

## Richtfunk

### Grundlagen

Richtfunkverbindungen können zur Übertragung von Sprach- und Bildinformationen sowie von Rechnerdaten eingesetzt werden. Große Bedeutung gewinnt der Richtfunk zur Zeit auch als Zugangstechnologie für den breitbandigen Teilnehmeranschluss zum Ortsnetz.

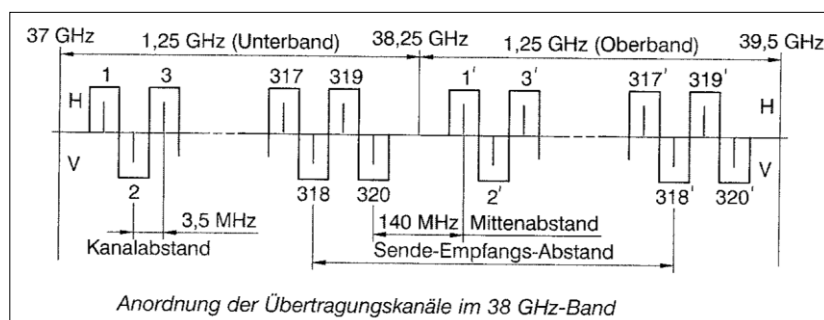
Man unterscheidet grundsätzlich zwischen:

- elektromagnetischen und
- optischen Richtfunkssystemen.

### Elektromagnetischer Richtfunk

Beim elektromagnetischen Richtfunk (Mikrowellen-Richtfunk) wird das zu übermittelnde Nachrichtensignal einer Trägerfrequenz aufmoduliert; die verwendeten Frequenzen liegen zwischen 2 GHz und 60 GHz. Bei diesen hohen Frequenzen können elektromagnetische Wellen über Richtantennen gesendet und empfangen werden. Durch die starke Bündelung kann die Sendeleistung relativ klein gehalten werden. Dadurch ist es möglich, die benutzten Frequenzen in gewisser Entfernung wieder einzusetzen, ohne dass sich die räumlich getrennten Systeme störend beeinflussen.

Die im Richtfunk benutzten Frequenzbänder werden in eine Vielzahl von Übertragungskanälen unterteilt. Diese als Kanalraaster bezeichnete Aufteilung dient mit den entsprechenden Kanalabständen zur Verringerung von Störeinflüssen. Aus dem gleichen Grunde wird zusätzlich die Schwingungsebene der elektromagnetischen Wellen benachbarter Kanäle um 90° gegeneinander gedreht (**H**orizontal und **V**ertikal).



Die Abstrahlung bzw. der Empfang der zu übertragenden Trägerwellen erfolgt über Sendebzw. Empfangsantennen, zwischen denen eine **Sichtverbindung** bestehen muss; damit sind Übertragungsentfernungen bis zu 100 km möglich. Für größere Entfernungen - sogenannte Überhorizontalverbindungen - können zwischen den Endstellen eine oder mehrere Relaisstationen erforderlich sein.

Als Antennen werden in der Regel **Parabolantennen** eingesetzt, bei denen der Sender bzw. Empfänger im Brennpunkt eines Parabolspiegels untergebracht ist. Dadurch wird die vom Sender abgegebene Strahlung gebündelt und gerichtet (Richtantenne). Auf der Empfangsseite wird die auf den Parabolspiegel treffende Strahlung auf den Brennpunkt des Spiegels fokussiert. Um eine sichere Richtfunkverbindung zu gewährleisten, müssen die Antennen sowohl gegen Windeinflüsse durch eine stabile Konstruktion und eine feste Montage als auch gegen Schnee- und Eisansatz durch entsprechende Abdeckungen geschützt werden. Die Größe der Parabolantennen hängt in starkem Maße von der Länge und Beschaffenheit des Funkfeldes ab.

Ein **Funkfeld** besteht aus den Antennenanlagen der sendenden und der empfangenden Richtfunkstation und dem Raum zwischen ihnen.

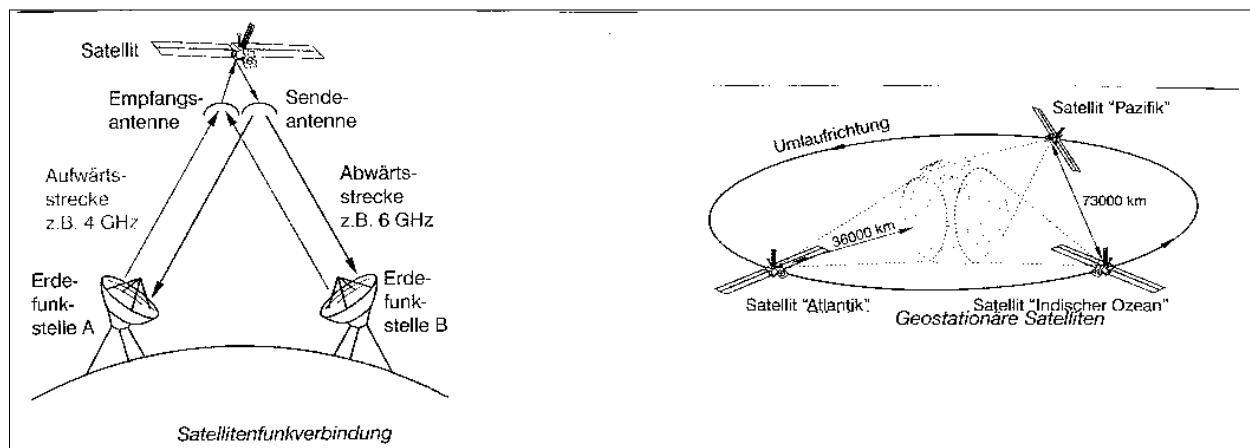
Wird die Ausbreitung der Funksignale in einem Funkfeld nicht behindert (Bäume, Gebäude), so spricht man von "**Freiraumausbreitung**".

Die Planung des Funkfeldes gehört zu den wichtigsten Schritten bei der Errichtung einer Richtfunkstrecke. In diesem Zusammenhang kommt der Ermittlung der Funkfelddämpfung hohe Bedeutung zu.

Als **Funkfelddämpfung** bezeichnet man die Dämpfung zwischen den Klemmen der Sendeantenne und der Empfangsantenne eines Funkfeldes

Wichtigster Teil der Funkfelddämpfung ist die Freiraumdämpfung, deren Betrag mit zunehmendem Abstand von Sende- und Empfangsantenne (Funkfeldlänge) sowie zunehmender Frequenz ansteigt. Zusätzliche Dämpfung kann entstehen durch Hindernisse, wie z. B. Bäume und Gebäude, die in das Funkfeld ragen, oder durch unterschiedliche Wetterbedingungen, wie Regen- oder Schneefälle oder sonstige Luftverunreinigungen.

Eine Sonderform des Richtfunks sind die **Satellitenfunksysteme**. Über Satellitenfunkverbindungen werden durch Einsatz digitaler Übertragungsverfahren alle Möglichkeiten der Breitbandkommunikation eröffnet. Hierbei werden durch Mehrfachausnutzung der benutzten Frequenzbereiche Übertragungskapazitäten von 30 000 Fernsprechanälen erreicht, und gleichzeitig können mehrere Fernsehprogramme weltweit ausgestrahlt werden.



Hierzu werden meist geostationäre Satelliten eingesetzt, die mit ihrer "Ausleuchtzone" (footprint) etwa ein Drittel der Erdoberfläche abdecken. Zur vollständigen Versorgung der Erde (mit Ausnahme der Polarzonen) werden daher nur drei Satelliten benötigt. Diese Satelliten kreisen auf einer Umlaufbahn, von ca. 36 000 km Abstand von der Erde und scheinen von der Erde aus gesehen stillzustehen; daher müssen die Sende- und Empfangsantennen nur einmal ausgerichtet werden. Da die Satelliten mit Sonnenenergie betrieben werden, haben sie eine relativ geringe Sendeleistung.

Die Bodenstationen, sogenannte Erdefunkstellen, bilden den Übergang zwischen den erdgebundenen Kommunikationssystemen und den Satellitenfunksystemen. Sie senden und empfangen über Parabolantennen, deren Durchmesser von der geforderten Empfangsleistung abhängt.

Satellitenfunkverbindungen arbeiten in den gleichen GHz-Frequenzbereichen wie die erdgebundenen Richtfunksysteme.

## Optischer Richtfunk

Optische Funkverbindungen sind heute fast jedem Laien bekannt als sogenannte „Fernsteuerung“ für Fernsehgeräte, Videorecorder u. ä.

Weniger bekannt und auch geringer verbreitet sind Kommunikationsverbindungen über **optische Richtfunkstrecken**.

Grundsätzlich beruht der optische Richtfunk auf der Tatsache, dass optische Wellen - auch das sichtbare Licht - elektromagnetische Wellen sind, nur in einem anderen Frequenzbereich. Für praktische Anwendungen hat sich der Frequenzbereich "**Nahes Infrarot**" (**NIR** = Near **InfraRed**) mit Wellenlängen von 780 nm bis 1000 nm als günstig erwiesen.

Optischer Richtfunk hat aber bisher nicht die Bedeutung erlangt, wie die im gleichen Frequenzbereich arbeitenden Lichtwellenleiter-Übertragungssysteme. In der Prinzipdarstellung einer optischen Übertragungsstrecke wird die LWL-Strecke lediglich durch eine Luftstrecke ersetzt.

**Vorteile** optischer Richtfunkverbindungen sind vor allem zu sehen:

- in den **hohen Übertragungsraten**, die im GBit/s - Bereich liegen und denen je nach dem eingesetzten optischen Sender (Lumineszenzdiode oder Laser) Reichweiten bis zu 5 km erzielt werden.
- darin, dass es **keine Zulassungsprobleme** für den Betrieb der Anlagen gibt, weil in diesem Wellenbereich keine gegenseitigen Beeinflussungen auftreten.
- in der Möglichkeit einer **schnellen und kostengünstigen Installation** mit optischen Schnittstellen zum Netz.

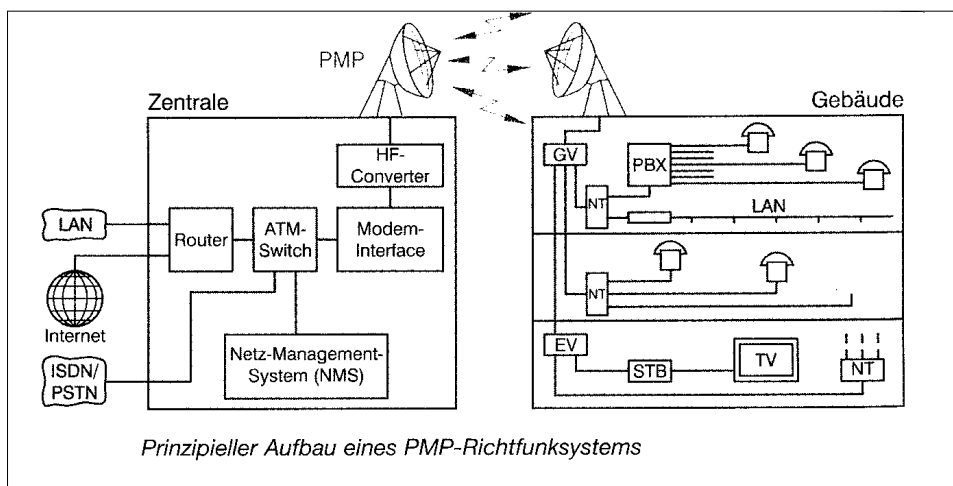
Nachteilig sind folgende Sachverhalte zu werten:

- Zwischen den Endpunkten einer optischen Richtfunkstrecke muss eine **Sichtverbindung** bestehen.
- Die **Übertragungssicherheit** ist geringer als bei LWL-Verbindungen.
- Es können nur **geringe Entfernungen** im Bereich bis etwa 5 km überbrückt werden.

Als zukünftiges Anwendungsfeld für den optischen Richtfunk wird zurzeit die direkte optische Breitbandübertragung über tausende Kilometer zwischen Satelliten im Weltraum erforscht und entwickelt.

## Richtfunk für den Teilnehmeranschluss

Während Richtfunkstrecken in Weitverkehrsnetzen immer schon betrieben wurden, ist nun mit der Vergabe der Richtfunkfrequenzen durch die RegTP an die Betreiber von Richtfunkssystemen der Wettbewerb um die "Letzte Meile" weiter intensiviert worden.



Die RegTP sorgte bei der Vergabe der Frequenzen dafür, dass in allen Landkreisen und kreisfreien Städten mindestens zwei miteinander konkurrierende Unternehmen Frequenzanteile zum Aufbau von Punkt-zu-Mehrpunkt-Richtfunkanlagen (PMP = Point-to-Multipoint) für den drahtlosen Teilnehmeranschluss erhielten. Die Frequenzen ermöglichen den Unternehmen die drahtlose Verbindung ins Ortsnetz für breitbandige Sprach- und Datendienste.

Das Gebäude ist über eine strukturierte Verkabelung erschlossen und wird durch eine Richtfunkstrecke mit der Zentrale verbunden. Über diese können alle öffentlichen und gegebenenfalls auch privaten Netze erreicht werden. Die Richtfunkstrecke ersetzt also den leitungsgebundenen Netzzugang jeglicher Art.

Richtfunkverbindungen sind seltener von Betriebsstörungen betroffen als andere Anschlusstechniken. Sie bieten außerdem die Möglichkeit, schnell auf Kundenwünsche - z. B. größere Bandbreiten und höhere Datenraten - einzugehen.

Das Bild zeigt zusammenfassend die vielen Möglichkeiten für breitbandige Netzzugänge.

