

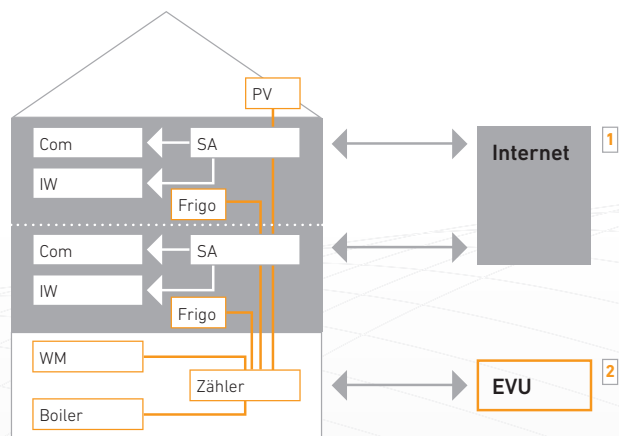


# VERNETZUNG VON WOHNUNGEN

## Ziel des Leitfadens

Der Leitfaden «Vernetzung von Wohnungen» dient Architekten, Bauherren, Bewohnerinnen und Bewohnern, Mieterinnen und Mietern sowie Installateuren bei der Erstellung der Datenkommunikations-Infrastruktur in Wohnungen als Orientierungshilfe.

Wohnungen lassen sich auf verschiedene Arten vernetzen. Die möglichen Lösungen hängen von der Ausgangslage in der Grund-Infrastruktur sowie von den individuellen Kommunikationsbedürfnissen der Bewohner ab. Der vorliegende Leitfaden zeigt Lösungen, welche die Bedürfnisse mit einer einzigen Basis-Infrastruktur abdecken. Dabei wird auf die verschiedenen Ausgangslagen wie Neubauten, Renovationen oder Anpassungen bei bestehenden Wohnungen eingegangen.



1 Smart Home | 2 Smart Energy

### Smart Home

Bewohner kann pro Wohnung folgende Services benutzen:

- Com – Kommunikation (Internet, Telefon, Fernsehen, etc.)
- IW – Intelligentes Wohnen (Lampen, Storen, Alarmer, etc.)

Verantwortlich für Infrastruktur in Wohnung: Wohnungseigentümer

### Smart Energy

Anbieter (EVU, Stromlieferant, weitere DL je nach Mandat) können pro Gebäude:

- Geräte steuern (PV-Anlagen, Boiler, Waschmaschinen WM, etc.)
- Verbrauch Ablesen von Strom-, Wasser-, Gas-Zähler
- Informationen austauschen (Strompreise, Verbrauch anzeigen)

## Stellenwert des Leitfadens

Openaxs stellt verschiedene Leitfäden und Grundsatzpapiere für unterschiedlichste Anwendungen und Bedürfnisse zur Verfügung. Anspruchsgruppen sind Gemeinden, EVU (Energieversorgungsunternehmen), KNU (Kabelnetz-Unternehmen), Mieter, Genossenschaften, etc.. Thematisch werden die Bereiche Technik, Finanzierung sowie politische Argumente abgedeckt. Die Grundsatzpapiere und Leitfäden sind auf [openaxs.ch](http://openaxs.ch) zu finden.

## Betrachtungsumfang

«Smart Home» als allgemeiner Begriff für «intelligente Heime» beinhaltet sowohl das «intelligente Wohnen», mit seinen Komfort- und Sicherheitsaspekten, wie auch die intelligente Nutzung von Energieressourcen. Dazu gehören auch elektrischer Strom, Heizöl, usw. Im vorliegenden Leitfaden werden dem Begriff «Smart Home» die Komfort-, Kommunikations- und Sicherheitsaspekte zugeschrieben. Die intelligenten Möglichkeiten zur Steuerung des Energieverbrauchs, werden in dieser Anwendung unter dem Dachbegriff «Smart Energy» subsumiert. Dies trägt den klar getrennten Verantwortlichkeiten Rechnung: Der Wohnungsmieter verfügt über die Entscheidungskompetenz, wie er sein Heim in den Bereichen der Steuerungs-, Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik vernetzen möchte und wie er kommuniziert. Die Steuerung spezifischer Anlagen wie Energiezähler, Photovoltaik-Anlagen oder Boiler sind hingegen oft im Hoheitsgebiet der Stromversorger.

# INHALT

<b>1.</b>	<b>Kernaussagen des Dokuments</b>	4
<b>2.</b>	<b>Neue Anforderungen an die Daten-Kommunikation in der Wohnung</b>	6
2.1	Dienste im Wandel der Zeit	6
2.2	Geräte im Wandel der Zeit	7
2.3	Stecker im Wandel der Zeit	8
2.4	Wohnungsverkabelung im Wandel der Zeit	9
2.5	Rollen bei der Infrastruktur- und Serviceerstellung	10
2.6	Anforderungskatalog	11
<b>3.</b>	<b>Wert der Datenkommunikations-Infrastruktur in der Wohnung</b>	12
3.1	Wert einer Verkabelung	13
3.2	Schneller Internetzugriff in allen Räumen ist kein Luxus mehr	13
<b>4.</b>	<b>Lösungsansätze</b>	14
4.1	Verrohrung von Wohnungen	16
4.2	Drahtgebundene Vernetzung der Wohnung	18
4.3	Lösungen ohne Datenkabel	24
<b>5.</b>	<b>Umsetzungstipps</b>	26
5.1	Grundsätze	26
5.2	Umsetzung der Empfehlungen (pro Zielgruppe)	28
5.3	Protokolle, Normen und Glossar	30
5.4	Sicherheitsvorschriften	31
<b>6.</b>	<b>Fazit/Zusammenfassung</b>	32
<b>7.</b>	<b>Umsetzungsunterstützung durch professionelle Unternehmen</b>	34

# 1. KERNAUSSAGEN DES DOKUMENTS

Fibre to the home (FTTH) und die Liberalisierung des Telecom-Marktes ermöglicht den breitbandigen Internet-Zugang zu vielen verschiedenen Service Providern. Diese bieten neue Dienstleistungen an, welche die Gewohnheiten und Bedürfnisse der Bewohner verändern:

- Unterhaltung basiert immer mehr auf IP-Diensten. Streaming Services wie Fernsehen, Musik oder Zeitungen bieten ihre Services über das Internet an und werden immer mehr genutzt.
- Die Cloud betrifft uns im täglichen Leben immer mehr. Einerseits benutzen wir sie als Speicher, beispielsweise für Fotos. Andererseits beziehen wir auch immer öfter Software als Dienst (Software as a service). Im Weiteren werden soziale Plattformen wie Twitter, Facebook, etc. immer öfter genutzt.
- Home-Office macht Schule und wird von immer mehr Firmen angewendet. Damit findet diese Art zu arbeiten langsam aber sicher den Zugang zu einer breiten Bevölkerungsgruppe.
- In den Häusern werden immer mehr intelligente Geräte verbaut, die kommunizieren können. (Gegensprechanlagen, Schliesssysteme, Beschattungs- und Belüftungssysteme, Lichtregelung etc.).

Durch die neue Nutzung von Telecom-Services hat der Stellenwert der Telekommunikation in unserer Gesellschaft an Bedeutung gewonnen.

Um die neuen Services auch nutzen zu können, müssen die Bewohner die Serviceprovider frei wählen können. Und sie brauchen in der Wohnung eine Datenkommunikations-Infrastruktur, die den einfachen Zugang zum Internet von verschiedenen Geräten aus sicher, flexibel und leistungsfähig zulässt. Dieser Leitfaden zeigt die Möglichkeiten auf, mit denen diese Infrastruktur einfach angepasst werden kann.

Der Verband openaxs hat, in Zusammenarbeit mit 15 führenden Anbietern von Wohnungsnetzungen, verschiedene Lösungsansätze zusammengestellt und bewertet, und gibt folgende Empfehlungen ab:

- **Datenkommunikations-Infrastruktur in der Wohnung:** Eine einzige Infrastruktur kann alle Anforderungen erfüllen. Es braucht nicht verschiedene Verkabelungen, wie z. B. Kupfer für die Telefonie oder Koax fürs Fernsehen.
- **Zentraler Verteilpunkt:** Die Vernetzung der Wohnung soll ab einem zentralen Wohnungs-Verteil-Kasten erfolgen, in dem möglichst alle Serviceprovider-Anschlüsse zugreifbar sind (Kupfer-, Koax-, Glasfaseranschluss des Infrastrukturanbieters, Satellitenantenne etc.). Nur so ist die Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Service Providern sichergestellt. Der Verteil-Kasten enthält auch ein Home Gateway, das die Signale des Serviceproviders so umwandelt, dass sie von den einzelnen Endgeräten verstanden werden. In der Regel ist dies IP. Im Wohnungs-Verteil-Kasten sollte ebenfalls ein Switch oder weitere Geräte platziert werden können.
- **Verrohrung:** Ab diesem einen, zentralen Punkt sollten die Rohre für die Datenverkabelung sternförmig in die einzelnen Zimmer geführt werden. Grosse Zimmer können auch mehrere Anschlüsse haben. Die Rohre ermöglichen eine strukturierte Verkabelung, die den jeweiligen Bedürfnissen angepasst werden kann. So können auch Spezialkabel, beispielsweise für Lautsprecher oder Videosignale, eingezogen werden. Bei Renovationen sind auch Verkabelungen über Fussleisten oder (für optische Kabel) über Elektrorohre möglich.
- **Stationäre Geräte,** die hohe Bandbreiten und sichere Verbindungen benötigen (Fernsehgeräte, PC, Speicher) sollen via Kupferkabel oder optische Verbindungen erschlossen werden.
- **Schnittstellen:** Die Geräte sollen wo möglich über IP (Ethernet) angeschlossen werden. Geräte, die dafür noch nicht vorbereitet sind, erhalten ein Gerät vorgeschaltet, das die Adaption von IP zum Gerät macht (z. B. eine TV Set-Top-Box für den Fernseher).

- **WLAN:** Viele Geräte können heute nur via WLAN angesprochen werden (Smart-Phone, Tablets, etc.). Eine WLAN-Infrastruktur gehört als Ergänzung der Kabelinfrastruktur heute zunehmend zum Standard.

Für Übergangslösungen oder Spezialfälle werden im Kapitel 4 Lösungen aufgezeigt. Die Begründung der obigen Aussagen und Umsetzungsvorschläge sind in Kapitel 5 aufgeführt.

Die Swisscom unterstützt den Leitfaden «Vernetzung von Wohnungen» von openaxs für die neuen Kommunikationsbedürfnisse vollumfänglich. Bauherren und Liegenschaftsverwalter müssen vorausschauend agieren und die Trends rechtzeitig erkennen, um den Bewohnern alle Möglichkeiten offen zu lassen. Dank der vorgeschlagenen Technologien werden die heutigen und die zukünftigen Kommunikationsbedürfnisse abgedeckt.

## 2. NEUE ANFORDERUNGEN AN DIE DATEN-KOMMUNIKATION IN DER WOHNUNG

Das Internet, ein Treiber für Innovation und Kommunikation, schafft neue Bedürfnisse bei Bewohnern von Wohnungen und Geschäftsliegenschaften. Allen voran das Bedürfnis, die geeigneten Services und Serviceprovider individuell wählen zu können, sowie jederzeit und von überall her aufs Internet zugreifen zu können. Diese beinahe grenzenlose Konnektivität stellt hohe Anforderungen an die Kommunikationsinfrastruktur in den Wohnungen.

### 2.1 Dienste im Wandel der Zeit

Die Nutzung von vielfältigen Diensten innerhalb der eigenen vier Wände hat sich über die Jahre gewandelt. Der Trend in Richtung Internet Protokoll (IP) hat auch hier Einzug gehalten. Trotzdem ist IP noch nicht bei allen Hausinstallationen angekommen. Speziell in der Haus-Automatisierung findet man noch verschiedenste Technologien, welche teilweise nicht kompatible Sprachen sprechen.

Nachfolgende Tabelle illustriert den Wandel von Diensten und deren Anwendung in der Wohnung.

Bedürfnis	Bisher	In Zukunft	Endgeräte
<b>Elektronisches Senden von Papieren (Telex, FAX)</b>	Teilweise vorhanden	Nur noch für spezifische Anwendungen: Telex: Botschaften/FAX: Ärzte	Telex, FAX
<b>Mit der Aussenwelt kommunizieren</b>	Separater Service Telefonie, SMS	Applikation auf Internet (z. B. Skype, SIP-Call, etc) oder für Mitteilungsdienste (Whatsapp, etc.)	Telefon, Multifunktionsgeräte, PC, TV
<b>Musik hören</b>	Langspielplatten, Radio FM/MW/LW/KW, Tonband	DAB+, Internetradio, Musikdateien auf Server/Memo-Stick/Mobile-Phone	Audiogeräte, Radio, NAS
<b>Unterhaltung (Spiele und Filme)</b>	Belichtete Filmrollen, Brettspiele	Netflix-Streaming/VoD-TV-Filme auf Abruf/Spiele und Filme auf lokalen Speichern (NAS) oder in Cloud	Multifunktionsendgeräte (Mobile, Pad, Laptop, Spielkonsolen, TV, ...)
<b>Unterhaltung und Information</b>	Linear (was gesendet wird)	Nicht-linear (7 Tage retour, Aufnahme, Live Pause, K4)	Multifunktionsendgeräte (Mobile, Pad, Laptop, TV, ...)
<b>Büro-Kommunikation</b>	Asymmetrische Bandbreite (Upload bis 10 mal langsamer als Download), Software und Daten lokal	Symmetrische Bandbreiten, Software as a Service, Daten in der Cloud	PC, Laptop, Server
<b>Sicherheit, Assisted Living, e-Health</b>	Separate Netze Inhome-Übertragung entweder dediziert (eigene SIM) oder via bestehendes Internet	Integrierte Datenübertragung, Inhome-Datenübertragung dediziert auf gleichem Kabel möglich, unabhängig von anderen Services (hohe Verfügbarkeit)	Alarmanlagen, Einbruchdetektoren, Türschliesssysteme, Überwachungskameras, Rauchmelder, e-Health (z. B. Blutdruckmessung, etc.)
<b>Hausautomation zur Steigerung des Komforts, Steuerung für Licht und Storen, Gegensprechanlagen, etc.</b>	Separate Netze Inhome, nur lokale Steuerung	Integrierte Datenübertragung Inhome, Datenübertragung dediziert, Zugriff auch Remote sicher möglich	Storen, Licht, Kühlschrank, Abwaschmaschine, Heizung usw.

## 2.2 Geräte im Wandel der Zeit

Früher gab es für jede Anwendung in der Telekommunikation ein spezialisiertes Gerät, das eine genau definierte Funktion erfüllte. Die Infrastrukturen und Technologien waren eigens für die Vernetzung dieser proprietären Geräte entwickelt worden. Dadurch waren die Geräte einer Gattung auf natürlichem Weg abgegrenzt von Geräten einer anderen Gattung. Unter Gattungen können beispielweise Telefone, Fernseher, Computer usw. verstanden werden.

Das Internet und das damit verbundene IP-Protokoll (Internet Protokoll) haben alles verändert. Das Protokoll ist sozusagen die Sprache, die eine Kommunikationstechnologie anwendet. Die Grenzen zwischen den einzelnen Gattungen wurden aufgelöst, indem jede von ihnen ihre eigene Sprache aufgegeben hat und stattdessen die IP- Sprache erlernt hat. So wurde die Grundlage geschaffen, dass die Geräte aller Gattungen miteinander kommunizieren können. Wo dies noch nicht vorhanden ist, können Geräte vorgeschaltet werden (z. B. Set Top Box vor den Fernseher).



Es gibt also nur noch eine Art von Daten, egal ob diese durch eine Telefonie- oder durch eine Videoanwendung generiert werden. Entsprechend können diese Daten alle auf denselben Infrastrukturen transportiert werden. Dafür gibt es drahtgebundene und mobile Datennetze.

Die eigentliche Funktionalität eines Gerätes liegt nun nicht mehr in seinem Gehäuse, sondern in der Software. Das Gerät selbst ist nur Mittel zum Zweck damit die Menschen die Anwendung bestmöglich nutzen können. Wenn Geräte dieselbe Sprache sprechen, dann können Anwendungen auch im selben Gehäuse untergebracht werden, sofern dies der bestmöglichen Nutzung dient. Ein Fernseher ist also nicht mehr der Apparat, der Zuhause steht, sondern die Applikation (Software), die im Apparat untergebracht ist. Solche Applikationen können beispielsweise im Computer, im Telefon oder im Tablet versorgt werden. Dass einst eigenständige Geräte zu multifunktionalen Geräten geworden sind, nennt man auch Konvergenz.

Der moderne Mensch will also jede Anwendung, die er gerade braucht, in der bestmöglichen Form zur Verfügung haben. Ist er unterwegs, dann sieht er vielleicht via Wireless Hotspot auf dem Tablet fern. Befindet er sich zuhause, bevorzugt er vielleicht den grossen Bildschirm des Fernsehgerätes und nutzt die Möglichkeiten des ultraschnellen Glasfaseranschlusses.

### Zusammenfassung

- Geräte sprechen dieselbe Sprache.
- Geräte sind nur Behälter, in welchen die nutzbringenden Anwendungen versorgt werden.
- Je nachdem, wo man sich gerade befindet, nutzt man für dieselbe Anwendungsart ein anderes Gerät.

## 2.3 Stecker im Wandel der Zeit

Der «all – IP» Trend hat auch innerhalb der Wohnungsinfrastruktur Spuren hinterlassen. Gut sichtbar ist dies bei den Steckdosen. Während es früher beispielsweise separate Dosen für die Telefonie oder für den Fernseher gab, können heute alle Dienste aus einer Steckdose bezogen werden. Da immer gleichartige Daten transportiert werden, egal ob damit ferngesehen oder telefoniert wird, können diese Daten in einer gemeinsamen Infrastruktur geführt werden. Zur Wahl steht die Dreilochdose, welche von Kabelnetzanbietern verwendet wird oder die Datendose (RJ45), wie sie in der übrigen Datenwelt im Einsatz ist. Deshalb ist diese Schnittstelle auch bei den Geräten am häufigsten. Zunehmend findet man auch eine Steckdose für Glasfaserkabel in den Wohnungen. Diese ist für die Datenübertragung auf höchstem Niveau ausgelegt.



TT-Dose Schweiz – 1980/TT83/87/8-Dose Schweiz 1980/TV & Radio3  
Loch-Dose / RJ-45 ab 1995/Glasfaser – OTO ab 2007

Dort wo ein Endgerät die Schnittstelle noch nicht erfüllt, muss mit **Adaptern** operiert werden. Im Fachhandel findet man eine grosse Vielfalt von Adaptern für verschiedenste Anwendungsarten.



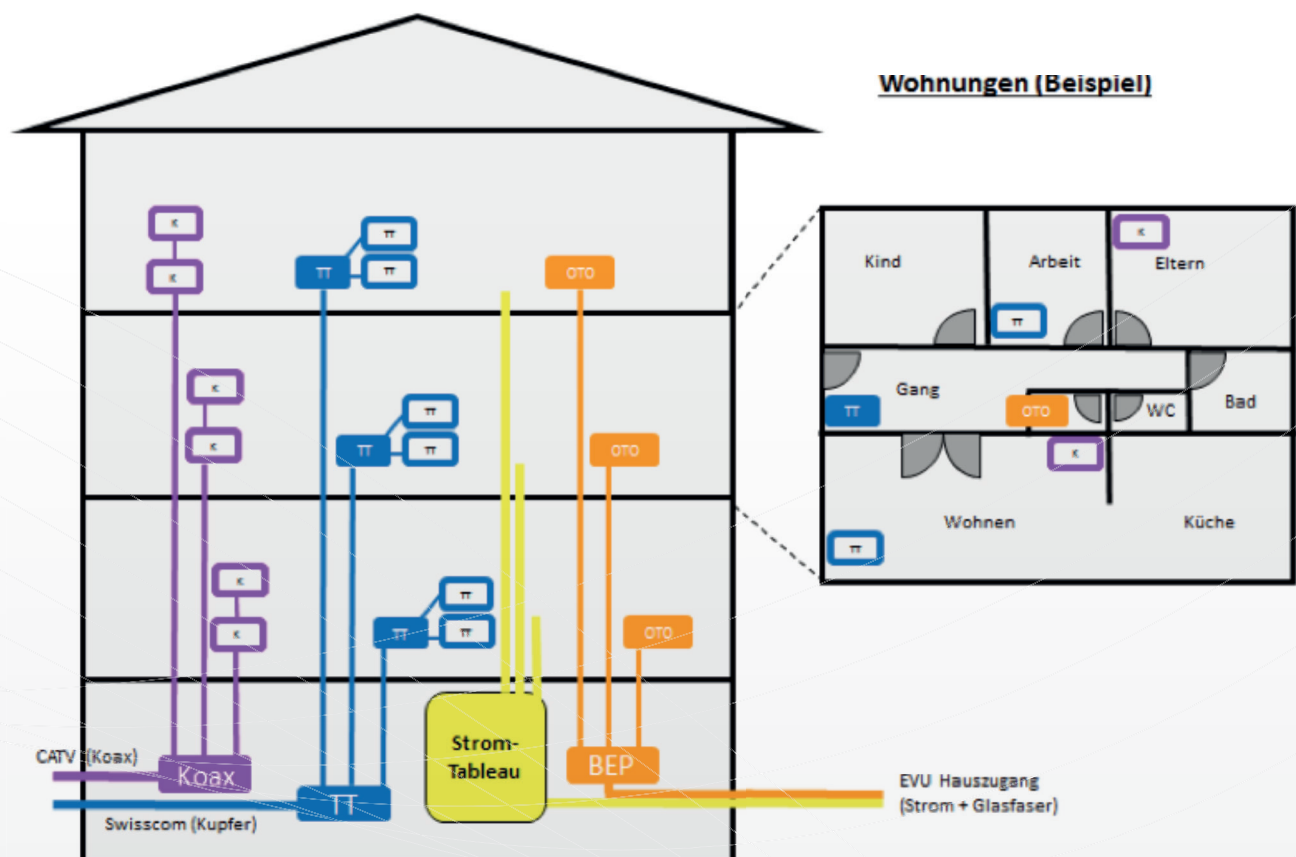
## 2.4 Wohnungsverkabelung im Wandel der Zeit

In den meisten Häusern findet man – historisch bedingt – zwei Verkabelungen vor: Eine ursprünglich für die Telefonie installierte Kupferverkabelung, und eine für den Fernseh-Empfang vorgesehene Koaxialverkabelung. In älteren Wohnungen befinden sich die Dosen vielfach im Wohnzimmer und im Gang. In neueren Wohnungen sind meist mehrere Koaxialdosen vorhanden. Eine flexible Nutzung der Wohnräume ist dadurch meistens etwas eingeschränkt. Mit der Einführung der Funktechnologie haben die Bewohner vor allem an Flexibilität gewonnen.

Mit dem vielerorts stattfindenden Rollout der Glasfasernetze wird in vielen Häusern zusätzlich noch eine Glasfaserverkabelung bis in die Wohnungen verlegt.

Bei Neubauten in Gebieten, die bereits mit Glasfasern erschlossen wurden, kann auf mehrere Verkabelungstypen verzichtet werden. Stattdessen können diese Bauten auch im Hausinneren lediglich mit Glasfasern vernetzt werden.

Bisherige Verkabelung von Wohnungen (Beispiel)



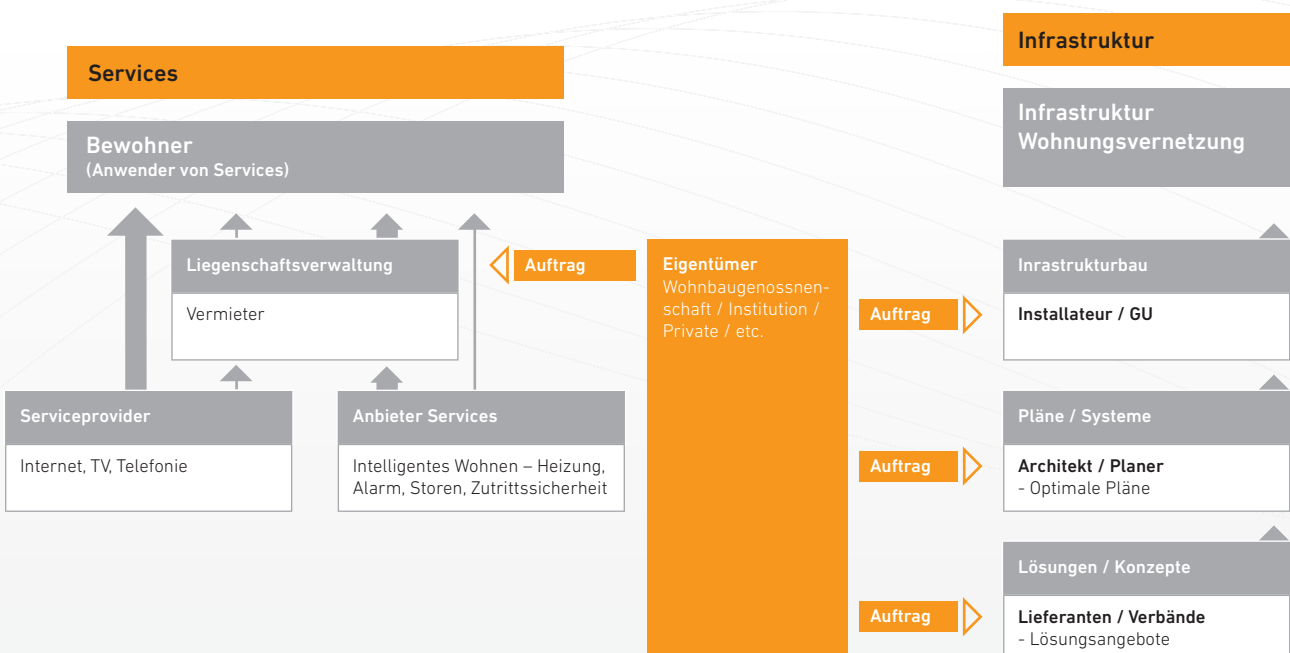
## 2.5 Rollen bei der Infrastruktur- und Serviceerstellung

Bei der Erstellung der Netzwerkinfrastruktur und bei der Nutzung der Telekommunikationsdienste verfolgen der Bauherr und der Bewohner meistens zwei voneinander getrennte Prozesse.

Nachfolgende Abbildung zeigt die verschiedenen Rollen entlang der beiden Prozesse.

### Beschreibung der Rollen und der Verantwortlichkeiten

- Bewohner (Mieter):** Optimales Nutzen der bestehenden Infrastruktur. Sollte diese den Anforderungen nicht genügen, in Rücksprache mit Vermieter prüfen, ob dieser die Infrastruktur erweitert. Wenn nicht, prüfen ob Nachzug in bestehenden Rohren möglich, sonst mobile Lösungen wie drahtlos (W1), PLC (P1)
- Eigentümer:** Erhalten des Mietwertes. Möglichst kostengünstig eine Infrastruktur realisieren, die langfristig nutzbar ist.
- Liegenschaftsverwaltung (Vermieter):** Die Liegenschaftsverwaltung ist verantwortlich für die Zufriedenheit des Mieters und somit auch für die Datenkommunikations-Infrastruktur. Sie liefert auch oft Zusatzleistungen im Bereich Gebäudeautomation (Gegensprechanlagen, Türöffner, Dimmer, Storenheber, etc.).
- Planer, Architekt:** Unterstützt den Eigentümer in seinen Zielen und berät diesen optimal.
- Installateur:** Berät Architekten und Eigentümer bei der Umsetzung der Projekte, die er plant und realisiert. Die Umsetzung der neuen Anforderungen erfordert Spezialkenntnisse.
- Anbieter von Services:** Im Bereich «intelligentes Wohnen» sind die Leistungen oft im Wohnungspreis enthalten. Die Services werden in der Regel via Liegenschaftsverwaltung bereitgestellt (z. B.: Türöffnungssysteme). In Einzelfällen können jedoch zusätzlich weitere Dienstleistungen (beispielsweise Alarmierung, Assisted Living, etc.) bezogen werden.
- Serviceprovider:** Anbieter von Telecom-Services (Dienstleistungen) in den Bereichen Fernsehen, Internet, Telefonie und Mobil-Services.



## 2.6 Anforderungskatalog

Bauherren, Architekten, Hausbewohner oder Investoren können verschiedene Anforderungen an die Dienste, die Technologie oder an die Infrastruktur stellen. Entsprechend kann jede der erwähnten Gruppen mit abweichenden Anforderungen konfrontiert werden. Diese können durch Wünsche von Dritten oder durch technologische Trends entstehen.

Nachfolgende (nicht abschliessende) Aufzählung verschafft einen Überblick über mögliche Anforderungen der verschiedenen Anspruchsgruppen:

- Serviceprovider: Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Anbietern (zumindest in dicht besiedelten Gebieten).
- Dienstleistungsangebot Büro-Kommunikation und Unterhaltung: Services basieren immer mehr auf IP (Over the Top/Skype/WhatsApp/etc.) und immer öfter auf Cloud Dienstleistungen (Software as a Service/ Filme-VoD).
- Dienstleistungsangebot im Bereich Sicherheit, Assisted Living, Hausautomation: Separate Installationen sind noch weit verbreitet. Dennoch finden Drahtlossysteme immer breiteren Einsatz.
- Endgeräte: Endgeräte werden multifunktional, d. h. sie können für mehrere Dienstleistungen benutzt werden, und für einen Service können verschiedene Endgeräte benutzt werden (TV via PC, iPad, etc.).
- Speichersysteme: Der Trend geht weg von separaten Datenträgern (Langspielplatte, CD, DVD) zu lokalen Speichermedien (NAS) oder in die Cloud (z. B. Software as a Service, Musik, Videos, Fotos, Mails, etc.).
- Steckersysteme: Diese wandeln sich stetig. Ethernet RJ 45 wird für viele Services zum Standard. Anpassungen auf Seite des Endgerätes ist üblich (Übergangsstecker oder aber auch Set Top Box/TV-Box).
- Verfügbarkeit: Services sollen möglichst immer laufen und wenig Abhängigkeit von Release-Wechsel aufweisen.
- Einfachheit/Komfort: Services sollen einfach bedien- und installierbar sein (universelle Fernbedienung).
- Platzbedarf: Es sollen möglichst wenige Geräte und Kabel benötigt werden (kein Kabelsalat).
- Bandbreite: Bedarf steigt stetig (Verdoppelung in 1.5 Jahren) , ebenso steigt die Nachfrage nach symmetrischen Bandbreiten.
- Flexibilität: Wo die Geräte stehen, sollen Anschlussmöglichkeiten (Drahtlos/Draht) vorhanden sein. Flexible Nutzung der Wohnräume soll einfach möglich sein.
- Kosten/Standards: Günstige Lösungen für alle Geräte, die Datenkommunikation benötigen, am richtigen Ort. Keine teure Verdrahtung oder Programmierung der Geräte. Universalgeräte (z. B. Fernsteuerung mit Mobile-Phone).
- Zukunftssicherheit: Lösungen im Verkabelungsbereich sollen möglichst lange einsetzbar sein (Standards).
- Strahlung: möglichst wenig zusätzliche Strahlungen (kein Kopfweh, WLAN und Handy abschaltbar).
- Datenschutz: Die Vorgaben müssen eingehalten werden/ Sicherheit/IT-Sicherheit.

## 3. WERT DER DATENKOMMUNIKATIONS- INFRASTRUKTUR IN DER WOHNUNG

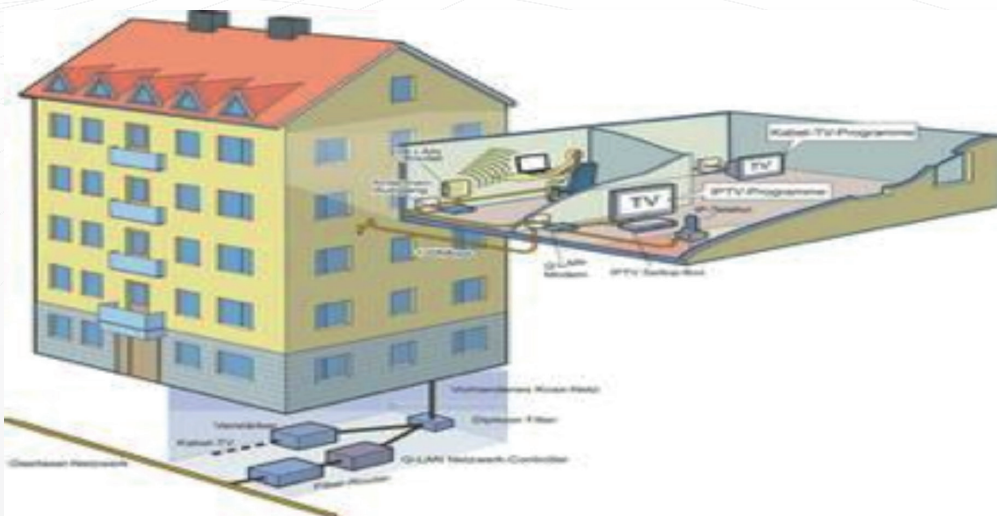
### 3.1 Wert einer Verkabelung

In den heutigen «Bewertungsgrundlagen von Wohneigentum» von Banken und Immobilien-Treuhändern ist kein fixer Wert zu finden, der die Gebäudeverkabelung berücksichtigt. Dies brachten Anfragen bei mehreren Vertretern aus dem Immobilien- und Bankenbereich ans Licht, die anlässlich der Ausarbeitung des vorliegenden Leitfadens befragt wurden. Die angefragten Unternehmen sind sich aber einig, dass der Stellenwert der Gebäudeverkabelung in Zukunft bedeutend höher sein wird als heute. Ein hoher Nutzen und damit ein entsprechend hoher Wert wird insbesondere dann erreicht, wenn die Verkabelung so gestaltet ist, dass sie eine hohe Flexibilität bei der Nutzung der Geräte und der Wohnräume ermöglicht.

In der bestehenden Praxis kann eine nicht vorhandene Gebäudeverkabelung (Datenkommunikation, Gebäudetechnik oder sogar Strom) zu einem Minderwert des Gebäudes oder der Wohnung führen. Eine Tendenz, die sich gemäss Fachleuten in der nahen Zukunft weiter akzentuieren wird.

Immobilienverwaltungen empfehlen ihren Kunden (Eigentümer), dass sie im Bereich Telecom-Services kein fixes Angebot im Mietzins einrechnen, sondern den Entscheid dem Mieter überlassen. Sollte der Mieter die Wahl der Verwaltung nämlich nicht akzeptieren, müssen die Zugänge gesperrt und die Kosten rückvergütet werden. Eine Wohnungsverkabelung, die eine freie Wahl des Serviceproviders erlaubt, ist damit für alle Parteien die beste Lösung.

Investitionen in eine gute Verkabelungsinfrastruktur sind heute wertsteigernd und morgen werterhaltend.



Flexibilität in jedem Raum

## 3.2 Schneller Internetzugriff in allen Räumen ist kein Luxus mehr

War das Internet noch vor einem Jahrzehnt eine Art riesige Bibliothek, für die ein Internet-Anschluss genügte, um sich am bereitgestellten Wissen zu bedienen, so hat es sich heute längst zu einer Kommunikationsplattform gewandelt, die uns bald in allen Lebensbereichen tangiert. Dieser Wandel ist allerdings längst noch nicht abgeschlossen. Das Internet entwickelt sich zunehmend zu einer Konnektivitätsplattform, die nicht nur Menschen verbindet und Informationen verknüpft, sondern immer mehr auch Geräte, Sensoren und Maschinen. Nachfolgend sind einige Beispiele aufgelistet, die den Einfluss des Internets in unserem Alltag dokumentieren:

- Unterhaltung: Filme und Nachrichten stehen unabhängig von Zeit (Information kann auch zeitverschoben bezogen werden) und Ort (kein fixes Bezugsgerät – Information kann über den Fernseher, das Radio, auf Tablets, Mobile Phones oder PC abgerufen werden).
- Ausbildung, Schulung, Weiterbildung: Angebote via Internet verdrängen bisherige Informationsquellen wie Bibliotheken, Lexika, Schulungen vor Ort, Bücher etc.
- Informationsaustausch mit Kollegen, Freunden: E-Mail, Facebook, Chats, etc. verdrängen das Briefeschreiben oder Telefonieren.
- Informationsaustausch mit Behörden, Banken, Finanzen: E-Mail, elektronischer Zahlungsverkehr, Informationen und Auskünfte werden immer mehr übers Internet bezogen.
- Sicherheit (Alarmierung) und Gesundheit (Assisted Living, e-Health): nehmen an Bedeutung zu
- In-Home-Steuerung: Immer mehr Geräte werden elektronisch zentral gesteuert (z. B.: Storen, Heizung, Licht, Geschirrspüler, etc.)

Der zunehmend hohe Stellenwert dieser neuen Anwendungen erhöht die Anforderungen an die Datenkommunikations-Infrastruktur in der Wohnung. Sie muss von überall her einen uneingeschränkten und schnellen Zugriff aufs Internet sicherstellen.

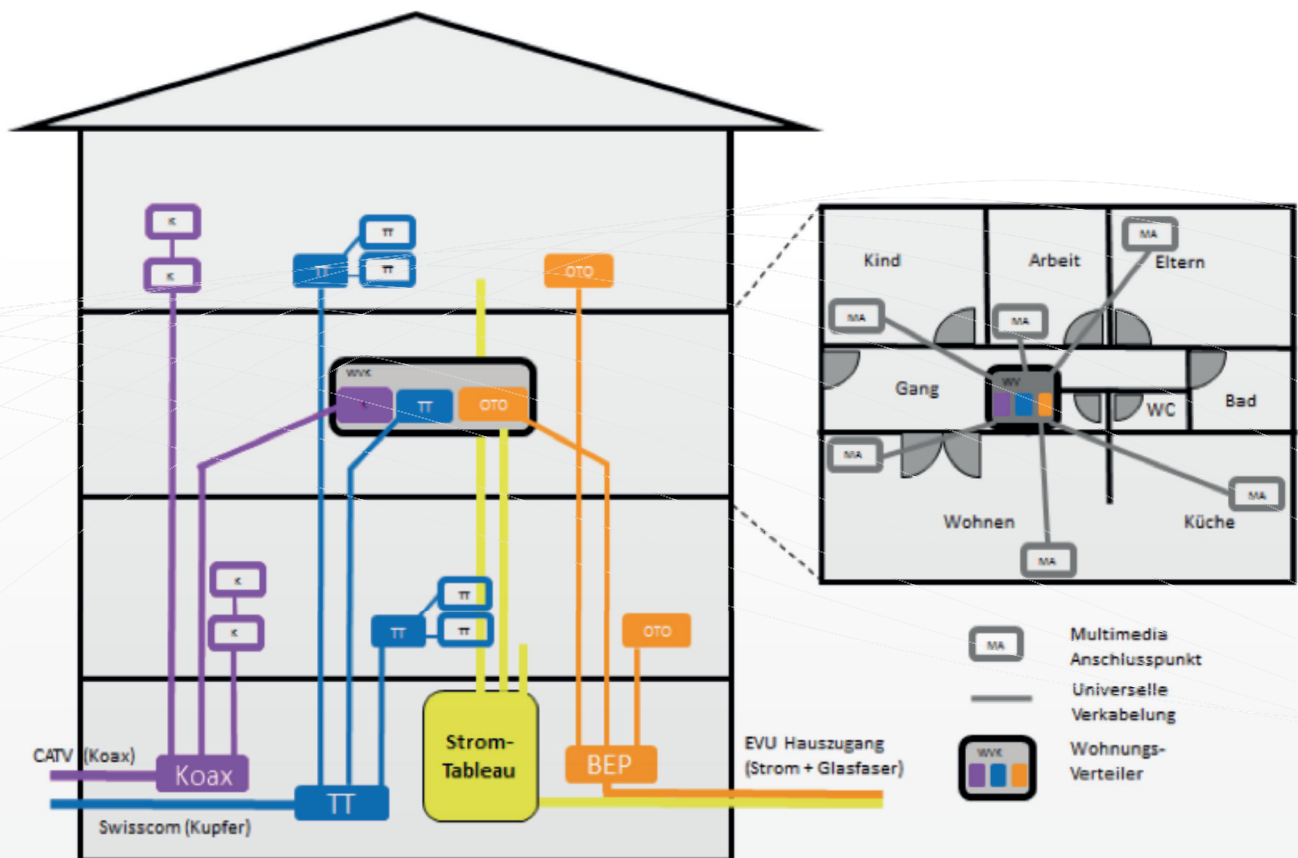
Eine Wohnungsverkabelung sollte daher folgende Merkmale aufweisen:

- Flexibilität in Bezug auf Nutzungen (z. B: Wechsel eines Kinderzimmers und eines Büros).
- Zukunftssicherheit in Bezug auf künftige Bandbreitenbedürfnisse.
- Wahlfreiheit der Bewohner in Bezug auf den Serviceprovider zulassen.

## 4. LÖSUNGSANSÄTZE

Aufgrund unterschiedlichen Alters der Gebäude, gibt es bei der Hausverkabelung keine Standardlösung. Wenn es die Situation zulässt, empfiehlt sich die Installation einer strukturierten Verkabelung: Von einem zentralen Punkt in der Wohnung aus, werden alle Zimmer sternförmig verkabelt. Wo immer möglich, sind parallele Datenkommunikations-Infrastrukturen zu vermeiden, da diese wenig Flexibilität erlauben und in der Regel wesentlich teurer sind.

### Verkabelung von Wohnungen via Wohnungs-Verteilkasten (WVK)



Beispielhaus mit allen Verkabelungstypen

In **Neubau-Wohnungen oder in renovierten Wohnungen**, erfolgt, wie bereits erwähnt, die Erschliessung ab einem zentralen Punkt in der Wohnung. Typischerweise handelt es sich bei diesem zentralen Punkt um den Wohnungs-Verteil-Kasten (WVK). Der strukturierte Aufbau und die Verteilung der Multimedia-Anschlusspunkte ab einem zentralen Wohnungsverteiler ermöglichen wahlweise die einfache Nutzung von TV, Telefon und Highspeed-Internet in jedem Zimmer der Wohneinheit, ganz nach den Wünschen des Nutzers.

In **älteren Wohnungen** sind unterschiedliche Verkabelungen vorhanden. In diesen Fällen müssen gezielt Übergangslösungen gefunden werden. Solche können mit der Drahtlos-Technologie, mit Datenübertragung über das Stromkabel (PLC) oder mit Nachverdrahtungen unter den Fussleisten realisiert werden. In der Regel wird eine Wohnungsverdrahtung erst nach Jahrzehnten erneuert.

Nachfolgend werden Lösungsmöglichkeiten auf der Ebene der Verrohrung aufgezeigt. Berücksichtigt werden unterschiedliche Verkabelungsarten, Funklösungen und die Datenübertragung über das Stromkabel. Die Lösungsansätze werden zusätzlich in Bezug auf Qualität, Bandbreite und Strahlungseigenschaft bewertet. Die Betrachtung beschränkt sich auf den Bereich vom Übergabepunkt in der Wohnung (Neubau: WVK/Altbau: Steckdose Carrier) bis zum Endgerät. Hausverkabelung (Steigzone) und Hausanschluss sind nicht Bestandteil dieses Dokuments. Diese Themen werden in spezifischen Leitfäden behandelt.

## 4.1 Verrohrung von Wohnungen

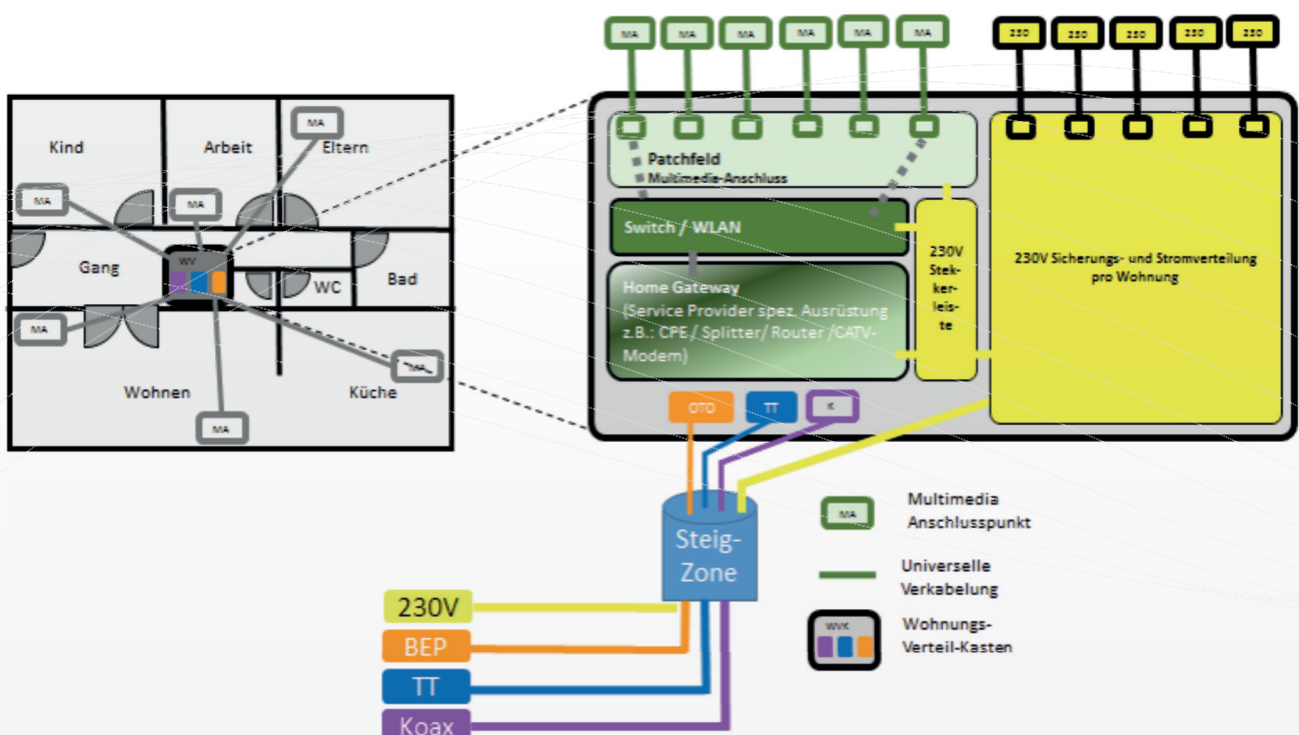
Im Grundsatz gilt die Regel: Lieber ein Leerrohr zu viel als eines zu wenig. Sind genügend Rohre vorhanden, lässt sich eine Verkabelung auch zu einem späteren Zeitpunkt mühelos realisieren oder erweitern.

Bei **Neubauten oder bei Renovationen** sollten, wo möglich, folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Prinzipiell sollten alle Wohnungen sternförmig von einem Punkt aus, dem Wohnungs-Verteil-Kasten (WVK), erschlossen werden.

- Der WVK enthält im Prinzip einen Strom- und einen Datenkommunikationsbereich. Der Bereich für die Datenkommunikation sollte eine flexible Wahl unterschiedlicher Lösungen ermöglichen (Router, Switch, NAS, WLAN, etc.). Dies erfordert (inklusive Elektrobereich) ein Volumen von  $800 \times 800 \times 110 \text{ mm}$  ( $b \times h \times t$  – davon 250 mm Breite für den Elektrobereich). Alternativ genügt auch ein Volumen von  $550 \times 800 \times 210 \text{ mm}$ . Bei dieser Variante gilt es jedoch zu beachten, dass sowohl die Kühlung als auch die Montage der Telekomkomponenten weniger optimal vorgenommen werden können.

Wohnungs-Verteilkasten (WVK)



Der Verteilkasten als zentraler Punkt



- c) Der Deckel des WKV sollte nicht metallisch sein (verhindert WLAN- und DECT-Ausbreitung).
- d) Die Verrohrung sollte folgende Durchmesser ausweisen: 25 mm (Minimum) bis 32 mm (Empfehlung).
- e) Beim Verlegen der Rohre muss ein Mindestradius von 15 mm eingehalten werden (Einzugsfähigkeit plus Mindestradius eines Glasfaserkabels).
- f) Pro Zimmer sollte mindestens eine Netzwerk-Dose vorhanden sein. Zimmer ab 30 m<sup>2</sup> sollten zwei oder mehr Rohre an unterschiedlichen Orten haben.
- g) Die Verwendung eines Rohres für verschiedene Anwendungen (Strom und Datenkommunikation via Glas/POF) ist zum Teil möglich. Die langfristige Betrachtung favorisiert jedoch das Führen von separaten Rohrleitungen, um bei allfälligen Anpassungen genügend Flexibilität zu bieten.
- h) Der WKV muss gelüftet sein.
- i) Bei der Verrohrung sollte nicht gespart werden. Hier kann für wenig Geld eine Grundlage gelegt werden, die langfristig die erforderliche Flexibilität und Nachrüstbarkeit sicherstellt und damit den Marktwert der Wohnung sichern hilft. Die gewählte Verrohrung sollte dem neusten Stand der Technik entsprechen und muss die Bauvorschriften einhalten.

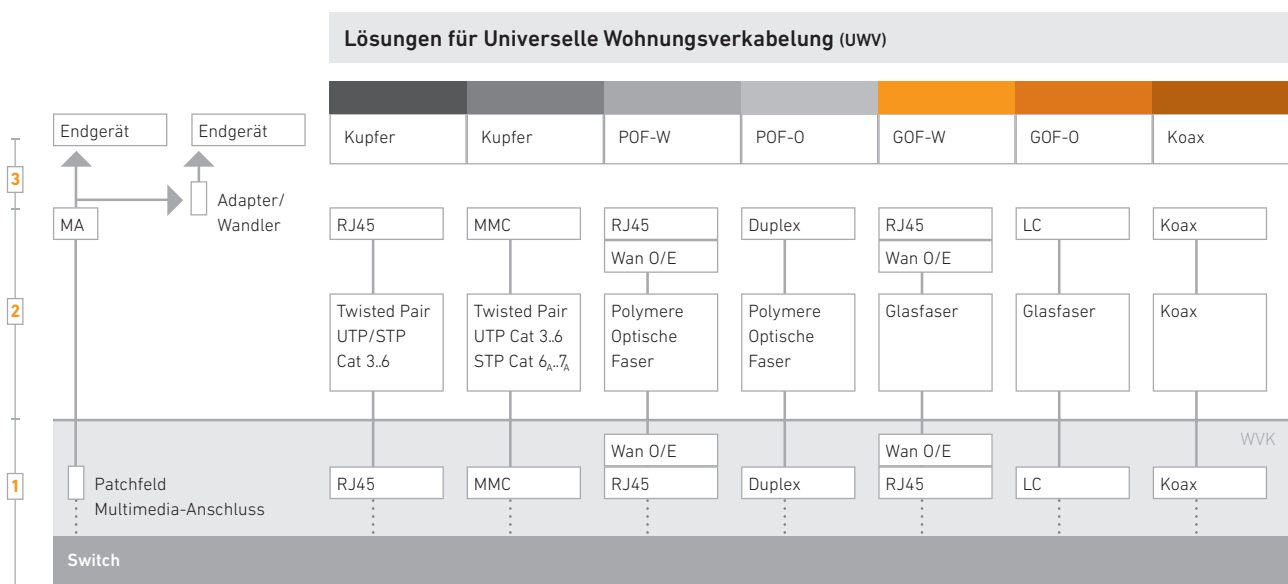
**Bei bestehenden Bauten** sind die Rohranlagen gegeben. Alternativ kann das Verlegen von Kabeln unter die Fussleiste geprüft werden. Auch das Nachziehen von Polymer Optical Fiber (POF) oder Glas Optical Fiber (GOF) Kabeln in Rohranlagen mit Stromkabeln, ist eine mögliche Lösung. In der Regel erweisen sich in diesen Fällen jedoch die Verwendung von Drahtlos-Lösungen oder die Datenübertragung über das Stromnetz PLC (Kap 3.3) als die einfachere Lösung.



Beispiel eines Verteilkastens mit Telekommunikationsgeräten

## 4.2 Drahtgebundene Vernetzung der Wohnung

Drahtgebundene Lösungen lassen sich mit verschiedenen Arten von Kabeln realisieren. Zur Wahl stehen beispielsweise Kupfer-, Polymer-Optische- (POF), Glasfaser- (GOF) oder Koaxialkabel.



1 Patchkabel bis 10m | 2 Universelle Wohnungsverkabelung UWV bis 50m | 3 Patchkabel bis 1m

■ Twisted Pair RJ45 | ■ Twisted Pair Div Plugs | ■ POF RJ45 | ■ POF Duplex | ■ GOF RJ45 | ■ GOF LC | ■ Koax

Beispiele für drahtgebundene Vernetzung

Im Wohnungs-Verteil-Kasten wird eine Überführung vom Switch auf das Patchfeld ausgeführt (bis 1 Meter). Vom Patchfeld aus gehen die Kabel sternförmig zu den einzelnen Zimmern und bilden die universelle Wohnungsverkabelung. Diese startet mit dem Stecker im Patchfeld und endet auf einem Wand- oder Bodenstecker im entsprechenden Zimmer. Die Distanz vom Hauptverteiler bis zum Stecker sollte bei Kupferkabeln 50 Meter möglichst nicht überschreiten (Stammkabel). Im Zimmer können Patchkabel von bis zu 10 Metern Länge verwendet werden.

Es ist auch möglich Endgeräte direkt zu verbinden. Je nach Steckersituation auf dem Endgerät sind hierfür jedoch Adapter nötig. Auch kann es sein, dass abhängig vom Funktionsumfang des Endgerätes, zusätzlich Wandler nötig sind (z. B. Set-Top-Box/TV-Box, etc.). Eine universelle Wohnungsverkabelung lässt sich mit verschiedenen Ausführungsvarianten lösen, wobei jede Lösung unterschiedliche Merkmale aufweist. Die nachfolgende Tabelle vergleicht mehrere Ausführungsvarianten.

#### Eigenschaften der kabelgebundenen Varianten (K1 bis K7)

Variante	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Kriterium	Twistet Pair RJ45	Twistet Pair Div Plugs	POF RJ45	POF Duplex	GOF RJ45	GOF LC	Koax
Mittlere Übertragungsgeschwindigkeit	300 Mbps	600 Mbps	1 Gbps	1 Gbps	10 Gbps	10 Gbps	500 Mbps
Kabeltyp	Cat 3-6	Cat 3-7	Kunststoff-faser	Kunststoff-faser	Single Mode GF	Single Mode GF	RG/Aircell
Kabellänge max.	100 m	100 m	50 m	50 m	1 km	1 km	200 m
Steckertyp	RJ45	Div Plugs	RJ45 mit o/e Wandler	Steckerlos oder SMI	RJ45 mit o/e Wandler	LC-APC	BNC/TNC
Abstrahlung	kaum	kaum	keine	keine	keine	keine	kaum
Empfindlichkeit gegen El. Felder	wenig empfindlich	wenig empfindlich	unempfindlich	unempfindlich	unempfindlich	unempfindlich	wenig empfindlich
Biegeradius	8* Durchmesser	8* Durchmesser	> 15 mm	> 15 mm	> 5 mm	> 5 mm	> 50 mm
Bemerkungen Verlegung	–	–	Auch mit 230V Kabel möglich	Auch mit 230V Kabel möglich	Auch mit 230V Kabel möglich	Auch mit 230V Kabel möglich	–
Energieverbrauch (W)	0	0	1.5	0	2.5	0	0
Bemerkung Verfügbarkeit	Störung durch Nachbar W-Lan	Störung durch anderen Funk	Je nach Stromverlegeart	Je nach Stromverlegeart			
Kosten Neubau/ Renovation	teuer*	teuer*	günstig	günstig	mittel	mittel	teuer*
Kosten Nachrüsten**	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	teuer*

Bemerkung: Die obigen Werte sind Durchschnittswerte zum Zeitpunkt der Erstellung der Tabelle. Diese können im Einzelfall durch technische Entwicklung rasch überboten werden. Aufgrund der Wichtigkeit, haben wir den Parameter als Richtwert in der Tabelle belassen.

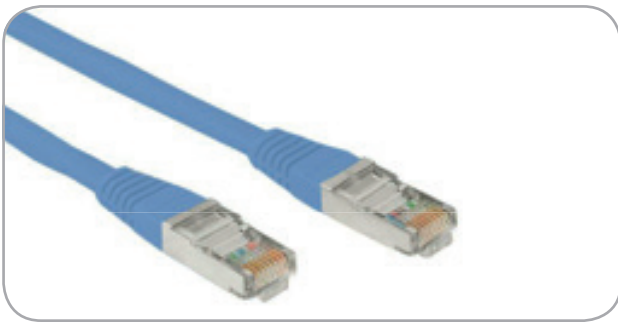
\* Werden bei Renovationen separate Rohre notwendig, wird der Aufwand teuer.

\*\* Beim Nachrüsten werden oft spezielle Fussleisten verwendet oder bei K3–K6 auch die Rohre der Elektroverdrahtung.

**Nachfolgend werden pro Kabeltyp ausführliche spezifische Eigenschaften aufgelistet:**

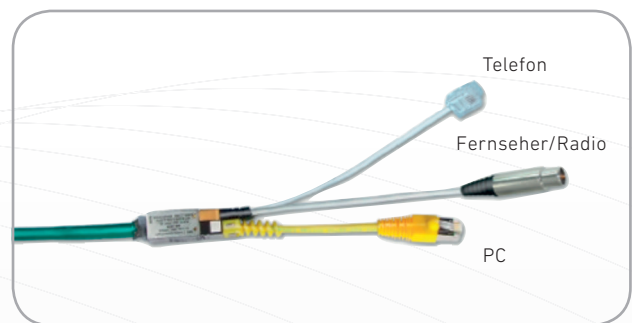
#### **K1 – Twisted Pair RJ45**

- a) Normverkabelung mit hoher Bandbreite, wenig störungsempfindlich
- b) Viele Anschlussmöglichkeiten, da RJ45 heute als Standard gilt. Es können entsprechende Patchkabel und Adapter (z. B. TV) verwendet werden.
- c) Für hochwertige Datenübertragungen und bei neuen Verkabelungen wird die höchste Güteklasse (Cat6) eingesetzt.



#### **K2 – Twisted Pair div Stecker**

- a) Verkabelung mit hoher Bandbreite, wenig störungsempfindlich
- b) Multimediaverkabelung mit der Möglichkeit an einem Stecker 4 verschiedene Geräte mit unterschiedlichen Steckern (Telefon, Koax-Fernsehen, PC, ...) zu verbinden. Die Einspeisemöglichkeit muss geprüft werden, da Koax oft nicht im Wohnungs-Verteil-Kasten vorhanden ist. Die speziellen Stecker bei Telefonen und Fernseher werden immer häufiger durch RJ45 ersetzt. Für bisherige Lösungen optimale Verbindungslösungen möglich.
- c) Im Idealfall wird in jedem Zimmer oder an jedem Arbeitsplatz ein Multimedia-Anschluss platziert. Es können vier Dienste gleichzeitig übertragen werden. Die Zugänge sind jederzeit neu zuteilbar. Ein multimediales Netzwerk wie HomeNet® transportiert sämtliche Signale mittels eines einzigen Kabeltyps vom Verteilpunkt zur Anschlussdose. Alle vier Aderpaare eines Kabels werden genutzt, um über die gleiche Buchse auf maximal vier unterschiedliche Dienste zuzugreifen.



### K3 – POF RJ45

- a) Die POF-Kabel für die optische Übertragung in Duplex-Ausführung haben einen Aussendurchmesser von  $2 \times 2.2$  mm. Der optisch leitende Kern besteht jeweils aus einer Step-Index POF-Faser mit 1 mm Kerndurchmesser. Die Faser wird mit rotem LED-Licht (650 nm) ausgeleuchtet.
- b) POF bietet grosse Vorteile beim Verlegen, da die Stecker einfach und ohne Spleiss-einrichtung montiert werden können (insbesondere bei Nachverdrahtungen oder bei Renovationen mit unbekannter Rohrlänge von Vorteil).
- c) Bestehende 230V-Rohranlagen können verwendet werden. Somit eignet sich POF besonders zum Nachverdrahten ohne «Spitzarbeiten».
- d) Um ab RJ45-Anschlüssen an beiden Enden ein elektrisches Signal über ein optisches POF-Kabel zu übertragen, wird das elektrische Signal in ein optisches und wieder zurückgewandelt werden. Im Verteil-Kasten wird diese Aufgabe von einem POF-Switch mit RJ45-Eingang und einer Anzahl an optischen Ausgängen, oder von einem Medienkonverter übernommen. Der **Wandler** bei der Steckdose ist im Normalfall in die Dose integriert und wird von der Steckdose mit 230V versorgt. Wenn an der Dose keine Stromversorgung zur Verfügung steht, muss diese durch das Rohr nachgezogen werden.

### K4 – POF Duplex

- a) Heute gibt es sehr wenige Endgeräte, welche direkt über optische Schnittstellen verfügen. Diese Lösung ist somit eher für künftige Anwendungen geeignet. Das Verkablungssystem ist identisch mit dem unter K3 beschriebenen, jedoch entfallen die **Wandler** an den jeweiligen Kabel-Enden.



Kabel abschneiden



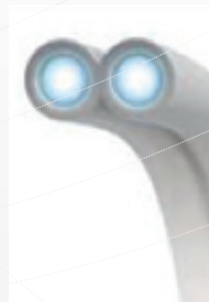
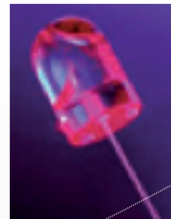
Stecker herausziehen



Kabel einführen



Stecker pressen



## K5 – GOF RJ45

- a) Die Verkabelung mit Glasfasern (GOF=Glass Optical Fiber) bietet hinsichtlich der nahezu unbegrenzten Bandbreite die zukunftsorientierteste Lösung, deren heutige Investition auch noch in 30 Jahren die benötigte Bandbreite liefern kann. Die Übertragung erfolgt dabei bidirektional über eine einzige Faser (simplex Kabel und simplex Anschlüsse). Die Fasern werden mit Laser beleuchtet.
- b) Eine GOF-Verkabelung ist für Neubauten, Umbauten und Erweiterungen bestehender Wohnungen geeignet.
- c) Ein Glasfaserkabel kann mit Stromleitungen im selben Rohr verlegt werden.
- d) Mit einem DiaLink Steckersystem kann man heute eine solche Glasfaserverkabelung einfach und kostengünstig auch ohne zu Spleissen ausführen.
- e) Mit einem Steckerdurchmesser von weniger als 6 mm und der integrierten Zugkappe (Bild 1), kann der DiaLink sehr einfach durch Rohre gezogen werden (Bild 2).
- f) Das robuste Kabel erlaubt beim Einziehen eine Zugkraft von 300 Nm (30 kg), es besitzt mit bis 500 kg eine extrem hohe Trittfestigkeit. Der minimale Biegeradius liegt bei 5 mm (10 mm Durchmesser). Mit all diesen Eigenschaften ist ein Verlegen unter der Fussleiste absolut unproblematisch (Bild 3).
- g) Sind die genauen Längen der nötigen Verkabelung nicht bekannt, bleibt die bewährte und weit verbreitete Spleisstechnik.
- h) Eine weitere Möglichkeit mit einer vorkonfektionierten Variante besteht darin, eine Überlänge von bis zu 6 Metern sehr kompakt im Wohnungsverteiler abzulegen.
- i) Je nach Installationsvariante können die gezogenen Kabel direkt in ein OTO (Wandauslassdose) eingesteckt werden und von da mit einem einfachen Patchcord zum Home-Gateway oder Endgerät (entspricht Variante K6) verbunden werden (Bild 4.).
- j) Fehlt im Endgerät eine optische Schnittstelle, dann sind Wandauslassdosen mit integriertem Wandler zu verwenden, der die optisch/elektrische Wandlung auf einen RJ45 Stecker bringt.

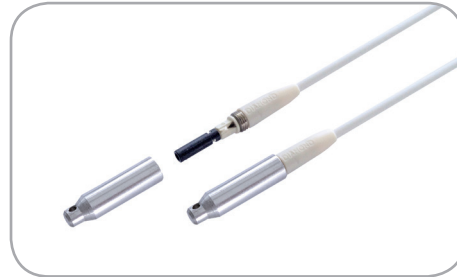


Bild 1



Bild 2

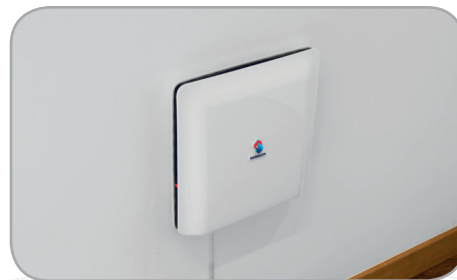


Bild 3

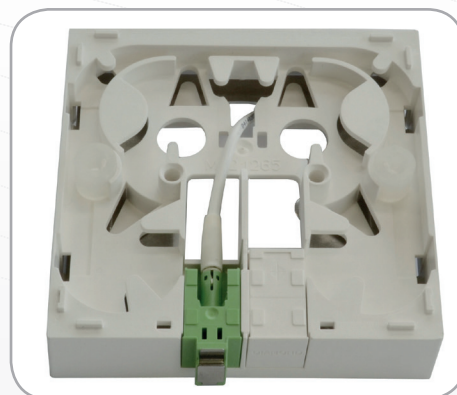


Bild 4

### K6 – GOF LC

- a) Heute gibt es sehr wenige Endgeräte, welche direkt über optische Schnittstellen verfügen. Diese Lösung ist somit eher für künftige Anwendungen geeignet. Das Verkabelungssystem ist identisch mit dem unter K5 beschriebenen, jedoch entfallen die Transceiver an den jeweiligen Enden der Verkabelung.

### K7 – Koax

- a) Koaxkabel sind für hohe Bandbreiten ausgelegt und sind wenig störungsempfindlich. Sie haben je nach Typ unterschiedliche Kabeldurchmesser (bis 15 mm) und haben in der Regel einen Biegeradius von ca. 50 mm.
- b) Koax wird oftmals ausschliesslich für den Grundanschluss einer Wohnung verwendet. Via Set-Top-Box werden die einzelnen Dienste wie Fernsehen, Telefonie, Radio oder Internet auf anderen Steckern angeboten. Ab diesen müssen die Zugänge zu den Endgeräten sichergestellt werden.



### Generelle Bemerkungen zu den Systemen

- Drahtgebundene Übertragungssysteme verursachen kaum Strahlenbelastung in Wohnungen. Entsprechend lässt sich mit solchen Lösungen Elektrosmog in Wohnungen verhindern.
- Drahtgebundene Übertragungssysteme sind sehr sicher, weitgehend störungsunempfindlich und weisen je nach Realisierungsart grosse Bandbreiten auf.
- Optische Übertragungssysteme (K3,4,5,6) haben gegenüber kupferbasierten Kabeln den Vorteil, dass sie absolut störungsunempfindlich gegenüber elektromagnetischen Feldern sind. Zudem weisen sie die höchste Leistungsfähigkeit in Bezug auf Bandbreiten auf.
- Systeme aus dem Bereich Intelligentes Wohnen (Steuern von Licht, Storen, Türschliesssystemen, Alarmen, Bewässerungssystemen etc.) verwenden in der Regel die Verdrahtung K1, K2 wenn dies von anfang an geplant ist. Nachträgliche Installationen verwenden auch Wireless- (Kap. 3.3) oder PLC- (Kap 3.4) Technologien.
- Es gibt kombinierte Stecker, welche den Einsatz verschiedener Verkabelungen zulassen:



Beispiel: 3-Loch MMD

## 4.3 Lösungen ohne Datenkabel

Für Datenübertragung in den Bereichen:

- **Mobile Endgeräte**, wie Tablet-PC oder Mobil Phones, sind WLAN Lösungen heute Standard.
- **Unterhaltungs- und Bürokommunikationsbereich in Wohnungen ohne Datenkabel-Infrastruktur** eignen sich Lösungen mit Wireless-Systemen oder mit Datenübertragung über das Stromnetz (PLC). Beide Varianten erfordern keinen Kabelnachzug und keine Spitzarbeiten. Im Gegensatz zu den Lösungen mit separaten Datenkabeln, weisen diese Lösungen aber Nachteile bezüglich störungsfreier Übertragung und Abstrahlung aus.
- **«Intelligentes Wohnen»** sind Lösungen mit Wireless-Systemen oder mit Datenübertragung über das Stromnetz besonders geeignet, da diese schmalbandigen Anwendungen keine teuren Datenkabel erfordern.

Infrarot-Lösungen sind nur auf Sichtdistanz einsetzbar und eignen sich für Fernbedienungen aber kaum für Wohnungsverdrahtungen. DECT ist ein Standard, mit dem lediglich Telefone drahtlos kommunizieren können, für die universelle Vermaschung von Geräten ist DECT nicht geeignet und wird somit in diesem Kontext nicht als vollwertige Lösung bewertet.

### W1-WLAN

- Wireless Anbindung von Endgeräten über WLAN ist heute ein Quasi-Standard für alle mobilen Geräte wie Mobile-Phone, Laptop, E-Book, Tablet-PC etc. In Wohnungen gehört die ein WLAN damit zum Standard.
- Der Standort des Senders soll so gewählt werden, dass alle kommunizierenden Geräte gut erreicht werden können. In grösseren Wohnungen kann die Verbindung mit WLAN-Access-Points oder mit Repeatern erfolgen.
- Je mehr Geräte kommunizieren, desto kleiner ist die Bandbreite, die den einzelnen Geräten zur Verfügung steht.
- Auch Nachbarwohnungen haben WLAN. Die verschiedenen WLAN müssen in Bezug auf Frequenz (ca. 50 Frequenzen) und Leistung optimal aufeinander abgestimmt werden. Neue Systeme machen dies automatisch.

- Die WLAN Datengeschwindigkeit hängt von Störeinflüssen ab. Für grosse Bandbreiten und fixe Installationen eignen sich drahtgebundene Systeme besser.

### W2-spezifische Wireless-Systeme für «Intelligentes Wohnen»

- Die Steuerung von Storen, Licht, Garagentoren, Feuer- oder Rauchmelder, etc. sind jeweils auch über Wireless-Systeme möglich. In der Regel sind diese in die Produkte integriert. Der Vorteil dieser Systeme ist, dass sie einfach und kostengünstig nachträglich installiert werden können. Ihr Nachteil ist, dass die verschiedenen Wireless-Systeme (bspw. EnOcean, ZigBee, Z-Wave, Bluetooth etc.) in der Regel untereinander nicht kompatibel sind.

### P1-PLC-Inhouse (Power-Line-Communication)

- PLC-Systeme nutzen die Stromleitungen indem sie die Daten hochfrequent aufmodulieren. Diese Technik führt zu Strahlenbelastungen im Umkreis der Wohnung und war in der Vergangenheit Störeinflüssen unterworfen. Die heutigen Geräte arbeiten in der Regel stabil.
- Die Geräte basieren auf dem HomePlugAV-Standard und sind somit herstellerunabhängig kompatibel. Es sind verschiedene Interfaces verfügbar: Ethernet, HomePlug, WLAN, MoCa.
- Damit die Daten nicht gelesen werden können, werden sie verschlüsselt. Es können mehrere, logisch getrennte Netzwerke auf demselben Stromleitungsnetz realisiert werden.

### P2-spez. Power-Line Systeme für Schmalband-Kommunikation





a) Die Steuerung von Storen, Licht, Schalter, Garagentoren, Feuer- oder Rauchmelder etc. ist jeweils auch über schmalband PLC-Systeme möglich. In der Regel sind diese in die Produkte integriert oder in Nüsternklemmen vorgeschaltet. Der Vorteil dieser Systeme ist, dass diese einfach und kostengünstig nachträglich installiert werden können. Der Nachteil dieser Systeme ist, dass diese in der Regel unter-einander nicht kompatibel sind. Es gibt verschiedene solche PLC-Systeme.

Nachfolgende Tabelle vergleicht die verschiedenen alternativen Vernetzungsmöglichkeiten

Variante	W1	W2	P1	P2
Kriterium	WLAN	spezifische Wireless Systeme	PLC	Schmalband PLC (Gebäudeinformationssysteme)
Mittlere Übertragungsgeschwindigkeit	100 Mbps	50 Mbps	150 Mbps	5 Mbps
Einsatzlänge	20 m	5 m	50 m	100 m
Steckertyp			RJ-45	Diverse
Abstrahlung	100 mW	bis 100 mW	10 mW	1 mW
Empfindlichkeit gegen El. Felder	sehr empfindlich	sehr empfindlich	empfindlich	empfindlich
Energieverbrauch	10 W	10 W	3 W	0.2 W
Bemerkung Verfügbarkeit	Störung durch Nachbar W-Lan	Störung durch anderen Funk	Je nach Stromverlegeart	Je nach Stromverlegeart
Kosten Neubau/Renovation	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig
Kosten Nachrüsten	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig

Bemerkung: Die obigen Werte sind Durchschnittswerte zum Zeitpunkt der Erstellung der Tabelle. Diese können im Einzelfall durch technische Entwicklung rasch überboten werden. Aufgrund der Wichtigkeit, haben wir den Parameter als Richtwert in der Tabelle belassen.



## 5. UMSETZUNGSTIPPS

In Kapitel 4 wurden die heute üblichen Realisierungsmöglichkeiten aufgezeigt und deren Eigenschaften beschrieben. In diesem Kapitel werden verschiedene Hinweise für die Lösungsumsetzung aufgeführt.

### 5.1 Grundsätze

Für die Realisierung empfiehlt openaxs folgende, begründete Hauptpunkte zu beachten:

#### 1. Eine Datenkommunikations-Infrastruktur in der

**Wohnung:** Eine einzige universelle Infrastruktur kann alle Anforderungen der Kommunikation und Smart Home erfüllen. Verschiedene Verkabelungen wie beispielsweise Kupfer für die Telefonie oder Koax fürs Fernsehen sind nicht notwendig.

**Begründung:** Parallelinfrastrukturen lassen in der Regel wenig Flexibilität zu beispielsweise bei der Umnutzung von Räumen. Gewisse Parallelinfrastrukturen (z. B. Kabelnetze) sind an einen Provider gebunden und lassen keinen Providerwechsel zu. Anpassungen der Parallelinfrastruktur an neue Bedürfnisse sind schwierig umzusetzen. Der Aufbau und Betrieb von Parallelinfrastrukturen sind teurer als bei einer Infrastruktur. Eine einzige, flexible Infrastruktur erhöht den Marktwert der Immobilie.

**2. Zentraler Verteilpunkt:** Die Vernetzung der Wohnung sollte ab einem zentralen Wohnungs-Verteil-Kasten (WVK) erfolgen, in dem möglichst alle Serviceprovider-Anschlüsse zugreifbar sind (Kupfer-, Koax-, Glasfaseranschluss des Infrastrukturanbieters sowie interne Anschlüsse wie Satellitenantenne etc.). Der Verteil-Kasten enthält auch ein Home Gateway, das die Signale des Serviceproviders so umwandelt, dass diese von den einzelnen Endgeräten verstanden werden. In der Regel ist dies IP. Im Wohnungs-Verteil-Kasten sollte auch ein Switch platziert werden können.

**Begründung:** Nur ein zentraler Verteilpunkt kann die Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Service-providern sicherstellen. Der WVK ermöglicht zudem eine flexible Anpassung der Verkabelung bei ei-ner Umnutzung von Räumen oder bei neuen Bedürfnissen (z. B. 1Gbps-Anschlüsse). Heute ist IP und Ethernet der Trend zur Übertragung. Mit der Platzierung der entsprechenden Ausrüstung (Router) am zentralen Verteilpunkt lässt sich die flexible Vernetzung der Wohnung einfach umsetzen.

**3. Verrohrung:** Ab dem zentralen Verteilpunkt, sollen die Rohre für die Datenverkabelung sternförmig in die einzelnen Zimmer geführt werden. Grosse Zimmer sollten mehr als einen Anschluss haben. Die Rohre ermöglichen eine strukturierte Verkabelung, die den jeweiligen Bedürfnissen angepasst werden kann. So können auch Spezialkabel, beispielsweise für Lautsprecher oder Videosignale, eingezogen werden. Bei Renovationen sind Verkabelungen über Elektrorohre für optische Kabel möglich. Sofern da kein Platz vorhanden ist, sind auch Verkabelungen über Sockelleisten möglich.

**Begründung:** Eine separate Verrohrung bietet höchste Flexibilität und Lebensdauer. Bei Neubauten ist darauf zu achten, dass alle Räume mit genügend Rohren versehen werden. Ein Nachzug über die Elektroverdrahtung ist mit Glasfaserkabeln oder POF-Kabeln möglich, wenn genügend Raum für den Nachzug vorhanden ist. Die Glasfaser ist in der Länge und der Bandbreite fast unbegrenzt, der Anschluss des Glasfastersteckers ans Glasfaserkabel ist jedoch schwierig. POF lässt sich einfach verlegen und anschliessen, ist jedoch in der Reichweite und der Bandbreite im Vergleich zu Glas limitiert.

**4. Anschliessen von Endgeräten:** Eine Verbindung über ein Datenkabel ist die sicherste Verbindungsmöglichkeit in Bezug auf Störeinflüsse und Datenrate. Künftig werden die meisten Geräte über Ethernet angeschlossen werden können. In der Übergangsphase sind jedoch auch andere Stecker üblich (Telefon – RJ14, Fernseher – Koax, ...). Der Adapter sollte auf Seite des Endgerätes angebracht werden (z. B. Set Top Box vor Fernseher). Ist keine Verbindung über ein Datenkabel möglich oder ist diese zu aufwändig, so sind Verbindungen über WLAN oder PLC möglich. Diese Verbindungsart funktioniert bei geringen Datenmengen und wenig Störeinflüssen meistens problemlos.

**Begründung:** Stationären Geräte, die hohe Bandbreiten und sichere Verbindungen benötigen (Fernsehgeräte, PC, Speicher) sollten via Kupferkabel oder optische Verbindungen erschlossen werden, da dies in Bezug auf Bandbreite und Störeinflüsse die beste Anschlussmöglichkeit ist. Im Weiteren geben Verbindungen über Datenkabel keine Strahlung ab. Verbindungen über WLAN oder PLC weisen in der Regel weniger Bandbreite auf und sind anfälliger auf Verbindungsunterbrüche.

**5. WLAN:** Viele Geräte können heute nur via WLAN angesprochen werden (Smart-Phones, Tablets, etc). Eine WLAN Installation ist heute oft im Home-Gateway (Router) integriert. Wenn der WLAN Punkt im WVK ist, muss darauf geachtet werden, dass der Kasten keine metallischen Türen aufweist. Bei grossen (Wohn-)flächen oder Standort im Keller, kann der Einsatz von WLAN-Access-Points oder Repeatern notwendig sein.

**Begründung:** WLAN-Verbindung für den Anschluss von mobilen Geräten wie Smart-Phones und Tablets wird als Ergänzung der Kabelinfrastruktur zunehmend zum Standard. Diese Geräte benötigen eine zuverlässige WLAN-Anbindung in allen Räumen.

## 5.2 Umsetzung der Empfehlungen (pro Zielgruppe)

Je nach Bedürfnisträger (Bewohner, Planer oder Eigentümer) und Realisierungszeitpunkt (Adaption bei Wechsel des Serviceproviders, Renovation, Neubau) gelten andere Rahmenbedingungen und stehen andere Realisierungsmöglichkeiten im Vordergrund. Deshalb wird für die Umsetzung der Empfehlungen nachfolgend auf die einzelnen Zielgruppen eingegangen.

Wir unterscheiden die folgenden Bedürfnisträger, beziehungsweise Zielgruppen:

- Bewohner
- Planer
- Eigentümer

Die weiteren Rollen gemäss Darstellung in Kap. 2.5 sind nur ausführend, nicht aber entscheidend involviert. Deshalb wird hier darauf nicht weiter eingegangen.

Die Sicherheitsvorschriften gemäss Kap. 5.4 müssen bei der Umsetzung eingehalten werden.

### Umsetzung aus Sicht der Bewohner (Mieter)

**Problemstellung für die Bewohner:** Die Bewohner möchten sich für ein neues Angebot eines Serviceproviders entscheiden, möchten an einem neuen Standort in der Wohnung Geräte verbinden oder möchten neue Geräte mit andern Steckern anschliessen. Wo noch keine «universelle Gebäudeverkabelung» vorhanden ist, kann eine solche Anpassung nicht ohne weiteres umgesetzt werden.

### Mögliches Umsetzungsvorgehen für Bewohner:

1. Anforderungen erfassen:
  - In welchem Zimmer benötige ich welche Dienste/ Geräte/Funktionen?
  - Über welche Anschlüsse stehen mir diese zur Verfügung?
  - Unterstützt der Vermieter eine Erweiterung der Verkabelung durch Kostenübernahme, akzeptiert er Erweiterungen durch den Mieter oder beharrt er auf einem Rückbau bei Auszug?
2. Lösungsansätze prüfen und entscheiden:
  - Abhängig von den vorhandenen Nachzugsmöglichkeiten in bestehenden Datenkabelrohren, Elektrorrohren oder Fussleistenkanälen können Kupferkabel, Glasfaser oder Polymer-Optische Fasern (POF) nachgezogen werden. Dies garantiert eine sichere, störungsfreie Breitband-Verbindung in der ganzen Wohnung.
  - Wo dies nicht möglich oder zu aufwändig ist, sind Datenübertragungen über PLC oder über WLAN möglich. Diese funktionieren auf kurze Distanzen, bei geringen Datenmengen und wenig Störquellen in der Regel problemlos.
  - Tablets und Smart-Phones benötigen für den mobilen Betrieb meistens ein WLAN. In grossen Wohnungen stellen über Kabel erschlossene Access Points die flächendeckende Abdeckung sicher.
3. Umsetzung planen oder beauftragen:
  - Abhängig von der Komplexität der gewählten Lösung und von den eigenen Kenntnissen, kann die Lösung selber umgesetzt werden. Spätestens wenn bestehende Rohre genutzt werden sollen
  - oder bauliche Massnahmen in der Wohnung notwendig werden, sollte ein Installateur beigezogen werden. Mögliche Partner für die Umsetzung sind im Kapitel 7 dieses Leitfadens aufgelistet.

### Umsetzung aus Sicht eines Planers (Architekten)

**Problemstellung für den Planer:** Der Planer hat den Auftrag, dem Eigentümer eine kostengünstige Lösung für die Wohnung vorzuschlagen, die einen hohen Nutzen für den Mieter aufweist und damit den Wert der Immobilie steigert. Die Lösung soll zudem so flexibel sein, so dass auch bei einer Umnutzung der Liegenschaft keine wesentlichen Anpassungen notwendig sind. Dabei muss der Planer die Bedürfnisse der künftigen Mieter berücksichtigen, ohne diese im Detail zu kennen. Zudem kann er bei Neubauten und bei Renovierungen nicht gleich vorgehen.

#### Mögliches Umsetzungsverfahren für Planer:

1. Anforderungen erfassen:
  - Nutzungsprofil der Wohnung oder Geschäftsliegenschaft erstellen: In welchem Raum kann wo, was angeschlossen werden?
2. Lösungsansätze prüfen und entscheiden:
  - Bei einer Renovation muss geprüft werden, wo Nachzugsmöglichkeiten in bestehenden Datenkabelrohren, Elektrorohren oder Fussleistenkanälen bestehen.
    - Wo Platz ist, können Kupferkabel, Glasfaser oder Polymer-Optische Fasern nachgezogen werden. Dies garantiert eine sichere, breitbandige und störungsfreie Verbindung.
    - Wo dies nicht möglich oder zu aufwändig ist, sind Datenübertragungen über PLC oder über WLAN möglich. Diese funktionieren auf kurze Distanzen, bei geringen Datenmengen und wenig Störquellen meistens problemlos.
  - Bei Neubauten muss der Wohnungs-Verteil-Kasten (WVK) richtig platziert und es müssen genügend Rohre für die Datenkommunikation vorgesehen werden. Die Wahl der Verkabelung hängt vom Nutzungskonzept (Längen, Bandbreiten etc) ab.
  - Für einen flächendeckenden WLAN-Zugang müssen in grossen Wohnungen zusätzlich Rohre für den Anschluss von möglichen WLAN-Access-Points geplant werden.

- Die Wahl des Serviceproviders und die Bestückung des WVKs mit Set-Top-Box, WLAN-Router, etc. obliegt dem Bewohner (Mieter). Die Aufgabe des Planers beschränkt sich somit auf Kasten, Rohre und Kabel.

#### 3. Umsetzung planen oder beauftragen:

- Abhängig von der Komplexität der gewählten Lösung und von den eigenen Kenntnissen, kann eine Lösung selber umgesetzt werden. Für komplexe Wohnungen oder Geschäftshäuser können Spezialfirmen die Planer bei der Umsetzung unterstützen. Mögliche Partner für die Umsetzung sind im Kapitel 7 dieses Leitfadens aufgelistet.

### Umsetzung aus Sicht des Eigentümers

**Problemstellung für den Eigentümer:** Der Eigentümer ist daran interessiert, langfristige Mietverhältnisse zu guten Konditionen einzugehen. Das bedeutet, dass die Wohnungen für die Mieter attraktiv sein müssen – dies auch in Bezug auf die Telecom-Infrastruktur. Im Weiteren ist es wichtig, dass der Eigentümer dem Bewohner (Mieter) die Wahlfreiheit lässt, welchen Serviceprovider er wählt. Der Bewohner wird die Aktivausrüstungen und Endgeräte mitbringen und diese auf der bestehenden Infrastruktur aufbauen.

#### Mögliches Umsetzungsverfahren des Eigentümers:

- Anforderungen an Planer weitergeben (Pflichtenheft):
  - Mögliche Wohnungszwecke definieren und dem Planer kommunizieren.
  - Vorgaben zur flexiblen Nutzung der Datenkommunikations-Infrastruktur und dem angestrebten Mehrwert der Immobilie machen.
2. Lösungsansätze prüfen und entscheiden:
    - Lösungsansätze des Planers in Bezug auf den Mehrwert der Immobilie und das Einhalten der Planungsgrundsätze prüfen.
  3. Umsetzung planen oder beauftragen
    - Auftrag an Installateur vergeben (evtl. via Planer). Mögliche Partner für die Umsetzung sind im Kapitel 7 dieses Leitfadens aufgelistet.

## 5.3 Protokolle, Normen und Glossar

Protokolldefinitionen und Normierungen sind eine wichtige Grundlage für die Ausschreibung für Planer und Architekten. Eine Zusammenfassung der geltenden Normen kann via [www.openaxs.ch/normen](http://www.openaxs.ch/normen) heruntergeladen werden.

Ein Glossar mit den verwendeten Fachbegriffen kann via [www.openaxs.ch/glossar](http://www.openaxs.ch/glossar) heruntergeladen werden.

## 5.4 Sicherheitsvorschriften

### 5.4.1 Verbraucher 230 V

**Diverse Komponenten (u.a. Spannungsversorgung 5 V, Leitungsschutzschalter)**

**im Multimediaverteiler werden an das elektrische Hausinstallationsnetz von 230 V AC angeschlossen. Diese Spannung kann beim Berühren tödlich wirken. Eine nicht fachgerechte Montage kann schwerste gesundheitliche oder materielle Schäden verursachen.**

Die Komponenten dürfen nur von einer Elektrofachkraft an das elektrische Hausinstallationsnetz angeschlossen oder von diesem getrennt werden. Eine Elektrofachkraft ist eine Person, die auf Grund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie ihrer Kenntnis der einschlägigen Normen die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren durch Elektrizität erkennen kann.

Die Angaben und Anweisungen in der entsprechenden Anleitung müssen zur Vermeidung von Gefahren und Schäden stets beachtet werden.

**Vor dem Arbeiten an den eingebauten Komponenten muss die Zuleitung über die vorgeschaltete Sicherung spannungslos gemacht werden. Installation nur durchführen, wenn elektrische Spannungslosigkeit sichergestellt ist (Kontrolle mit Messgerät).**

Da die Anschlüsse an die Komponenten in jedem Fall als spannungsführend zu betrachten sind, muss die Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) SEV 1000 betreffend Trennen von Energieverbrauchern eingehalten werden.

### 5.4.2 Multimediatechnik

**Eine nicht fachgerechte Montage in einer Umgebung mit Niederspannungserzeugnissen (230 V AC) kann schwerste gesundheitliche oder materielle Schäden verursachen.**

Die Geräte dürfen nur von einer Elektrofachkraft montiert, angeschlossen oder entfernt werden. Eine Elektrofachkraft ist eine Person, die auf Grund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie ihrer Kenntnis der einschlägigen Normen die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren durch Elektrizität erkennen kann.

**Die Installation der Geräte in Kombination mit einem Niederspannungsgerät (Netzanschluss) nur dann durchführen, wenn elektrische Spannungslosigkeit sichergestellt ist (Kontrolle mit Messgerät).**

Die Installation ist nach der geltenden Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) SEV 1000 vorzunehmen.

**ACHTUNG:** Bei Kombination mit Niederspannungsgeräten ist auf die richtige Trennung gegenüber dem entsprechenden Kleinspannungsnetz (SELV, PELV, FELV) gemäss NIN zu achten.



## 6. FAZIT/ZUSAMMENFASSUNG

In den letzten Jahren hat sich der Telecom-Markt von einem Monopolbetrieb zu einem aktiven Markt mit vielen verschiedenen Service Providern gewandelt. Damit die Bewohner einer Wohnung optimal von dieser Vielfalt profitieren können, muss die Datenkommunikations-Infrastruktur der Wohnungen angepasst werden.

Heute zeigt sich für die Kommunikation wie auch für Smart-Home ein Trend, dass immer mehr Endgeräte auf IP (Internet Protokoll) basieren. Das heisst, die Geräte sprechen zunehmend dieselbe Sprache. Sofern dies nicht der Fall ist, sind meist Lösungen mit vorgeschalteten Geräten (z. B. Set-Top-Box vor dem Fernseher) verfügbar, die die Adaption auf IP vornehmen.

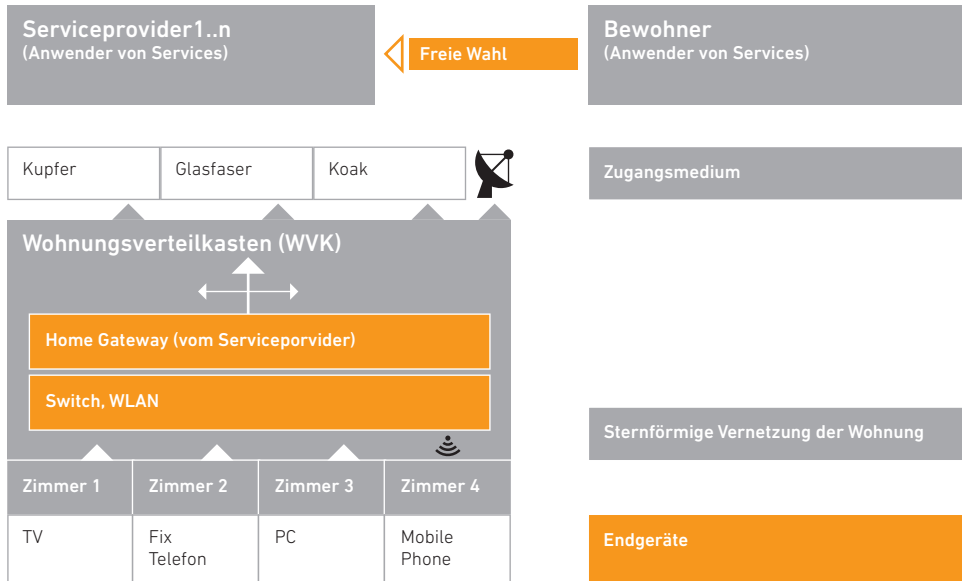
Die einzelnen Geräte werden immer multifunktionaler. So ist beispielsweise ein Tablet gleichzeitig ein PC, ein Fernseher, ein Fotoapparat und ein Radio. Gewisse Geräte werden nur mobil verbunden (z. B. Smart-Phones oder Tablets via WLAN). Wird eine bestimmte Qualität sowie Übertragungssicherheit gewünscht, so kann diese in der

Regel nur via eine verdrahtete Lösung hergestellt werden. Diese Verdrahtung soll ab einem zentralen Punkt erfolgen, dem Wohnungs-Verteil-Kasten (WVK). Dorthin sollten auch die verschiedenen Zu-gangsmedien (Kupfer, Koax, Glas, Satellit, etc. hingeführt werden). Nur so hat der Nutzer (Bewohner) die freie Wahl des Serviceproviders. Ab diesem Verteilkasten sollten Rohre sternförmig in die einzelnen Zimmer, zu den Endgeräten, geführt werden. Dies garantiert höchste Flexibilität und macht weitere Parallelverkabelungen überflüssig.

Wechselt ein Bewohner seinen Serviceprovider, kann dies gewisse Anpassungen in der Datenkommunikations-Infrastruktur erforderlich machen. Umso wichtiger ist, die frühzeitige und systematische Planung der entsprechenden Verrohrung, so dass für die erforderlichen Anpassungen einfache, sichere und kostengünstige Lösungen zur Verfügung stehen.



## Ideale Vernetzung





## 7. UMSETZUNGSUNTERSTÜTZUNG DURCH PROFESSIONELLE UNTERNEHMEN

Fördermitglieder von openaxs unterstützen Sie bei Planung und Realisierung der Telecom-Verdrahtung in Ihrer Wohnung:

Unternehmen	Kontakt	Kernkompetenz
<b>Arnold AG</b>	Vorstadt 20 3380 Wangen +41 32 631 77 77 info@arnold.ch www.arnold.ch	Telecom-Netzbau
<b>BKS Kabel-Service AG</b>	Herr Martin Heiniger Fabrikstrasse 8 4552 Derendingen +41 32 681 54 32 openaxs@bks.ch www.bks.ch/openaxs	Verkabelungslösungen, Multimedia, HomeNet
<b>BKW ISP AG</b>	Bahnhofstrasse 20 3072 Ostermundigen +41 31 330 55 44 info@ispag.ch www.ispag.ch	Beratung/Planung/Installation
<b>Brugg Kabel AG</b>	Klosterzelgstrasse 28 5201 Brugg +41 56 460 33 33 info.infrastruktur@brugg.com www.bruggcables.com	Glasfaserkabel und Zubehör
<b>Casacom solutions AG</b>	Interne Dienstleistungsstelle Brandstrasse 33 8952 Schlieren info@casacom.ch www.casacom.ch	Beratung im Showroom und Lösungsanbieter für Smart Home
<b>Cisco Systems GmbH</b>	Richtstrasse 7 8304 Wallisellen 0800 179 317 www.cisco.ch	Das Produktportfolio von Cisco umfasst beinahe alle Bereiche des Netzwerkbetriebs. Als weltweit führender Anbieter von Lösungen im Telekommunikationsbereich kann Cisco Sie bei allen Herausforderungen im Bereich Kommunikation, Netzwerk und Sicherheit unterstützen.
<b>Diamond SA</b>	Verkaufs- und Service-Center Zürich Industriestrasse 8 8625 Gossau ZH +41 43 833 80 80 info_de@diamond.ch für Deutsch info_fr@diamond.ch für Französisch www.diamond.ch	Glasfaser Lösungen

Unternehmen	Kontakt	Kernkompetenz
<b>ETAVIS Rast &amp; Fischer AG</b>	Gasshof 1 6014 Luzern +41 41 259 81 80 www.vinci-energiesschweiz.ch	Planung, Engineering und Realisation für Telekommunikationsinfrastruktur im Bereich der Kabel- und Glasfasernetze sowie der digitalen Datenübertragung
<b>Feller AG</b>	Herr Hansrudolf Staub Bergstrasse 70 CH 8810 Horgen +41 44 728 77 77 hansrudolf.staub@feller.ch www.feller.ch	Beratung im Showroom des Marktführers für Schalter und Steckdosen wochentags während Bürozeiten
<b>Hager AG</b>	Sedelstrasse 2 6020 Emmenbrücke +41 41 269 90 00 infoch@hager.com www.hager.ch	Theorie und Praxis kann in Emmenbrücke an einem Ort gelebt werden. Im neuen Kundencenter ist der ideale Rahmen, um das gesamte Hager-Know-how an einem Ort aufzuzeigen. Produkte und Lösungen werden hier ausgestellt.
<b>Homefibre GmbH</b>	Bauelenzelgstrasse 20 8193 Eglisau +41 43 523 01 00 info@home-fibre.ch www.home-fibre.ch	POF-Netzwerklösungen – Anbieter von optischen Netzwerkkomponenten für Wohnung, Haus- und Büro -Unterstützung für Bauherren, Planer und Installateure im Bereich Vernetzung von Wohnungen und Immobilien.
<b>Huawei Technologies Switzerland AG</b>	Verkauf Schweiz Waldeggstrasse 37 3097 Liebefeld +41 31 979 78 88 www.huawei.com	Huawei – ein weltweit führender Anbieter von Telekommunikationslösungen. Das Lösungsportfolio umfasst unter anderem alle Komponenten zur Realisierung von Ultra-Breitband Zugangsnetzen.
<b>Huber + Suhner AG</b>	Herr Marco Cucchia Verkauf Schweiz Gebietsverkaufsleiter Kommunikation +41 44 952 28 58 phone +41 44 952 23 23 fax www.hubersuhner.com marco.cucchia@hubersuhner.com	Excellence Connectivity Solutions Verkabelungslösungen für Triple Play Installationen
<b>Landis+Gyr AG</b>	Verkauf Schweiz Theilerstrasse 1 6300 Zug +41 41 935 65 00 info.ch@landisgyr.com www.landisgyr.ch	Energiemessung, Smart Metering, Energie Management, Vernetzung Energiemessung-Smart Home
<b>Reichle &amp; De-Massari AG</b>	Verkauf Schweiz Binzstrasse 31 8620 Wetzikon +41 44 931 97 77 che@rdm.com www.rdm.com	Führender Anbieter von passiven Verkabelungslösungen für hochwertige Kommunikationsnetze. Unsere Kupfer- und Glasfasersysteme leisten weltweit einen entscheidenden Beitrag für eine maximale Verfügbarkeit der Netze.

openaxs Verband  
Moserstrasse 52  
3014 Bern

T 031 550 12 12

[www.openaxs.ch](http://www.openaxs.ch)  
[info@openaxs.ch](mailto:info@openaxs.ch)

Der Verband openaxs fördert eine flächendeckende offene Telekom-Infrastruktur in der Schweiz, welche einen echten Wettbewerb im Telekom-Markt ermöglicht, die Standortattraktivität der Gemeinden erhöht und die Energiewende unterstützt. Die Verbandsmitglieder sind Energieversorger, Kabelnetzunternehmen und bevorzugte Partner der Glasfaserindustrie.

Mitglieder openaxs (Stand: September 2014):

AEW Energie AG, Aziende Municipalizzate Bellinzona (AMB), Elektrizitätswerk Herrliberg, EW Jona-Rapperswil AG, Energie Service Biel/Bienne (ESB), Energie und Wasser Meilen AG, Energie Wasser Bern (EWB), Energie Wasser Luzern (EWL), Gemeinde Amlikon-Bissegg, Groupe E SA, Industrielle Werke Basel (IWB), Liechtensteinische Kraftwerke, Romande Energie SA, Sankt Galler Stadtwerke (SGSW), Services Industriels de Genève (SIG), St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG (SAK), Stadtwerk Winterthur, Stadtwerke Gossau, Technische Betriebe Flawil, Technische Betriebe Weinfelden AG

Fördermitglieder: Arnold AG, BKS Kabel Service AG, BKS Kabel-Service AG, BKW ISP AG, Brugg Kabel AG, cablex AG, casacom solutions AG, Cisco Systems GmbH, Diamond SA, Effectas GmbH, Ericsson AG, ETAVIS Rast + Fischer AG, Feller AG, Fibre Lac SA, Gas&com AG, Hager AG, Homefibre GmbH, Huawei Technologies Switzerland AG, Huber + Suhner AG, Keymile AG, Landis+Gyr AG, Litecom AG, Reichle & De-Massari AG, Sunrise Communications AG, TM Concept AG, VINCI Energies Schweiz AG