





## Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	3
Elektromagnetische Wellen .....	3
Informationsübertragung durch Funk .....	6
Bandbreite .....	8
Form und Abmessungen von Antennen .....	9
Polarisation .....	12
Mehrwegausbreitung .....	13
Reichweite .....	14
Sendeleistung .....	15
Batterien .....	15
Mögliche Funkbeeinflussung der Übertragungswege .....	18
Fazit .....	19
Verwendete Literatur .....	20



### Einleitung

Das Gira Funk-Bussystem bietet einfache Möglichkeiten, eine moderne, den heutigen Ansprüchen genügende Elektroinstallation zu realisieren. Auch wenn es die Tiefe eines EIB Systems niemals ganz erreichen wird, besitzt es doch nicht zu unterschätzende Vorteile gegenüber dem EIB.

**Gira Funk-Bussystem**

Ein Funksystem besteht mindestens aus einem Funksender und einem Funkempfänger. Da die Sender normalerweise nur eine sehr geringe elektrische Leistung aufnehmen, arbeiten sie batteriegestützt. Aufwendige Leitungsinstallationen sind deshalb überflüssig.

**Sender und Empfänger**

Funksysteme lassen sich also auch ohne größere Renovierungsarbeiten nachrüsten oder erweitern. Geräte lassen sich dort installieren, wo sie benötigt werden und nicht nur dort, wo gerade Leitungen liegen. Darüber hinaus handelt es sich um eine Technik, die durch jeden Elektroinstallateur leicht und schnell in Betrieb genommen werden kann.

**Flexible und komfortable Technik**

Voraussetzung ist aber, dass der Installateur die grundlegenden Eigenschaften der Funkübertragung kennt und bei seiner Installation berücksichtigt. Denn nur so lassen sich schließlich die Vorteile des Systems auch wirklich nutzen.

**Genauere Kenntnisse bei der Elektroinstallation wichtig**

Ziel dieser Ausführungen ist es, Ihnen einen grundlegenden Überblick über Technik und Funktion des Funk-Bussystems zu geben, um Sie so bei der einfachen und schnellen Installation zu unterstützen.

### Elektromagnetische Wellen

Elektrische und magnetische Felder werden vom Menschen normalerweise nicht direkt, sondern oft nur in ihrer Wirkung wahrgenommen. Elektrostatische Aufladung wird beispielsweise beim Kämmen mit einer Bürste aus Nylon sichtbar, wenn sich dabei die Haare aufstellen. Die Anziehung oder Abstoßung zweier Stabmagnete ist ein gutes Beispiel für die Wirkung des statischen magnetischen Feldes.

**Elektrische und magnetische Felder**

Statische elektrische und magnetische Felder lassen sich durch Messgeräte in ihrer Feldstärke nachweisen. Dabei wird die elektrische Feldstärke mit dem Formelzeichen „E“ bezeichnet und in der Einheit Volt pro Meter [V/m] angegeben. Die Bezeichnung der magnetischen Feldstärke erfolgt mit „H“ und wird in Ampere pro Meter [A/m] ausgewiesen.

**Elektromagnetische Welle**

Fließt ein elektrischer Strom durch einen Leiter, bildet sich ein Magnetfeld um ihn herum aus. Unterliegt der Strom einer zeitlichen Änderung (Wechselstrom), wird neben dem magnetischen auch ein elektrisches Feld erzeugt. Elektrische und magnetische Feldkomponenten bilden gemeinsam eine elektromagnetische Welle aus, die sich von der Quelle der Felder (Antenne des Senders) löst, mit Lichtgeschwindigkeit (Bezeichnung „c“) ausbreitet und von der Senke (Antenne des Empfängers) wieder aufgenommen wird. Elektromagnetische Wellen benötigen, anders als Schallwellen, kein Medium wie Wasser oder Luft, um sich auszubreiten. Deshalb lassen sie sich auch im Weltraum (Vakuum) zur Informationsübertragung nutzen.

**Physikalische Eigenschaften abhängig von der Frequenz**

Abhängig von der Frequenz verändern elektromagnetische Wellen sehr stark ihr physikalischen Eigenschaften. Als Funkstrahlung werden nur Wellen bezeichnet, deren Frequenz in einem Bereich von 10 kHz bis 300 GHz liegt. Dies entspricht einem Wellenlängenbereich von etwa 30 km bis 1 mm. Der Zusammenhang zwischen Frequenz und Wellenlänge ergibt sich aus:

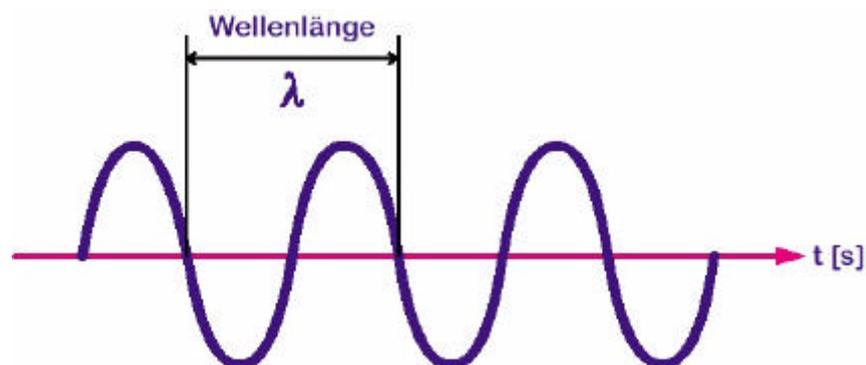
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

mit

$$c \approx 300000 \frac{km}{s}$$

$$\lambda = \text{Wellenlaenge}$$

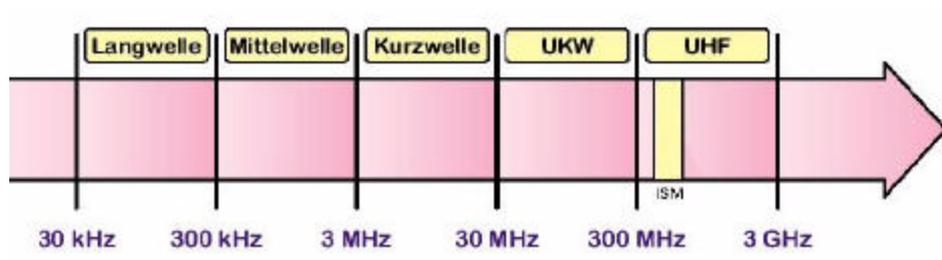
$$f = \text{Frequenz}$$



**Abbildung 1 Vereinfachte Darstellung einer elektromagnetischen Welle mit Kennzeichnung der Wellenlänge**

Wird die Frequenz noch höher (bzw. die Wellenlänge noch kürzer), so gelangt man in den Bereich von Wärmestrahlung, sichtbarem Licht oder Röntgenstrahlung. Das hier beschriebene Funksystem arbeitet im Frequenzbereich des ISM-Bandes bei ca. 433 MHz. „ISM“ steht als Abkürzung für „Industry, Science, Medical“ und definiert ein Frequenzband, das für industrielle, wissenschaftliche sowie medizinische Anwendungen frei gegeben ist und nur Sendeleistungen bis 10 mW zulässt.

### ISM-Band



**Abbildung 2 Einordnung des ISM-Frequenzbandes (von 433,05 MHz bis 434,79 MHz)**

Funkwellen besitzen ähnliche Eigenschaften wie das Licht: Sie breiten sich geradlinig aus und können an Oberflächen reflektiert werden. Allerdings werden sie dabei nicht durch Wände oder Decken gestoppt, sondern können diese unter einem gewissen Energieverlust auch durchdringen. Dieser Energieverlust ist unter anderem von der Masse aber auch von der Leitfähigkeit des zu durchdringenden Materials abhängig.

### Ausbreitung in Gebäuden

Wegen dieser Eigenschaften ist Funk natürlich gut geeignet, um Informationen durch Wände und Decken eines Gebäudes zu übertragen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass elektrisch leitfähige Materialien nicht von elektromagnetischen Wellen durchdrungen werden können. Um einen Bereich von Funkwellen frei zu halten, werden deshalb meistens Abschirmungen aus Metall eingesetzt.

### Abschirmung durch elektrisch leitfähige Materialien

### Informationsübertragung durch Funk

**Sender und Empfänger**

Ein Funksystem besteht mindestens aus einem Funksender und einem Funkempfänger. Damit zum Beispiel das Licht in einem Gebäude über einen Bewegungsmelder eingeschaltet wird, muss der Melder mit einem Sender und die Leuchte mit einem Empfänger ausgestattet sein. Der Sender des Bewegungsmelders schickt mittels elektromagnetischer Welle den Einschaltbefehl an den Empfänger der Leuchte, so dass das Licht an geht.

**Träger- und Nutzsignal**

Allerdings transportiert eine elektromagnetische Welle mit konstanter Amplitude und Frequenz noch keine Information. Deshalb wird im Sender zunächst durch einen Frequenzgenerator eine sogenannte Grund- oder Trägerwelle (hier 433 MHz) erzeugt. Die Sensorik, z. B. der Bewegungsmelder, liefert das eigentliche Nutzsignal. Trägerwelle und Nutzsignal werden in einen Modulator eingespeist. In ihm wird dann das Nutzsignal dem Trägersignal aufmoduliert bzw. aufgeprägt. Dies bedeutet, dass durch das Nutzsignal die Trägerwelle entweder in ihrer Amplitude oder aber in ihrer Frequenz verändert wird.

**Amplituden- und Frequenzmodulation**

Entsprechend dieser Veränderung unterscheidet man zwei grundlegende Modulationsverfahren: Die Amplitudenmodulation und die Frequenzmodulation. Abhängig von den Anforderungen an ein Signal gibt es zu diesen beiden Grundmodulationsarten noch eine Fülle von Varianten.

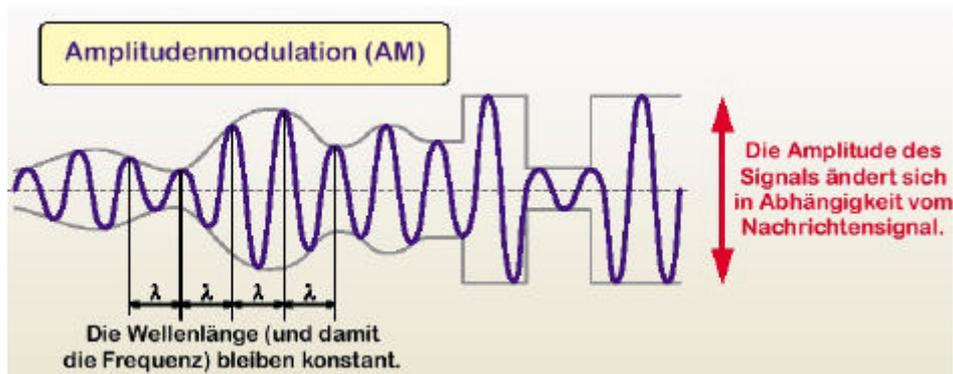


Abbildung 3 Amplitudenmodulation eines Signals

Das Gira Funk-Bussystem arbeitet nach dem sogenannten Amplitude Shift Keying (ASK). Dabei handelt es sich um eine Variante der Amplitudenmodulation, die nur zwei Amplitudenzustände verwendet: Die unveränderte und die vollständig unterdrückte Amplitude des Trägersignals. Digitale Telegramme entstehen, in dem der Träger rhythmisch ein und aus geschaltet wird. Unterschiedlich lange Einschaltzeiten des Trägersignales repräsentieren dabei die beiden logischen Werte „0“ und „1“ des Binärsystems.

### **Amplitude Shift Keying (ASK)**

Durch technische Weiterentwicklungen und Verbesserungen hat die Amplitudenmodulation heutzutage die Qualität der Frequenzmodulation erreicht. Für die ASK-Technik sind mittlerweile eine große Anzahl preiswerter Elektronikkomponenten erhältlich. Diese erlauben es, kompakte und vor allem preiswerte Sender und Empfänger zu entwickeln. Vor allem die kompakte Bauweise ermöglicht es, diese Komponenten z. B. in UP-Schalterdosen einzusetzen, da diese nur ein sehr beschränktes Bauvolumen zu lassen.

### **Vorteile des ASK**

Das über ASK aufbereitete Signal beinhaltet schließlich die Informationen, die über die Antenne des Senders abgestrahlt und von der Antenne des Empfängers aufgenommen werden. Der Empfänger beinhaltet einen Demodulator, der das Nutzsignal ausfiltert und an eine Auswertung und Leistungsstufe weiterleitet. Hier wird es in ein Signal umgewandelt, durch das die Leuchte den Befehl zum Einschalten erkennt.

### **Demodulation**

## Bandbreite

Die in einem beliebigen Frequenzband beanspruchte Bandbreite eines Sendersignals hängt zum Einen von der maximalen Geschwindigkeit ab, mit welcher der zu übertragende Nachrichteninhalte seine Amplitude, Phase oder Frequenz ändert. Zum anderen bestimmt auch die verwendete Modulationstechnik die belegte Bandbreite. Bei der Frequenzmodulation kann die belegte Bandbreite ein Mehrfaches des Nachrichteninhaltes betragen. Dieser Zusammenhang beeinflusst ganz wesentlich die Festlegung des verwendeten Kanalrasters.

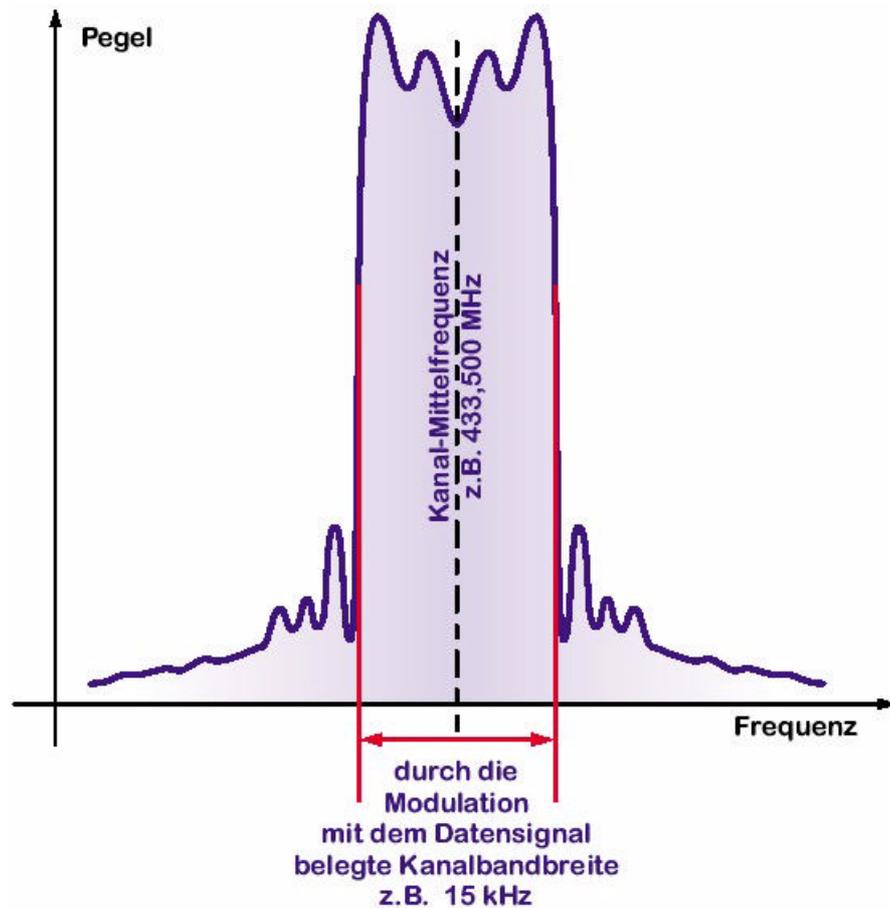


Abbildung 4 Bandbreite am Beispiel des ISM-Bandes

## Trennschärfe

Der Empfänger sollte mit seiner Trennschärfe gerade die benötigte Bandbreite aus dem Angebot der an seiner Antenne anstehenden Empfangsfrequenzen herausfiltern.

Eine hohe Trennschärfe ist aber auch immer mit einem hohen Filteraufwand verbunden. Einfache und billige Empfänger sind meist wesentlich breitbandiger und lassen sich daher durch den Funkbetrieb auf den Nachbarkanälen viel leichter stören.

Die benötigte Bandbreite des Funksystems liegt bei ca. 15 kHz.

## Form und Abmessungen von Antennen

Die Abstrahlung elektromagnetischer Wellen, ihre Ausbreitung unter verschiedenartigen Bedingungen und ihr Empfang sind drei Problembereiche, die bei der Installation eines Funksystems genauer analysiert werden müssen. Da sich die Empfangseigenschaften einer Antenne leicht aus den Sendeeigenschaften her leiten lassen, werden hier zunächst nur Sendeantennen betrachtet.

**Drei Problembereiche bei der Installation eines Funksystems**

Anordnungen zur Abstrahlung und zum Empfang elektromagnetischer Wellen werden als Antennen bezeichnet. Die Aufgabe einer Sendeantenne besteht nun darin, eine Leitungswelle, die z. B. vom Frequenzgenerator eines Bewegungsmelders mit aufmodulierter Signalwelle kommt, mit möglichst hohem Wirkungsgrad in eine Raumwelle um zu wandeln und beispielsweise gleichmäßig in horizontaler Ebene abzustrahlen. Umgekehrt hat eine Empfangsantenne die Aufgabe, eine ankommende elektromagnetische Raumwelle aufzufangen und sie möglichst gut in Form einer Leitungswelle, z. B. dem Schaltaktor einer Leuchte, zu zuführen.

**Sende- und Empfangsantenne**

Die mechanischen Abmessungen einer Antenne sind direkt von der benutzten Wellenlänge abhängig. Im Bereich von 433 MHz des ISM-Bandes ergibt sich eine Wellenlänge von:

**Wellenlänge des ISM-Bandes bei 433 MHz**

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300000000[m/s]}{433000000[Schwingungen/s]} = 0,7m$$

Damit beim Funk-Bussystem die geforderten Reichweiten erzielt werden können, müssen die Antennen der einzelnen Komponenten gute Abstrahlbedingungen aufweisen. Dies gilt für Sende- und Empfangsantennen gleichermaßen. Optimale Bedingungen bei akzeptablen Abmessungen bieten Dipolantennen mit einer Ausdehnung, die etwa der halben Wellenlänge entspricht. Da sich im ISM-Band bei einer Frequenz von 433 MHz eine Wellenlänge von 70 cm ergibt, entspricht die optimale Länge der Dipolantenne ca. 35 cm.

**Dipolantennen**

In der Praxis ist diese Antennenlänge jedoch noch immer nicht einfach zu handhaben. Daher werden die Antennen durch geeignete Bauelemente in den Hochfrequenzbaugruppen elektrisch verkürzt, oder es werden Antennen verwendet, die in der Länge ca. einem Viertel der Wellenlänge ( $\lambda/4$ -Dipol) entsprechen.

**Antennenlängen in der Praxis**

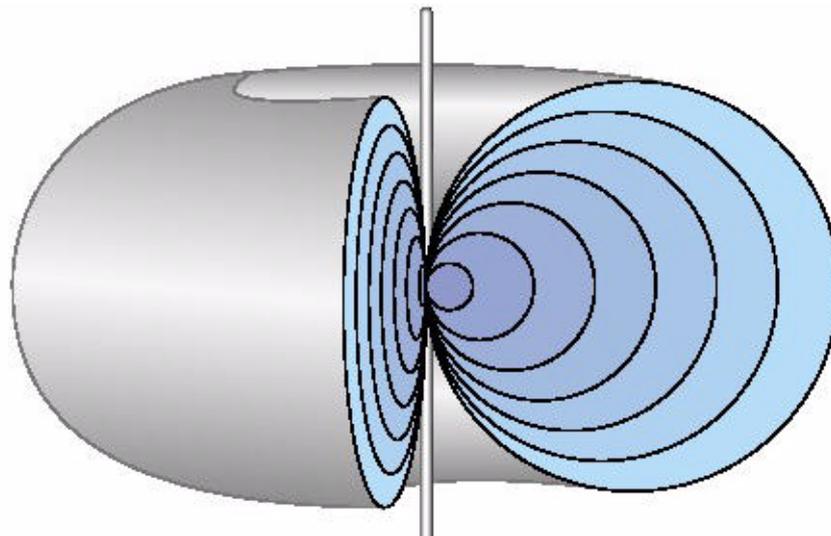
Dies ist beim Funk-Bussystem der Fall. Die elektrisch leitfähigen Teile dieser Komponenten bzw. die Oberflächen der Metallgehäuse (Masseflächen), vor allem solche, die sich dicht am Fuß der Antennen befinden, übernehmen dann einen wichtigen Teil der Antennenfunktion. Die gesamte Antenne besteht also aus einem verkürzten Antennenstab und der Massefläche.

**Einbußen  
durch Demontage von Antennen**

Natürlich dürfen solche Antennen nicht einfach abmontiert oder an anderer Stelle befestigt werden, weil damit Einbußen in der Reichweite riskiert werden. Ohne das elektrische „Gegengewicht“ durch die Massefläche hat der Viertelwellen-Antennenstab sehr ungünstige, nicht definierte Abstrahl- und Empfangseigenschaften.

**Verschlechterung des Wirkungsgrades durch Verkürzung**

Damit ist aber auch klar, dass die Antennen bei einer gegebenen Wellenlänge nicht beliebig verkürzbar sind. Jede Verkürzung hat stets eine Verschlechterung des Antennenwirkungsgrades zur Folge.



**Abbildung 5 Abstrahlcharakteristik einer Halbwellen-Stabantenne (aufgeschnitten dargestellt)**

Einen guten Kompromiss stellen Wendelantennen oder speziell geformte Rahmenantennen bei kleinen Antennenbauformen dar. Sie ermöglichen einen direkten Einbau in relativ kleine Kunststoffgehäuse. Die dadurch erzielbaren kleinen Abmessungen solcher Antennen sind mit einer der Gründe für die gute Eignung des 70 cm-Bandes für das Funk-Bussystem.



### **Montage von Funk-Buskomponenten**

Bei der Montage von Funkkomponenten muss darauf geachtet werden, dass genügend Abstand zu anderen leitfähigen Teilen in der Umgebung eingehalten wird. Nur so lässt sich ein günstiger Antennenwirkungsgrad und eine optimale Abstrahlcharakteristik erzielen.

Metallgehäuse, Fensterrahmen aus Metall, Kabel und vergleichbare Gegenstände können die Abstrahlcharakteristik sehr stark verzerren. Die Antenne „schießt“ in solchen Fällen in eine bevorzugte Richtung, während sie andere Sektoren schlechter „ausleuchtet“.

## Polarisation

### Horizontale oder vertikale Schwingungsebene

Form und Lage einer Antenne legen auch die Schwingungsebene (Polarisation) einer gesendeten elektromagnetischen Welle fest. Bei der Wellenausbreitung im Freifeld muss die Empfangsantenne die gleiche Polarisation (horizontal oder vertikal) wie die Sendeantenne aufweisen, damit beste Ergebnisse bei der Funkübertragung erzielt werden können.

### Veränderung der Ausbreitungsbedingungen in Gebäuden

Die Funkverbindungswege von Komponenten des Funk-Bussystems verlaufen jedoch größtenteils innerhalb von Gebäuden. Diese sind mit einer Vielzahl von Metallteilen unterschiedlichster Abmessungen und Lage ausgestattet. Neben Baustahl, Installationen von Rohr- und elektrischen Leitungsnetzen können auch Metallfenster oder Türen, Tore sowie vor allem auch Rolläden und andere Einrichtungsgegenstände die Ausbreitungsbedingungen ganz erheblich verändern.

### Dämpfung und Reflexion

All diese Metallteile können einmal dämpfend wirken, ein anderes Mal aber auch eine elektromagnetische Welle besonders gut weiter leiten oder reflektieren. Grundsätzlich verändern sie dabei die Polarisation der Welle, wodurch der Empfangspegel deutlich reduziert werden kann.

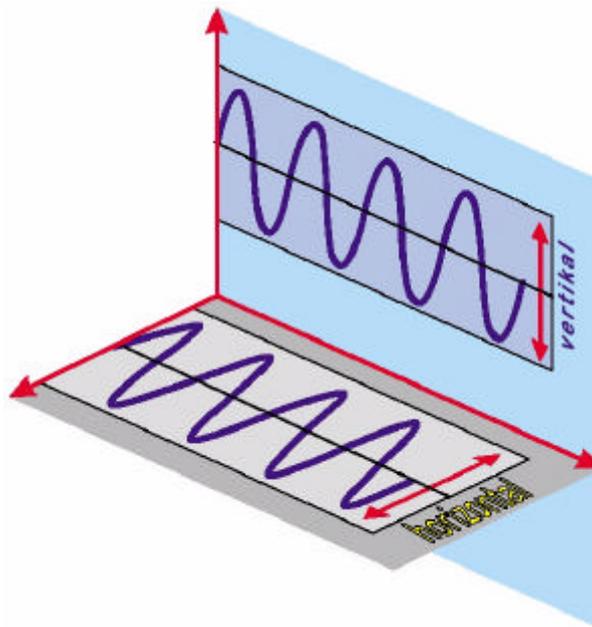


Abbildung 6 Polarisation: Vertikale und horizontale Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

## Mehrwegausbreitung

Eine von der Sendeantenne abgestrahlte Welle gelangt nicht nur auf direktem Wege zur Empfangsantenne. Zusätzlich empfängt sie Signalanteile, die durch Reflexion an Wänden oder Metallteilen und die Weiterleitung an Leitungen und Rohren einen längeren Weg zurücklegen. Diese Wellen erreichen deshalb die Empfangsantenne mit einer anderen Phasenlage als das direkt einfallende Signal.

Im ungünstigsten Fall kann dies zu erheblichen Verzerrungen in der Modulation beim Empfänger führen. Ein totaler Zusammenbruch der Funkverbindung kann die Folge sein. Bei Änderungen der Umgebungsbedingungen, wie z. B. beim Öffnen oder Schließen einer Stahltür, können die Verhältnisse daher plötzlich wieder zufriedenstellend ausfallen. Eine Aussage zur Übertragungssicherheit kann deshalb generell erst nach entsprechenden Tests vor Ort gemacht werden.

**Reflexion des Sendesignals**

**Verzerrungen in der Modulation**

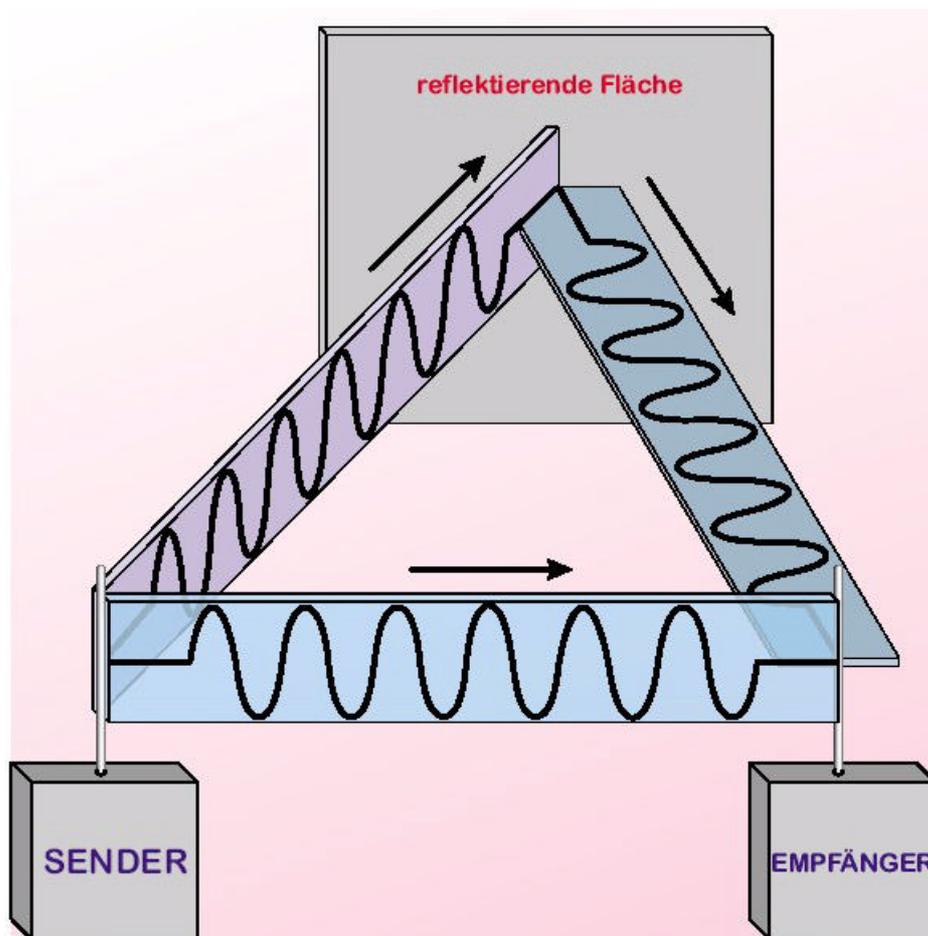
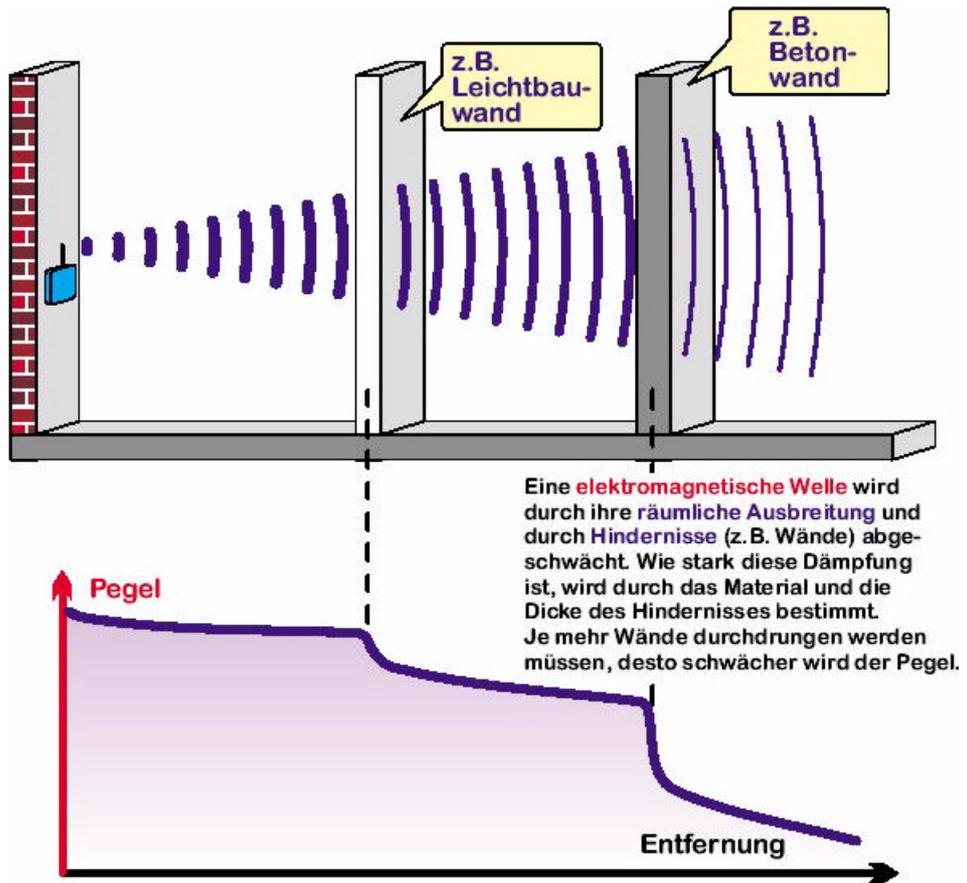


Abbildung 7 Mehrwegausbreitung

**Reichweite**

**Dämpfung des Signals durch Hindernisse**

Sind die Bedingungen ideal und wirken keine Störungen aus der Umgebung auf eine Funkstrecke ein, kann mit einer Sendeleistung von 10 mW eine Distanz von 30 km überbrückt werden. In bebauter Umgebung, vor allem dann, wenn einige Wände vom Funksignal durchdrungen werden müssen, kann diese Distanz sehr schnell auf 30 m zusammenschrumpfen.



**Abbildung 8 Dämpfung einer elektromagnetischen Welle**

**Intensität des Signals nimmt quadratisch mit der Entfernung ab**

Grundsätzlich gilt, dass die Intensität einer elektromagnetischen Welle quadratisch mit der Entfernung abnimmt. Durchdringt die Welle eine Wand, wird sie gestreut. Ihre Dämpfung erfolgt hinter der Wand bereits mit der vierten Potenz. Je nach Materialbeschaffenheit kann die Wand diese Welle auch total abschatten, so dass hinter ihr nur noch ein Empfang über die indirekten Wege von Reflexionen oder eine Weiterleitung der Welle an Gegenständen in der Umgebung möglich ist. Durch eine weitere Wand, die die Welle passiert, nimmt die Stärke der Amplitude bereits mit der sechsten Potenz ab.

Ein Funkempfänger muss deshalb eine entsprechend hohe Empfindlichkeit aufweisen, um derart schwache Signale überhaupt noch aufnehmen zu können. Andererseits muss er aber auch hohe Empfangspegel verarbeiten können. Ein Funkempfänger muss also einen sehr hohen Dynamikbereich von etwa  $0,2 \mu\text{V}$  bis zum 250.000fachen dieses Wertes, also ca.  $50 \text{ mV}$ , an seinem Antenneneingang verarbeiten können.

**Hoher Dynamikbereich für Funkempfänger**

### **Sendeleistung**

Natürlich wäre es denkbar, die Sendeleistung zu erhöhen, um trotz der Umgebungseinflüsse größere Reichweiten zu erzielen. Allerdings stößt man hier in der Praxis sehr oft an Grenzen. Zunächst ist die zulässige Sendeleistung für das Funk-Bussystem durch internationale Vorschriften für LPD (Low Power Devices) auf  $10 \text{ mW}$  beschränkt. Diese Leistung wird von den Komponenten des Funksystems in der Regel auch voll ausgenutzt. Sie ist ausreichend für sichere Funkverbindungen innerhalb kleiner bis mittlerer Gebäude, vergleichbar mit der Funkreichweite eines schnurlosen Telefons.

**Zulässige Sendeleistung auf  $10 \text{ mW}$  begrenzt**

Aber auch aus praktischen Gründen verbietet sich eine Erhöhung der Sendeleistung. Aus der zuvor beschriebenen Physik der Wellenausbreitung ist zu ersehen, dass die Sendeleistung bereits um das 10fache erhöht werden müsste, um die Reichweite z. B. nur zu verdreifachen. Durch eine solche Maßnahme wäre auch die Kapazität der Batterien sehr schnell erschöpft. Darüber hinaus ergäben sich aber auch gegenseitige Beeinflussungen benachbarter Funksysteme. Störerscheinungen, die nicht erwünscht sind.

**Erhöhung der Sendeleistung nicht praktikabel**

### **Batterien**

Zur Versorgung der Funk-Buskomponenten werden normalerweise Lithiumprimärbatterien verwendet. Lithiumbatterien besitzen eine wesentlich geringere Selbstentladungsrate als herkömmliche Trockenbatterietypen. So hat eine ungenutzte Batterie nach 10 Jahren Lagerung höchstens 10 Prozent ihrer Nennkapazität verloren.

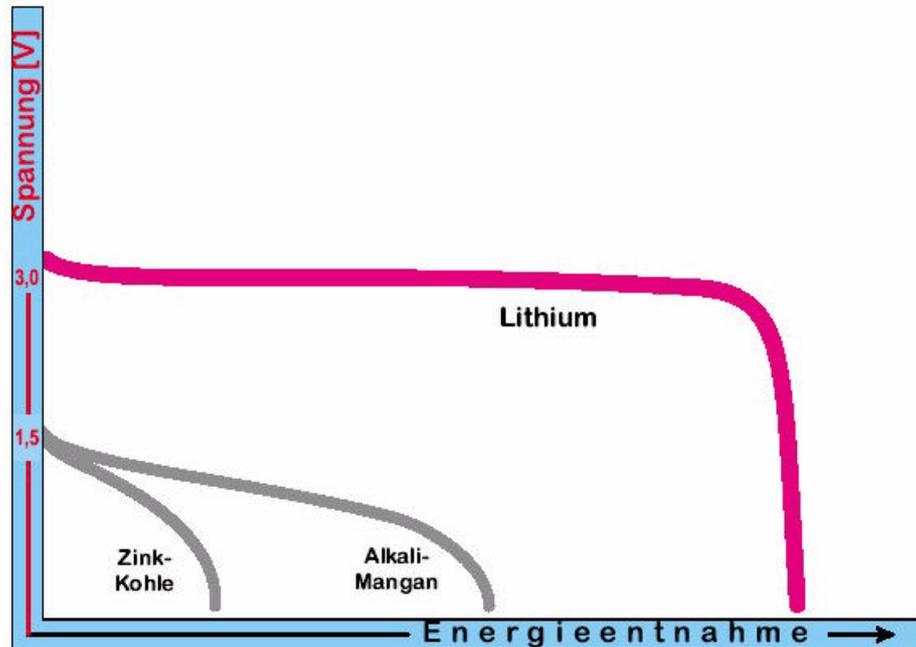
**Lithiumbatterien**

Darüber hinaus ist die spezifische Energiedichte einer Lithiumbatterie wesentlich höher als bei den herkömmlichen Trockenbatterietypen. Bei Lithiumbatterien liefert eine Einzelzelle nicht nur  $1,5 \text{ Volt}$ , sondern ca.  $3 \text{ Volt}$  Gleichspannung. Ferner besitzt sie bei gleichem Batterievolumen eine etwa 2- bis 3fach höhere Kapazität. Ihre Entladekurve verläuft zudem sehr flach.

**Höhere Energiedichte und Kapazität bei Lithiumbatterien**

Aufgebrauchte Lithiumbatterien belasten die Umwelt nur in sehr geringer Weise. Sie sind daher in der Batterie-Verordnung als schadstoffarm eingestuft.

**Einstufung als „schadstoffarm“**



**Abbildung 9 Entladekurven verschiedener Batterietypen**

Eine neuwertige Lithiumzelle, die noch nicht bestromt wurde, besitzt eine Leerlaufspannung von 3,13 bis 3,3 Volt. Die in einigen Funkkomponenten (z. B. Funkwächter) verwendeten 9 V Lithiumblockbatterien (bestehend aus drei Zellen) besitzen demnach im absoluten Neuzustand eine Leerlaufspannung von 9,4 bis 9,9 V (gemessen bei etwa 20 °C).

**Immer den vorgeschriebenen Batterietyp verwenden**

In den meisten Funk-Buskomponenten kommen jedoch entweder Lithium-Knopfzellen oder aber alkaline Batterien zum Einsatz. Diese müssen dann nicht, wie Lithiumblockbatterien, umständlich über den Großhandel nach bestellt werden, sondern sind in fast jedem Elektrohandel erhältlich. Zink-Kohle-Batterien sind in erster Linie wegen ihres hohen Eingangswiderstandes nicht nutzbar.

**Keine Messung des Ladezustandes mit Multimeter möglich**

Die übliche Kontrolle des Entladezustandes der Batterie ist durch eine einfache Spannungsmessung mit dem Multimeter bei einer Lithiumbatterie nicht möglich. Dies hängt damit zusammen, dass die Entladekurve lange Zeit fast horizontal verläuft und erst kurz vor der völligen Entladung abrupt abfällt.

**Keine Kapazitätsmessung möglich**

Die Batteriespannung ist zudem noch von der jeweiligen Temperatur der Batterie abhängig. Eine derartige Kapazitätsmessung ist weder vom Batteriehersteller, noch mit den Messmitteln des Errichters durchführbar.

Die Batterien sollten deshalb in den Geräten vollständig aufgebraucht werden. Sie sollten nicht im teilentladenen Zustand entnommen, gelagert oder in anderen Funkkomponenten wieder eingesetzt werden, es sei denn, die Batterie wurde beim ersten Einsatz sowie bei der Entnahme aus dem Gerät jeweils mit dem Datum gekennzeichnet. Nur so ist eine Abschätzung der restlichen Batterielebenszeit in den Komponenten des Funksystems möglich.

**Batterien immer vollständig aufbrauchen**



### Verwendung von Batterien im Funk-Bussystem

Bei der Verwendung der Batterien in Funk-Buskomponenten ist es wichtig, die Lebensdauer der verwendeten Batterien genau abzuschätzen, um die einwandfreie Funktionsweise des Systems zu gewährleisten.

Beachten Sie außerdem, dass bei einer Weiterverwendung der Batterien in anderen Komponenten des Funksystems eventuell unterschiedliche Stromaufnahmen berücksichtigt werden müssen.

Batteriebetriebene Funkkomponenten besitzen eine sehr geringe durchschnittliche Stromaufnahme. Sie beträgt nur einige  $\mu\text{A}$ . Da die Stromaufnahme meistens zeitlich sehr unterschiedlich verteilt ist, ist auch die Ermittlung dieses Wertes mit den Messmitteln am Einsatzort nicht durchführbar.

**Geringe Stromaufnahme**

Werden einzelne Komponenten oder gar das gesamte Funksystem zeitweise oder ständig außer Betrieb genommen, empfiehlt es sich, die Batterien zu entnehmen. Sollen diese gegebenenfalls später wieder verwendet werden, ist eine (wie zuvor beschrieben) entsprechende Kennzeichnung der Batterien notwendig.



### Sicherheitshinweise zu Lithiumbatterien

Lithiumbatterien

- nicht ins Feuer werfen!
- nicht erhitzen!
- nicht ins Wasser werfen!
- nicht öffnen!
- nicht kurzschließen!
- nicht laden!
- nicht ohne Schutz der Anschlüsse in loser Schüttung lagern, da Kurzschlussgefahr gegeben ist!
- nicht in der Reichweite von Kindern aufbewahren!

Bei Fehlbehandlung kann von Lithiumbatterien eine Feuer- oder Verbrennungsgefahr ausgehen.

Verbrauchte Batterien sofort entsorgen!

### Mögliche Funkbeeinflussung der Übertragungswege

**Störungen durch äußere Einflüsse**

Jede Art der Nachrichtenübertragung über nichtexklusive Übertragungswege (wie beispielsweise Funk) birgt die Gefahr, dass es auf Grund äußerer Einflüsse zu Übertragungsfehlern sowie sogar zum Meldungsverlust kommen kann.

**Beeinflussung durch Mitbenutzer oder Funkstörquellen**

Diese Beeinflussungen können durch Mitbenutzer oder allgemeine Funkstörquellen verursacht werden und die benötigten Empfangsbereiche beeinträchtigen.

Je schmalbandiger und trennschärfer der Empfänger ist, um so größer ist seine Immunität gegenüber solchen Einflüssen. Allerdings sind der Bandbreite nach unten hin Grenzen gesetzt, da die erforderliche Bandbreite mit zunehmender Nachrichtengeschwindigkeit zunimmt. Selbst bei kleinstmöglicher Bandbreite des Empfängers kann eine Störbeeinflussung durch andere Mitbenutzer oder andere Störquellen in diesem Bereich nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt sowohl für das ISM-Band bei 433 MHz als auch für das neue SRD-Band (Short Range Device) bei 868 MHz.

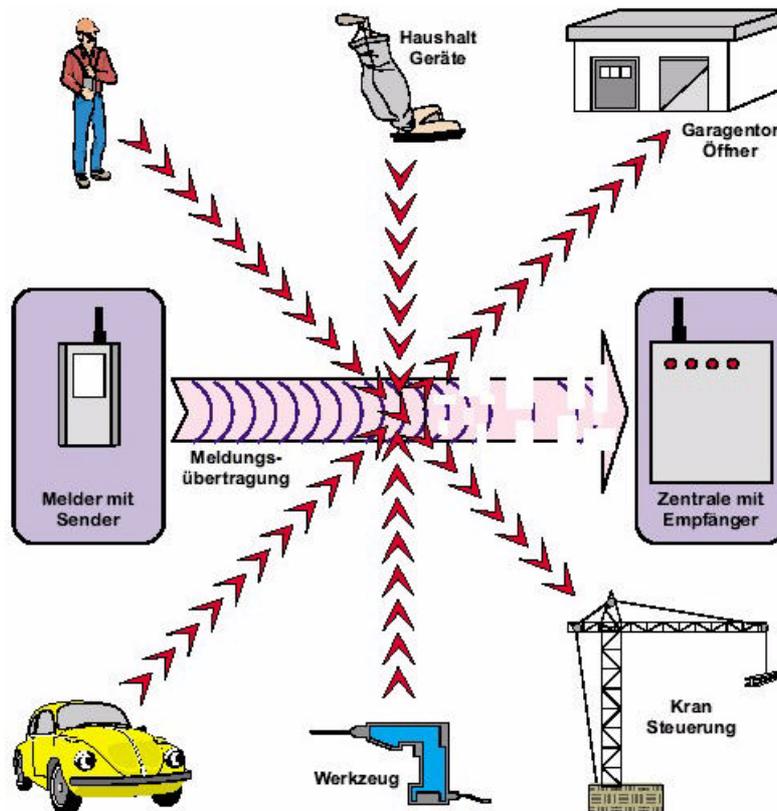


Abbildung 10 Meldungsverluste durch Störquellen (Beispiele)

Störungen durch Mitbenutzer des ISM-Bandes können unter anderem verursacht werden durch:

- drahtlose Audioübertragung (Lautsprecher, Kopfhörer, Babyphone etc.)
- Fernauslesen der Verbrauchsdaten von Heizkörpern
- Hochfrequenz-Fernbedienung (z. B. Kranfernsteuerungen)
- Hochfrequenz-Fernbedienungen kleiner Leistung (z. B. Garagentoröffner, Kfz-Wegfahrsperren)
- drahtlose Funkterminals und Druckeransteuerungen
- Amateurfunkgeräte

**Störungen durch Mitbenutzer**

Zu allgemeinen Funkstörquellen gehören unter anderem:

- Funkenstörungen durch Schaltvorgänge oder Elektromotoren
- Ungewollte Funkenstörungen durch defekte Geräte
- Hochfrequenz-Schweißgeräte und andere Industrieeinrichtungen
- Diathermiegeräte in Arztpraxen

**Allgemeine Funkstörquellen**

## Fazit

Bei der Installation eines Funk-Bussystems sind drei grundlegende Problembereiche zu berücksichtigen:

- Form, Abmessung und Ausrichtung der Antennen (Abstrahlung und Empfang von elektromagnetischen Wellen). Antennen dürfen nicht verlängert oder verkürzt werden. Es ist auf gleiche Ausrichtung der Antennen von Sender und Empfänger zu achten.
- Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen in unterschiedlichen Medien: Funksignale werden durch Medien wie Wände, Türen etc. zumindest gedämpft. Metallhaltige Materialien können eine Funkübertragung ganz unmöglich machen oder durch Reflexionen nicht kalkulierbare Effekte hervor rufen.
- Allgemeine Störeinflüsse auf die Funk-Strecke: Äußere Einflüsse durch Funk-Mitbenutzer oder allgemeine Funkstörquellen können eine fehlerhafte Funkübertragung oder den vollständigen Ausfall des Systems zur Folge haben.

Bevor ein Funk-Bussystem installiert wird, sollte der Installationsort hinsichtlich vorhandener Störquellen untersucht werden. Gibt es keine Möglichkeit, diese Störquellen auszuschalten oder ihren Einfluss zu minimieren, ist von einer Installation des Systems abzuraten.

Liegen keine äußeren Störquellen vor, kann das System installiert werden. Allerdings ist bei der Installation darauf zu achten, dass die physikalischen Gegebenheiten berücksichtigt werden.

### Verwendete Literatur

- Funk-Gebäudesystemtechnik, Verlag Moderne Industrie, 1999
- Grundlagen Funkalarm, 5. Auflage, Telenot Electronic GmbH
- John D. Kraus: Electromagnetics, McGraw-Hill International Editions, Fourth Edition, 1991
- Prof. Dr. E. Voges: Skript zur Vorlesung Hochfrequenztechnik (Teil 2: Antennen), Universität Dortmund WS 1991/92



Gira  
Giersiepen GmbH & Co. KG  
Postfach 1220  
42461 Radevormwald  
Telefon: 02195 / 602 - 0  
Telefax: 02195 / 602 - 339  
Internet: [www.gira.de](http://www.gira.de)  
E-Mail: [Info@gira.de](mailto:Info@gira.de)

**GIRA**