

Leitfaden zu Antennen

Definition – Eine Antenne ist eine passive Metallstruktur, die elektromagnetische Wellen empfängt oder aussendet.

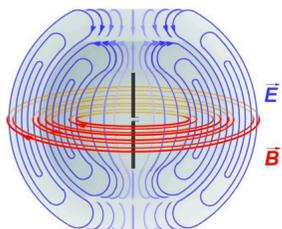


Übertragung: Wenn ein elektrisches Signal an die Antenne angelegt wird, erzeugt es ein sich veränderndes elektromagnetisches Feld um die Antenne herum, das sich als elektromagnetische Welle im Raum ausbreitet.

Empfang: Wenn die Antenne auf eine elektromagnetische Welle trifft, erzeugt sie ein elektrisches Signal, das von elektronischen Schaltungen erfasst und verstärkt werden kann.

Das Design der Antenne bestimmt ihren Wirkungsgrad, ihr Strahlungsdiagramm und ihre Fähigkeit, Signale in verschiedenen Richtungen und Frequenzen zu senden und zu empfangen. Die Anpassung der Antennengröße und -form an die Wellenlänge der Funkwellen ist für eine optimale Leistung unerlässlich. Antennen gehorchen dem Reziprozitätstheorem, d. h., das gleiche Strahlungsdiagramm gilt sowohl für die Übertragung als auch für den Empfang von Funkwellen.

Die meisten Antennendesigns basieren auf der **Dipolantenne**. Eine horizontal ausgerichtete Dipolantenne sendet keine Energie in die Richtung des Leiters (**Antennennull**), ist aber in den meisten anderen Richtungen nutzbar.



Auf der Grafik sehen Sie die elektrischen Felder (blau) und magnetischen Felder (rot), die von einer **Dipolantenne** (schwarze Stäbe) während der Transmission abgestrahlt werden.

Der **Halbwelldipol** ist wahrscheinlich das am häufigsten verwendete Antennendesign. Es besteht aus zwei 1/4-Wellenlängeelementen, die durchgehend angeordnet sind und im Wesentlichen auf derselben Achse (oder kollinear) liegen und jeweils eine Seite eines Zweileiter-Übertragungsdrahtes speisen. Durch die physikalische Anordnung der beiden Elemente sind sie um 180 Grad phasenverschoben, was bedeutet, dass zu jedem Zeitpunkt eines der Elemente Strom in die Übertragungsleitung treibt, während das andere ihn herauszieht.

Die **Monopolantenne** ist im Wesentlichen eine Hälfte des Halbwelldipols, ein einzelnes 1/4-Wellenlängeelement, dessen andere Seite mit der Masse oder einer äquivalenten

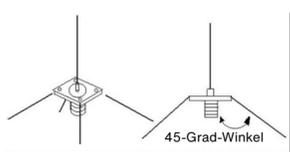
Massefläche (oder Gegengewicht) verbunden ist. Monopole, die halb so groß sind wie ein Dipol, werden häufig für langwellige Funksignale verwendet, bei denen ein Dipol unpraktisch groß wäre. Ein weiteres gängiges Design ist der gefaltete Dipol, der aus zwei (oder mehr) Halbwelldipolen besteht, die nebeneinander angeordnet und an ihren Enden verbunden sind, von denen aber nur einer angetrieben wird.

Elektrisch kurze Antennen: Durch einfache Impedanzanpassungstechniken können Monopol- oder Dipolantennen verwendet werden, die wesentlich kürzer sind als die 1/4- bzw. 1/2-Wellen, bei denen sie in Resonanz sind. Wenn diese Antennen kürzer werden (für eine bestimmte Frequenz), wird ihre Impedanz von einer kapazitiven (negativen) Serien-Reaktanz dominiert; durch Hinzufügen einer „Ladespule“ geeigneter Größe – einer Serieninduktivität mit gleichem und entgegengesetztem (positivem) Blindwiderstand – kann die kapazitive Reaktanz der Antenne aufgehoben werden, sodass nur ein reiner Widerstand übrig bleibt.

Manchmal wird die resultierende (niedrigere) elektrische Resonanzfrequenz eines solchen Systems (Antenne plus Anpassungsnetzwerk) mit dem Konzept der elektrischen Länge beschrieben, sodass eine Antenne, die bei einer niedrigeren Frequenz als ihrer Resonanzfrequenz verwendet wird, als elektrisch kurze Antenne bezeichnet wird.

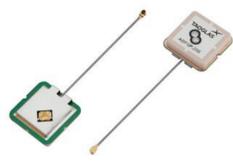
Omnidirektionale Antenne	Direktionale Antenne
Strahlt Energie nahezu gleichmäßig in alle horizontalen Richtungen ab. Extrem: Der hypothetische isotrope Strahler.	Radiowellen sind in bestimmten Richtungen konzentriert. Extrem: Die unidirektionale Strahlantenne, die für eine maximale Reaktion in Richtung der anderen Station ausgelegt ist.

Grundlegende Arten von Antennen



1/4-Wellen-Antenne: Die einfachste Form einer vertikalen Antenne mit omnidirektionaler Abstrahlung. Ein einzelnes strahlendes Element von etwa 1/4-Wellenlänge.

1/2-Wellen-Antenne: Ein einzelnes strahlendes Element von 1/2-Wellenlänge.



GPS: Aktive GPS-Antennen enthalten eine Verstärkerschaltung, um einen besseren Empfang des Satellitensignals zu ermöglichen.



Dipolantenne: Eine Antenne – in der Regel 1/2 Wellenlänge lang –, die genau in der Mitte geteilt und an eine Speiseleitung angeschlossen wird.

Integrierte Rundstrahlantenne: Integrierte Rundstrahlantennen werden in der Regel in einen Sockel für Applikationen wie Access Points integriert. Diese Struktur kann extern montiert oder direkt auf der Platine des Systems integriert sein.



Yagi-Antenne: Eine Richtantenne mit Gewinn, die ein oder mehrere parasitäre Elemente verwendet. Eine Yagi-Antenne besteht aus einem Ausleger, der eine Reihe von Elementen, in der Regel Aluminiumstangen, trägt.



Omnidirektionale Deckenantenne: Omnidirektionale Deckenantennen werden zur Ausbreitung von Daten in einer Gebäudeumgebung verwendet. Um eine gute Abdeckung zu gewährleisten, sind sie vertikal polarisiert und weisen in der horizontalen Ebene ein omnidirektionales Muster und in der vertikalen Ebene ein dipolares Muster auf.



Parabolantenne: Eine Antenne, die aus einem parabolischen Reflektor und einem strahlenden oder empfangenden Element im oder in der Nähe des Brennpunkts besteht. Feste Parabolantennen nutzen einen schalenförmigen Reflektor, um die Radioenergie eines bestimmten Frequenzbereichs auf ein abgestimmtes Element zu fokussieren.

Wesentliche Antenneneigenschaften

Bandbreite: Der Frequenzbereich oder die Bandbreite, in dem/der eine Antenne gut funktioniert, kann sehr breit (wie bei einer logarithmisch-periodischen Antenne) oder schmal (wie bei einer kleinen Schleifenantenne) sein; außerhalb dieses Bereichs passt sich die Antennenimpedanz schlecht an die Übertragungsleitung und den Sender (oder Empfänger) an. Die Bandbreiteigenschaften eines resonanten Antennenelements lassen sich anhand seines Qualitätsfaktors Q charakterisieren, wobei der Strahlungswiderstand berücksichtigt wird, der die Abstrahlung von Energie von der resonanten Antenne in den freien Raum darstellt.

Antennengewinn: G misst den Grad der Richtwirkung des Strahlungsdiagramms der Antenne. Eine Antenne mit hohem Gewinn strahlt den größten Teil ihrer Leistung in eine bestimmte Richtung ab, während eine Antenne mit niedrigem Gewinn über einen breiten Winkel abstrahlt. Der Antennengewinn oder Leistungsgewinn einer Antenne ist definiert als das Verhältnis der Intensität (Leistung pro Flächeneinheit) I, die von der Antenne in Richtung ihrer maximalen Leistung in einer beliebigen Entfernung abgestrahlt wird, geteilt durch die Intensität I^{iso}, die in derselben Entfernung von einer hypothetischen isotropen Antenne abgestrahlt wird, die in alle Richtungen die gleiche Leistung abgibt. Dieses dimensionslose Verhältnis wird in der Regel logarithmisch in Dezibel ausgedrückt; diese Einheiten werden als

Dezibel-Isotrop (dBi) bezeichnet. Eine zweite Einheit zur Messung des Gewinns ist das Verhältnis der von der Antenne abgestrahlten Leistung zu der von einer Halbwelldipolantenne (Dipol) abgestrahlten Leistung, genannt Dezibel-Dipol (dBd).

$$G_{dBi} = 10 \log \frac{I}{I_{iso}}$$

$$G_{dBd} = 10 \log \frac{I}{I_{dipole}}$$

Effektive Fläche/effektive Apertur: A beschreibt den Anteil der Leistung einer vorbeiziehenden elektromagnetischen Welle, den die Antenne an ihre Anschlüsse abgibt, ausgedrückt in einer äquivalenten Fläche.

$$A_{eff} = G \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

Wirkungsgrad: Das Verhältnis der tatsächlich abgestrahlten Leistung (in alle Richtungen) zur von den Antennenanschlüssen absorbierten Leistung. Der Verlustwiderstand wirkt sich im Allgemeinen auf die Impedanz am Speisepunkt aus, indem er dessen ohmsche Komponente erhöht. Dieser Widerstand setzt sich aus der Summe des Strahlungswiderstands R_{rad} und des Verlustwiderstands R_{loss} zusammen. Wenn ein Strom I an die Anschlüsse einer Antenne angelegt wird, dann wird eine Leistung von I²*R_{rad} abgestrahlt und

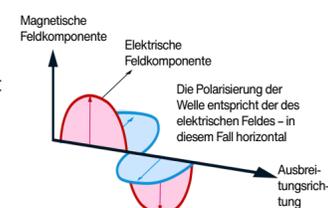
eine Leistung von I²*R_{loss} geht als Wärme verloren. Daher ist der Wirkungsgrad einer Antenne gleich

$$\frac{R_{rad}}{R_{rad} + R_{loss}}$$

Nur der Gesamtwiderstand R_{rad} + R_{loss} kann direkt gemessen werden.

Polarisierung: Die Ausrichtung und die physikalische Struktur einer Antenne bestimmen die Polarisierung des elektrischen Feldes ihrer Funkwelle.

Eine Antenne, die aus einem linearen Leiter besteht (z. B. eine Dipol- oder Peitschenantenne) und vertikal ausgerichtet ist, führt zu einer vertikalen Polarisierung; wird die Antenne auf die Seite gedreht, ist die Polarisierung horizontal.



Eine elektromagnetische Welle