



**TRIAx**  
connecting the future

## White paper

# SAT Fibre Optics Satellitenempfang über LWL stark im Kommen

### Die attraktive Alternative zur Fernsehversorgung in der Wohnungswirtschaft

Bereits seit Anfang 2010 werden Lichtwellenleiter in der Sat-ZF-Verteiltechnik zum Aufbau von Lichtwellenleiter Gemeinschaftsantennenanlagen für den SAT-Direktempfang eingesetzt. Unter Mitwirkung der Firma TRIAX haben die Produkte inzwischen eine umfassende Weiterentwicklung erfahren.

Wie diese beim Aufbau von Fernsehversorgungsanlagen neue Lösungen für die Wohnungswirtschaft ermöglichen, stellen wir im Folgenden vor.

Der Satellitendirektempfang stellt ein enormes Angebot an in- und ausländischen TV-Programmen bereit und das zu nahezu unschlagbar niedrigen Kosten für den Nutzer. Das ist das wesentliche Argument, insbesondere auch für einen Großteil der fremdsprachigen Bewohner, eine eigene »SAT- Schüssel« vor ihrem Fenster gegenüber der Wohnungsverwaltung durchzusetzen.

Diese »Spiegelwälder« an den Hausfassaden zu vermeiden, aber dennoch den Bewohnern die gewünschte Programmvielfalt zu niedrigen Betriebskosten bereitzustellen, hat sich folglich zu einem Grundanliegen in der Wohnungswirtschaft entwickelt.

Bisher war die Ausdehnung von SAT-ZF-Verteilungen wegen der hohen Dämpfung der Koaxialkabel bei hohen Frequenzen begrenzt. Zum anderen hat die Satellitenübertragung wegen des robusten Modulationsverfahrens einen recht hohen Bandbreitenbedarf. Folglich entsteht über die gebräuchlichen Koaxialkabel ein Bandbreiten- und Kabellängenproblem. Als Ausweg wurden die SAT-TV-Kanäle zur Einspeisung in größerer Gemeinschaftsantennenanlagen in einer Kanalaufbereitungskopfstation (Signal Processing Headend) vom breitbandigen DVB-S/S2 in das schmalbandigere Kabel-TV-Format DVB-C umgesetzt. Das ist jedoch immer nur eine Auswahl von Programmen.

Lichtwellenleiter (LWL) haben gegenüber Koaxialleitungen eine nahezu vernachlässigbar geringe Dämpfung,



bieten hohe Übertragungsbandbreiten, sind platzsparend und sind leicht zu verlegen. Die folgenden Ausführungen werden nun Lösungen aufzeigen, um auf Basis neuer »SAT Fibre Optic« Produkte, größere Verteilanlagen für den SAT-Direktempfang mit vergleichsweise geringem Aufwand aufbauen zu können.

### Frequenz-Stacking löst das Bandbreitenproblem

Wie schon angedeutet, ist die hohe Übertragungsbandbreite der Flaschenhals der bisher üblichen Sat-ZF-Verteilung über Koaxialkabel.

Die Signalbandbreite des gesamten Programmangebots, das über eine Satellitenposition gesendet wird, ist ein Mehrfaches der über ein koaxiales Hausinstallationskabel effizient zur Verfügung stehenden Bandbreite.

Wie bekannt verteilt man daher die gesamte Signalbandbreite einer Satellitenposition durch Umsetzung im LNB (Low Noise Block Converter) auf vier parallele Sat-ZF-Bänder (950...2.150 MHz) auf.

Jedes dieser Bänder wird über ein separates Koaxialkabel übertragen. Folglich werden 4 Koaxialleitungen für eine Sat-Position benötigt.

Für die Verteilung von terrestrischen Programmen ist



eine zusätzliche Koaxleitung erforderlich. Um beispielsweise vier Satellitenpositionen plus terrestrischer Programme wie FM und DVB-T koaxial zu transportieren, ist ein Kabelbündel von 17 x 7 mm Durchmesser zu installieren. Sowohl der Platzbedarf und der hohe Installationsaufwand als auch die Dämpfung des Kabels setzen der Ausdehnung einer solchen Koax-Sat-ZF-Verteilung verständlicherweise schnell Grenzen.

### Hier nun der Trick, den die Glasfaserübertragung möglich macht:

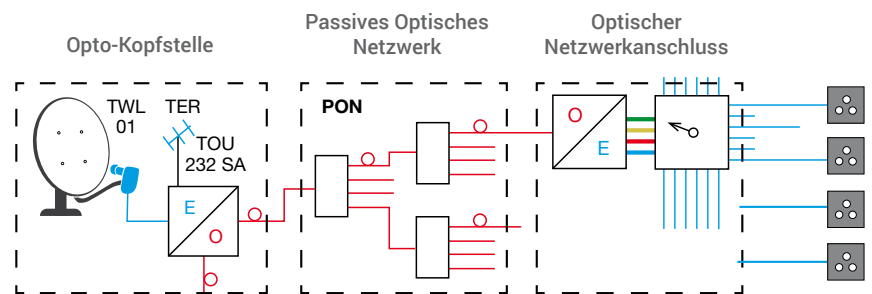
Die Sat-ZF-Bänder werden nicht wie bisher in paralleler Frequenzlage übertragen, sondern einem sogenannten Stacking-LNB zu einem Frequenzmultiplex im Bereich von 950 ...5.450 MHz gestapelt (Stacking). Diese hohen Frequenzen werden im nachfolgenden optischen Lasersender in ein intensitätsmoduliertes Lichtsignal umgewandelt und sind über Monomode-Glasfaser übertragbar. Für alle vier Sat-Bänder einer Sat-Position genügt somit eine dünne Lichtwellenleitung (LWL). Übertragungslängen bis ca. 10 km sind ohne Sondermaßnahmen problemlos möglich.

Auf Teilnehmerseite werden die optischen Leitungen von Opto-Rückumsetzern abgeschlossen. Hier wandelt man das lichtmodulierte Signal zunächst wieder in ein elektrisches HF-Signal um und setzt das Sat-ZF-Bandspektrum dann in die vier einzelnen SAT-Empfängerkompatiblen Frequenzlagen zurück (De-Stacking).

Je nach Ausführung des Opto-Rückumsetzers stehen die Bänder dann separat an jedem koaxialen Ausgang bereit (Quatro-Type) oder schaltbar über einen internen Matrixschalter (Quad-Type). Der Quatro-Typ dient zum Nachschalten von Multischaltern und der Quad-Typ zum direkten Anschluss von Endgeräten mit SAT-Tunern.

Bei allen Vorzügen der LWL-Übertragung bleibt eine Sat-Empfangsanlage dennoch in absehbarer Zeit – ähnlich dem Hybrid-Fibre-Coax-Netz (HFC) im klassischen Kabelfernsehen – eine Kombination aus LWL- und Koaxial-Verteilung, sind doch noch keine Endgeräte mit optischem Eingang in Sicht.

Allerdings besteht der Trend, mit der Glasfaser immer näher zum Teilnehmer zu gehen – auch als »Deep Fibre« bekannt. Deep Fibre in der vorerst höchsten Stufe FTTH (Fibre to the Home) erfordert in erster Linie höhere optische Verteilfaktoren (optischer Split) und platzsparende,



**Bild 1:** Struktur einer Sat-ZF-Verteilanlage mit LWL. Links Sat-Parabolspiegel mit Stacking-LNB und optischem Sender, mitte PON, rechts: Rückumsetzung in ein elektrisches Signal.

kostengünstige optische Netzabschlüsse.

Darauf sind die neusten Weiterentwicklungen ausgerichtet, wie wir später noch ausführlich besprechen werden.

### Mix von Kupfer und LWL

Für den Neubau von Wohnlagen erlauben wir uns die allgemeine Empfehlung, im Gebäude Glasfaser parallel mit Cat 6-Kabel bis in die Wohnung zu verlegen – was z. B. in Frankreich schon gesetzliche Vorgabe ist. In der Wohnung dann errichten wir eine sternförmige Koaxial- und Cat 6-Verkabelung vom Wohnungsverteilkasten zu den einzelnen Teilnehmerdosen als weitestgehend zukunftsfähig. Diese Infrastruktur bietet die ideale Voraussetzung für die Rundfunkversorgung in Sat-FTTH-Technik und stellt eine unabhängige Infrastruktur zur Einbindung in verschiedene Kommunikationsnetze für schnelles Internet bereit.

Deutlich mehr noch als im Neubau ist für die Wohnungswirtschaft und die Installationsfirmen eine Erweiterung oder gar der Umstieg auf Satellitengemeinschaftsempfang im Wohnungsbestand bedeutend. Hier treffen wir die unterschiedlichsten Verkabelungen an und es ist planerisch abzuwägen, welche der nachfolgend skizzierten Basislösungen jeweils das beste Nutzen-Aufwand-Verhältnis erwarten lässt.

Die Struktur einer optischen Sat-ZF-Verteilanlage kann man in drei Bereiche einteilen (**Bild 1**):

- Opto-Kopfstation mit SAT-Parabolspiegel, Opto-LNB oder IRS-Opto-Sender mit terrestrischen Antennen,
- Passives, optisches Netzwerk (PON), bestehend aus den optischen Verteilern und der LWL-Verkabelung.
- Optische Netzabschlüsse mit den verschiedenen Typen von Opto-Rückumsetzern, an die das nachfolgende koaxiale Verteilnetz mit den Teilnehmeranschlussdosen angeschlossen ist.

Wir gehen auf die drei Netzabschnitte nun näher ein.



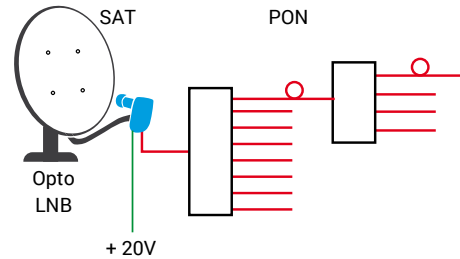
## SAT-Fibre Kopfstation

Die SAT-Fibre-Kopfstation wird durch die Anzahl der zu empfangenden Satelliten und den evtl. zusätzlich gewünschten Empfang terrestrischer Programme wie FM, DAB und DVB-T/T2 bestimmt.

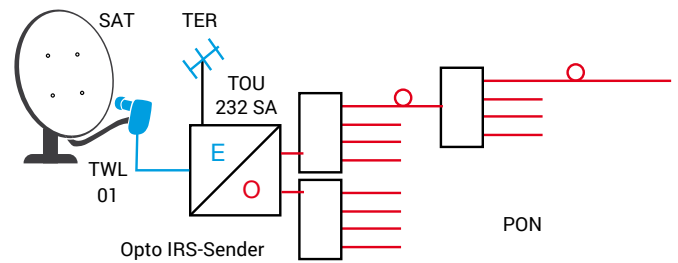
Es gibt hierfür drei Möglichkeiten:

- Opto-LNB (TOL, siehe Glossar), welches in einer Einheit aus Stacking-LNB und Lasersender besteht (**Bild 2**). Ein Opt-LNB ermöglicht den Empfang jeweils einer Sat-Position mit vier Bändern und einem max. optischen Split auf bis zu 32 bzw. 64 Opto-Netzabschlüsse.
- Integriertes Empfangssystem IRS für Sat und Terrestrik mit Stacking-LNB TWL 01 und externen Lasersender TOU 232 SA (**Bild 3**). Möglich ist der Empfang einer SAT-Position mit vier Bändern plus die Einspeisemöglichkeit für terrestrische Sender im Format FM, DAB, DVB-T/T2. Der IRS-Sender TOU 232 SA besitzt zwei optische Ausgänge und ermöglicht die Verteilung (Split) auf bis zu 2x32 Opto-Netzabschlüsse.
- Integriertes Empfangssystem IRS für Sat und Terrestrik mit Opto-LNB und Opto-Repeater (Begriffe: siehe Glossar). Der optische Repeater besteht aus zwei Komponenten: einem Konverter optisch nach elektrisch und einem optischen Sender, der die elektrischen Signale wieder in optische umsetzt (**Bild 4**). Vorteil: Der Sat-Parabolspiegel mit dem Opto-LNB kann weitab vom optischen Repeater betrieben werden. Auch hier empfängt man alle vier Bänder, aber bekommt die zusätzliche Einspeisemöglichkeit für terrestrische Sender in Format FM, DAB, DVB-T/T2. Wie in b) ist ein Split auf bis zu 2 x 32 Opto- Netzabschlüsse möglich.

Gegenwärtig wird für die optische Verteilung des Stacking Signals einer Satellitenposition ein optischer

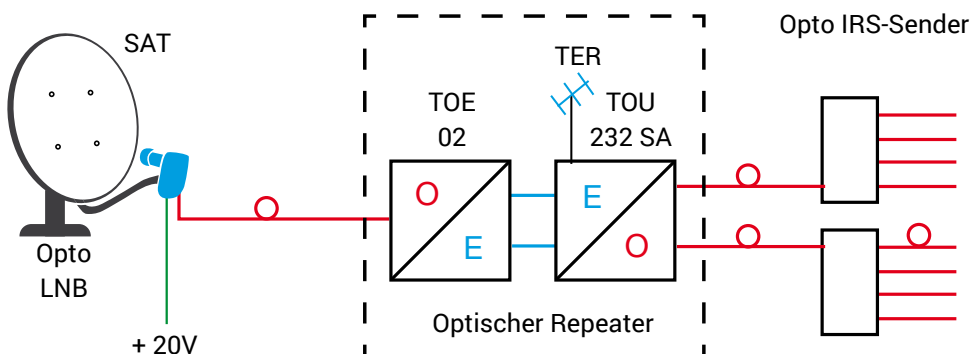


**Bild 2:** Opto-LNB (LNB mit LWL- Ausgang) für eine Satposition



**Bild 3:** Opto-IRS für eine Satposition plus Terrestrik

Sender mit fester Wellenlänge 1310nm eingesetzt. Dabei speist ein solcher Lasersender immer eine separate LWL-Faser bzw. ein separates PON. Der Empfang eines weiteren Satelliten erfordert einen weiteren optischen Sender mit Stacking-LNB bzw. ein weiteres Opto-LNB. Diese speisen eine weitere Glasfaser mit zugehöriger optischer Verteilung. Alternativ ist auch die Übertragung von mehreren Satelliten über verschiedene optische Wellenlängen auf nur einer Glasfaser möglich. TRIAX empfiehlt diese Wellenlängenmultiplex-Techniken beim jetzigen Technologiestand der Lasersender jedoch nur in sehr speziellen Applikationsfällen, auf die wir in diesem Artikel nicht weiter eingehen wollen.



**Bild 4:** IRS Opto-Kopfstation mit Opto LNB für Sat plus Terrestrik

## PON – das passive optische Netz

Die eigentliche Signalverteilung erfolgt über das passive optische Netz (PON), das im Kern aus den Glasfaserleitungen und den optischen Kopplern bzw. Splittern besteht.

Über das PON gelangen die optischen Signale über LWL entweder bis ins Gebäude (FTTB) bzw. zu einem Gebäudeteil oder bis in die Wohnung (FTTH). Für die Einfügedämpfung des PON steht ein optisches Budget von rund 19 dB zur Verfügung. Dieses wird im Wesentlichen zur Kompensation der Verteildämpfung der Splitter benötigt, hinzu kommen ca. 0,3 dB pro km LWL-Faser und ca. 0.5 dB für jede optische Steckverbindung.

Unter diesen Bedingungen kann bei Kabellängen bis zu wenigen Kilometern eine passive Verteilung (Split) im PON auf bis zu 32 oder 64 optische Netzabschlüsse erfolgen. Grundsätzlich gibt es zwei Arten optischer Koppler:

- a) **Symmetrische Koppler (Splitter)**, sie sind sehr einfach zu planen und bieten Zukunftssicherheit, da damit eine Sternnetzstruktur unterstützt wird.
- b) **Unsymmetrische Koppler (Abzweiger)**, mit dieser Variante spart man ggf. Kosten, indem in Durchschleiftechnik weniger LWL-Kabel erforderlich ist. Allerdings kann die Durchschleif-Kabel-Struktur für eventuelle spätere Netz-Upgrades ein Hindernis sein.

Daher empfiehlt TRIAX weitgehend in Sternstruktur zu bauen. Natürlich sind auch Kombinationen aus beiden Ansätzen möglich. Grundsätzlich sind für die Übertragung von TV-Signalen ausschließlich Monomodefaser geeignet. Die Monomode Glasfaserleitungen der TFC-Reihe haben eine zusätzliche Stahllarmierung, versehen mit einem PVC-Mantel und sind kompatibel zu den Verteilkomponenten mit FC/PC Steckern vorkonfektioniert. Diese robusten und vorkonfektionierten LWL-Kabel ermöglichen auch Einsteigern in Glasfaserinstallation den problemlosen Aufbau des PON. Die Stecker sind vom Stahlmantel des Kabels galvanisch getrennt. So werden Störschleifen im Netz aufgrund von Potentialunterschieden vermieden – ein weiterer wesentlicher Vorteil der Glasfasertechnik.

## Optischer Netzabschluss und Teilnehmerendanschlüsse

Der letzte Netzabschnitt der Sat-ZF-Anlage fordert insbesondere bei der Umrüstung von bestehenden koaxialen Hausverteilanlagen die Installationsfachkräfte am meisten heraus. Trifft der Installateur hier doch meistens auf bewohnte Wohnsubstanz, die nicht beliebig mit neuen Kabelkanälen versehen werden kann.

Das inzwischen umfangreiche Sortiment von optischen Netzabschlüssen, auch Opto-Reconverter genannt, eröffnet eine Reihe von Planungsansätzen, um für die jeweiligen Empfangswünsche der Bewohner, eine den baulichen Gegebenheiten entsprechende, optimale Lösung zu finden.

Im ersten Schritt muss der Planer prüfen, inwieweit eine bestehende koaxiale Haus- bzw. Wohnungsverkabelung noch genutzt werden kann und soll. Darauf aufbauend kann die PON-Struktur festgelegt und der am besten geeignete optische Netzabschluss ausgewählt werden. Folgende Basislösungen kommen in Betracht:

- a) **FTTB**, wenn es eine bereits sternförmige Koaxialverteilung im Haus gibt.
- b) **FTTH**, wenn keine sternförmige Koaxialverkabelung im Haus existiert.
- c) **Die zusätzliche Einbindung des BK-Netzes** für den schnellen Internetzugang über Kabel gewünscht ist.

Nun betrachten wir diese Varianten und die jeweils geeigneten Netzabschlüsse im Einzelnen:

### a) FTTB mit optischem Netzabschluss im zentralen Hausverteiler

Besteht eine moderne, sternförmige Koaxialverteilung in jede Wohnung, stehen folgende drei Optische Netzabschlüsse zur Auswahl:

- 1) Opto-Rückumsetzer Quatro (TVQ) plus Koax-Multischalter.
- 2) Optischer Rückumsetzer Quatro (TVQ) plus Multi Unicable Schalter
- 3) Opto-Multischalter (TOM).  
Wir gehen jetzt auf die verschiedenen FTTB-Lösungen im Detail ein.

### a1) Opto-Rückumsetzer Quatro (TVQ) plus koax-Multischalter

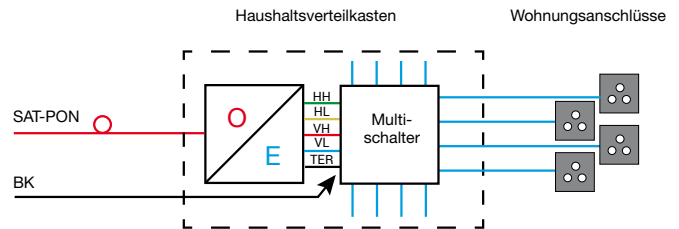
Die erste und bisher am meisten genutzte Möglichkeit besteht aus einem optischen Netzabschluss mit Quatro-Rückumsetzer (TVQ) und einem zusätzlichen, externen Multischalter (**Bild 5**).

### Vorteil:

Diese Variante eignet sich sowohl für eine als auch für mehrere Satellitenpositionen. Die Transponderauswahl erfolgt über die klassische DiSEqC-Steuerung und stellt keinerlei besondere Ansprüche an die Endgeräte wie Sat-Receiver oder TV-Gerät.

### Nachteil:

Diese Technik bedingt einen recht platzgreifenden Verkabelungsaufwand im Verteilschrank. Außerdem erfordert jede weitere Anschlussdose in der Wohnung eine separate Koaxleitung vom zentralen Multischalter im Hausverteilkasten (koaxiale Sternverkabelung im Haus).



**Bild 5:** Opto-Reconverter TVQ plus Multischalter

### a2) Opto-Rückumsetzer Quatro (TVQ) in Kombination mit Unicable-Schalter

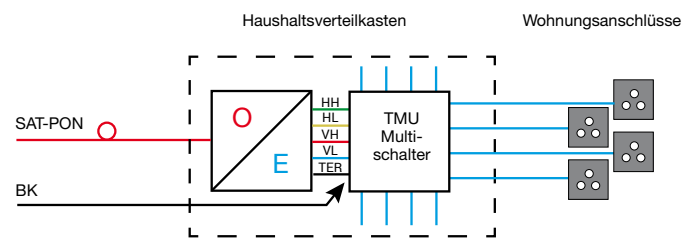
Das System besteht aus Opto-Rückumsetzer Quatro (TVQ) mit nachfolgendem Multi-Unicable-Schalter der TMU-Familie (**Bild 6**).

### Vorteil:

Mit der zweiten Variante spart man die aufwendige Sternverkabelung für mehrere Anschlussdosen innerhalb der Wohnung ein. In jeder Wohnung lassen sich bis zu drei Sat-Receiver an den in Durchschleifverkabelung angeschlossenen Antennendosen betreiben. Auch dieses System lässt sich auf bis zu vier Satellitenpositionen ausbauen.

### Nachteil:

Um mehrere Sat-Endgeräte an einer Leitung zu betreiben, müssen diese über den Unicable-Betriebsmodus verfügen. Diese Einkabelsteuerung ist inzwischen standardisiert, wird zunehmend von der Endgeräteindustrie unterstützt und sollte heute kaum noch eine ernsthafte Hürde darstellen.



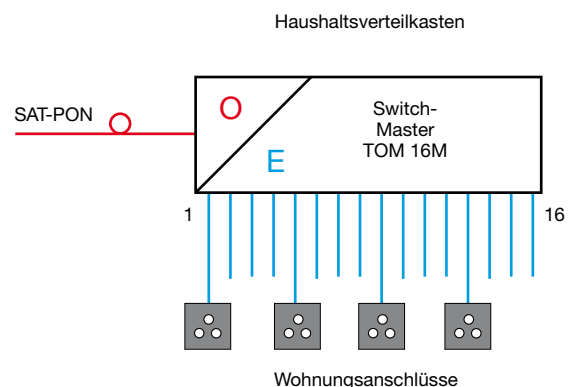
**Bild 6:** Opto-Reconverter Quatro TVQ plus Multi-Unicable-Schalter TMU

### a3) Opto-Rückumsetzer und Multischalter in einem.

Die dritte Lösung basiert auf dem Einsatz des neuen Opto-Multischalters TOM, vorgestellt erstmalig auf der Messe Angacom, 2015. Dieser Netzabschluss vereint die optische Rückumsetzung und Multischalterfunktion (DiSEqC) in einem kompakten Gerät.

### Vorteil:

Der Opto-Multischalter ist erweiterungsfähig (**Bild 7**) für den Empfang von bis zu vier Satellitenpositionen plus terrestrische Sender. Die Installation gestaltet sich einfach, da die aufwendige Verkabelung zwischen optischem Rückumsetzer und Multischalter wegfällt. Benutzt wird die in allen Sat-Tunern implementierte DiSEqC-Steuerung zur Bandselektion im TOM.



**Bild 7:** FTTB- Netzabschluss mit Opto-Multischalter TOM

### Nachteil:

Gegenüber der Lösung a2) mit Unicable-Multischalter erfordert jede weitere Anschlussdose in einer Wohnung eine separate Koaxialleitung zum Multischalter TOM.

## a) FTTH mit optischen Netzabschluss in der Wohnung

Wenden wir uns nun den Varianten zu, wenn keine sternförmige und dämpfungsarme Koaxialverkabelung zu den Wohnungen vorhanden ist und mehrere Anschlussdosen im Heim gewünscht werden. Hierbei ist in den meisten Fällen eine LWL- Hausverkabelung platzsparender und einfacher zu realisieren als die alternative Nachrüstung einer Koaxialverkabelung in Sternstruktur – insbesondere dann, wenn mehrere Satelliten empfangen werden sollen. Oftmals können die Kabelkanäle und Leerrohre die größere Anzahl der auch noch dickeren Koaxialkabel gar nicht aufnehmen.

Auch hier können wir wieder verschiedene optische Netzabschlüsse in Betracht ziehen:

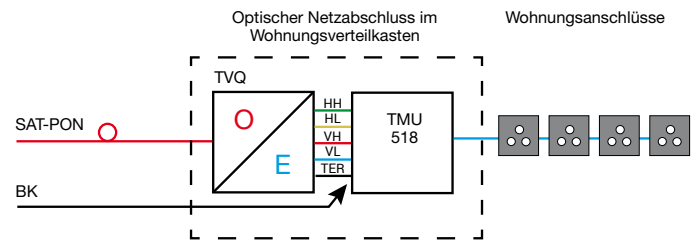


Bild 8: Opto-Reconverter Quatro TVQ plus Unicable-Schalter

## b1) Quatro Opto-Rückumsetzer mit Einfach-Unicable-Multischalter in der Wohnung

Diese FTTH-Lösung (Bild 8) kommt insbesondere dann in die engere Auswahl, wenn der Anschluss mehrerer Dosen in der Wohnung nur in koaxialer Durchschleiftechnik realisierbar ist.

## b2) Opto-Quad-Rückumsetzer in der Wohnung

Eine weitere, sehr elegante FTTH-Lösung (Bild 9) bietet der neue Mini Quad Rückumsetzer TVC 06. Im Opto-Quad-Rückumsetzer kombiniert man optische Rückumsetzung mit Multischalterfunktion in einem, eine sinnvolle Lösung für eine Wohnungsversorgung mit bis zu vier Anschlussdosen in Sternverkabelung zum Wohnungsverteiler. Für Neubau und Sanierung eine sehr empfehlenswerte Lösung, wenn der Empfang einer SAT-Position evtl. plus Terrestrik ausreichend ist.

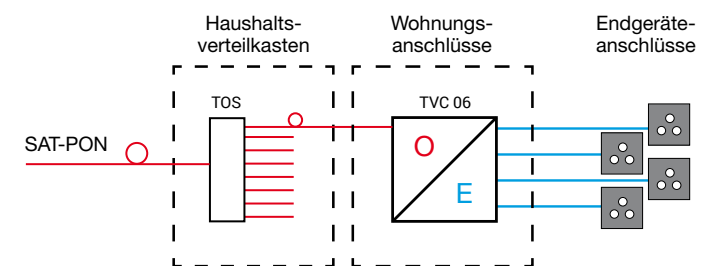


Bild 9: FTTH-Netzabschluss mit Mini Opto-Rückkonverter TVC 06 Quad

## b3) Opto-Multischalter TOM in der Wohnung

Wenn man auf hohen Wohnkomfort besteht, bietet sich letztlich auch der schon für FTTB vorgestellte Opto-Multischalter TOM (Bild 10) als FTTH-Netzabschluss an. Immerhin sind zur Versorgung von vier Sat-Doppel-dosen für Endgeräte mit Twin-Tuner schon acht Opto-Multischalterausgänge erforderlich - interessant und zunehmend nachgefragt für große Apartmentwohnungen oder Einfamilienhäuser. Der Opto-Multischalter TOM ist für den Empfang von bis zu vier Satelliten erweiterbar und dabei einfach und platzsparend zu installieren – als optischer Netzabschluss für eine Wohnung eine Investition in die Zukunft.

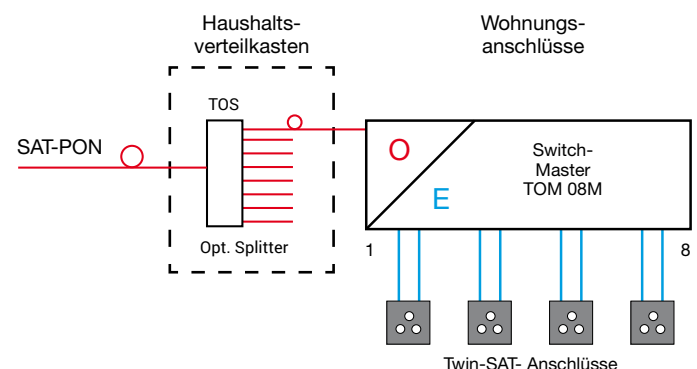


Bild 10: Netzabschluss mit Opto-Multischalter (TOM) für FttH-Netze (Wohnungen)

## c) Zusätzliche Einbindung des BK-Netzes für schnelles Internet

Lassen Sie uns nun noch die Möglichkeit der Einbindung des schnellen Internets aus dem BK-Kabelnetz erörtern. Oftmals bestehen Zugänge und Verträge mit dem lokalen Kabelnetzbetreiber zum Internet, die weiter genutzt werden sollen. Die Übertragung des BK-Signales in QAM Modulation über das SAT-LWL-Netz ist mit der hier vorgestellten, extrem kostgünstigen Lasertechnik nicht möglich. Wie schon im Abschnitt Opto-Kopfstelle erwähnt, bleibt die Übertragung über das PON der robusteren DVB-T/T2 Modulation vorbehalten.

Das BK-Signal lässt sich jedoch auf der koaxialen Seite des optischen Netzabschlusses einspeisen. Dazu wird der passive terrestrische Zweig des Multischalters (**Bild 5**) oder des Multi-Unicable-Schalters (**Bild 6**) genutzt. Damit stellt man allen Teilnehmern neben dem Satellitenempfang auch die BK-Dienste bereit.

Bei Verwendung von Opto-Multischaltern hingegen speist man das BK-Signal jeweils über eine BK-SAT-Weiche am Multischalterausgang ein. Eine Lösung, die einigen Platz im Verteilkasten bedingt, aber für punktuelle Einspeisungen zu einzelnen Anschlussdosen hin eine akzeptable Lösung darstellt.

Wegen der oftmals höheren Einfügedämpfung des passiven BK-Pfades im Multischalter ist der BK-Hausverteilverstärker nach den Vorgaben des BK-Netzbetreibers neu einzumessen oder ggf. auch durch einen leistungsstärkeren Typ zu ersetzen. Als Anschlussdosen stehen spezielle Vierloch-SAT-Multimedia-Dosen zur Verfügung, die neben den Sat, TV und Radioanschlüssen eine zusätzliche F-Buchse für das Kabelmodem bereitstellen.

Hier gehen wir nun auf Erweiterungsoptionen und die Neuerungen ein, wie sie von TRIAX gegenwärtig dem Installationsfachhandel vorgestellt werden.

## Intelligente optische Netzabschlüsse

### Quad Mini-Opto-Rückumsetzer

Auf Basis einer für die Sat-Applikationen neu entwickelten Chip-Familie steht ab sofort mit dem Mini Opto-Rückumsetzer TVC 06 ein deutlich verkleinerter optischer Netzabschluss mit integriertem Multischalter zur Verfügung (**Bild 11**). Die kompakten Abmessungen prädestinieren das Gerät als intelligenten Wohnungsverteiler für vier Sat-Anschlussdosen (siehe auch Bild 9). Der Mini Quad Rückumsetzer TVC 06 eignet sich somit bestens als FTTH-Netzabschluss für LWL-Signalverteilanlagen für eine Satellitenposition mit allen vier Bändern.



Bild 11: Opto Mini Quad Rückumsetzer TVC 06 Quad

## Opto-Multischalter TOM

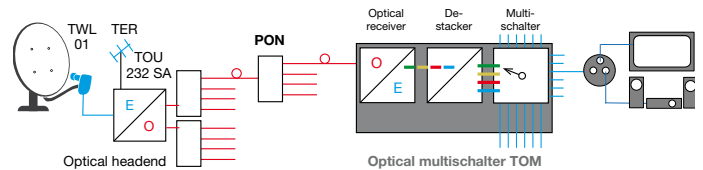
Mit dem TRIAX-Opto-Multischalter TOM (**Bild 12**) steht ab sofort eine völlig neue Generation optischer Netzabschlüsse für Glasfaser-Sat-ZF-Anlagen zur Verfügung. Diese basieren ebenfalls auf der oben erwähnten neuen Chip-Familie. Das Prinzip des optischen Mini-Quad Rückumsetzers (TVC 06) erweitert man hier auf Geräte mit 8 beziehungsweise 16 Koaxialausgängen.

Die TOM-Basiseinheit »SwitchMaster« hat die drei Hauptfunktionen optischer Empfänger, SAT-ZF-De-Stacker und Multischalter in einem Gerät integriert (**Bild 13**). Die Vorteile gegenüber der klassischen Lösung mit Opto- Rückumsetzer Quatro und nachgeschaltetem externen Multischalter zeigen sich in erheblicher Platzersparnis und einer deutlichen Vereinfachung der Installation – entfallen doch. u. a. alle koaxialen Patchkabel zwischen herkömmlichen Opto-Rückumsetzern und Multischalter.

Mit der Standalone-Basiseinheit "SwitchMaster" TOM 16M/08M lassen sich über deren koaxialen F-Ausgänge 16 bzw. 8 Sat-Einfachantennendosen oder 8 bzw. 4 Sat-Doppelanschlussdosen versorgen (siehe auch Bild 7 und 10). Über jeden der Ausgänge besteht der Zugriff auf alle vier Bänder einer Sat-Position, die mittels 13/18V- und 0/22-kHz-Steuerung vom Sat-Endgerät aufgeschaltet werden.

Der optische Netzabschluss ist sehr einfach durch Aufstecken von »SwitchSlave«-Einheiten TOM 16S/08S (**Bild 14**) für den Empfang weiterer Satelliten erweiterbar. Die Auswahl des Satelliten erfolgt über den SwitchMaster im DiSeqC-Protokoll, gesteuert vom Sat-Receiver. Das erfordert selbstverständlich eine Zuführung des Signales jeder Sat-Position über eine eigene separate Glasfaser vom zugehörigen PON.

**Bild 12:**  
Modulare Opto-Multischalter

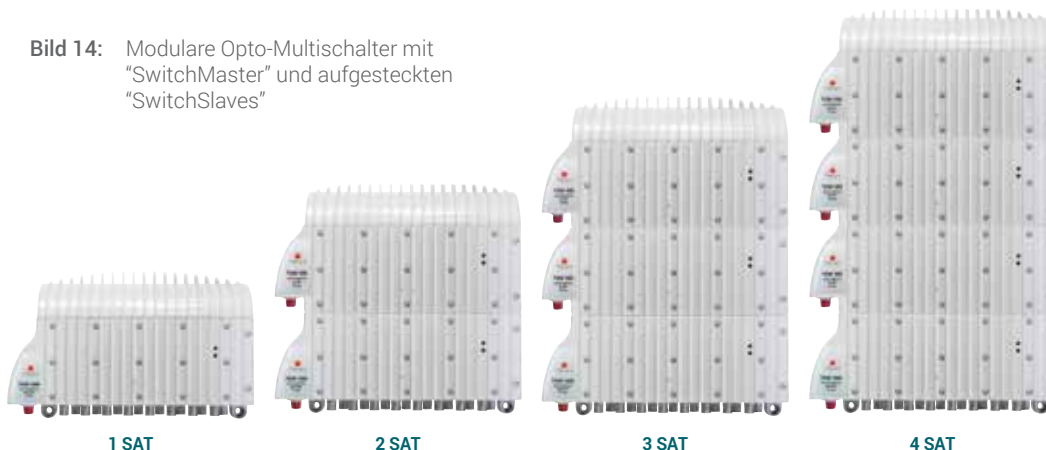


**Bild 13:** Prinzip eines Satellitensystems mit optischen Multischalter

Benötigt man in einem Gebäude mehr als 16 Teilnehmeranschlüsse, so schaltet man in die ankommende LWL-Leitung einen optischen Verteiler, der das optische Signal auf mehrere Opto-Multischalter verteilt. Damit lässt sich die Anzahl der Teilnehmeranschlüsse recht einfach skalieren und jeweils um 8 bzw. 16 erhöhen.

Alles in allem vereinfacht der Opto-Multischalter die Installation von FTTB- und FTTH-Anlagen für mehrere Satelliten dramatisch und rechtfertigt den etwas höheren Gerätepreis über die eingesparten Installationskosten in den meisten Fällen.

**Bild 14:** Modulare Opto-Multischalter mit "SwitchMaster" und aufgesteckten "SwitchSlaves"





## Erhöhung der Anzahl der optischen Anschlüsse

Voraussetzungen für ausgedehnte Glasfaserverteilanlagen sind ausreichend große optische Verteilfaktoren (Split) und die Möglichkeit, diese Verteiler lokal an den gewünschten Stellen im Netz platzieren zu können.

Wie schon vorangestellt, ermöglicht das Sat-Fibre-Optic-System in Standardkonfiguration einen passiven Split im PON auf bis zu 32 LWL-Netzabschlüsse an einem Lasersenderausgang. Beispielsweise mit einem Opto-Multischalter TOM 16M als Netzabschluss an jeder LWL-Leitung stehen somit bis zu  $16 \times 32 = 512$  koaxiale Sat-Endgeräteanschlüsse zur Verfügung, gespeist von einem Opto-LNB TOL 32. Wird das Netz von einem IRS Opto Sender TOU 232 gespeist, können an einem SAT-Spiegel bis zu  $16 \times (2 \times 32) = 1024$  SAT-Empfänger direkt betrieben werden.

Mit folgenden Möglichkeiten wird es möglich, die Anzahl der optischen Leitungen (Split) weiter zu erhöhen:

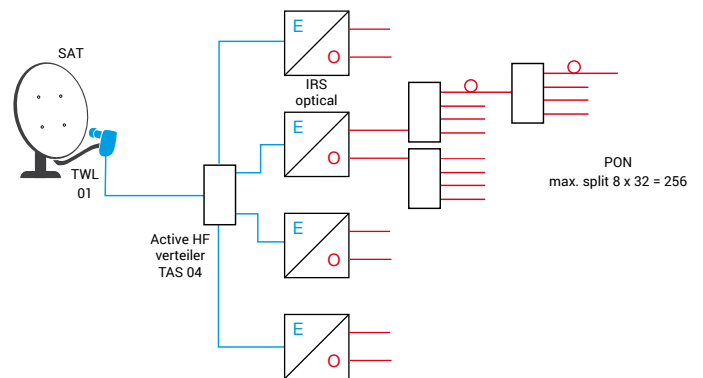


Bild 15: Aktive HF-Verteilung auf mehrere IRS-Opto-Sender

### a) Aktive HF-Verteilung auf mehrere IRS-Opto-Sender

Das vom Stacking-LNB TWL 01 umgesetzte at ZF-Signal (950 ... 5450 MHz) wird mittels des aktiven HF-Verteilers TAS 04 auf bis zu vier IRS-Opto-Sender TOU 232 verteilt (Bild 15).

Die optische Kopfstelle lässt sich damit von zwei optischen Ausgängen auf bis zu acht optische Ausgänge erweitern. Damit wird ein optischer Split auf bis zu  $8 \times 32 = 256$  möglich. Wird jede optische Leitung mit einem Opto-Multischalter TOM 16M abgeschlossen, stehen dann bis zu  $16 \times 256 = 4096$  Sat-Endgeräteanschlüsse bereit.



Bild 16: Neu ins Programm aufgenommenen optisch-elektrischer Konverter

### b) Aktive optische Verteilung mit Opto-Repeater

An einer lokal beliebigen Stelle des LWL-Verteilnetzes lässt sich das optische Signal mit dem jetzt neu entwickelten TOE 02 (Bild 16) wieder in elektrische HF-Signale zurückwandeln um einem weiteren IRS-Opto-Sender TOU 232 SA ansteuern zu können (Bild 17).

TOE 02 und TOU 232 SA bilden sozusagen einen »optischen Repeater« und erlauben, eine ankommende LWL-Leitung nochmals auf bis zu  $2 \times 32$  optische Anschlüsse zu verteilen. Dabei sollte vor dem Repeater die passive Verteilung an einem optischen Sender nicht größer 16 sein.

Der besondere Vorteil dieser Option besteht auch darin, dass der Repeater weit abgesetzt von der optischen Kopfstelle installiert werden kann und somit entferntere Gebäude oder Teilnetze mit einer weitverzweigten Unterverteilung versorgen kann. Maximal sind mit der

Repeaterlösung bis zu  $2 \times 16 \times (2 \times 32) = 2048$  optische Anschlüsse realisierbar – mit einem TOM 16M an jeder optischen Teilnehmerleitung sind das  $16 \times 2048 = 32.768$  koaxiale Sat- & Terrestrische Endgeräteanschlüsse.

Grundsätzliche lassen sich beide obigen Optionen kombinieren. Theoretisch sind damit bis zu  $4 \times 2048 = 8192$  optische Anschlüsse kalkulierbar. Mit je einem nachgeschalteten TOM 16M ermöglicht das  $16 \times 8192 = 131.072$  Receiveranschlüsse für SAT- und terrestrischen Empfang an einem Satellitenspiegel und einer terrestrische Antennenanlage – Größenordnungen, die bisher für Sat-ZF-Verteilanlagen unvorstellbar waren und zugegeben, praktisch kaum relevant sind. Sie ermöglichen aber Sat-Verteilanlagen über LWL sehr flexibel an die jeweiligen baulichen Gegebenheiten anzupassen.

## Fazit

Es ist zu erwarten, dass die Sat-ZF-Verteiltechnik mit den neuen optischen Netzabschlüssen »Opto-Multischalter« und »Mini-Opto-Rückumsetzer« sowie der Möglichkeit, mittels Repeater die optische Verteilung zu vervielfachen, weiteren Schub erhält. Es bestehen nun kaum noch Limitierungen in der Anlagengröße und Teilnehmerzahl. Dabei ist das nur der eine Vorteil bei der Gestaltung größerer Sat-Verteilanlagen. Ein weiterer beachtenswerter Aspekt: die Sat-Opto-Kopfstellentechnik sehr kostengünstig und pflegearm ist.

So sollte immer in Erwägung gezogen werden, ob mit dem Bau kleinerer Einzelnetze mit eigener Opto-Kopfstelle ggf. aufwendigen Erdkabelverlegungen aus dem Wege gegangen werden kann.

Dabei sind die Sat-Opto-Anlagen recht leicht zu planen und die Material- und Installationskosten liegen auf vergleichsweise günstigem Niveau. Ein weiterer nachhaltiger Vorteil einer Sat-Direkt-Verteilanlage besteht in der transparenten Übertragung der Rundfunksignale. Damit ist die Anlage zukunftssicher für alle heute erkennbaren Rundfunksignalformate wie Sat-SD-, HD-, 4K, FM, DAB, DVB-T und DVB-T2 in MPEG4 und HEVC und bei später evtl. anstehenden Signalumstellungen und Transponderwechseln sind keinerlei Modifikationen an der Verteilanlage oder Kopfstelle erforderlich!

Somit stellt der direkte Sat-Empfang – dank LWL-Technik – nun auch in größeren Gebäudekomplexen für die Wohnungswirtschaft eine sehr wirtschaftliche Alternative dar. Für die Bewohner ist Sat-Empfang ohnehin äußerst attraktiv. Eine Erkenntnis, die immer mehr bei der Neuausgestaltung von Gestattungsverträgen für die Fernsehversorgung in Wohngebäuden in den Fokus rückt und Umsetzung erfährt.

## GLOSSAR

CATV	Community Antenna Television (BK-Kabelfernsehen)
DAB	Digital Audio Broadcasting
DiSEqC	Digital Satellite Equipment Control, digitales Steuerformat in Sat-Anlagen
DVB-T/T2	Digital Broadcasting Terrestrial
FM	Frequenzmodulation, hier UKW-Rundfunk
FTTB	Fibre to the Building (Glasfaser bis ins Gebäude)
FTTH	Fibre to the Home (Glasfaser bis in die Wohnung, Apartment oder Einfamilienhaus)
IRS	Integriertes Empfangssystem für SAT und Terrestrik
LNB	Low Noise Block Converter
LWL	Lichtwellenleiter, engl. Fibre Optics
PON	Passives Optisches Netzwerk
SAT	Satellit
SAT-ZF	Satelliten-Zwischenfrequenz nach Umsetzung im LNB T...
TRIAX	(Hersteller)
TMS	Multischalter
TMU	Multi-Unicable Schalter
TOE	Opto-Elektrischer Umsetzer/Repeater
TOL	Opto-LNB, Stacking LNB mit optischem Sender
TOM	Opto-Multischalter
TOS	Opto-Splitter
TOU	IRS Opto Sender mit separaten HF-Eingängen für Stacking SAT-ZF Signal und Terrestrik (Outdoor Unit)
TVC	Opto-Rückumsetzer Quad (Virtual Converter)
TVQ	Opto-Rückumsetzer Quatro (Virtual Converter)

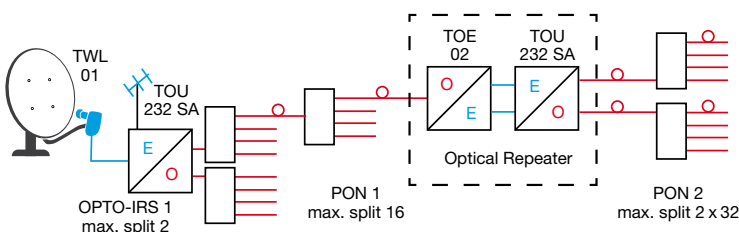


Bild 17: Erweiterung der optischen Verteilung mit optischem Repeater

## Autor

Stefan Werner

TRIAX GmbH, Produktmanagement