

Sat-ZF-Verteilung über Lichtwellenleiter

K. Jungk, Straubenhardt

Der Direktempfang von Radio- und Fernsehprogrammen über geostationäre Satelliten hat in den letzten 20 Jahren weite Verbreitung gefunden. In Zukunft könnten Lichtwellenleiter bei der Verteilung eine Lösung der Probleme mit Bandbreite und Dämpfung sein.

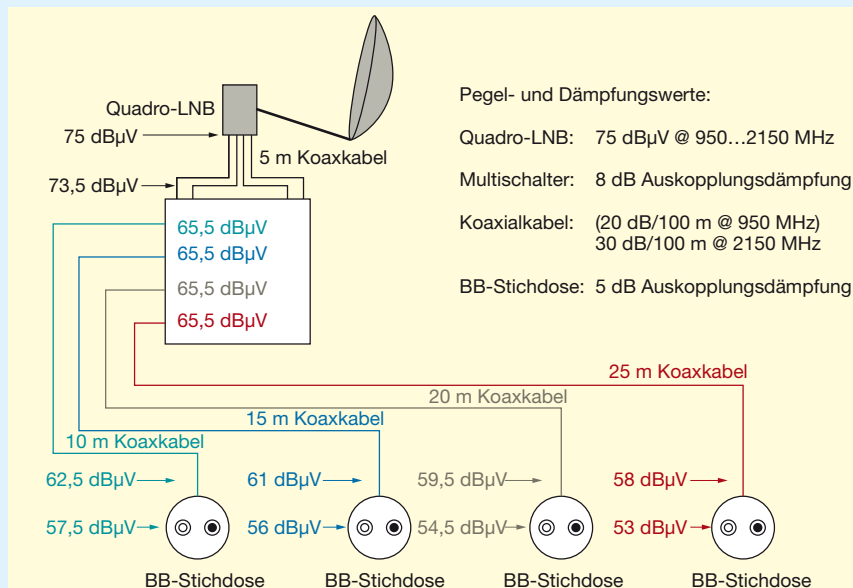
1 Klassische Verteilung

Bis heute unverändert findet die gebäudeweite Verteilung der im Empfangskonverter (LNB, Low Noise Block Converter) auf ein 1,2 GHz breites Frequenzband zwischen 0,95 und 2,15 GHz abgemischten Satellitenabstrahlungen über Koaxialkabel statt. Die Kabeldämpfungen von 20 dB bei 0,95 GHz und 30 dB bei 2,15 GHz pro 100 m Kabellänge erfordern für ausgedehnte koaxiale Verteilsysteme einen erheblichen technischen Aufwand, um die frequenzabhängigen Pegelverluste auszugleichen und eine hohe Signalqualität an der Teilnehmerdose sicherzustellen. Die klassische Sat-Empfangsanlage für ein Einfamilienhaus mit vier Antennensteckdosen zeigt beispielhaft Bild 1. Ihre relativ geringen räumlichen Ausdehnungen verursachen

akzeptable Kabeldämpfungen, wie man den Pegeln an den Dosenausgängen entnehmen kann. Sie liegen alle im Bereich 50...60 dB μ V und sind für marktübliche Receiver unproblematisch. Komplizierter wird es, wenn die vier vom Quadro-LNB abgegebenen Sat-ZF-Spektren in einem Wohnblock über mehrere Etagen auf zahlreiche Wohnungen verteilt werden sollen. Hier kommen in aller Regel Etagenstern-Verteiltopologien zum Einsatz, d. h. Multischalter in jeder Etage. Dabei werden die Sat-ZF-Bänder durch die Multischalter in den einzelnen Etagen durchgeschleift und von den Multischaltern ausgehend innerhalb des Stockwerks sternförmig verteilt. Hier kommen leicht Leitungslängen zustande, die im Zusammenhang mit den Durchschleifdämpfungen der Multischalter an den Ausläufern des Verteilsystems Pegelprobleme verursachen können. Zwar kann der Signalpegel nach beispielsweise drei kaskadierten Multischaltern durch einen Verstärker wieder angehoben werden, aber auch das geht wegen der damit verbundenen Verschlechterung der Signalqualität nicht beliebig oft. Aus diesem Grund ist die Sat-ZF-Verteilung im Ortsbereich nicht realisierbar.

Autor

Karsten Jungk, Straubenhardt, ist freier Fachjournalist und Mitglied der internationalen Vereinigung für Elektronik-Fachjournalisten UIPRE.



1 Viertelnehmeranlage

FLUKE®

VERNETZT! Das Netbook-Paket

Netbook und Software
im Wert von € 900,- inklusive*



Angebot nur gültig
von 1.4. - 31.7.2010

*Gleich informieren:
www.fluke.de/extra

Fluke 1653B

Installationstester für Prüfungen
nach aktuellster DIN VDE 0100-600

Fluke 6500

Gerätetester für Prüfungen nach
aktuellster DIN VDE 0701-0702

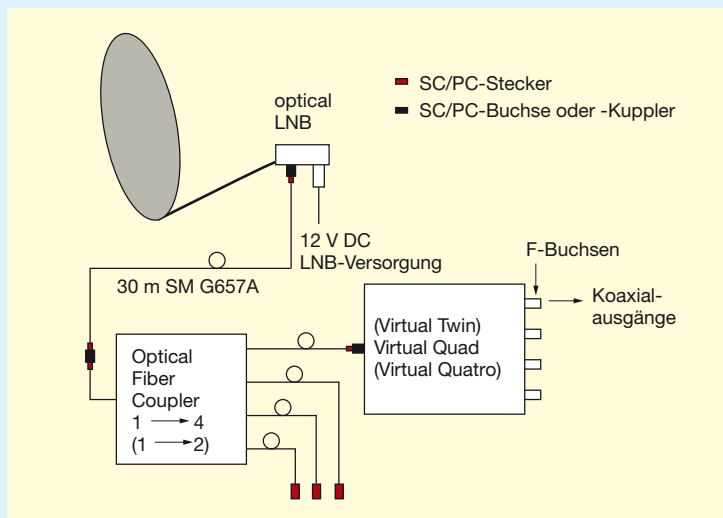
Fluke 1653B

Fluke 6500



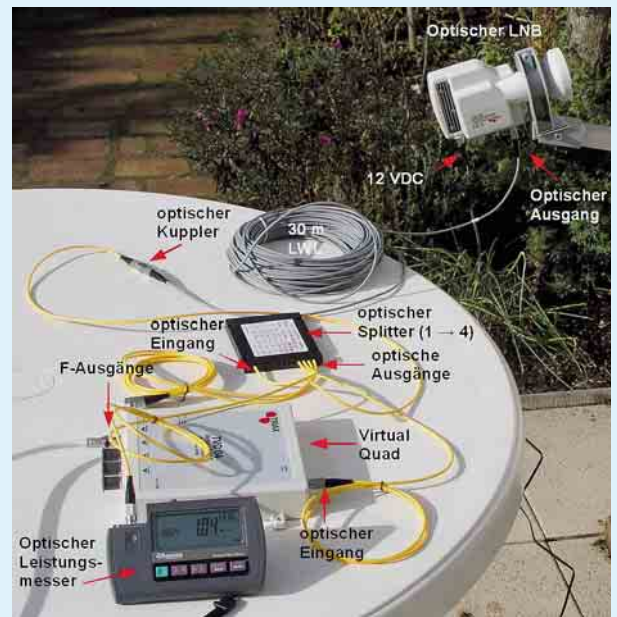
Fluke Deutschland GmbH

In den Engematten 14
79286 Glottertal
Tel.: +49 (0) 69 222 22 02 05
Fax: +49 (0) 69 222 22 02 01
E-Mail: info@de.fluke.nl
Internet: www.fluke.de



▲ ② Testaufbau des optischen Sat-ZF-Verteilsystems

③ Bauteile einer Vierteilnehmeranlage ►



2 Mit Licht in die Zukunft

Einen Ausweg aus allen Problemen mit Bandbreite und Dämpfung versprechen Lichtwellenleiter in Gestalt der Glasfaser oder polymer-optischen Faser (POF). Sie drängen zunehmend in die kommunikationstechnische Gebäudeverkabelung, wo sie Kupferalternativen (Koax, Twisted Pair) abzulösen beginnen. Im Bereich der optischen Übertragung der vier Frequenzbänder eines DBS (Direct Broadcasting Satellite) hat sich nach dem erfolgreichen Abschluss des von der ESA (European Space Agency) unterstützten und von der britischen Firma Global Invacom durchgeführten Projekts „Distribution of DBS Signals by Fibre Optic“ Entscheidendes getan.

Die in 14 Arbeitspakete aufgeteilte Aufgabenstellung lautete: „Entwurf eines Systems zur Verteilung der DBS-Signale eines Universal-LNB an Standard-Receiver in MDUs über eine einzelne optische Faser“. Das System umfasst einen LNB mit optischem Ausgang, vorkonfigurierte beidseitig mit SC/PC-Steckern versehene Single Mode Fasern verschiedener Längen (Type Triax Armored Optical Fiber Cable SM G657A LSZH 3.0, 9/125 µm Core/Cladding), optische Splitter und optisch/elektrische Abschlusseinheiten zum Anschluss herkömmlicher koax-basierter Hardware.

Das Testsystem, bestehend aus optischem LNB (TOS 04), virtual Quad (TVC 04), 30 m LWL-Kabel (TFC 30) sowie optischen Kupplern (TFB 001) und optischem 10-dB-Dämpfungsglied (TOA 10 FC/PC), wurde von der Firma Triax-Hirschmann zur Verfügung gestellt. Das Bild ② zeigt das Systemschema, Bild ③ die praktische Messanordnung. Der Aufbau gestaltet sich einfach. Für die Ausrichtung der Antenne gibt es zwei Möglichkeiten:

- die Antenne entweder mit einem konventionellen LNB und Messempfänger ausrichten und dann das optische LNB montieren oder
- optischen LNB montieren und über den 10-dB-Abschwächer den Virtual Quad anschließen sowie einen seiner F-Ausgänge mit Messempfänger verbinden und Ausrichtung vornehmen.

3 Funktionsprinzip des optischen LNB

Im optischen LNB werden die beiden Downlinkbänder (vertikal/horizontal 10,7... 12,75 GHz) mit 9,75 und 7,3 GHz abgemischt und „gestackt“ (engl. to stack, stapeln), d. h. frequenzmäßig so verschoben, dass sie den Frequenzbereich 0,95... 5,45 GHz belegen (Bild ⑤). Mit diesem Zwischenfrequenzband wird eine 1310-nm-Laser-Lichtquelle intensitätsmoduliert. Das modulierte Laser-Licht enthält nun die Informationen aller vier Sat-ZF-Bänder und kann mit einem Pegel von ca. 7 dBm (ca. 5 mW) über eine FC/PC-Buchse zur optischen Verteilung über Lichtwellenleiter abgegriffen werden. Die Spannungsversorgung des optischen LNB mit 13 VDC/300 mA erfolgt über eine F-Buchse.

Um dem Installateur das Leben so einfach wie möglich zu machen, stehen verschieden lange mit optischen Steckern versehene Kabel zur Verfügung. Wegen der extrem geringen optischen Faserdämpfung (<0,4 dB/km) spielen meistens ausschließlich die Übergangsverluste in den Steckverbindungen eine Rolle. Im Test wurde ein 30-m-Kabel-Ring vom Type Triax Armored Optical Fiber Cable SM G657A LSZH 3.0, 9/125 µm (Core/Cladding) Single Mode verwendet. Dieses etwa 3 mm starke Kabel nach der neuen ITU-Norm G.657.A

ist biegeunempfindlich (min. Biegeradius 10 mm), dank Metallarmierung trittfest und äußerst zugbelastbar. Damit ist es ideal für Büroverkabelungen und Fibre-to-the-Home-Netze, auch zum nachträglichen Verlegen geeignet.

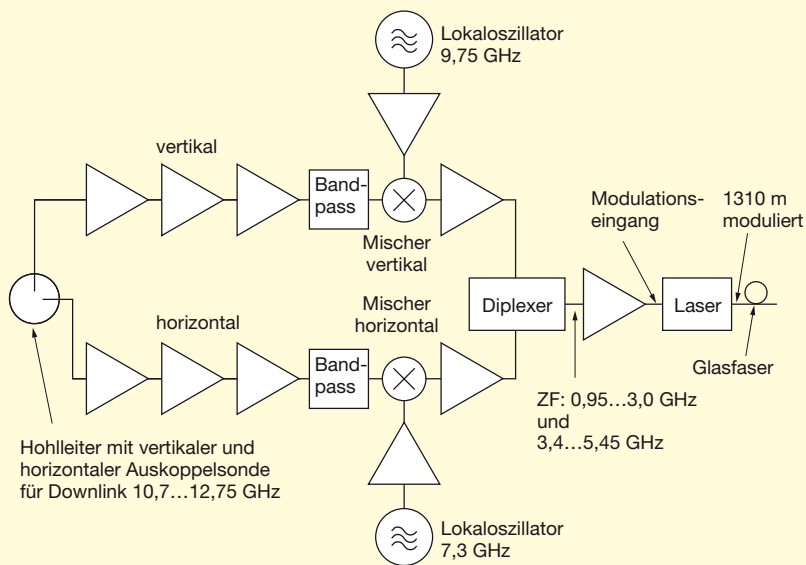
Außerdem wurden SC/PC-Stecker (Bild ④) eingesetzt. SC ist die Abkürzung für Subscriber Channel Connector (Teilnehmerstecker) und die physikalische Kontaktstelle PC (Physical Contact) steht für Geradschliff der Faser-Stirnfläche. Diese ist zudem leicht gekrümmt, um Rückstrahlungen zu verringern.

Zur Aufteilung des optischen Signals auf zwei oder vier Strecken steht je eine Splittersorte zur Verfügung. Der Vierfach-Splitter gibt über jeden Ausgang ein Viertel der am optischen Eingang eingespeisten Leistung ab (Verlustfreiheit angenommen). Dies entspricht einer Verteildämpfung von $10 \log(0,25) = 6,02 \text{ dB}$. Die tatsächlichen Werte sind vom Hersteller auf den Splitter aufgedruckt und liegen bei 6,2 bis 6,3 dB.

4 Optisch-elektrische Konverter

An den Ausläufern des optischen Verteilnetzes werden die optischen Signale wieder in elektrische zurückgewandelt. Dazu stehen zur Verfügung:

- Virtual Twin. Er verhält sich receiverseitig wie ein Twin-LNB oder ein Zwei-Port-Multischalter und gestattet somit den Betrieb von zwei Sat-Receiver.
- Virtual Quad. Er verhält sich receiverseitig wie ein Quad-LNB oder ein Vier-Port-Multischalter und gestattet somit den Betrieb von vier Sat-Receiver. Sein Blockschaltbild zeigt Bild ⑦.



④ SC-PC-Stecker und Kuppler-Attenuator

⑤ LNB-Blockschaltbild

- Virtual Quatro. Er liefert wie ein Quatro-LNB an seinen vier F-Ausgängen die vier Sat-ZF-Spektren (LBV, LBH, HBV, HBH) und erlaubt damit den weiteren Ausbau der Anlage mit herkömmlichen koaxialen Verteilkomponenten. Das Blockschaltbild gleicht dem aus Bild ⑦, lediglich der 4x4-Multischalter fehlt.

5 Pegelbilanz

Die optische Ausgangsleistung des LNB liegt bei typisch 7 dBm. Am Eingang des Virtual Quad sollten mindestens -11 dBm anliegen,

d. h. 18 dB können im optischen Verteilsystem „verbraten“ werden. Da die Glasfasern etwas weniger als 0,4 dB/km im 1310-nm-Bereich dämpft, spielt in den meisten Fällen nur die Verteildämpfung der optischen Splitter und die Durchgangsdämpfung der Steckverbindungen im Signalweg eine relevante Rolle. Bei einem Splittfaktor von 32 fällt der typische LNB-Pegel von 7 dBm durch die Gesamtverluste im optischen Signalpfad von 18,3 dBm auf -11,3 dBm ab. Damit ist das optische Signalbudget aufgebraucht. Mit 32 Virtual Quads an den Ausläufern der optischen Verteilnetze können somit $4 \times 32 = 128$ Receiver versorgt werden. Setzt man statt der Virtual Quads dagegen Virtual

Quatros ein, die wiederum beispielsweise 4×16 -Multischalter speisen, wird die Zahl der versorgbaren Receiver auf 512 vervierfacht.

6 Frequenzgänge

Im Vergleich mit einem klassischen Universal-Twin-LNB (Silver Crest LP404) zeigte das Duo aus optischem LNB (TOS 04) mit direkt nachgeschaltetem Virtual Quad (TVC 04) von Triax-Hirschmann leichte, vielleicht vom Exemplar abhängige Schwächen in der Linearität des Frequenzgangs, besonders in der horizontalen

F-tronic®

Innovation installieren

Artgerechte Haltung...

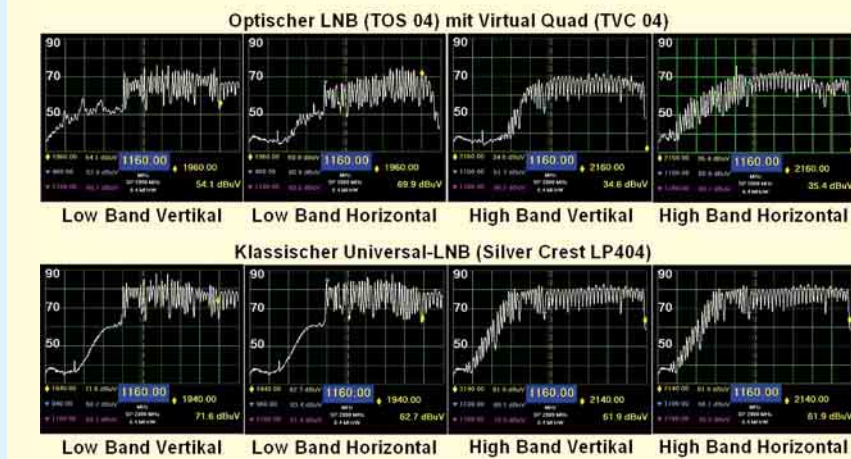


Ob feuchter Keller, Industriehalle oder Ausseneinsatz – unsere

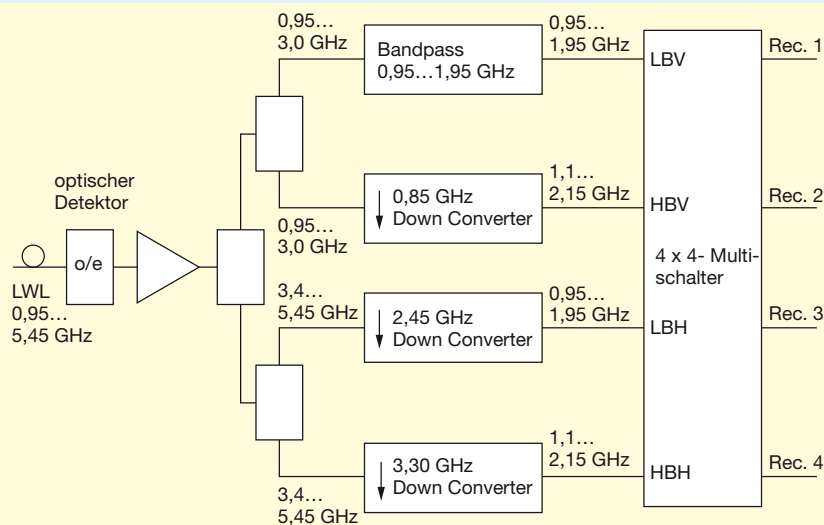
IP65-Kleinverteiler

fühlen sich unter harten Bedingungen erst richtig wohl.

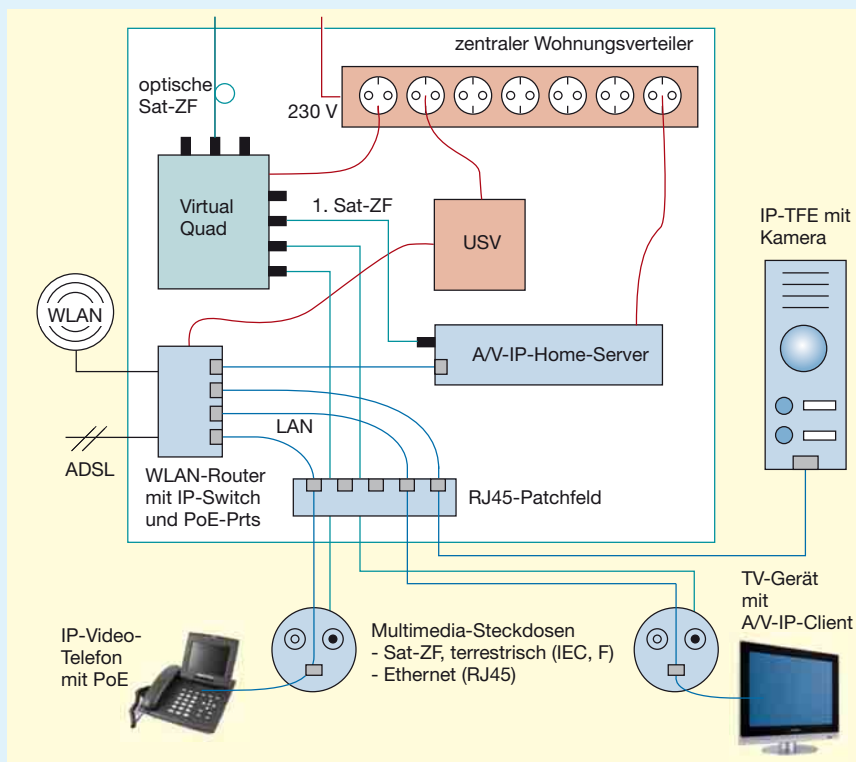
Mehr Infos unter www.f-tronic.de



6 Frequenzgänge



7 Virtual-Quad-Blockschaltbild



8 Zentraler Wohnungsverteiler

Ebene des High-Bands (Bild 6). Hier war der Transponder 107 in einem Pegeltal. Ohne Messempfänger mit Spektrumsdarstellung ist dem daraus möglicherweise resultierenden unstabilen Empfang schwer beizukommen. Die Werte für C/N (Carrier to Noise Ratio) und MER (Modulation Error Ratio) von 9 dB bzw. 9,8 dB beim optischen System (Bild 9) belegen das Problem im Vergleich mit Werten von C/N=10,5 dB und MER=12,6 dB beim klassischen Vergleichs-LNB.

7 Vorteile der optischen Sat-ZF-Verteilung

Die geringe LWL-Dämpfung erlaubt problemlos die Zuführung der vier Sat-ZF-Spektren auch über mehrere Kilometer. Eine 3 mm Glasfaser ist in dieser Hinsicht einem dicken Bündel aus 4 Koaxialkabeln meilenweit überlegen. Dieser Vorsprung würde weiter wachsen, wenn das Stacking der 8 Sat-ZF-Bänder eines Monoblock-LNB gelänge. Hinzu kommt das einfache Handling.

Glasfasern haben keine Probleme mit elektromagnetischer Ein- und Ausstrahlung (Ingress und Egress). Sie können deshalb ohne weiteres auf längeren Strecken parallel zu Energiekabeln verlegt werden. Zudem ist ihr Durchmesser so klein, dass ein nachträgliches Einziehen in teilweise belegte Leerrohre oder die Verlegung hinter der Fußbodenleiste meistens keine Schwierigkeiten bereitet. Sollten die vormontierten Stecker den Durchgang im Leerrohr erschweren oder verhindern, bietet der Einsatz von sog. Mini-Flex-Kabeln (Bild 10) einen Ausweg. Bei ihnen ist der Stecker nur an einer Seite vollständig montiert. Auf der anderen Seite haben sie einen „schlankeren Kopf“ in Form einer Ferrule, die nach erfolgtem Einziehen mit wenigen Handgriffen zum kompletten Stecker ergänzt wird. Auch hier ist also kein aufwendiges Spleissen erforderlich.

Potentialverschleppungen und Ausgleichsströme über den Mantel gibt es bei der nicht leitenden Glasfaser prinzipiell nicht. In Zeiten zunehmender Vernetzung von IT, TK und Rundfunkempfangsanlagen ist dies ein nicht zu unterschätzender Vorteil. In einer DIN-EN-50173-konformen Wohnungsverkabelung mit einem zentralen Home-Distributor (Wohnungsverteiler, Bild 8) für multimediale Dienste ist der Virtual Quad als optisch angefahrener Multiswitcher die perfekte Lösung, denn die wohnungsweiten coaxialen Dämpfungen spielen in der Regel wegen der geringen Kabellängen eine untergeordnete Rolle. Würde man das zweite Wellenlängenfenster 1550 nm zur Datenübertragung nutzen, könnte man über die gleiche Zubringerfaser das volle Triple Play realisieren. Entsprechende Endgeräte vorausgesetzt, wäre ein völliger Verzicht auf kupferbasierte Übertragungsmedien möglich.

9 H45 mit Sat1-Combo



10 Mini-Flex-Kabel



ist größter Wert auf die Sauberkeit der optischen Verbindungen zu legen, denn bereits ein Fingerabdruck oder ein Staubkorn auf der Stirnfläche des Lichtwellenleiters kann unzulässige Dämpfungen erzeugen. Deshalb ist etwas Messtechnik für die optischen Abschnitte des Verteilnetzes erforderlich. Eine Lichtquelle und ein optisches Power-Meter würden für den Anfang vollauf genügen, um die optischen Strecken zu überprüfen. Wenn die beschriebene hybride Sat-ZF-Verteiltechnik an Bedeutung gewonnen hat, wird etwas optische Messtechnik vielleicht sogar in den Rundfunkmessempfängern der Zukunft integriert sein. Ein erstes preiswertes Beispiel ist der Handheld-Signal-Analyzer Global Invacom OptiScan, der umfangreiche analoge und digitale Messungen an optisch-elektrischen Mischnetzen ermöglicht. Auch für das Ausrichten einer Antenne mit optischem LNB ohne Umweg über das elektrisch rückgewandelte Signal ist OptiScan ausgelegt. Sicherlich sind auch die Hersteller und Lieferanten von Satelliten-Empfangs- und Verteiltechnik gefordert, die optische Sat-ZF-Verteiltechnik in ihre Schulungsprogramme aufzunehmen.

8 Nachteile der optischen Sat-ZF-Verteilung

Wie in dem Abschnitt „Pegelbilanz“ gezeigt, ist das Pegelbudget des vorgestellten Systems von etwa 18 dBm nach zwei Vierfach- und einem Zweifachsplitter aufgezehrt. Das Anheben des optischen Pegels ist gegenwärtig mit relativ preiswerten optischen Verstärkern in EDFA-Technik (EDFA, Erbium Doped Fiber Amplifier) nicht möglich, weil diese nur für den 1550-nm-Wellenlängenbereich verfügbar sind. Zukünftige optische LNBs mit höheren Ausgangsleistungen des Sende-Lasers würden dagegen längere Splitterkaskaden und damit erheblich größere Teilnehmerzahlen zulassen. Die LNB-Spei-

sung ist nicht mehr über das koaxiale Anschlusskabel möglich, vielmehr muss ein separates Kabel parallel zum LWL vom Speisernetzteil bis zum optischen LNB verlegt werden.

9 Neue Anforderungen an den Installateur

Der Installateur, der sich bisher nur mit koaxialkabelbasierten Verteilsystemen beschäftigt hat, muss umdenken und einiges dazulernen. Bei der optischen Verteiltechnik spielt in der Praxis die überbrückte Distanz keine Rolle, wohl aber der Budgetverzehr durch optische Splitter und Kuppler. Zudem

10 Ausblick

Die quasi verlustfreie optische Übertragung der vollständigen Übertragungskapazität eines Satelliten wie Astra auf 19,2° Ost in Gestalt seiner vier Sat-ZF-Spektren via Glasfaser erlaubt völlig neue Verteilkonzepte. Sat-ZF-Verteilungen können jetzt problemlos mehrere Wohnblöcke von einer gemeinsamen Antenne ausgehend wirtschaftlich versorgen. Diese Zukunftstechnologie lässt noch viel erwarten.

Karsten Jungk

els spelsberg

www.spelsberg.de



Ihr Spezialist für Photovoltaik.