

Das „SKEW-Winkel“ Problem

Ein großer Vorteil der modernen Digitaltechnik ist die große Empfangsreichweite der digitalen Programme. Technisch gesehen wird die sog. „Ausleuchtzone“, also das Gebiet auf der Erde, in dem die Signale eines bestimmten Satelliten gut genug („mit ausreichender Feldstärke“) empfangen werden können durch die Digitaltechnik und die neuen, stärkeren Satelliten erheblich vergrößert. Dies ist natürlich auf der Seite des Nutzers hoch willkommen, doch leider läßt sich der Physik, oder in diesem Falle besser gesagt der sphärischen Trigonometrie, auch mit neuer Technik nur bedingt ein Schnippchen schlagen.

Die weitaus meisten Satelliten senden linear polarisierte Signale in zwei verschiedenen Ebenen aus: Horizontal (waagrecht) und vertikal (senkrecht). Dies ist direkt vergleichbar mit dem Empfang terrestrischer Fernsehsignale. Auch hier werden diese zwei Ebenen für die Aussendungen verwendet. Deshalb muß die gewöhnliche Fernsehantenne in manchen Gegenden waagrecht montiert werden um guten Empfang zu haben, in anderen Gegenden jedoch senkrecht. Satelliten verwenden beide Ebenen gleichzeitig – deshalb sind innen im Empfangskopf (LNB) in Wirklichkeit 2 winzige Antennen montiert. Wenn man bei einem defekten alten LNB die Plastikkappe abreist sieht man tief innen drin eben diese 2 Miniaturantennchen – nichts anderes als 2 Drahtstifte die 90° versetzt angeordnet sind. Eben ein Stift für horizontal und ein Stift für vertikal.

Da die Satelliten nun eben in diesen 2 Ebenen senden muß der LNB so positioniert sein, daß die Signale vom Satelliten genau „gerade aus“ auf diese Stifte treffen. Treffen Satellitensignal und Antennenstift mit einem Winkelversatz schräg aufeinander, so geht ein Teil des Signales verloren. Je schräger sich Satellitensignal und Antennenstift im LNB gegenüberstehen, also je mehr Winkelversatz auftritt, desto mehr Signal geht verloren – im Extremfall schlichtweg das ganze Signal.

Dieser Winkelversatz hat viele Namen – „Skew-Winkel“, „Polarisationswinkel“ oder „Polarisationsfehler“. Wie man es auch immer nennen mag – dieser Wert sollte idealerweise NULL sein, das Satellitensignal sollte also genau in der selben Ebene ankommen in welcher dieser Antennenstift im LNB montiert ist.

Da die LNBs einen runden Montagehals haben ist es kein Problem den LNB in seiner Halterung nach links oder rechts (im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn) zu verdrehen. Der LNB muß also immer so gedreht werden, daß die beschriebene Übereinstimmung zwischen Signal und LNB möglichst perfekt gegeben ist. Beim Empfang von Astra 1 in Deutschland ist dies sehr einfach – der Körper des LNB muß genau senkrecht nach unten zeigen. Allerdings ist ein Winkelfehler von $\pm 10^\circ$ absolut belanglos da die beschriebene Signalabschwächung in diesem Winkelbereich noch relativ gering ist – die Elektronik im Receiver kann dies problemlos ausgleichen. Wird der Fehler jedoch größer (ab ca. 15° - 20° Polarisationsfehler) kann das Signal u.U. so schwach werden, daß kein Bild mehr zu empfangen ist.

Wo liegt denn nun das Problem ?

Alle Satelliten haben eine bestimmte, feste Position. Diese Position wird in Grad angegeben. Zum Beispiel Astra 1 – 19,2° Ost oder Hotbird – 13° Ost. Diese Gradangabe beschreibt den Längengrad der Erde, über dem der jeweilige Satellit in 36000km Höhe über dem Äquator „am Himmel“ steht. Astra 1 steht also über dem Kongo, Hotbird über Gabun.

Beide Satelliten strahlen in Richtung Mitteleuropa und decken dieses Gebiet und darüber hinaus mit sehr guten Signalstärken ab und sind deshalb innerhalb Ihrer angegebenen Ausleuchtzonen auch hervorragend zu empfangen.

Die Probleme beginnen erst mit der Erkenntnis, daß die Erde ja eine Kugel ist.....

Wenn sich der Empfänger auf dem selben Längengrad befindet wie der Satellit, dann „schaut“ ein korrekt senkrecht montiertes LNB genau mit dem richtigen Winkel (Polarisationsfehler = NULL) in die Sendeantennen des Satelliten hinein. Bewegt sich der Empfänger nach Osten oder Westen vom Längengrad des Satelliten weg, dann bewegt er sich in Wirklichkeit auf der Oberfläche einer Kugel. Durch die Krümmung der Kugel „kippt“ der Empfänger in Bezug zur Ebene des Satellitensignales immer mehr zur Seite weg, je weiter er sich nach Osten oder Westen bewegt. Hat man die Erde zu einem Viertel (90 Längengrade) umrundet, dann steht man von außen betrachtet eben genau in diesem rechten Winkel (90°) im Verhältnis zu jemanden, der sich nicht von der Stelle bewegt hat.

Für den Satellitenempfang heißt dies: Je weiter ich mich nach Osten oder Westen vom Längengrad des Satelliten entferne, desto mehr muß ich den LNB zur richtigen Seite drehen, damit die Empfangsstifte im LNB in der gleichen absoluten Ebene wie die Satellitensignale bleiben. Dies wäre einfach, wenn die Erde ein zylinderförmiger Körper (wie ein Stück Rohr) wäre. Dann wäre nämlich für jeden Längengrad der LNB um genau 1° entgegengesetzt zu drehen.

Durch die Kugelform der Erde kann der Empfänger sich jedoch auch nach Norden oder Süden bewegen. Solange dies auf dem Längengrad des Satelliten geschieht spielt es keine Rolle – sowie man diesen aber verläßt wird die Berechnung des Polarisationsfehlers zu einer Aufgabe der sphärischen Trigonometrie. Klar ist bei dieser Aufgabe – je weiter nach Ost oder West, desto größer der Fehler. Hinzu kommt aber noch, daß eine Bewegung nach Süden, also auf den Satelliten zu, den Fehler ebenfalls deutlich vergrößert, eine Bewegung nach Norden ihn aber reduziert.

Da eine solche Berechnung für jeden denkbaren Empfangsort unpraktikabel ist, und da es bei der Korrektur zum Glück +-10° keine Rolle spielen, wird die Korrektur nur in den Ländern in denen es darauf ankommt anhand von Tabellen vorgenommen. Wichtig ist dabei zu wissen, daß man korrekter Weise für jeden Satelliten eine andere, entsprechend angepaßte Tabelle verwenden muß, da sich die Satellitenpositionen ja eben in der wichtigsten Rechengrundlage, dem Längengrad, deutlich unterscheiden.

Da der im Allgemeinen wichtigste Satellit – Astra 1 – ja auf $19,2^\circ$ Ost positioniert ist, die Mitte der Ausleuchtzone aber bei ca. 9° Ost liegt, wird bei allen am Markt erhältlichen LNBs heutzutage konstruktionsbedingt eine „Grundkorrektur“ des Polarisationswinkels von einigen Grad vorgenommen, so daß in Deutschland die oben beschriebene senkrechte Montage zum besten Empfangsergebnis führt. Bei der Einstellung der Winkelkorrektur (dem Drehen des LNB) muß diese Grundkorrektur natürlich berücksichtigt werden. Da alle modernen LNBs diese Grundkorrektur haben ist diese in den Tabellen bereits berücksichtigt – so daß der Benutzer einer Satellitenempfangsanlage nur den LNB-Körper um den in den Tabellen angegebenen Wert verdrehen muß.

Bei der Festlegung der Drehrichtung des LNBs kommt es oft zu Mißverständnissen, da man den LNB in seiner Halterung sowohl von „hinten“ als auch von „vorne“ anschauen kann – und dadurch die Drehrichtung umkehrt. In manchen Tabellen ist diese Drehrichtung nicht mal eindeutig angegeben, sondern nur mit „+“ oder „-“ markiert, ohne dies genauer zu erläutern. Unterschiedliche Tabellen vertauschen oft auch das „+“ und „-“ gegeneinander, was die Verwirrung natürlich noch beträchtlich steigert. In solchen Fällen kann man sich einfach damit behelfen es in beide Drehrichtungen zu versuchen – eine von beiden wird natürlich die Richtige sein.

Für die folgenden Tabellen und Winkelangaben gilt folgende Festlegung:

- Zur Bestimmung der Drehrichtung schaut der Betrachter aus Sicht des Satelliten in den offenen Spiegel hinein, der LNB-Arm zeigt auf den Betrachter. Der Betrachter steht also zwischen Satellit und Spiegel.
- Drehrichtungen IM UHRZEIGERSINN sind positiv, also „+“.
- Drehrichtungen GEGEN DEN UHRZEIGERSINN sind negativ, also „-“.
- Bei einer Drehung in „+“ Richtung wird der LNB-Körper UNTEN nach LINKS bewegt.
- Bei einer Drehung in „-“ Richtung wird der LNB-Körper UNTEN nach RECHTS bewegt.

Anzuwendende Korrekturwinkel (Polarisationswinkel)

Diese Tabelle enthält nur RICHTWERTE !!	Astra I 19.2° Ost	Hotbird 13° Ost	Astra II 28.2° Ost
Deutschland und angr. Länder	0°	0°	+8°
Südspanien, Gibraltar	+16°	+10°	+25°
Portugal	+23°	+16°	+30°
Marokko	+20°	+12°	+28°
Kanarische Inseln	+36°	+30°	+42°
Sizilien, Libyen, Tunesien	0°	0°	+10°
Griechenland	-12°	-20°	0°
Türkei, Ukraine, Weißrussland	-15°	-17°	---
Naher Osten	---	-35°	---
Skandinavien	0°	0°	0°
England, Irland	+10°	+5°	+14°

Korrekturen unter $\pm 15^\circ$ brauchen nicht unbedingt ausgeführt werden, solange guter Empfang gewährleistet ist.

Eine Einstellgenauigkeit von ca. $\pm 10^\circ$ ist im Normalfall ausreichend.

Grundsätzlich gilt immer: Befindet sich der Empfänger westlich der Satellitenposition wird in „+“ Richtung (im Uhrzeigersinn) gedreht.

Für die spezielle Polarisationsart „Zirkular R“ oder „Zirkular L“ bzw. „RHCP“ oder „LHCP“ muß keine Korrektur vorgenommen zu werden.

Ob ein Satellit an einem bestimmten Ort überhaupt zu empfangen ist muß natürlich jeweils noch anhand der jeweiligen Ausleuchtzone ermittelt werden !

Die Formel zur exakten Berechnung des einzustellenden Wertes lautet:

$$\text{Skew [in}^\circ\text{]} = \arctan(\sin(\text{Orbitposition} - \text{Längengrad}) / \tan(\text{Breitengrad})) - 8^\circ$$

Der Offset von -8° entspricht ungefähr der konstruktionsbedingten Voreinstellung der meisten erhältlichen LNBS. Bei LNBS ohne oder mit anderer interner Voreinstellung muß dieser Wert entsprechend angepasst werden.