

Polarisation der Antennen

Es wird zwischen zwei Arten der Polarisation bei Antennen unterschieden: der linearen und der zirkularen Polarisation. Beide Arten haben ihre Vorteile, bzw. Ausprägungen.

Bei der linearen Polarisation bewegen sich die Funkwellen entweder horizontal (seitlich, wie auf einem Blatt Papier) von der Antenne zum Datenträger oder vertikal (von oben nach unten, aber nicht seitlich).

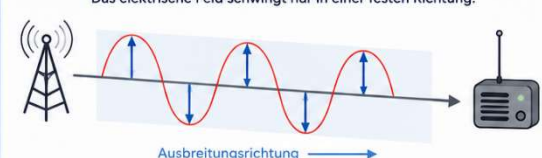
Bei der zirkularen Polarisation bewegen sich die Funkwellen abwechselnd in beide Richtungen, also seitlich und danach vertikal und das immer wieder im Wechsel. Dadurch entsteht eine kreisende Drehung des Funksignals, also eine zirkuläre Rotation.

Für die technisch Interessierten unter uns: das wird durch eine abwechselnde 90° Phasenverschiebung des Signals erreicht (siehe Bild unten).

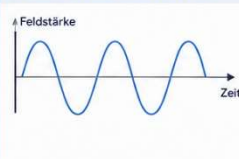
Linear vs. zirkuläre Polarisation – einfach erklärt

LINEARE POLARISATION


Das elektrische Feld schwingt nur in einer festen Richtung.



So sieht das elektrische Feld aus:



Blickrichtung zur Ausbreitung:



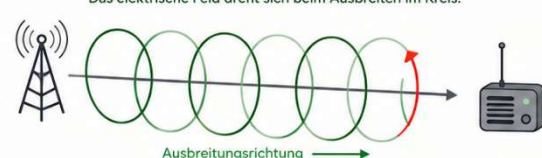
Schwingt nur auf und ab (oder links und rechts). Immer in einer Ebene.

Wesentliche Merkmale

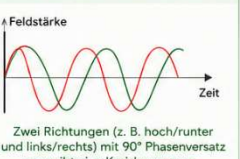
- Feste Schwingungsebene**
eine Richtung (vertikal oder horizontal)
- Ausrichtungabhängig**
Empfang ist optimal, wenn Antenne richtig ausgerichtet ist.
- Reaktionsanfälliger**
Stärkerer Signalverlust bei Reflexionen, Mehrweg und Hindernissen.
- Typische Anwendungen**
UKW-Radio, Fernsehen, WLAN, Mobilfunk (meist linear)

ZIRKULÄRE POLARISATION

Das elektrische Feld dreht sich beim Ausbreiten im Kreis.




So sieht das elektrische Feld aus:




Zwei Richtungen (z. B. hoch/runter und links/rechts) mit 90° Phasenversatz → ergibt eine Kreisbewegung.

Blickrichtung zur Ausbreitung:

Rechtsdrehend (RHCP)



Linksdrehend (LHCP)



Das Feld dreht sich im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn.

Wesentliche Merkmale

- Rotierende Schwingung**
Das Feld dreht sich im Kreis (rechts- oder linksdrehend).
- Ausrichtungsunabhängig**
Empfang bleibt gut, auch wenn die Antenne gedreht ist.
- Robuster Empfang**
Weniger Signalverlust durch Mehrweg, Reflexionen und Hindernisse.
- Typische Anwendungen**
Satellitenkommunikation, GPS, Radar, Funkverbindungen

Kurz gesagt: **Linear** = schwingt hin und her in eine Richtung.
Einfach, aber ausrichtungsabhängig und empfindlicher.

Zirkular = dreht sich im Kreis.
Ausrichtungsunabhängig und robuster in schwierigen Umgebungen.

Beide Polarisationsarten haben ihre Merkmale und aufgrund dieser sind sie für unterschiedliche Anwendungszwecke geeignet.

Die **lineare Polarisation** bündelt ihre Funkenergie in einer einzigen Ebene (vereinfacht: senkrecht oder waagrecht). Dadurch haben diese Art von Antennen i.d.R. eine deutlich erhöhte Lesereichweite im Gegensatz zu den zirkularen Antennen, da die zirkularen ihre Energie abwechselnd in die senkrechte und waagerechte Ebene ausstrahlen.

Voraussetzung für eine gute und stabile Arbeitsweise bei linearer Polarisation ist die richtige Ausrichtung der Datenträger.

Diese müssen an der Antennenebene ausgerichtet sein, damit sie gelesen werden. Wenn die Antenne z.B. waagrecht ausstrahlt und die Datenträger (und damit auch die kleine Antenne der Datenträger) senkrecht positioniert sind, haben sie nicht die gleiche Ausrichtung und das führt zu vielen Lesefehlern bis hin zu Nichtlesungen.

Dann wird zwar mit viel Power gesendet (man erinnert sich: lineare Antennen haben mehr Leistung, weil die zur Verfügung stehende Power auf nur einer Ebene abgestrahlt wird), aber eben in der falschen Ausbreitung. Vergleichbar mit einem lauten Schreihals, aber mit dem falschen Dialekt 😊 das hilft dann wenig.

Sind beide Teilnehmer (Antenne und Datenträger) immer identisch ausgerichtet, dann ist alles fein und man versteht sich auch über größere Entfernungen.

Anwendungen für lineare Polarisierung wären zum Beispiel:

- Automatisierte Produktionslinien (Roboter, Bestückungsautomaten, etc.)
- Förderanlagen mit fester Tag-Platzierung (Paletten- oder Kartonförderung)
- Sortieranlagen
- Hochgeschwindigkeits-Fertigungsumgebungen

Die **zirkulare Polarisierung** strahlt Energie quasi in einem rotierenden Korkenziehermuster aus (siehe Bild oben). Das ermöglicht die Kommunikation mit Datenträgern unabhängig von deren Ausrichtung (Antenne der Datenträger senkrecht, waagrecht oder quer).

Die Antenne verteilt die Energie durch die Drehung (Zirkulation) ständig auf verschiedene Ebenen, im Gegensatz zur linearen Polarisierung (nur eine Ebene). Eine Verteilung der zur Verfügung stehenden Energie auf mehrere Ebenen bedeutet dann natürlich auch weniger Reichweite.

Die maximale Reichweite im Vergleich zur linearen Antenne sinkt um etwa 3 dB. Das sieht nach nicht viel aus, aber die Nerds unter uns wissen, 3 dB bedeutet eine Verdopplung, bzw. Halbierung! Dafür können die Datenträger aber auch eine x-beliebige Ausrichtung haben, also wild durcheinander (das ist bei vielen Anwendungen unumgänglich).

Beispiele für Anwendungen mit zirkularer Polarisierung wären:

- Bestandsverfolgung im Lager
- Erkennung im Einzelhandel
- Versand- und Empfangsdocks
- Verwendung von mobilen RFID-Lesegeräten
- Von Personen getragene/bewegte Objekte

Einfache Auswahlkriterien:

Wählen Sie eine lineare Polarisierung, wenn Sie die Datenträgerausrichtung kontrollieren können und eine maximale Reichweite benötigt wird.

Wählen Sie die zirkulare Polarisierung, wenn die Datenträgerausrichtung variabel oder unbekannt ist.

Und dann gibt es da noch Leistung und Richtung der Antenne

Technisch ausgedrückt, Gewinn und Öffnungswinkel beeinflussen direkt die Reichweite und Abdeckung einer Antenne.

Gewinn (Gain) und Öffnungswinkel (Width) stehen hier in einem umgekehrten Verhältnis zueinander. Wenn der Gewinn (und somit die Abstrahlleistung) steigen soll, dann muss der Abstrahlwinkel schmaler werden. Und das aus einem einfachen Grund: die Leistung ist gesetzlich begrenzt, die max. abgestrahlt werden kann.

Einfach erklärt:

Die maximal zulässige Leistung, die eine Antenne als Sendeleistung abgeben darf, ist durch den Gesetzgeber begrenzt. Die Begrenzung bezieht sich auf eine Dipol-Antenne, quasi einen Rundstrahler, der horizontal in alle Richtungen gleichmäßig abstrahlt.

Wenn man nun eine Richtwirkung „einbaut“, also die Energie nicht überall hin strahlen lässt, sondern gezielt in eine bestimmte Richtung lenkt, dann ist die Energie in dieser Richtung eben deutlich höher und in die anderen Richtungen sehr gering. So entsteht der sogenannte „Antennengewinn“ – also Verstärkung oder englisch „Gain“ genannt.

Die Verstärkung bezieht sich also immer auf das Verhältnis, wievielfach diese Antenne besser in eine bestimmte Richtung strahlt als zu einem normalen Dipol-Strahler (normale Stabantenne), wenn die Angabe in dB erfolgt, oder einen isotropen (kugelförmigen) Strahler, wenn die Angabe dBi lautet.

Fazit:

Je gerichteter eine Antenne ist, desto höher ist die Leistung in diese gewollte Richtung und desto schmaler (gerichteter) ist aber auch der Antennenstrahl. Dieses Prinzip bestimmt die Geometrie des Lesefeldes. Sie erzielen damit also höhere Reichweiten, reduzieren aber gleichzeitig die Fläche der Abdeckung. Und das ist auch oft so gewollt 😊

Einige Beispiele dazu:

- **Das Hochregallager:**
Ein schmaler Antennenstrahl kann zum Beispiel gezielt bestimmte Regalebene erfassen, ohne auch Datenträger in benachbarten Ebenen zu lesen.
- **LKW-Verladetore:**
Fokussierte Strahlen dringen tief in LKW-Anhänger ein. Das schmale Feld verhindert versehentliches Lesen von Verkehr in der Nähe oder benachbarten Toren.
- **Fördersysteme:**
Konzentrierte Antennen verfolgen Artikel, die einen definierten Punkt passieren, ohne andere Artikel auf benachbarten Positionen zu erfassen.

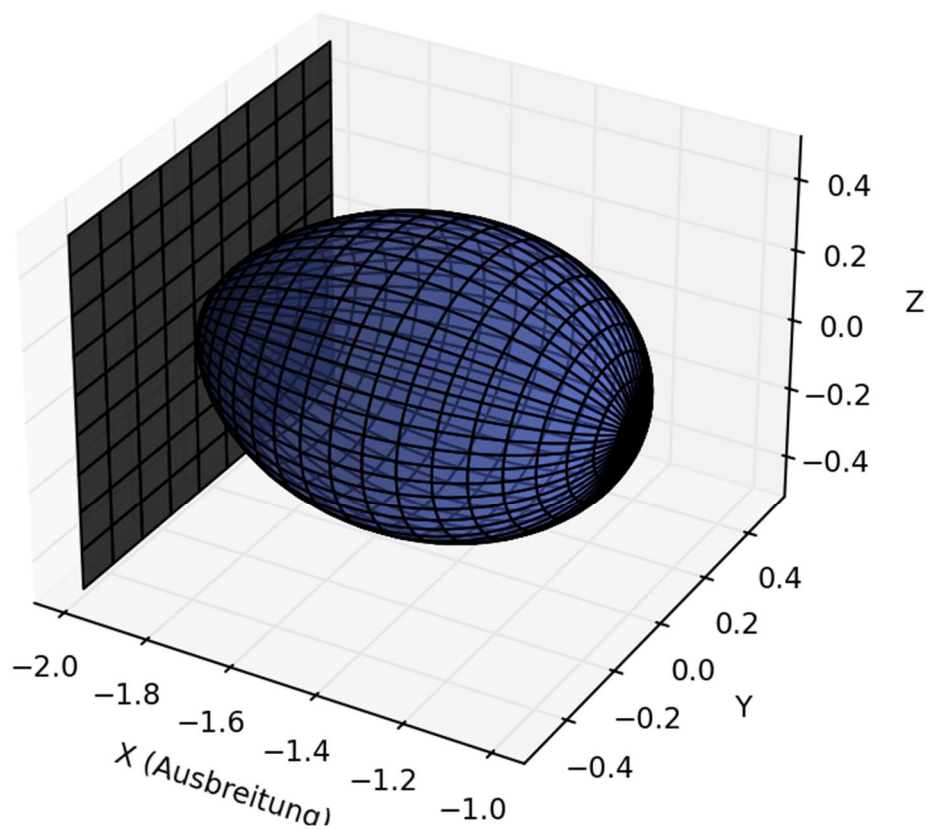
Gegenbeispiel für Anwendungen mit weitem Öffnungswinkel:

Antennen mit geringerem Gewinn verteilen ihre Energie über einen breiteren Abstrahlwinkel. Sie erhalten somit eine größere Abdeckungsfläche für die Datenträger, aber die Reichweite wird dadurch eben reduziert. Denn die max. zulässige Energie wird in einem breiteren Winkel abgestrahlt.

- Im Wareneingang:
Breite Strahlen können mehrere Datenträger auf einer Palette gleichzeitig erfassen, ohne dass eine genaue Positionierung notwendig ist.
- Nachschubregale:
Eine breite Abdeckung kann alle Artikel in einem Regal erfassen. Die kürzere Reichweite ist in engen Räumen dafür oftmals kein Problem.

Das Lesefeld ist der Raum, in dem die Datenträger zuverlässig gelesen werden können. Es hat die Form eines Kegels, der sich von der Antennenfläche aus erstreckt.

3D-Ausbreitung eines RFID-Lesefelds (Richtantenne links)



Die Abmessungen werden durch Antennengewinn, Leistung und Empfindlichkeit der Datenträger (hauptsächlich Antennengröße der Datenträger) bestimmt.

Noch mehr Technisches für die Nerds 😊

Nah-Feld und **Fern-Feld** einer UHF-RFID-Antenne

UHF-RFID-Antennen arbeiten grundsätzlich in zwei Bereichen:

- Das Nahfeld (innerhalb von ca. 35 cm bei ~900 MHz) nutzt **magnetische** Kopplung für sehr kurze, kontrollierte Lesevorgänge – perfekt für PoS-Stationen (Point-of-Sales), wo Sie nur ganz bestimmte Artikel auf der Theke lesen möchten und nicht alle möglichen Sachen auf dem Tresen.
- Das Fernfeld (jenseits von 35 cm) nutzt **elektromagnetische** Ausbreitung für die meisten RFID-Anwendungen.