

Messtechnik für den Satellitenempfang

H. Kriebel, Finning

Kabel und Satellit haben den terrestrischen Empfang praktisch verdrängt. Kaum mehr als zehn Prozent aller TV-Teilnehmer empfangen nur terrestrische Fernsehsender. Was bei terrestrischen Antennenanlagen recht gut funktioniert – Erfahrung und Kenntnis der Empfangsgegebenheiten ersetzen das Messgerät –, sollte man bei der Installation von Satellitenempfangsanlagen besser unterlassen. Hier sind Messgeräte unentbehrlich.

Ausrichtung der Satellitenantenne

Das Messen beginnt bei der exakten Ausrichtung der Antenne. Sie ist die wichtigste Voraussetzung für den einwandfreien Empfang. Wer einmal eine Antenne „per Hand“ ausgerichtet und später die korrekte Justierung per Messung nachgeholt hat, wird die Erfahrung gemacht haben, dass er leicht 6 dB verschenkt und damit den möglichen Empfangspegel halbiert hat. Bei schlechtem Wetter rächt sich das garantiert. Die Justierung der Antenne erfolgt zunächst durch grobes Ausrichten der Schüssel. Vielfach verfügen die Antennen über Einkerbungen mit Winkelangaben für die Höheneinstellung (Elevation). Zweckmäßigerweise wurde der Messempfänger bereits vorprogrammiert, d. h. ein bekannter Sender eingestellt. Ist der gewünschte Satellit gefunden und vorjustiert, erfolgt die genaue Ausrichtung mit Hilfe des Messgerätes. Dabei können die Pegelunterschiede je nach Satellit und Antennengröße sehr groß sein. Während sie bei einer 60-cm-Antenne bei etwa 70 dB μ V liegen, erreicht man mit einer 1,2-m-Antenne leicht Werte weit über 80 dB μ V. Bei diesen Werten ist darauf zu achten, dass die Empfangsgeräte nicht bereits übersteuert werden, was sich durch ähnliche „Spikes“ wie bei zu schwachen Empfangssignalen (60 dB μ V) auf dem Fernsehbildschirm äußert. Fehlausrichtungen machen sich bei digitalen Programmen noch stärker bemerkbar: Nur wenige Zehnteldezibel liegen zwischen einem guten Bild und dem Empfangsausfall. Das Messgerät, das zur Ausrichtung der Antenne benutzt wird, sollte einen Signalton liefern, der mit steigendem bzw. sinkendem Empfangspegel seine Tonhöhe ändert, wie das auch in der terrestrischen Empfangstechnik üblich war und ist. Auf diese Weise kann man sich bei Mon-

tage und Ausrichtung den Blick auf das Messgerät zunächst ersparen.

Sehr gut lassen sich an dieser Stelle auch Spektrum-Analyzer-Messgeräte einsetzen. Sie zeigen gleichzeitig den Pegel aller empfangenen Satellitenprogramme.

Entkopplung benachbarter Satelliten

Weil die Satelliten mit einem Abstand von nur 3° bis 4° im Orbit positioniert sind, also der gleiche Frequenzbereich für andere Programme wieder benutzt wird, muss darauf geachtet werden, dass es zu keiner gegenseitigen Beeinflussung der Programme verschiedener Satelliten kommt. In solchen Fällen ist es mit dem Messempfänger möglich, Feldstärken zu prüfen und durch minimales Drehen der Antenne den unerwünschten

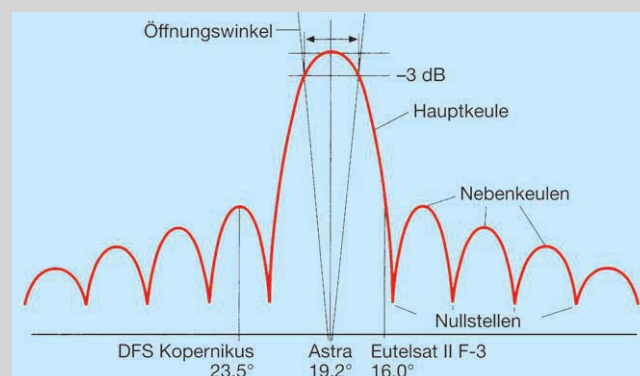
Satelliten in eine Nullstelle des Richtdiagramms zu legen (Bild 1). Das Störsignal wird auf diese Weise völlig ausgelöscht.

Signal-Rausch-Abstand

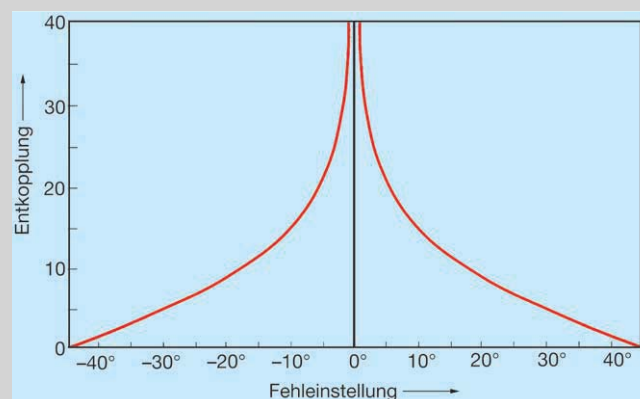
Wesentlich für die Qualität einer Empfangsanlage ist der Signal-Rausch-Abstand C/N, also das Verhältnis von Nutzsignal zu Rauschsignal. In Gemeinschaftsempfangsanlagen muss ein Mindeststörabstand C/N von 14 dB (bei einer Bandbreite von 27 MHz) an der Teilnehmeranschlussdose erreicht werden. Solche Messungen sind mit den meisten Messempfängern durchführbar. Hierbei wird zunächst der Pegel bei optimaler Ausrichtung der Antenne ermittelt. Dann schwenkt man die Antenne nach oben, bis kein Signal mehr empfangen werden kann, und misst den dabei auftretenden Wert. Die Differenz zum vorherigen Wert ist das Verhältnis C/N. Ein Signal-Rausch-Abstand von 14 dB sollte auch in Einzelempfangsanlagen angestrebt werden. Der Kunde wird die dadurch erreichte Schlechtwetterreserve zu schätzen wissen.

Polarisationsentkopplung

Die Satellitensignale werden in zwei Polarisations Ebenen, vertikal und horizontal, gesendet [1] [2]. Um sie exakt voneinander zu trennen, muss der Konverter in der Schüssel (LNB) genau ausgerichtet sein, damit



1 Antennen empfangen nicht nur den gewünschten Satelliten, sondern abgeschwächt über die sog. Nebenkeulen die Signale von Nachbarsatelliten. Zwischen den Nebenkeulen gibt es Nullstellen. Bei exakter Ausrichtung der Antenne treten praktisch keine Störungen durch Nachbarsatelliten auf.



2 Maximale Polarisationsentkopplung in Abhängigkeit von der Fehleinstellung.

Autoren

Henning Kriebel betreibt als Fachjournalist ein Redaktionsbüro in Finning und ist Herausgeber des Sat-Report.

die Signale der anderen Polarisationssebene sich nicht auf das gewünschte Programm auswirken.

Die Einstellung der Polarisation erfolgt durch Drehen des LNB. Nach Bild 2 ist der Bereich der optimalen Entkopplung äußerst schmal. Am besten erfolgt die Justierung derart, dass man auf das Pegelminimum am Messempfänger einstellt.

Spektrum-Analyzer-Messgeräte machen die korrekte Einstellung der Polarisationsentkopplung noch einfacher. Durch die Darstellung beider Polarisationssebenen können die LNB auf einfache Weise so genau ausgerichtet werden, dass die Entkopplung zwischen den beiden Polarisationssebenen perfekt ist.

Einpegeln von Gemeinschaftsanlagen

Für Gemeinschaftsantennenanlagen sind die in der Richtlinie FTZ 1R8-15 vorgeschriebenen Pegel maßgeblich. Sie berücksichtigen in ausreichendem Maß die Eigenschaften der Tuner von Fernsehgeräten oder Satellitenreceivern.

In Breitbandkommunikations(BK)-Anlagen ist nach der genannten Richtlinie ein Pegelbereich von 60 bis 84 dBµV an der Steckdose des Teilnehmers vorgeschrieben, wobei ein Pegel von 70 dBµV empfohlen wird. Natürlich sollte der Pegelmessung eine sorgfältige Pegelberechnung der Anlage vorausgehen. Manchmal ist die Pegelberechnung nicht möglich, beispielsweise, wenn die Dämpfungscharakteristik vorhandener Kabel nicht bekannt ist, diese jedoch zur Einspeisung von zusätzlichen Satellitenprogrammen in Sat-ZF-Lage genutzt werden sollen. Eine korrekte Einpegelung einer Empfangsanlage ist dann nur mit Hilfe eines Messgerätes möglich. Grundsätzlich sollte jede Anlage durchgemessen und ein Messprotokoll angefertigt werden.

Pegelschräglage

In Empfangsanlagen können die Pegel am unteren und oberen Bandende sehr unterschiedlich sein. Je nach verwendeten Kabeln, passiven oder auch aktiven Bauelementen sind die Signale am oberen Frequenzende mitunter um mehrere dB schwächer als diejenigen am unteren Bandende. Wird ohne Kenntnis dieser Schräglage verstärkt, können die Träger am unteren Bandende Kreuzmodulationsprodukte hervorrufen – mit unangenehmen Folgen, wie Moirés, Spikes oder verrauschtem Bild. Die Pegelschräglage sollte daher 5 dB nicht überschreiten. Dieser Wert gilt auch für den generellen Pegelunterschied für das stärkste und das schwächste Empfangssignal an jeder Teilnehmeranschlussdose.

Sehr hilfreich sind zum Ausgleich der Schräglage Breitbandkabelentzerrer, die eine mit der Frequenz fallende Dämpfung aufweisen und so die Frequenzcharakteristik der Anlage kompensieren. Auch aktive Bauteile wie Verstärker verfügen vielfach über Einstellmöglichkeiten zum Ausgleich einer Schräglage. Die Kontrolle der Kompensation erfolgt mit dem Messempfänger.

Digitale Signale

In Anlagen, in denen auch digitale Signale übertragen werden, gelten etwas andere Gesetzmäßigkeiten: Zum einen können analoge Messgeräte die Pegel digitaler Signale nicht korrekt messen, andererseits reagieren digitale Signale relativ empfindlich auf Reflexionen im Verteilnetz. Für Anlagen mit digitaler oder auch digital-analog-gemischter Programmverteilung ist daher ein entsprechendes Messgerät unbedingt erforderlich. Gemessen wird in der Regel die Bitfehlerrate (BER – bit error rate). Je nach Anzahl fehlerhafter Bits lässt sich die Empfangsqualität wie folgt einschätzen:

10^{-3}	schlecht
10^{-4}	Minimum
10^{-5}	mäßig
10^{-6}	gut
10^{-7}	sehr gut
10^{-8}	perfekt
10^{-9}	fehlerfrei

Das Bild selbst verschwindet beim Grenzwert abrupt. Einen Übergang, beispielsweise zu mehr Rauschen wie beim analogen Fernsehen, gibt es nicht.

Eine weitere Aussage über die Empfangsqualität bieten die sog. Konstellationsdiagramme, deren Darstellung man jetzt ebenfalls in modernen Messgeräten findet.

Praktischer Betrieb

Bei der Auswahl eines Messgerätes gibt es einige Kriterien, die beim Einsatz an Baustellen, auf dem Dach oder auch bei der Reparatur unbedingt berücksichtigt werden sollten. Das sind: robustes Gehäuse, stabile Drehknöpfe, Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen und ein möglichst „tragbares“ Gewicht. Eine solide Tragetasche für Anschlusskabel und Adapter sollte unbedingt zur Ausrüstung gehören. Im nebenstehenden Kasten sind einige leistungsfähige Messempfänger zusammengestellt, mit denen die vorstehenden Messungen durchgeführt werden können.

Literatur

- [1] Kriebel, H.: Sat-Empfangssysteme – die Außenanlage. Elektropaktiker, Berlin 52(1998)9, S. 840-848.
- [2] Kriebel, H.: Satellitenempfang mit Sat-ZF-Ver_teiltechnik. Elektropaktiker, Berlin 52(1998) 10, S. 950-956.

Überblick



Die **Messempefänger SDA-9, -10, -11** der Fa. RO.VE.R (Vertrieb Europhon) messen alle digitalen und analogen Sat-Signale und stellen sie auch als Spektrum dar (Dynamikbereich 53 dB, Bandbreite 10 MHz bis Vollband, >1320 MHz). Sie können im Sat-ZF-Bereich von 950...2150 MHz eingesetzt werden und eignen sich für Pegelmessungen von 20...120 dBµV. Unterstützt werden alle gebräuchlichen

Antennen-Messempefänger

LNB (Universal und Quattro). Analog werden alle üblichen Fernsehnormen verarbeitet. Ein zuschaltbarer Summer erleichtert das Ausrichten von Antennen. Bei Pegelmessungen erkennen die Geräte selbstständig, ob es sich um analoge oder digitale Signale handelt. Bei digitalen Messsignalen kann man neben der Bitfehlerrate auch C/N und Noise Margin messen. Die Bedienung im digitalen Bereich ist besonders einfach. Spektrum und Messergebnisse (Frequenz, Symbolrate, Bitfehlerrate usw.) können gleichzeitig betrachtet werden. Zusätzlich gestattet SDA 11 die Messung von Linearität des digitalen Signals, LNB-Verstärkung und Polarisationsentkopplung. Orbitalposition, Name des digitalen Bouquets sowie Datum und Uhrzeit werden angezeigt.



Drei **Messempefänger** für digitale terrestrische Anwendungen bietet Messtechnik-Spezialist KWS-Electronic dem Installateur. Die Typen **AMA 218 S, AMA 214 S und AMA 300** verfügen über die notwendigen Messmöglichkeiten für DVB (Digital Video Broadcast). Der neue AMA 300 wird ab Sommer 2000 optional mit den Messmodulen für digitales terrestrisches Fernsehen (DVB-T) ausgestattet. Dabei werden im 2k- und 8k-Standard Pegel-

messung, Bitfehlerratenmessung und Konstellationsdiagramm als Komplettpaket angeboten. Der MPEG-2-Decoder wird dabei gute Dienste tun und die frei empfangbaren Programme sichtbar machen. AMA 218 S und der AMA 214 S können mit dem MPEG-2-Decoder nachgerüstet werden. Der Kombimessempefänger AMA 300 für FM, BK, Sat und Rückkanal verfügt in der Grundversion über Rückkanalmessung ab 5 MHz, alle Frequenzbereiche von 44...2150 MHz, 70-kHz-Analyser im TV-Bereich, 5 MHz oder 18 MHz bei Sat, Bitfehlerratenmessung, Konstellationsdiagramm, DiSEqC 2.0. Darüber hinaus sind eine PC-Schnittstelle und eine Schnittstelle für den MPEG-2-Datenstrom vorhanden. Ausgestattet ist der AMA 300 mit einem Farb-LC-Modul (14,5 cm) für TV-Bildwiedergabe und Messdiagramm-Darstellung.



Die neue **Antennenmessgeräte-Familie Pro-link-3** von Promax Deutschland weist folgende Funktionen auf: Analoge und digitale Pegel- und C/N-Messung von 5 bis 2150 MHz, Multinormempfang, digitaler Spektrumanalysator, Farb- oder s/w-Bildschirm, große Pegel-, Kanal- oder Frequenzanzeige, Data Logger und RS-232C-Schnittstelle, DiSEqC 1.2, Rückkanalmessung, NICAM, Videotext sowie BER-Mes-

sung optional nachrüstbar. Besonderer Wert wurde auf Anwenderfreundlichkeit und Robustheit gelegt. So ist z. B. die gegen Feuchtigkeit und Schmutz geschützte Folientastatur mit einfachen Symbolen versehen. Der bewährte digitale Drehschalter wurde um eine Drucktastenfunktion für schnellen Zugriff und einfache Einstellungsauswahl erweitert. Die Messanschlüsse befinden sich auf der rechten Seite, so dass angeschlossene Kabel die Bedienung nicht behindern. Die gesamte Technik ist in ein robustes Metallgehäuse mit Gummistößkante verpackt. Mit Abmessungen von 280 x 250 x 90 mm³, einem Gesamtgewicht von 5,2 kg und einer Rucksacktrage-tasche sind die Geräte durchaus „tragbar“.



Bei den Antennen-Messempefängern der Fa. Unaohm sind die **Analog/Digital-Kombigeräte EP 507, EP 307 und EP 318** hervorzuheben. Die Geräte sind mit Echtzeit-Spektrum-Analysator ausgestattet, decken den Bereich 5 MHz bis 2150/2230 MHz ab und verfügen über: Videotext, 100 Programmspeicher, RS-232-

Schnittstelle und Software, Marker für Differenzmessungen, Sat ZF + zwei programmierbare Lokal-Oszillatorfrequenzen (LOF), Messbandbreiten: 100 kHz, 1 MHz und Sat sowie 4(9) MHz, DiSEqC 1.1/2.0 und 22 kHz. Mit der Digital Channel Power QPSK/QAM, spreizbarem Spektrum und Messmöglichkeit für C/N sowie Messbereichen von 20...130 dBµV (terrestrisch) und 30...130 dBµV (Sat) haben sie eine gehobene Standardausstattung. Optional sind QAM-, QPSK/SCPC-Module und interner Drucker. Das SCPC-Modul ermöglicht auch BER-Messungen. Beide Geräte haben einen Messdatenspeicher (800 Messungen) und einen Timer für automatische Messungen. Mit dem MPEG-2-Decoder von EP 307 und 507 sind die im QAM-/QPSK-Bereich frei verfügbaren Sender als TV-Bild darstellbar.