

Mit extrem niedrigen Rauschmaßwerten soll dem Anwender Qualität suggeriert werden – längst jenseits der Grenzen von Wahrheit und Physikalisch-Machbarem

Falsch bewertet

LNBS mit einem Rauschmaß von 0,3 dB und weniger sind in der Werbung nichts Ungewöhnliches. Dabei wissen Experten ganz genau, dass solche Werte in der Praxis gar nicht erreichbar sind. In einem Empfangssystem spielen andere Kriterien eine viel wichtigere Rolle.

Die im Fachverband Satellit und Kabel zusammengeschlossenen Firmen werden daher nach einer Übergangszeit auf die Angabe des Rauschmaßes bei LNBS ganz verzichten. Die Entwicklung von LNBS in den letzten Jahrzehnten ist eine technische Erfolgsgeschichte. Allein in den letzten 20 Jahren schrumpften die Spiegelgrößen von 2 m auf 60 cm und weniger. Die Leistungssteigerung der Satelliten war dafür gar nicht mal so ausschlaggebend. Die weitaus überwiegenden Verbesserungen gab es bei der technischen Weiterentwicklung der LNBS.

Mittlerweile hat man das Physikalisch-Machbare weitgehend erreicht. Mit der bewährten und gegenwärtig eingesetzten Technik sind Verbesserungen daher nur noch in ganz geringem Umfang möglich.

Trotzdem fallen die Rauschmaße in manchen Datenblättern, Prospekten und Katalogen seit Jahren kontinuierlich weiter - ein physikalisches Wunder? Beileibe nicht. Die Angaben sind schlicht und einfach unseriös. Sie ignorieren die wahren Werte und gaukeln dem Nutzer eine un reale Qualität vor.

Rauschen entsteht in elektronischen Bauteilen

Das Rauschen beruht auf physikalischen Prozessen in passiven und aktiven elektronischen Bauelementen. Daher gibt es prinzipiell keine "rauschfreien" elektronischen Schaltungen. Aufgabe der Entwickler von Bauelementen und elektronischen Schaltungen ist es nicht zuletzt, dieses Rauschen, das man als Rauschmaß in dB definiert, zu minimieren.

Beim LNB setzt sich das Gesamt rauschen aus dem Rauschmaß der Eingangs-Transistoren und dem des gesamten Speisesystems zusammen. Die rauschärmsten zur Zeit verfügbaren Feldeffekt-Transistoren, die speziell für den Einsatz in Speisesystemen entwickelt wurden, sind vom Hersteller bei 12 GHz mit einem Rauschmaß von minimal 0,34 dB und von maximal 0,45 dB spezifiziert; sie überschreiten allein damit schon die

werbemäßigen 0,3 dB. Diese Werte können jedoch nur erreicht werden, wenn die Transistoren exakt nach Spezifikation in einer vom Hersteller vorgegebenen Messschaltung betrieben werden. In der Massenfertigung sind sie nicht erreichbar und daher unrealistisch.

Dazu kommt, dass die Satellitensignale nicht nur bei 12 GHz, sondern in einem breiten Frequenzbereich von 10,7 bis 12,75 GHz übertragen werden. Das Rauschmaß von Transistoren unterliegt aber über die Frequenz gewissen Schwankungen - auch in Richtung schlechterer Werte. Rauschverschlechternd wirken sich darüber hinaus die hohe Aussteuerfestigkeit sowie notwendige Toleranzen in der Massenproduktion aus, so dass in der Praxis bestenfalls ein Rauschmaß im Bereich von typisch 0,7 dB erreichbar ist. Eine Bemerkung zum Begriff typisch: Er bedeutet lediglich, dass das Rauschmaß nur an einem Punkt über den gesamten Frequenzbereich den typischen Wert berühren muss, dass es also in der Regel schlechter ist.

Rauschen des Speisesystems

Betrachtet man das gesamte Speisesystem, das aus mehreren Verstärkerstufen besteht (Bild 1), kommen noch weitere Einflüsse hinzu. Man kann den resultierenden Wert mithilfe einer komplizierten Formel berechnen. Setzt man dabei für die erste und zweite Verstärkerstufe jeweils ein Rauschmaß von 0,7 dB an, ergibt sich nach dieser Formel

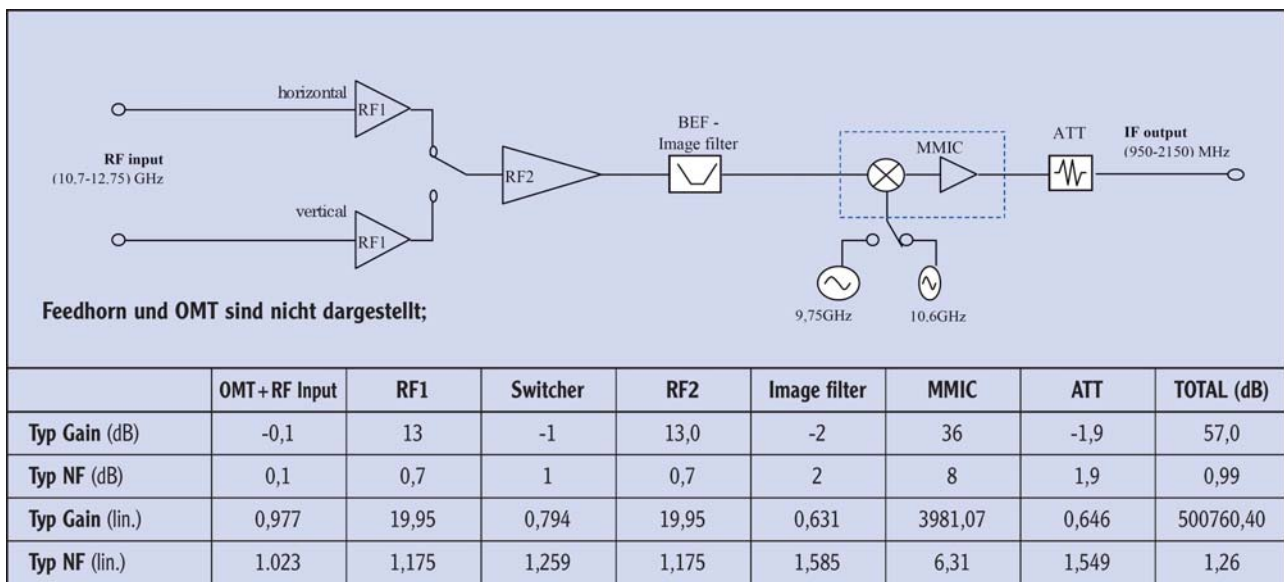


Bild 1: Vereinfachtes Blockschalbild eines Single-Speisesystem mit den elektrischen Werten.

insgesamt ein Wert von rund 0,9 dB – ein Wert, um den ein Speisesystem zwangsläufig nicht besser sein kann. Werte zwischen 0,9 und 1,5 dB sind Stand der Technik. Sie übertreffen dabei teilweise sogar die Empfehlungen von Astra zum sicheren Empfang

seiner Satelliten: Low-Band max. 1,3 dB, High-Band max. 1,5 dB. Alle Wertangaben, die unter 0,9 dB liegen, sind schlicht und einfach unwahr.

C/N ist das Maß

Welche Rolle spielt nun das Rauschmaß für den Träger-Rauschabstand C/N, dem eigentlichen Kriterium? Bei einem handelsüblichen Digitalreceiver werden ab einem

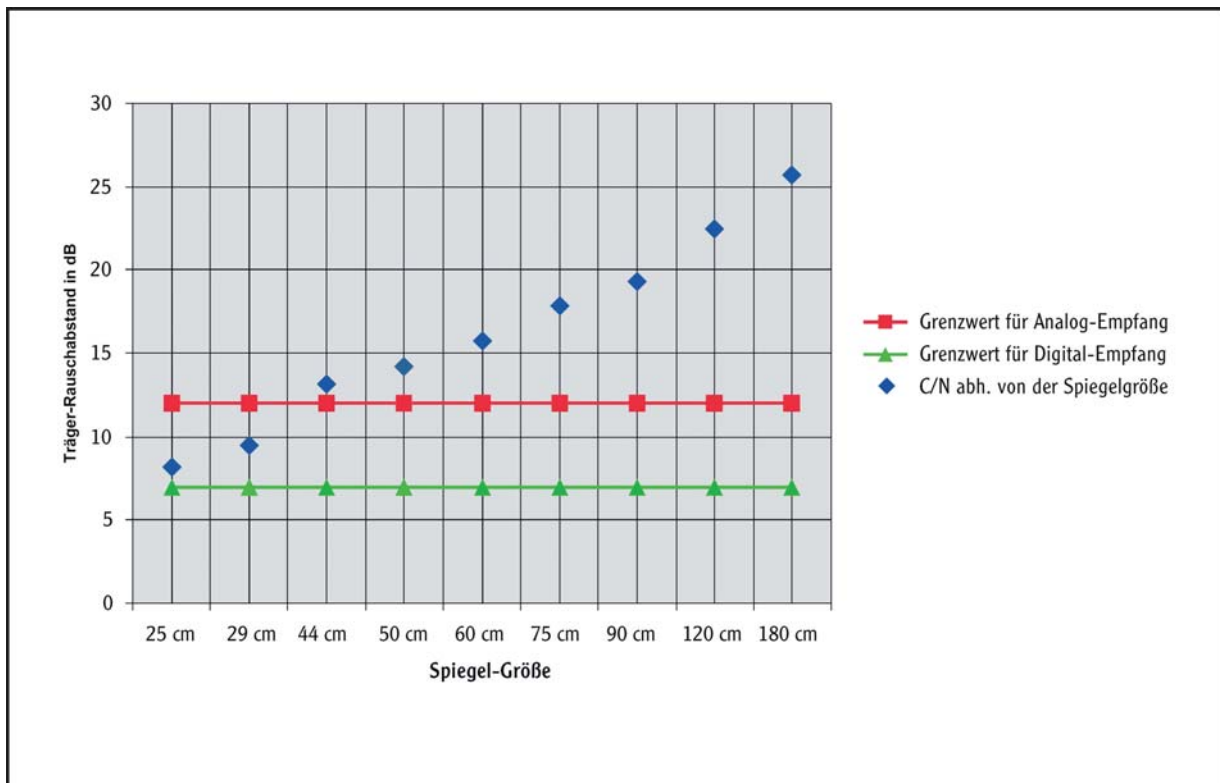


Bild 2: Der Träger-Rauschabstand liegt je nach Spiegelgröße zwischen 8 dB (25 cm Antennendurchmesser) und 26 dB (180 cm) bei Astra-Empfang mit einer Eingangs-Frequenz von 11,7 GHz, also in der Mitte des Übertragungsbereiches und bei einem Speisesystem mit 1 dB Rauschmaß, ohne Berücksichtigung einer "Schlechtwetter-Reserve" von 1,3 dB. Voraussetzung für diese Werte ist die optimale Abstimmung des Speisesystem auf die zugehörige Antenne, andernfalls können nur schlechtere Träger-Rauschabstands-Werte erreicht werden.

Träger-Rauschabstand von ca. 7 dB Bildstörungen sichtbar (Bild 2), ein Wert, der sich bei DVB-S2, also eine der Grundvoraussetzungen für HDTV-Übertragungen, um ca. 1 dB auf 8 dB erhöht. Als Standards haben die Normengremien für Gemeinschafts- bzw. Großgemeinschafts-Anlagen bei einer Kanalbandbreite von 27 MHz ein C/N von mind. 11 dB bei Digital-Empfang an der Antennensteckdose festgelegt. Für Einzelempfangs-Anlagen gilt dieser Wert als Empfehlung.

Vereinfacht ausgedrückt, hängt der Träger-Rauschabstand C/N bei einem gegebenen Satelliten und bei einem bestimmten Empfangsort von der Spiegelgröße und vom Rauschmaß des Speisesystems ab (Bild 3). Die Verstärkung des Speisesystems selbst

geht in den Träger-Rauschabstand nicht ein; sie muss aber so hoch sein, dass an den Antennen-Steckdosen trotz Anlagen-Dämpfung die Mindestpegel eingehalten werden. Gemäß EN 50083-7 sind dies mind. 47 dB μ V.

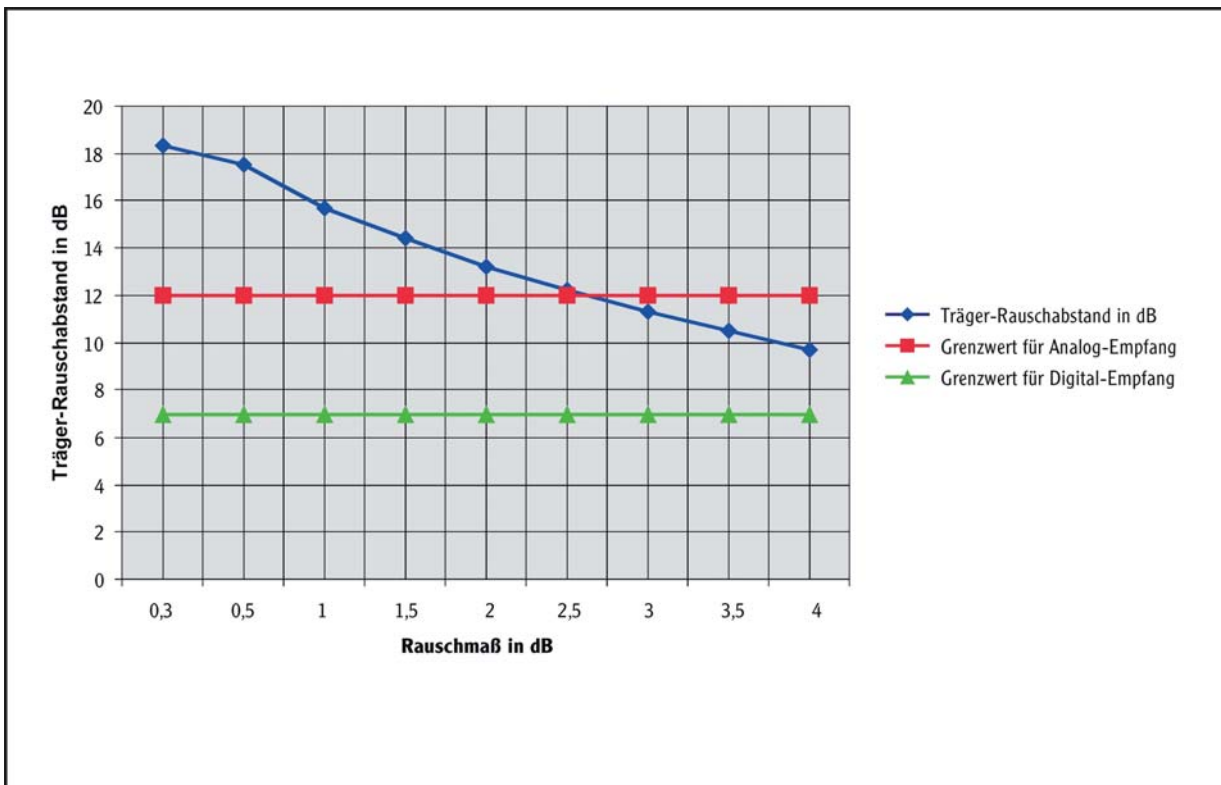


Bild 3: Träger-Rauschabstand in Abhängigkeit vom Rauschmaß des Speisesystems. Störungen sind unter Berücksichtigung der Schlechtwetterreserve von 1,3 dB bei Analogempfang ab einem Rauschmaß von rd. 2 dB, bei Digitalempfang erst oberhalb von 3,5 dB zu erwarten.

Voraussetzung für das Erreichen der optimalen Werte ist die bestmögliche Abstimmung des Speisesystems auf die zugehörige Antenne. Man spricht hier auch von der optimalen Ausleuchtung oder Aperturbelegung des Spiegels. Wird der Spiegel überstrahlt, steigt das Rauschen und der Träger-Rauschabstand sinkt. Ein zu niedrigeres Trägersignal hat die gleiche Wirkung, der Träger-Rauschabstand sinkt ebenfalls.

Einen negativen Einfluss auf den Empfang haben auch Nebenkeulen, die bei jeder Antenne mehr oder weniger stark auftreten. Ein typisches Beispiel für eine Sat-Antenne zeigt Bild 4. Man sieht, dass die Nachbar-Satelliten auch durch diese Nebenkeulen empfangen werden. Sie reduzieren generell auch den Antennengewinn in der Hauptempfangsrichtung und führen darüber hinaus dazu, dass unerwünschte Signale, wie Rauschen oder Richtfunkstörer, mit empfangen werden.

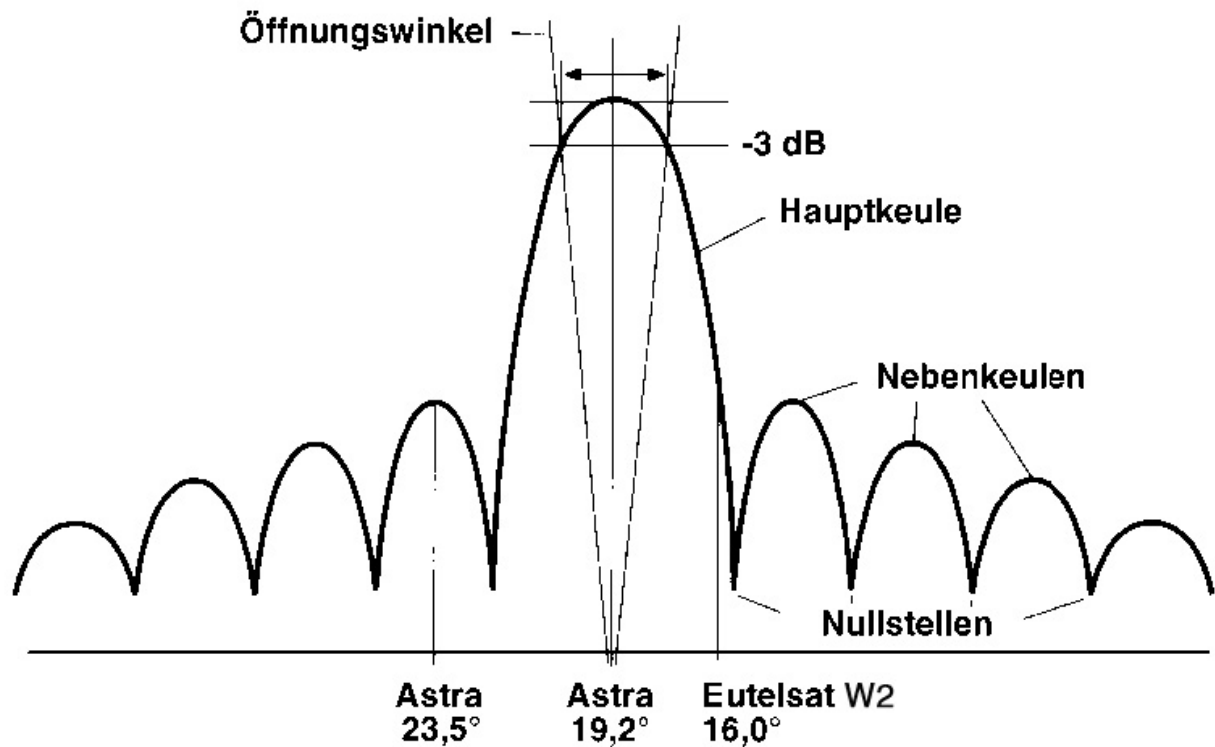


Bild 4: Nachbar-Satelliten werden mehr oder weniger stark durch Nebenkeulen empfangen.

Größer ist besser

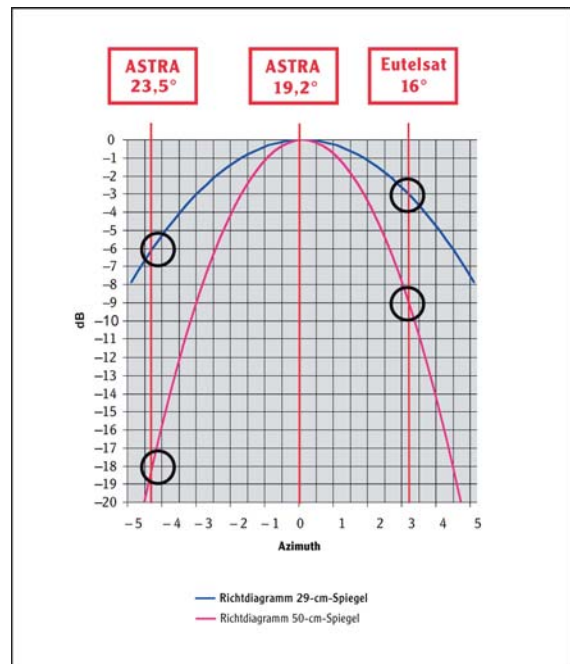
Je kleiner das Rauschmaß, umso kleiner kann der Spiegel sein - das ist eine prinzipiell richtige Aussage. Kleinerer Antennengewinn bedeutet zugleich, dass an die Aussteuerfestigkeit der Eingangsstufe des Speisesystems geringere Anforderungen zu stellen sind. Rein rechnerisch würde bereits ein Spiegel von 29 cm zu befriedigendem Digitalempfang führen.

Doch zugleich handelt sich der Nutzer damit ein gewaltiges Störpotenzial ein – und das ohne Berücksichtigung einer Schlechtwetterreserve, die man im Allgemeinen mit 1,3 dB ansetzt.. Die Größe des Spiegels bestimmt nämlich maßgeblich die Trennschärfe des Nutz- zum Nachbar-Satelliten. Im Grunde bedeutet diese Trennschärfe das Verhältnis zwischen dem gewünschten Nutz- und dem unerwünschten Störsignal eines solchen Nachbarsatelliten, dessen Programme auf denselben Frequenzen gesendet werden. Solche Störungen können bis zum Ausfall des empfangenen Programms führen.

Definiert wird die Trennschärfe der Satelliten-Antenne über die sogenannte Halbwertsbreite (Bild 5). Aus der Halbwertsbreite ergibt sich, bei welchem Winkel links und rechts von der Hauptempfangs-Richtung das Signal eines Nachbar-Satelliten um 3 dB abgesenkt bzw. nur noch mit der halben Leistung gegenüber der Hauptempfangs-Richtung empfangen wird.

Die Halbwertsbreite ist abhängig vom Durchmesser der Satelliten-Antenne, d. h. je größer der Spiegeldurchmesser ist, desto geringer ist die Halbwertsbreite und desto größer ist die Trennschärfe der Antenne. In der Tabelle ist dieser Zusammenhang für die Frequenz 11,7 GHz dargestellt.

Bild 5: Hauptkeulen für einen 29-cm- und einen 50-cm-Spiegel. Dargestellt ist die Absenkung der Signale der Nachbarkanalsatelliten W2 auf 16° O und Astra 23,5° O gegenüber Astra 19° Ost (Grafiken: Kathrein 4, Kriebell).



Tabelle

| Spiegel-Durchmesser | 25 cm | 29 cm | 44 cm | 50 cm | 60 cm | 75 cm | 90 cm | 120 cm | 180 cm |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Halbwertsbreite in ° | 7,2 | 6,2 | 4,1 | 3,6 | 3 | 2,4 | 2 | 1,5 | 1 |

Bild 5 zeigt die Trennschärfe eines 29-cm- und eines 50-cm-Spiegels und den Einfluss der Nachbarsatelliten von Eutelsat W2 auf 16° sowie Astra auf 23,5° auf Astra auf 19°. Die Antenne mit 29-cm-Durchmesser erreicht gegenüber Eutelsat W2 gerade mal eine Absenkung von etwa 3 dB. Selbst wenn man für Digitalempfang eine größere Systemreserve ansetzt und eine Unterdrückung des Nachbar-Satelliten von nur noch z. B. 9 dB fordert, setzt dies einen Spiegeldurchmesser in der Größenordnung von rund 50 cm für eine ausreichende Trennschärfe voraus.

Seriöse Antennenhersteller warnen denn auch vor zu kleinen Spiegelgrößen und empfehlen 60-cm-Antennen für Einzelanlagen, für Mehrteilnehmeranlagen sollten es eher 80 cm sein. Astra nennt für den sicheren Empfang in der Mitte der Ausleuchtzone einen Durchmesser von 60 cm.

Sorgfalt bei der Montage

Mit der Einhaltung der entscheidenden technischen Voraussetzungen für einen einwandfreien Satellitenempfang ist es allein jedoch nicht getan. Wer schlampig arbeitet, wird dafür heftig bestraft. Entscheidend für die Qualität der Empfangsanlage ist eine sorgfältige Justierung des Antennensystems. Wer meint, eine Antenne ohne Messgerät

auszurichten, kann gleich um mehrere dB Antennengewinn daneben liegen und macht die möglichen guten C/N-Werte von vorneherein zunichte.

Ähnlich störend wie die geringe Trennschärfe eines zu kleinen Spiegels wirkt sich ein schlecht justierter LNB aus. Werden nämlich Anteile der zweiten, um 90° versetzten Polarisationssebene mit empfangen, kann es zu erheblichen Empfangsbeeinträchtigungen kommen.

Definiert wird die Trennung der beiden Polarisationssebenen im LNB durch die Kreuzpolarisation. Auch sie wird in dB angegeben. Intern beträgt die Kreuzpolarisationsentkopplung eines LNBs um die 25 dB oder mehr. Je höher der Wert in dB ist, umso besser werden die Ebenen getrennt, ohne Störungen zu verursachen. Daher sollte der gute Wert des LNBs nicht durch seine schlechte Justierung verschlechtert werden.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen:

- LNB-Rauschmaß-Werte unter 0,7 dB sind unseriös und für die Funktion des gesamten Satellitenantennensystems praktisch ohne Belang. Wer solche Werte propagiert, lässt den Kunden im Unklaren über das tatsächliche Rauschmaß, das vielleicht noch viel höher liegt als 0,7 dB.
- Das Rauschmaß bestimmt die Qualität eines Antennensystems nur teilweise. Andere Parameter, wie Aussteuerfestigkeit, Polarisations- und Bandentkopplung, Frequenzgang, Phasenrauschen der Lokaloszillatoren, sind ebenso zu beachten.
- Mit der Verwendung eines größeren Spiegel lassen sich leicht mehrere dB gewinnen; gegenüber einigen vermeintlichen Zehntel dB Gewinn an Rauschmaß sind das „Welten“. Dazu bietet der größere Spiegel neben dem höheren Antennengewinn als besondere Dreingaben noch eine bessere Trennschärfe gegenüber Störsignalen eines Nachbarsatelliten und – nicht zu vergessen – bei ausreichender Größe auch eine Schlechtwetterreserve.
- Sorgfalt bei Justierung des Antennensystems bringt deutlich mehr als ein paar Zehntel weniger Rauschmaß. Mit nicht exakt justierten Systemen kann man schnell mehrere ganze dB einbüßen, ganz zu schweigen von Störungen durch Nachbar-Satelliten.