

1.9 Funk Technik

Die Möglichkeiten mit Funk steigen fast täglich. Dies ist auch der Grund für das enorme Wachstum in dieser Branche. Was zur Zeit fehlt ist das know how für Funk in der EDV-Welt.

Als erstes ist zu unterscheiden zwischen Lizenzfreiem Funk und Funk das Lizenz Pflichtig ist. Sprich für einige Anwendungen wurden spezielle Frequenzbänder (Bereiche von Frequenzen) reserviert. Für diese Bereiche gelten zwar die Gesetze des Bakom (Bundes Amt für Kommunikation), aber wenn die Grenzwerte eingehalten werden ist alles in Ordnung. Weiter sind nicht alle Frequenzen für die Datenübertragung geeignet, und nicht alle Frequenzen eignen sich zum durchdringen von Wänden.

Einige Beispiele von Bändern:

Das DECT Band

DECT (Digital European Cordless Telecommunications) Europäischer Standard für Digitale Schnurlose Telephone (im Bereich von 1,8-1,9 GHz) Die Verbindung zwischen den Telefonen soll eine reine Digitale Übertragung sein. Dieser Bereich ist ein zulassungs freies Band. Wird speziell für TVAs (Telefon Vermittlungs Anlage) oder Kurz Zentralen verwendet. Neben bei: TVA auf englisch: PABX (private automatic branch exchange).

ISAM 2.4GHz

Das 2.4GHz Band ist für Mikro Wellen Herde bestimmt und für kleinbereichs Funk: Digitale Funk-Telefone, Garagen Tore, Videoübertragung, PC zu PC Ethernet usw... 2.4GHz reichen für 20Mbit Datenübertragung wenn mehrere Kanäle zugleich verwendet werden. Jedoch spiegelt sich das Signal an Objekten. D.h. im freien 300m Übertragung und im Gebäude 40m durch Wände.

Mit Richtantennen kann dann die Distanz Massiv verlängert werden. Jedoch ausschliesslich mit Sichtverbindung.

Einige Berechnungen mit DB

Im ISAM Band sind 100mW Abstrahl-Leistung zulässig! Dies entspricht 20dBm (Berechnung siehe Elektrotechnik).

Ein Ethernet Funk-Link von BreezeCom hat eine Ausgangsleistung von 17 dBm, ein RG58 Kabel (=Ethernet Kabel) hat eine Dämpfung von 1.1dBm pro Meter und eine kleine Richtantenne z.B. Huber & Suhner hat ein Gewinn von 8.5 dBm, ein Stecker Paar hat ca. 0.5dBm Dämpfung.

Daraus ergibt sich:

Sender 17dBm – 4.4dB Kabel (4m) + 8.5dB Gewinn Antenne –1dB Stecker (2 paar) = 20.1 dBm

>> und dies entspricht dem maximal. Zulässigen Abstrahlungswert von 20 dBm oder 100mWatt

Frequenz Benennung

Frequenzbereich	Wellenlänge	Abkürzung E	Abkürzung D	Anwendungsbeispiele
300 Hz - 3 kHz	bis 100 Km			Elektrische Antriebe
3 - 30 kHz	100 - 10 Km	VLF (Very Low Freq.)	Längstwelle	U-Boot-Verbindungen
30 - 300 kHz	10 Km - 1 Km	LF (Low Frequency)	LW = Langwelle	Presse- und Wetterdienste
300 - 3000 kHz	1 Km - 100 m	MF (Medium Frequency)	MW = Mittelwelle	Rundfunk, Flugfunk, Schiffsfunk
3 - 30 MHz	100 m - 10 m	HF (High Frequency)	KW = Kurzwelle	Rund-, Flug-, CB- und Amateurfunk
30 - 300 MHz	10 m - 1 m	VHF (Very HF)	UKW=Ultrakurzw	Rund-, Flugfunk und Fernsehen
300 - 3000 MHz	1 m - 1 dm	UHF (Ultra HF)		Fernsehen, Rund-, Mobilfunk, Radar
3 - 30 GHz	1 dm - 1 cm	SHF (Super HF)		Richt-, Satellitenfunk, Radar
30 - 300 GHz	1 cm - 1 mm	EHF (Extremly HF)		Radar, Richtfunk für den Nahbereich
300 - 3 THz	1mm -100 um			Radar für geringe Entfernung
300 GHz bis	1mm -780 nm	780nm - 280 nm	Sichtbares Licht	Infrarot und opt. Nachrichtentechnik
	380 - 100 nm	10nm - 100 pm	Röntgenstrahlung	Medizinische Technik
	100 - 1 pm	bis 1 pm	Kosmische Strahl.	Atomphysik Teilchenforschung

Ein Beispiel für die Wellenlängenberechnung:

Wellenlängen = Ausbreitungsgeschwindigkeit (=Lichtgeschwindigkeit) / Frequenz

$300'000 \text{ km / Sek} / 27'000 \text{ kHz} \cdot \text{Sek} = 11 \text{ m}$

Wellenlänge (m)	(MHz)	Frequenz f (MHz)	(m)
Wellenlänge (11m)	27 MHz	Frequenz f (27 MHz)	11m
Wellenlänge (0,32 m)	900 MHz	Frequenz f (900 MHz)	0,32 m

Frequenz - Bereiche

Frequenzbereich

26 - 28 MHz
 28 - 30 MHz
 30 - 88 MHz
 68 - 88 MHz
 88 - 108 MHz
 108 - 136 MHz
 144 - 146 MHz
 157 - 163 MHz
 174 - 225 MHz
 430 - 440 MHz
 433 - 435 MHz
 450 - 470 MHz
 470 - 860 MHz
 885 - 932 MHz
 931 - 932 MHz
 933 + 934 MHz
 936 - 946 MHz
 1,26 - 1,3 GHz
 1,8 GHz
 1,8 - 1,9 GHz
 2,5 GHz

Funkdienst

CB - Funk [27 MHz](#)
 Amateurfunk
 Militär
 Privatfunkanlagen
 Rundfunk (Radio)
 Flugfunk
 Amateurfunk
 Öffentliche Sicherheitsdienste
 Fernseh
 Amateurfunk
 CB - Funk [LPT-Norm](#)
 Öffentliche Dienste
 Fernseh
[Natel](#)
 Telefonanlagen
 CB - Funk [934 MHz](#)
[Natel](#)
 Amateurfunk
[Natel E \(City\)](#)
[Telefonanlagen nach DECT Standard](#)
 Computer Vernetzungen

Die Liste erhebt kein Anspruch auf Vollständigkeit!

Die Verträglichkeit - EMV (Elektro Magnetische Verträglichkeit):

Die Ingenieure sind immer für Ihre Technik, wenn Sie eine Statistik anschauen gilt immer, als erstes muss der Urheber ermittelt werden.

In diesem Sinne ist zu beachten, dass Strahlung für den Menschen immer schädlich ist! Nur ab einem bestimmten Minimum ist die Schädigung so gering, dass es als vertretbar eingestuft werden kann.

Somit gibt es Grenzwerte für den maximalen energetischen Puls, für die Dauerabstrahlung und für die Summe aller Strahlungen an einem Punkt.

Den Puls möchte ich wie folgt erklären:

Wenn ich einen Kessel mit 10 Liter Wassereinhalte von 20°C auf 40°C aufheizen will brauche ich $10l \cdot 20^\circ C \cdot 1kCal$ an Energie. 1kCal sind ca. 4Watt*Sekunden. D.h. Total 200kCal oder 800kWatt*Sekunden oder 1kWatt*800Sekunden oder 1kWatt*13Minuten. Nun ist zu sehen, dass ein Tauchsieder mit 1kWatt ca. 15 Minuten braucht (1kWatt = 230Volt * 4.4Amp). Nun wenn ich das selbe in 10 Sekunden erledigen will brauche ich während 10 Sekunden die Energie eines grösseren Dorfes (80kWatt*10 Sekunden. Man kann davon ausgehen, dass diese Energieabgabe an das Wasser nicht sehr gut verläuft!! Obwohl rechnerisch das selbe Resultat da ist.

Die Funkquellen sind sehr vielfältig! In einer kleinen Firma z.B.:

- Die PSA (Personen such Anlage)
- Funktelefone intern von der Zentrale
- Natel D
- TV- Kabel im Gebäude
- Elektrische Kabel (Starkstrom)
- Netzwerkkabel STP
- Computer (PC mit 500MHz)
- Mikrowelle (im Pausen Raum)
- Schalt Kontakte (HF vom Funken)
- Radio
- Tür Öffner (meist mit Radar oder billig mit IR)
- Datenkabel aller Art
- ISDN U und S-Bus Kabel
- Bildschirm (Elektronen-Kanone)

Also ist zu beachten, dass Funkanlagen gut verteilt sind und immer mit minimal notwendiger Leistung operieren. Mit einer guten Belüftung oder mit umwirbelung mittels Ventilator kann die Ionisierung der Luft verhindert werden!

Bezeichnung	Zulassungspflichtig	Leistung	Bemerkung
CD-Funk	ja	1W AM FM 4 Watt	27MHz
Natel-C	ja	1W (im Auto 5Watt)	900MHz
Natel-D	ja	4W (pro Puls)	900MHz / 1.8GHz / 1.9GHz
Computer Funk	nein	0.1W	2.4GHz
Heim Funk-Telefone	nein	0.1W	800MHz / 1.8GHz
Personen such anlagen	ja	1 - 5W	je nach Hersteller
Natel Sendeanlage	ja	1-6kW	Diex 5.6kW bei 900MHz

Gesundheitsaspekte

WLAN-Architekturen arbeiten im Mikrowellenbereich. Seit der Einführung der Mobilfunknetze verstärkt sich in Deutschland die Diskussion, ob Funkwellen die Gesundheit des Menschen beeinträchtigen, und sie erfasst folglich auch die Funk-LAN-Systeme. Im allgemeinen besitzen WLAN-Komponenten eine Sendeleistung von maximal 100mW, einige Hersteller haben sie auf sogar 35 mW senken können. Sieht man sich demgegenüber die Sendeleistung bei gebräuchlichen Mobilfunktelefonen in den D-Netzen an, so werden dort im Durchschnitt 2-5 Watt benötigt. Insofern haben Funk-LAN-Systeme eine 57- bis 142-fach niedrigere Leistung als ein Handy.

Auch Mikrowellengeräte, wie sie heutzutage im Haushalt zu finden sind, verbrauchen mit ca. 1 Watt mehr Energie. Zwar liegen sie hiermit im gesetzlich erlaubten Rahmen, aber genau der ist inzwischen auch umstritten. Es lässt sich soviel sagen, dass bei wesentlich geringerer Leistung als im Mobilfunk beim Spread Spectrum Verfahren die Sendeleistung noch einmal zusätzlich auf mehrere Frequenzen aufgeteilt wird, wodurch sich zusätzlich eine weitere Absenkung der Wirkung von Funk-LAN-Systemen auf die Umwelt ergibt. Anhand von Langzeitstudien in Amerika und Europa konnte nachgewiesen werden, dass erst bei stark erhöhten Strahlungsmengen geringe Auswirkungen auf den menschlichen Körper feststellbar sind. Auf Seiten der Spezialisten bestehen keinerlei Bedenken gegenüber Funk-LAN-Komponenten, was empfindliche medizinische Geräte anbetrifft. So sind auch keine Fehlfunktionen von Herzschrittmachern zu befürchten. Die Tatsache, dass WLANs in Krankenhäuser und Kliniken zum Einsatz kommen und hier ihre Tauglichkeit in sensiblen Umgebungen unter Beweis gestellt haben, untermauert die Glaubwürdigkeit der durchgeführten Langzeitstudien. Immer mehr Funk-LAN-Hersteller lassen ihre Geräte zertifizieren, um die Zulassung der europäischen Norm für medizinische Geräte (EN60601/1/2) zu erlangen. Alleine durch diese Zertifizierung ist ein Einsatz von Funk-LANs in Krankenhäusern und Kliniken ohne Bedenken durchzuführen.

Funk Technik für Netzwerke

Ethernet Verbindungen über Funk wurden mit Ethernet 802.11 standardisiert.

Beispiele von Antennen 2.4GHz:

Omnidirektionale Antennen:

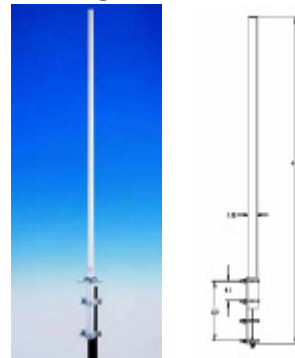
BrezeCom 6dBi
Öffnung: 35°



BrezeCom 8dBi
Öffnung: 13°



Spezial 15dBi
Öffnung: 6.5°

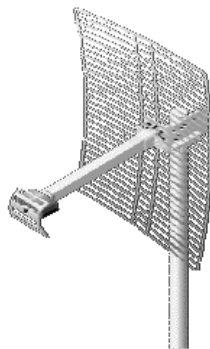


Uni-Direktionale:

Huber & Suhner 8.5dBi
Öffnung: Hor:75° Ver: 60°



BrezeCom 18dBi
Öffnung: Hor:14° Ver: 90°



BrezeCom 24dBi
Öffnung: Hor:7.5° Ver: 7.5°



Zubehör:

Blitz Schutz und überspannungsableiter
da statische Ladungen die Elektronik zerstört
Kabel Coax RG58 6m
Kabel Coax RG-214 5m
Kabel Coax SucoFeed 0.5“ 10m
Kabel Heliac 20m
Empfangsverstärker
Antennen Splitter 2-fach
Mast Alu ausziehbar 14m
Blitzschutz Draht Cu d4mm

ist bei allen OutDoor anwendungen notwendig!

hohe Dämpfung 1.1dB pro Meter bei 2.4GHz
mittlere Dämpfung mit 0.5dB pro Meter bei 2.4GHz
minimale Dämpfung mit 0.15dB pro Meter bei 2.4GHz
minimale Dämpfung mit 0.1dB pro Meter bei 2.4GHz
Empfang plus 10 dB Gewinn
für zwei Richtantennen (ergibt -3dB pro Anschluss)
zur Montage von Richtantennen
zum Anschluss an Wasserleitung

Zur Funktionsweise von Funk Ethernet

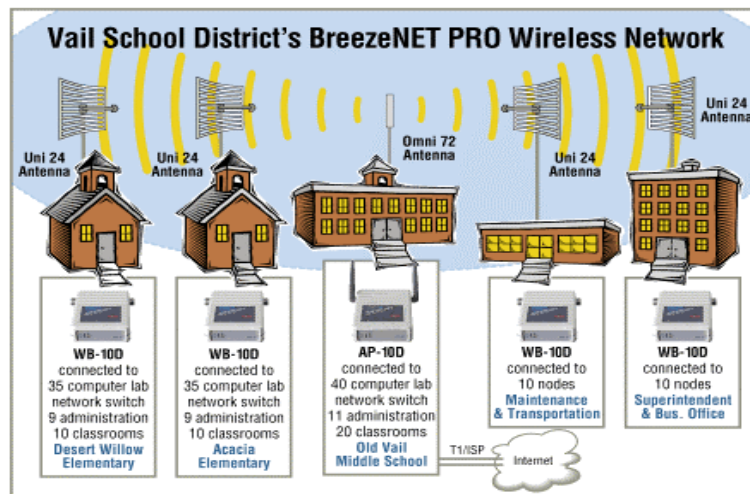
Im Normal Fall haben die diese Geräte einen Ethernet Anschluss RJ45 STP 10Mbit oder 10/100Mbit. Das Verfahren das Funk-Zellen ermöglicht muss mit Master und Slave arbeiten. D.h. Am Netzkabel wird ein Master angeschlossen ein Access-Point und alle PC's und Drucker erhalten Client's kurz Station Adapter. Um

die weiterreichung eines Clienten von einer Funkzellen zur anderen zu erreichen ist ein spezielles Verfahren das Hand-Over notwendig. Dieses System ermöglicht, dass der Master mit dem nächsten Master eine Übergabe eines Clients ohne Unterbruch aushandeln und ermöglichen kann.

Der AccessPoint arbeitet auf Layer 2 und ist also ein reiner SWITCH. Dies ist zwingend, da auf Layer 1 die Übertragung exakt mit der Datenrate des Ethernet-Anschlusses arbeiten müsste. Da beim Funk mit zusätzlichen sicherheitsprotokollen und variablen Geschwindigkeiten gearbeitet wird muss dies Layer 2 sein. D.h. es wird im AccessPoint eine ARP Tabelle aufgebaut und somit ist bekannt welcher Station-Adapter welches Datenpacket erhält. Weiter ist jeder Station Adapter so ausgerüstet, dass nur eine MAC Adresse verwaltet werden kann. So versucht der Hersteller zu umgehen, dass mit einem Station Adapter zwei LAN's zusammen gekoppelt werden. Natürlich geht's, wenn Zwischen Station Adapter und dem zweiten LAN ein echter Layer 3 Switch oder ein Router eingesetzt wird!

Somit muss ein Station Adapter, wenn das Ethernet-Kabel an einen anderen PC umgesteckt wird, neu gestartet werden! Um zwei LAN's richtig zu verbinden müssen Funk Bridges her, diese haben dann einen echten Layer 2 Switch auf jeder Seite des LAN's mit jeweils eigener ARP Tabelle und Logik.

Beispiel eines Schulhauses Bridged (Switch Layer 2) zu 4 LAN's (Gebäude)



Fresnell Effekt

Jede Technik hat so seine elementaren Effekte, beim Richtfunk ist es der Fresnell Effekt. Das zeigt sich so, dass die Übertragung zwischen zwei Richtfunk Antennen nicht auf der größe der Fläche der Antenne stattfindet sondern in einem Rohr mit einigen Metern Durchmesser. Z.B. bei Richtfunk 2.4GHz mit 3.5km Distanz findet die Übertragung in einem Kanal mit ca. 6m Durchmesser statt. D.h. die Antenne muss zwingend auf einem Masten von 3.5m Höhe stehen, damit die Übertragung stabil verläuft. Bei 15km Distanz ist der Durchmesser der Übertragung bereits 12m und der Mast sollte dann 8m hoch sein!

Weiter ist zu beachten, dass auch keine Gegenstände in diesen Übertragungskanal hinein ragen, wie z.B. Hausdächer oder Rundfunkantennen. Jegliche Verletzung des Übertragungsrohres hat eine ungleichmässige Übertragung zur Folge, es ergibt sich eine Art Pulsierende Übertragung.

Die Signal Empfindlichkeit

Die Sendeleistung ist einfach zu errechnen und ist auf allen Datenblättern ersichtlich. Jedoch ist die Empfangsempfindlichkeit für die Funktion wichtiger. Die maximal zulässige Sendeleistung darf nicht überschritten werden, jedoch muss trotzdem noch genügend Signal von der Antenne zum Empfänger gelangen, um die Daten zu decodieren. Für Distanzen von 15km und mehr mit 100mWatt ist es darum notwendig, dass eine aktive Antenne verwendet wird. D.h. die Sendeleistung bleibt, jedoch wird beim Empfang das Signal verstärkt, dass die Kabelverluste beim Empfang besser überwunden werden können.