parallel genutzt:
- PSTN (Public Switched Telephone Network)
- HFC (Hybrid Fibre Coax)
- FTTH (Fibre to the Home)

Welche Kabelarten an welchen Orten für welche Dienste eingesetzt werden, vermittelt die obenstehende Übersicht (Quelle: Electrosuisse).

Aus Sicht des Eigentümers und des Benutzers ist es sinnvoll, die Gebäudeverkabelung so zu organisieren, dass die Komplexität möglichst klein und die Flexibilität möglichst gross ist. Auf die besonderen Anforderungen einer multimedialen Gebäudeverkabelung kann hier nicht eingegangen werden. Der vorliegende Praxisleitfaden befasst sich ausschliesslich mit der Glasfaserverkabelung. Wir verweisen an dieser Stelle auf das Installationshandbuch «Multimedia-Installationen – Bauliche Voraussetzungen für Ein- und Mehrfamilienhäuser», das 2011 vom Verlag Electrosuisse unter der Koordination des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees CES herausgegeben wurde.

Der Gebäudeeinführungspunkt

Am Gebäudeeinführungspunkt (Building Entry Point, kurz BEP) verbindet der Netzbetreiber das Aussenkabel mit dem Innenkabel. Hier werden die Glasfasern des Aussenkabels mittels eines Fusionsspleissgerätes einzeln mit den Glasfasern der zu den optischen Telekommunikationssteckdosen (Optical Telecommunications Outlet, kurz OTO) führenden Gebäudekabel verbunden. Der BEP wird in einem separaten Wandkasten untergebracht. Grundsätzlich lässt er sich, wo vorhanden, auch in einen Anschlussverteilkasten integrieren.

Das Aussenkabel wird in einem separaten kunststoffisolierten Schutzrohr in das Haus zum BEP geführt. Falls ein Kanal oder eine Trasse vorhanden ist, wird das separate Rohr dazugelegt. Der Rohrdurchmesser richtet sich nach dem Durchmesser des Kabels. Dieser hängt wiederum von der Anzahl Glasfasern ab, die für das Gebäude benötigt werden. Jede Nutzungseinheit erhält vier Glasfasern.

Optimaler Standort
Der Standort des BEP wird aufgrund der Installationsmöglichkeiten und der Anforderungen des Gebäudeeigentümers festgelegt. Um den optimalen Standort zu bestimmen, ist Folgendes zu berücksichtigen:
- Der Raum muss aus betrieblichen Gründen leicht zugänglich sein. Öffentlich zugängliche Räume werden bevorzugt.
- Der Raum muss gute physikalische Bedingungen aufweisen (trocken, staubfrei, vibrationsfrei).
- Der BEP wird in der Nähe der bestehenden vertikalen Verkabelung (Telefonleitungen, Stromkabel, CATV-Kabel, Klingeldrähte) platziert. Das vereinfacht die vertikale Erschliessung.

Der BEP im EFH
In Einfamilienhäusern wird der BEP regulär im Keller installiert. Der BEP wird auch dann installiert, wenn keine Gebäudeverkabelung vorhanden ist; in diesem Fall befindet sich der OTO im gleichen Raum wie der BEP.

Der BEP im MFH
Auch in Mehrfamilienhäusern wird der BEP regulär im Untergeschoss installiert – wo vorhanden im dafür vorgesehenen Technikraum. In Altbauten wird ein Standort gewählt, der eine rasche und einfache vertikale Erschliessung ermöglicht (in der Nähe der Steigzone).

In besonders grossen Gebäuden kann auch ein Zwischenverteiler pro Stockwerk installiert werden (Floor Distributor).

Die Gebäudeverkabelung

Die Gebäudeverkabelung entspricht der Kabelstrecke vom Gebäudeeinführungspunkt (BEP) im Untergeschoss bis zur optischen Telekommunikationssteckdose (OTO) in der Nutzungseinheit. In mehrgeschossigen Gebäuden führt die Strecke durch die Steigzone oder durch das Mauerwerk (einbetonierte Leerrohre).

Für die Gebäudeverkabelung sind folgende Grundsätze zu beachten:
- Steigleitungen müssen jederzeit zugänglich sein.
- Die Rohre bzw. Kanäle sollen auf dem kürzesten Weg und möglichst senkrecht verlegt werden.
- Die Rohre für die Glasfaserkabel sind ab dem BEP wenn möglich sternförmig in die Nutzungseinheiten zu führen; für jede Nutzungseinheit ist ein separates Rohr vorzusehen, das vom BEP direkt bis zum OTO führt.
- Sind einbetonierte Leerrohre vorhanden oder vorgesehen, können diese für die Glasfaserverkabelung benutzt werden.

Weiter sind folgende Vorschriften und Empfehlungen bei der Planung und Ausführung der Gebäudeverkabelung zu beachten (Quelle: Electrosuisse):
- Die Führung der Steigleitungen durch Maschinen- und Rollenräume von Aufzugsanlagen sowie durch Liftschächte ist nicht zulässig (Aufzugsverordnung, SR 819.13, Art. 4, Abs. 1, lit. c).
- Die Führung der Steigleitungen durch Wohnungen, Luftschächte sowie durch Lichthöfe ist zu vermeiden.
- Durchführungen für Leitungen und Rohre durch Fussböden, Wände, Decken etc. müssen nach der Durchführung der Leitungen so abgeschottet werden, dass sie der vorgeschriebenen Feuerwiderstandsdauer des jeweiligen Gebäudeteils entsprechen (NIN 5.2.7.2). Zusätzlich ist darauf zu achten, dass die Schallschutznormen SIA 181 eingehalten werden. Durch die Installation von Rohrleitungen dürfen keine unerwünschten Schallübertragungen entstehen können. Es sind geeignete Massnahmen zur Schalldämmung vorzusehen.
- Alle notwendigen Aussparungen und Durchführungen sind frühzeitig einzuplanen.

Sternförmige Gebäudeverkabelung

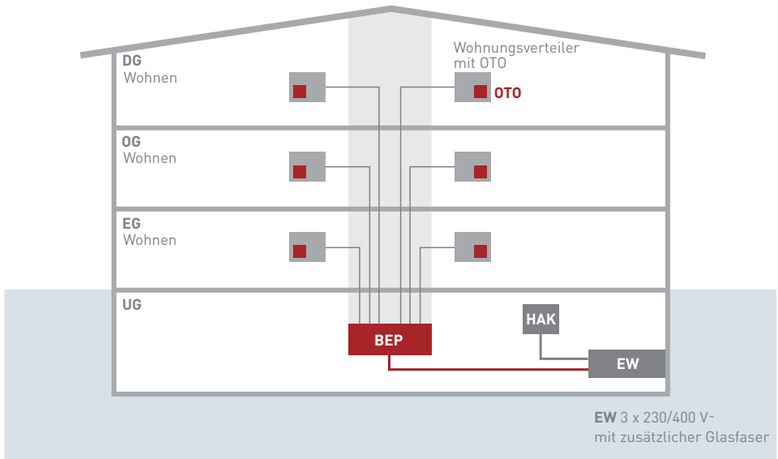


Abbildung 2.
MFH-Neubau mit drei Stockwerken und sternförmiger Gebäudeverkabelung

Die Gebäudeverkabelung im MFH-Neubau
Wie oben erwähnt, werden die Glasfaserkabel vom BEP im Technikraum aus sternförmig in separaten Rohren direkt zu den Multimediaverteilkästen in den Nutzungseinheiten geführt (Abbildung 2).

Führt der Weg vom Technikraum nach oben durch einbetonierte Rohre, können die Glasfaserkabel ohne Rohr verlegt werden. Führt der Weg durch eine Steigzone, sind Rohre zu verwenden und separate Trassen zu benutzen. Falls im Neubau nicht auf Kupferkabel verzichtet werden soll, können die Glasfaserkabel zusammen mit dem Telefonkabel oder dem Koaxialkabel im selben Rohr zum Multimediaverteiler der Nutzungseinheit geführt werden. Grundsätzlich sind Koaxialkabel bei einer vollen FTTH-Erschliessung obsolet. Kupferkabel sind nur aus regulatorischen Gründen noch nötig.

Nachgerüstete Steigzone

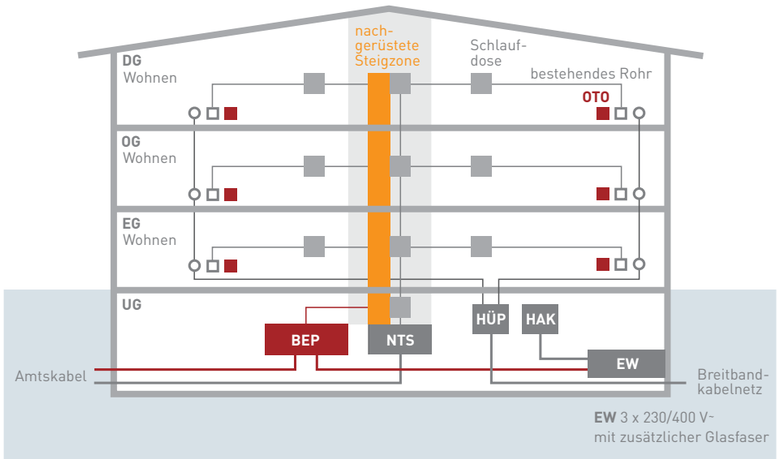
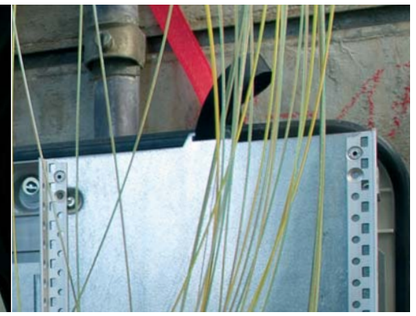


Abbildung 3.
MFH-Altbau mit nachgerüsteter Steigzone
(Aufputz-Steigleitung)

Die Gebäudeverkabelung im MFH-Altbau
In bestehenden MFH-Gebäuden kann die Glasfaserverkabelung auf verschiedene Weise gelöst werden. Wir empfehlen folgendes Vorgehen:
- Im Idealfall verfügt das Gebäude über eine Steigzone, in der noch genügend Platz für die Glasfaserkabelrohre ist. Vorgehen wie bei Neubau.
- Wo eine Steigzone fehlt, können die Glasfaserkabel durch bestehende Steigleitungen (Telefon, Strom) eingezogen werden, falls diese noch genug Platz bieten.
- Sind die Platzverhältnisse ungenügend, muss das Gebäude mit einer Steigzonenerweiterung respektive Aufputz-Steigleitung nachgerüstet werden (Abbildung 3). Das neue Kanalsystem wird auf Putz parallel zur vorhandenen Telefonsteigleitung montiert.

Es können auch andere, besser geeignete Wege ins Stockwerk benutzt werden, sofern sie die gesetzlichen Vorschriften erfüllen.

Die Gebäudeverkabelung im EFH-Altbau
In Einfamilienhäusern wird der OTO standardmässig neben dem BEP platziert (kombinierter BEP-OTO-Kasten möglich). Abweichende Standorte sind mit dem Eigentümer zu klären. Je nach Wahl des Standortes und Bestand an verfügbaren Leitungen sind allenfalls separate Rohre oder Kanalinstallationen zu erstellen.



Multimediaverteiler mit Wohnungsverkabelung

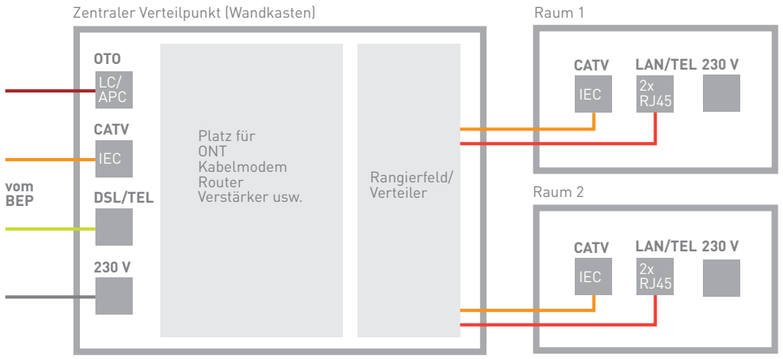


Abbildung 4.
Schema eines Multimediaverteilers mit Wohnungsverkabelung. Diese allgemeine Struktur sollte in Nutzungseinheiten mit mehr als drei Räumen angewendet werden. (Quelle: BAKOM)

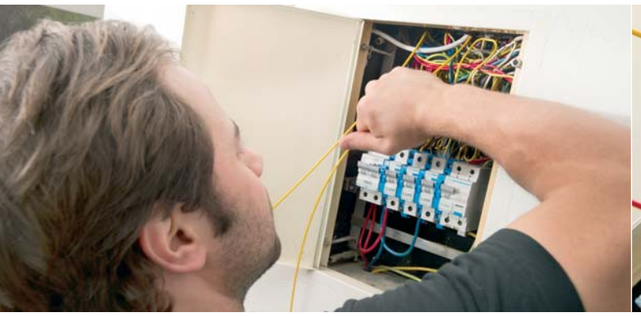
Die Netzbetreiber führen das Glasfaserkabel bis zum OTO. Die Planung und Ausführung der Wohnungsverkabelung obliegt den Gebäudeeigentümern. Auf Wunsch sind die Netzbetreiber den Eigenümern bei der Planung und Ausführung der Wohnungsverkabelung behilflich.

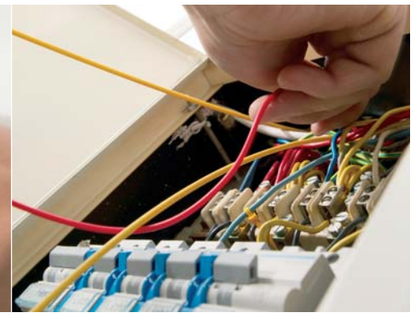
Optimaler Standort des OTO
Die Glasfaserkabel enden jeweils in der optischen Telekommunikationssteckdose (OTO), auch Glasfasersteckdose genannt. Diese Steckdose ist für das Netzanschlussgerät des Service-Anbieters reserviert (Customer Premises Equipment, kurz CPE). Der Standort des OTO wird aufgrund der Installationsmöglichkeiten und der Anforderungen des Gebäudeeigentümers festgelegt. Um den optimalen Standort zu bestimmen, ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Grundsätzlich wird pro Nutzungseinheit nur ein OTO installiert.
- In Geschäftsliegenschaften wird der OTO im gleichen Raum wie die IT-Geräte installiert.
- In Wohnliegenschaften wird der OTO in einem Multimediaverteiler, auch Wohnungsverteiler genannt, installiert (Abbildung 4).
- Wo kein Multimediaverteiler vorhanden ist, wird der OTO regulär im Wohnzimmer neben der TV-Dose installiert, sofern die bestehenden Unterputzrohre vorhanden sind und dies zulassen. Das Glasfaserkabel muss in den bestehenden Unterputzrohren in den für den OTO vorgesehenen Raum geführt werden. Auf abweichende Wünsche des Eigentümers wird Rücksicht genommen. In Einfamilienhäusern wird der OTO standardmässig nebem dem BEP im Keller installiert.

Für die Installation des OTO im Multimediaverteiler müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:
- Der Multimediaverteilkasten befindet sich an einem zentralen Standort.
- Der Wandkasten weist eine Mindestgrösse von 80 x 80 cm auf (2 x 3 Reihen). Anstelle des Wandkastens kommt auch ein Mini-Rack in Frage.
- Der Wandkasten verfügt über einen Stromanschluss.
- Die Kastenkonstruktion und Platzierung ermöglichen eine ausreichende Luftzirkulation zur Kühlung der angeschlossenen Geräte.

Allgemeine Empfehlungen des BAKOM
- Die Wohnungsverkabelung sollte entsprechend der Norm EN 50173-4 strukturiert sein und den Betrieb von Ethernet/LAN, CATV/HF-Rundfunk und Telefonie an jedem Multimedia-Anschlusspunkt ermöglichen.
- Die Verkabelung vom Multimediaverteiler zu den Multimedia-Anschlusspunkten ist sternförmig zu realisieren. Das heisst, jeder Multimedia-Anschlusspunkt ist über eine direkte Leitung mit dem Multimediaverteiler verbunden (Abbildung 5). So können die abonnierten Services einfach über das zentrale Rangierfeld im Multimediaverteiler bestimmten Anschlusspunkten zugeordnet werden.
- Grundsätzlich sollte mindestens ein Multimedia-Anschlusspunkt pro Raum bereitgestellt werden. Werden zur Bauphase nicht alle Räume kommunikationstauglich ausgerüstet, sollten zumindest die Installationsrohre und die (Einbau-)Montagekasten für die Steckdosen verlegt werden, damit eine spätere Nachrüstung einfach möglich wird.
- Die Wohnungsverkabelung besteht entweder aus hochwertigen verdrillten Aderpaaren (Twisted-Pair-Kabel der Kategorie 5e oder höher) oder einer Kombination von verdrillten Aderpaaren und 75-Ohm-Koaxialkabeln. (Anm. d. Red.: Für die Wohnungsverkabelung werden künftig vermehrt Plastic-Optical-Fibre-Kabel (POF) eingesetzt. POF-Kabel sind dünner und passen auch in dünne Rohre, zudem sind sie elektrisch nicht leitend und können daher in Stromkabelrohre verlegt werden. Die POF-Datenübertragung erfordert jedoch zusätzliche elektronische Wandler.)
- Der Teil der strukturierten Verkabelung für den Hochfrequenz-Rundfunk sollte bidirektional sein und die elektrischen Anforderungen der Norm EN 50083-x erfüllen.





Beispiel sternförmige Wohnungsverkabelung

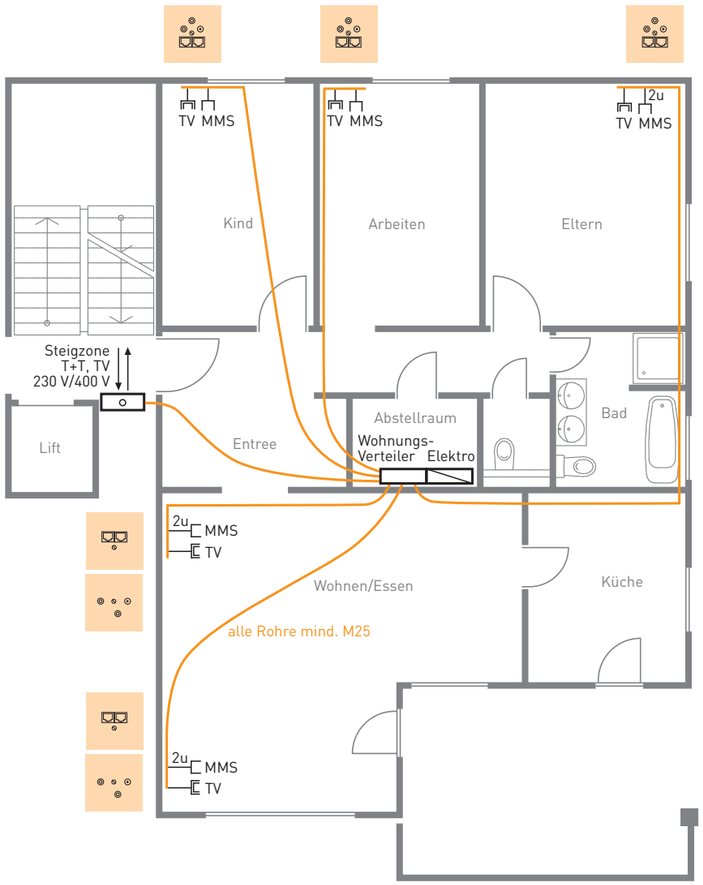
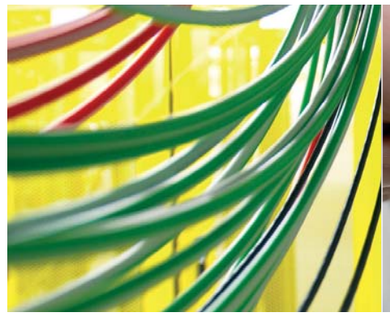
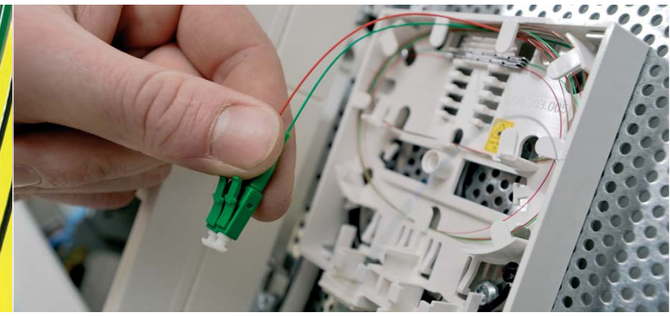


Abbildung 5.
Sternförmige Wohnungsverkabelung, in diesem Beispiel mit getrennter Verkabelung/Verrohrung von Koaxialkabel und Twisted-Pair-Kabel im Bereich Wohnen und kombinierter Verkabelung/Verrohrung im Bereich Kind/Arbeiten/Eltern. (Quelle: Electrosuisse)





Platzierungsmöglichkeiten des OTO

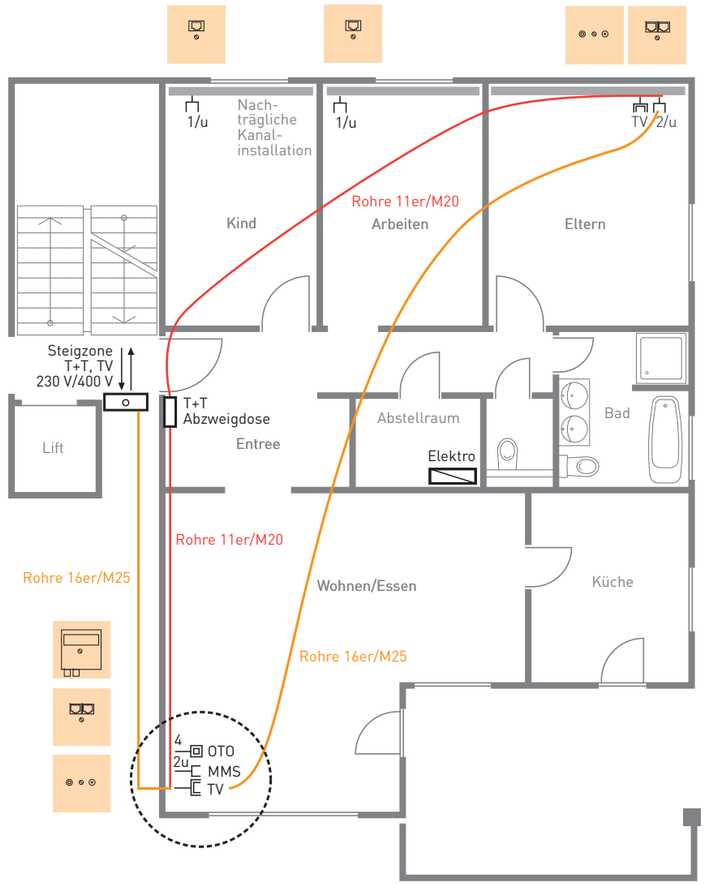
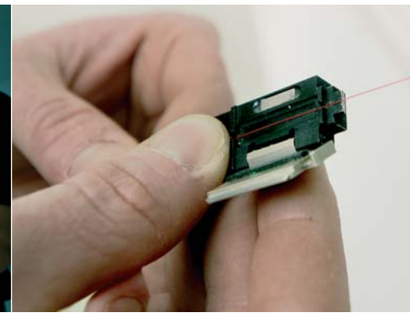


Abbildung 6.
Die Grafik zeigt, wo entweder beim Altbau oder bei Renovationen der OTO platziert werden kann, üblicherweise im Wohnzimmer. (Quelle: Electrosuisse)

Wird der OTO nicht im zentralen Multimediaverteiler installiert, müssen vom Standort des OTO entsprechend den Nutzungsszenarien allenfalls zusätzliche Kabel in andere Räume verlegt werden, falls nicht auf eine alternative Lösung ausgewichen werden soll (Abbildung 6).

Die Wohnungsverkabelung in Gebäudekomplexen (OTO – ONT/CPE – Benutzergerät) ist in der Broschüre «Multimedia-Installationen – Bauliche Voraussetzungen für Ein- und Mehrfamilienhäuser» der Electrosuisse beschrieben.



Alternativen
In der Praxis stellt sich häufig das Problem, dass die Standorte der Benutzergeräte und die bestehende Wohnungsverkabelung nicht optimal zusammenpassen. Wenn es an Rohren, Kabeln und Steckdosen fehlt und entsprechende Nachrüstungen nicht opportun sind, sind Alternativen gefragt. Mit folgenden Lösungen lassen sich Glasfaser-Services ab der CPE auch ohne Wohnungsverkabelung vollumfänglich nutzen:

- **Powerline Communication/PowerLAN/dLAN:** Bei dieser Technologie werden die Daten über das interne Stromnetz übertragen. So kann ein lokales Datennetz via Stromsteckdosen mit minimalem Aufwand installiert werden. Ein bekannter Hersteller der benötigten Adapter ist die deutsche Firma Devolo.
- **WLAN/Wi-Fi:** Beim Wireless Local Area Network (WLAN) handelt es sich um ein lokales Funknetz. Bei dieser Form der Datenübertragung wird auf Kabel gänzlich verzichtet, denn das Übertragungsmedium ist die Luft. Die Reichweite des Funknetzes ist stark von Hindernissen und baulichen Gegebenheiten abhängig.

Ein Nachteil beider Technologien ist die bei den Konsumenten teilweise unerwünschte Strahlung. Selbstverständlich können diese Lösungen auch mit der bestehenden Wohnungsverkabelung kombiniert werden.

Renovationen
Steht bei einem Gebäude eine Totalsanierung an, muss auf die bestehende Gebäude- und Wohnungsverkabelung keine Rücksicht genommen werden. Es kann eine optimale Lösung implementiert werden. Diese besteht aus einer sternförmigen Verkabelung ab einem zentralen Multimediaverteiler (s. Abbildung 5, Seite 12).

Quelle für alle Grafiken:
«Multimedia-Installationen», Electrosuisse Verlag

8. 2012 1300 ewz/AL 1. Auflage

ST.GALLISCH-APPENZELLISCHE
KRAFTWERKE AG

St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG
Vadianstrasse 50
Postfach 2041
9001 St.Gallen
Tel. SAKnet +41 (0)71 229 54 54
saknet@sak.ch
www.saknet.ch

Sankt Galler Stadtwerke
St.Leonhard-Strasse 15
9001 St.Gallen
Tel. 0848 747 900
info@sgsw.ch
www.sgsw.ch

ewz
Telecom
Schwamendingenstrasse 10
Florahof
8050 Zürich
Tel. +41 (0)58 319 41 11
info@ewz.ch
www.ewz.ch

Energie und Wasser Meilen AG
Schulhausstrasse 18
8706 Meilen
Tel. +41 (0)44 924 18 11
info@ewmag.ch
www.ewmeilen.ch