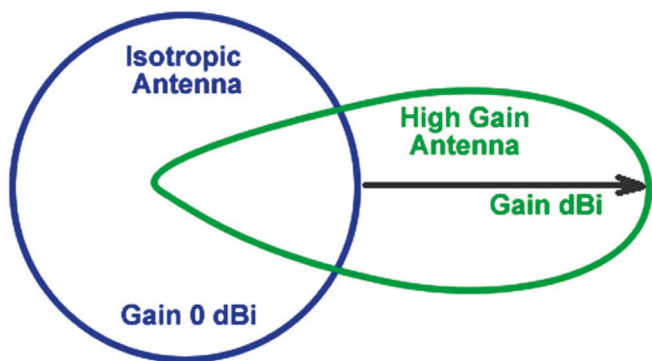


Antennengewinn, Öffnungswinkel und Richtwirkung verstehen

In diesem Artikel wird der Antennengewinn erklärt, dabei werden einige der Missverständnisse im Zusammenhang mit dieser wertvollen Messgröße ausgeräumt. Außerdem geht es um den für gängige Antennentypen typischen Gewinn, sowie ein Tool zur Berechnung wichtiger Parameter, die für den Antennengewinn relevant sind.



Der Antennengewinn ist ein Leistungsindikator, der im Vergleich zu einer Referenzquelle gemessen wird. In der Konformitätsprüfung wird der Antennengewinn in Dezibel über isotroper Strahlung (dBi) gemessen, wobei er sich auf eine isotrope Antenne, den idealen Kugelstrahler, bezieht – eine ideale Antenne, die Energie gleichmäßig in alle Richtungen sendet/empfängt und einen Gewinn von 0 dBi aufweist (Aufmacherbild).

Bei einer Sendeantenne beschreibt der Gewinn die Fähigkeit der Antenne, Eingangsleistung in gebündelte, gerichtete Funkwellen umzuwandeln. Bei einer Empfangsantenne beschreibt der Gewinn die Fähigkeit der Antenne, Funkwellen richtungsabhängig in elektrische Energie umzuwandeln. Die Richtwirkung einer Antenne ist unabhängig davon, ob sie als Empfangs- oder Sendeantenne genutzt wird.

Wie definiert man den Antennengewinn?

Zunächst ist zu erwähnen, dass Hersteller in einigen Branchen – wie z.B. im Bereich der Rundfunktechnik – möglicherweise dBd (Gewinn im Verhältnis zu einer Dipolantenne) anstelle von dBi als Gewinnangabe verwenden. Beachten Sie, dass dBd von Natur aus größer ist und als 2,15 dBi Gewinn definiert ist. Das kommt daher, weil der Gewinn der hier benutzten Bezugsantenne, nämlich des idealen Halbwellendipols, 2,15 dBi beträgt. Reine dB-Angaben sind daher immer als dBi zu interpretieren. (Diese Diskrepanz ist also auf die unterschiedlichen Strahlungsmuster der Antennen zurückzuführen. Stellen Sie sich

das Gewinnmuster einer isotropen Antenne als Kugel und das Muster einer Dipolantenne als Donut vor.)

Als Nächstes wollen wir untersuchen, wie der Gewinn entsteht: Stellen Sie sich einen perfekt kugeligen Ballon vor, der eine isotrope Antenne darstellt. Wenn Sie die Seiten des Ballons zusammendrücken, wölben sich die Enden. Diese Analogie ist die Essenz des Gewinns; das durch den theoretischen Ballon erzeugte Muster stellt die Abbildung des Gewinns der zu testenden Antenne in diesem Szenario dar – eine Änderung „drückt den Ballon zusammen“ und verändert das Strahlungsmuster der Antenne.

Außerdem kann der Gewinn einer Antenne aus verschiedenen Gründen über ihren Frequenzbereich variieren.

Beispielsweise ist eine Breitbandantenne entweder auf einen Teil des Frequenzbereichs oder einen anderen abgestimmt, oder es können mehrere Antennen in einer Anordnung kombiniert

werden, wodurch ein Welleneffekt entsteht. Doppelkammführungshornantennen können über ihre Frequenzbereiche hinweg einen Gewinn von null bis zu einem Maximalwert und wieder zurück aufweisen (sie sind dafür ausgelegt, einen breiteren Frequenzbereich abzudecken).

Selbst Antennen mit „konstantem Gewinn“ arbeiten innerhalb eines engen Gewinnbereichs. Man bedenke, dass offene Wellenleiter oder Hornantennen mit Standardgewinn (die ein sehr schmales Band abdecken) einen ziemlich konstanten Gewinn aufweisen. Eine solche Antenne könnte eine Antenne mit nominell 15 dBi sein, schwankt aber tatsächlich zwischen 14 dBi und 16 dBi, wobei sie im Durchschnitt bei 15 dBi liegt und einen flachen Gewinnverlauf über der Frequenz aufweist.

Der Kompromiss beim Frequenzbereich geht auf Kosten der Leistung. Durch die Herstellung einer Antenne, die in einem breiteren Frequenzbereich betrieben werden kann, wird ein

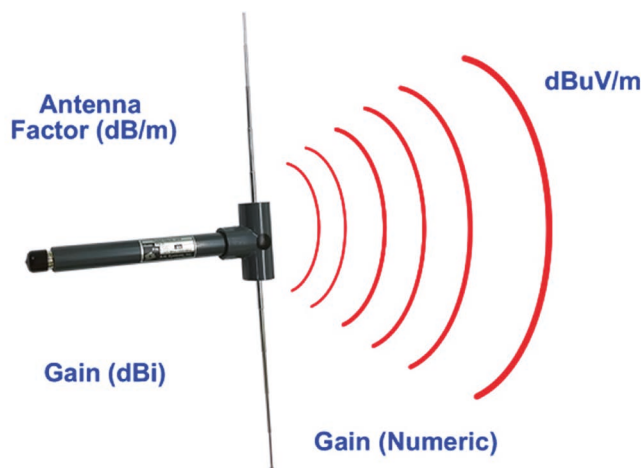


Bild 1: Illustration zum Antennengewinn-Rechner

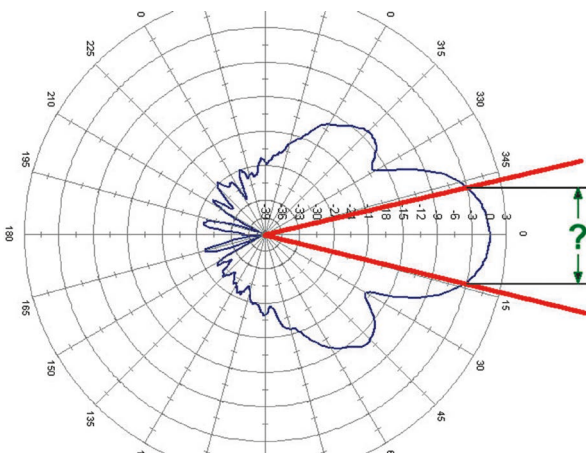


Bild 2: Zur Abdeckung des Öffnungswinkels

Teil der Antennenleistung aufgegeben. Diese Tatsache widerlegt direkt das weitverbreitete Missverständnis, dass der Antennengewinn analog zum Verstärkungsgewinn ist: Ein zusätzlicher Antennengewinn erzeugt keine Leistung, weder in Form eines zusätzlichen Feldes noch in Form einer Spannung.

Antennengewinn-Rechner

Auf www.ahsystems.com finden Sie einen Rechner, mit dem Sie den Gewinn (in dBi oder numerisch) und den Antennenfaktor basierend auf dem Frequenzbereich Ihrer Antenne und einem weiteren Parameter bestimmen können. Bild 1 soll das illustrieren.

Zusammenhänge

Der Antennengewinn steht in direktem Zusammenhang mit der Richtwirkung und dem Öffnungswinkel der Antenne. Antennen mit höherem Gewinn erzielen zusätzliche Leistung, indem sie auf einen kleineren

Bereich fokussieren; je größer der Gewinn, desto kleiner der abgedeckte Bereich (gemessen in Grad des Öffnungswinkels). Antennengewinn und Öffnungswinkel verhalten sich immer umgekehrt proportional.

Um auf die obige Ballon-Analogie zurückzukommen: Je stärker man den Ballon zusammendrückt, desto weiter werden andere Bereiche des Ballons nach außen gedrückt, da seine Energie auf einen kleineren Bereich gerichtet wird. Dieser Vorgang der Richtungsfokussierung verringert die Strahlbreite, wodurch die Abdeckung des zu testenden Produkts verringert wird. Dieses Szenario stellt eine Erhöhung des Gewinns dar.

Diese Analogie kann auf alle Varianzen des Gewinns bezogen werden. Dieser kann über den gesamten Frequenzbereich der Antenne variieren, was bedeutet, dass Ihre Abdeckung über

diesen Frequenzbereich nicht konsistent ist.

Achten Sie daher bei der Erstellung von Testspezifikationen oder der Durchführung eines Tests darauf, dass Sie die richtige Strahlbreite für die Antenne verwenden.

Angenommen, die Hauptstrahlrichtung (die Achse des maximalen Gewinns/der maximalen Strahlungsleistung) Ihrer Richtantenne beträgt 0. Wenn Sie dann nach links oder rechts um einen bestimmten Grad variieren und Ihr Messwert etwa 3 dB weniger beträgt, ist das im Grunde der Punkt, nach dem Sie suchen. In der Regel bietet bei Konformitätstests eine 30-Grad-Strahlbreite eine gute Abdeckung in einem Meter Entfernung (Bild 2).

Der Beamwidth-Rechner (Strahlungsbreite) kann Ihnen dabei helfen, die maximale Abdeckung einer Antenne aus einer bestimmten Entfernung sowie die Halbwertsbreite der Beamwidth zu berechnen. Darüber hinaus können Sie mit diesem Tool die tatsächliche Feldstärke oder Leistungsdichte (in V/m) in einer bestimmten Entfernung mit einem bekannten Antennengewinn bestimmen.

Es sei betont, dass ein höherer Antennengewinn nicht immer von Vorteil ist. Die Vorteile einer Verringerung/Erhöhung des Gewinns hängen von der Anwendung ab (obwohl die inhärenten Kompromisse gleich bleiben).

Wenn Sie beispielsweise ein Fahrzeug testen, müssen Sie mehrere Male schwenken und möchten einen breiteren Öffnungswinkel, da dies weniger Testaufbauten bedeutet. Bei einem ähnlichen Test an einem Mobiltelefon ist hingegen keine breite Strahlbreite erforderlich. Daher ist eine höhere Verstärkung bei einem kleineren Produkt im Idealfall vorteilhafter.

Allerdings müssen sich alle Antennen an die Gesetze der Physik halten; man kann aus bestimmten Antennen nur einen bestimmten Gewinn herausholen.

Typische Eigenschaften gängiger Antennentypen:

Kleine Schleifenantennen:

- Gewinn: max. 2 dBi
- Halbwertsbreite: 80° x 360°

Monopolantennen:

- Gewinn: max. 6 dBi
- Halbwertsbreite: 45° x 360°

Bikonische Antennen:

- Gewinn: bis zu 4 dBi
- Halbwertsbreite des Strahls: 20° ..., -100° x 360°

Halbwelldipole (Bild 3):

- Gewinn: 2,15 dBi
- Halbwertsbreite des Strahls: 80° x 360°

Logarithmisch-periodische Antennen:

- Gewinn: 6 bis 10 dBi
- Halbwertsbreite des Strahls: 60° x 80°

Flared-Horn Antennas:

- Gewinn: 5 bis 24 dBi
- Halbwertsbreite des Strahls: 40° x 40° (abhängig vom Gewinn)

Double-Ridge Guide Horn Antennas (Bild 4):

- Gewinn: 0 bis 18 dBi (variiert je nach Betriebsband)
- Halbwertsbreite des Strahls: 5° ... 100° bei beiden Polarisationen

Schlussfolgerung

Der Antennengewinn ist ein grundlegender Aspekt sowohl des Antennen-Designs als auch des Antennentests. Das Verständnis des Gewinns und seines Zusammenhangs mit anderen Antennenparametern ist unerlässlich, um Zeit und Geld zu sparen und sicherzustellen, dass die Antenne die erwartete Leistung erbringt. ◀



Bild 3: Variabler Halbwelldipol für hohe Frequenzen. Eine außermittige Speisung ist möglich

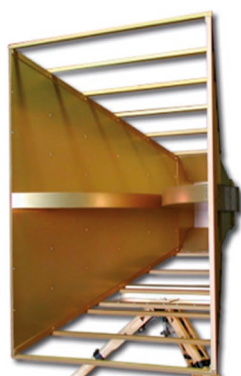


Bild 4: Double-Ridge Guide Horn Antenna