

Abgelegene Gebäude ans Netz bringen

Funken mit Verstand

Seit vernetzte IT alle betrieblichen Prozesse begleitet, lässt sich für ein abgelegenes Firmengebäude kaum noch Verwendung finden. Wo Zugangsprovider abwinken und man selbst keinen Graben bis zum Horizont schaufeln will oder kann, schlägt die Stunde des Richtfunks. Jan Kleinert



In den 1990er Jahren hatte die Bedeutung des kommerziellen Richtfunks deutlich abgenommen, da kostengünstige Glasfaserverbindungen vielerorts verfügbar wurden. Lediglich als Versorgung von Mobilfunkstationen feierte die elektromagnetische Punkt-zu-Punkt-Technik eine kleine Renaissance.

Doch auch jenseits dieser Nische gibt es Anwendungen für digitale Luftnummern – das eingangs erwähnte Anbinden abgelegener Firmenteile in ländlichen Gebieten gehört dazu, Ferienhäuser oder Gasthöfe auf Bergen oder Inseln genauso. Selbst wenn die bislang netzlose Stelle nur einen Steinwurf weit zum Ausgangspunkt liegt, kommt manchmal nur Funk infrage, da vielleicht eine dazwischen verlaufende Straße oder ein asphaltierter Platz jegliche privat motivierte Erdarbeiten verhindert.

Selbst wer gewöhnlich in infrastrukturell gut versorgter Umgebung arbeitet, kann zu einer Richtfunkstrecke veranlasst sein,

und zwar zu einer temporären: Wenn Firmenevents oder Verein- oder Volksfeste irgendwo im Freien stattfinden, kommt der Strom aus dem Generator oder einem Lichtmasten – aber woher bitte das breitbandige Internet? In all diesen Fällen und noch einigen mehr sollte sich der Admin der Richtfunktechnik erinnern.

Vorteilhaft sind die niedrigen Betriebskosten und der schnelle Aufbau. Zwar ist Richtfunk anfälliger für Störungen, beispielsweise durch Starkregen, als Standleitungen. Er ist aber auch besser entstörbar, sodass die Gesamtverfügbarkeit nicht schlechter als die einer Mietleitung sein muss.

Bei der Auslegung der Funkstrecken sind ein paar Eckfragen zu klären:

- Mit welchen Frequenzen sollen Sender und Empfänger arbeiten?
- Welche Antennen eignen sich?
- Wie müssen die Antennen positioniert sein, damit die Verbindung sicher zu Stande kommt?

- Mit welcher Leistung soll und darf man senden, um den gewünschten Datendurchsatz zu erreichen?

In der Praxis arbeiten die meisten Richtfunkstrecken bidirektional – beide Seiten sind zugleich Sender und Empfänger.

Fresnelzonen

Alle im Richtfunk eingesetzten Antennen strahlen ihre Leistung nicht linear, sondern in einem vom Modell abhängigen Winkel ab. Bei der Ausbreitung der Wellen vom Sender zum Empfänger kommt es in bestimmten Abständen zur Verstärkung oder zur Auslöschung der effektiven Feldstärke. Diese Bereiche heißen Fresnelzonen [1].

Die so genannte erste Fresnelzone ist hier die wichtige, weil über sie der Hauptteil der Energie übertragen wird. Physikalisch betrachtet handelt es sich um ein Rotationsellipsoid, an dessen Brennpunkten die beiden Antennen stehen.

Die Zone sollte frei von Hindernissen wie Bäumen oder Häusern sein – so wie in **Abbildung 1**. Andernfalls ist die Übertragung gedämpft oder gar unmöglich. Ist die erste Fresnelzone zur Hälfte verdeckt, so beträgt die Zusatzdämpfung an der Empfangsantenne 6 dB (Dezibel).

Lizenzfreier Richtfunk

Ohne behördliche Spezialgenehmigung funken darf man nur auf einigen lizenzfreien Frequenzbändern – die gängigen sind:

- 2,4 GHz: Wegen der massiven Nutzung durch WLANs eigentlich nicht mehr zu empfehlen.
- 5 GHz: Erreichbar sind Full Duplex 100 MBit/Sekunde und mehr (bis 3

Auf geht's ins nächste Universum HP Moonshot



HP Moonshot M

CPU	AMD Opteron X2150
GHz	4 x 1,5 GHz
RAM	8 GB DDR 3
Dedizierter Server	✓
Festplatte	32 GB SSD
Storage - Enthalten	1.000 GB
Anbindung	1.000 MBit Flatrate
Betriebssysteme	Ubuntu 14.04, Debian 7.0
Extras	Reboot, Monitoring, Reverse DNS
Mindestvertragslaufzeit	1 Monat
Monatsgrundgebühr (inkl. 19% MwSt.)	24,99 €
Setup-Gebühr	0,00 €

Jetzt informieren & bestellen

Tel.: 0211 / 545 957 - 330 www.webtropia.com

Kilometer) oder 80 MBit/Sekunde bis rund 8 Kilometer.

- 24 GHz: 350 MBit/Sekunde Full Duplex (bis zu 1 Kilometer) oder 100 MBit/Sekunde (bis rund 2 Kilometer).
- 60 GHz: 100 MBit bis 1 GBit/Sekunde (Distanzen bis zu 1 Kilometer).

Die Sender und Empfänger für 2,4 GHz und 5 GHz können, müssen aber nicht auf der gängigen WLAN-Technik beruhen. Auf Richtfunk-Hardware spezialisierte Firmen wie Lancom Systems [2] funken gerne auf 5 GHz, weil das Band weniger von Haushalts-WLANs frequentiert ist. Ein weiterer auf Digitalfunk spezialisierter Anbieter, Meconet [3], empfiehlt sogar eine andere Outdoor-Übertragungstechnik als Standard-WLAN und erreichen damit eine deutlich höhere Datenübertragungsrate.

Die Entfernung ist letztlich eine Frage der Dezibel

Lutz Kleemann von Meconet, antwortet auf die Frage, welche Strecken mit Profimitteln überbrückbar sind, mit: „Nahezu jede, kommt darauf an, welcher Netto-Datendurchsatz gefordert ist.“ Er rechnet vor, dass bei 5-GHz-Technik und mit 28-dBi-Antennen die äquivalente isotrope Sendeleistung (EIRP) an der Sendeanenne 30 dBm beträgt. An der Empfangseite, wo die Antenne wieder 28 dBi Gewinn bringt, reichen erfahrungsgemäß -90 dBm, um gerade noch einen Link zu Stande zu bringen. Die Differenz, 148 dB, steht für den Übertragungsverlust zur Verfügung, die so genannte Freiraumdämpfung (FSL), was ziemlich genau 100 Kilometer Entfernung entspricht.

Braucht man nur die halbe Distanz zu überbrücken, fällt die FSL 6 dB geringer aus, womit als modulierte Signal -84 dBm beim Empfänger ankommen, was für eine stabile und einigermaßen durchsatzstarke Verbindung reicht. Es versteht sich von selbst, dass man bei 50 Kilometern das Ausrichten der Antennen Profis überlassen sollte.

Wer als kommerzieller Netzbetreiber auftritt, darf statt mit 1 Watt im 5-GHz-Band mit 4 Watt (36 dBm) im BFWA-Band (Broadband Fixed Wireless Access bei 5,8 GHz) arbeiten, könnte nach obiger Rechnung sogar 200 Kilometer überbrücken. Bei Kleemanns Firma betreffen die meisten Kundenanfragen den Bereich zwischen 100 Meter und 5 Kilometern. Kleemann salopp über sein Brot-und-Butter-Geschäft: „Die Technik ist immer die gleiche, nur die Antenne ändert sich.“

Im nächsten lizenzfrei nutzbaren Bereich, bei 24 GHz, verhalten sich die Funkwellen schon fast wie Licht. Das verkürzt einerseits die maximale Reichweite – schon wegen der Erdkrümmung. Andererseits sind die Datenübertragungsraten beachtlich: Laut Kleemann 920 MBit/Sekunde auf 1 Kilometer und 200 MBit/Sekunde bei 4 Kilometern.

Großes Antennenangebot

Für kurze Entfernungen von Haus zu Haus und wenn das bereitstehende Budget klein ist, können Anwender Experimente anstellen mit normalen 2,4-GHz-WLAN-Routern und auf Sender- und Empfängerseite Flach-, Helix-, Gitterspiegel-, Vollspiegel-, Yagi-, Sektor- oder Patch-Antennen für den Außeneinsatz anstellen (Abbildung 2 und 3). Es gibt

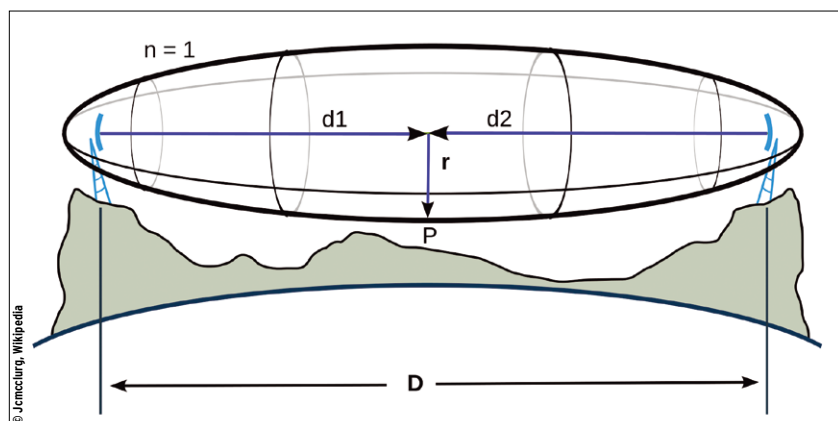


Abbildung 1: Erste Fresnelzone über dem hügeligen Gelände einer Richtfunkstrecke.

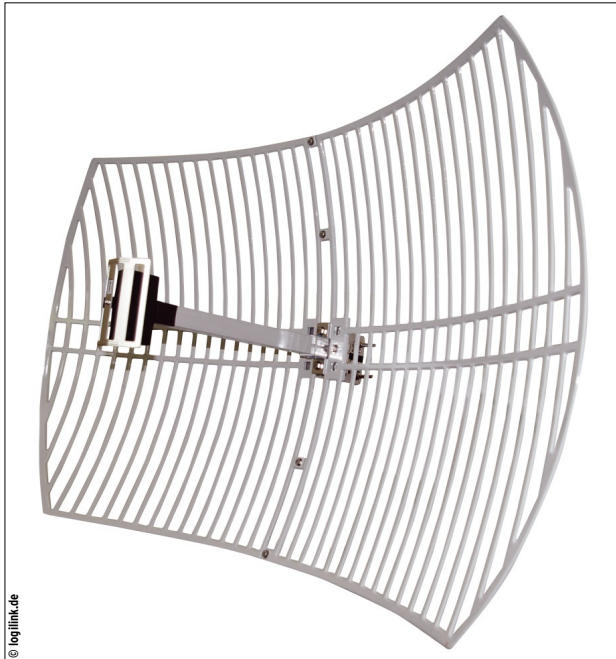


Abbildung 2: Ein Beispiel für eine einfache Gitterspiegel-Antenne ist das Modell Logilink WL 0097 für rund 60 Euro.



Abbildung 3: Bei Meconet kostet das kleinste System, es trägt den Namen RB/SXT, pro Seite 44 Euro, für das passende Mountingkit kommen rund 8 Euro hinzu.

auch Modelle, die gleich mit einem wassergeschützten Routerleergehäuse versehen sind. Den Router nah an der Antenne zu haben, ist von Vorteil, weil die Dämpfungsverluste des Antennenkabels niedriger ausfallen.

Solche Amateurtechnik findet man überall im Internet, die Kosten liegen bei 50 bis 100 Euro pro Antenne. Daneben hat sich eine Antennen-Selbstbauszene entwickelt, die mit Teilen aus dem Baumarkt oder gar Alltagsgegenständen individuelle Strahler schrauben und löten. Wirtschaftlich und technisch herausragend ist das natürlich nicht, gibt der Sache aber einen kultig-nerdigen Touch.

Optischer Richt-„Funk“

Free-Space Optics ist eine Alternative zu Richtfunk per elektromagnetischen Wellen. Die meist mit Laser arbeitenden Systeme reichen bis zu einigen Kilometern weit. Dank der Übertragung via Laser schaffen solche Systeme bei kommerzieller Auslegung aber höhere Datenraten – STM-16 beispielsweise bis zu 2,5 GBit/Sekunde.

Andererseits reagiert der Infrarot-Laserstrahl relativ empfindlich auf Luftflimmern und Wittereinflüsse, Umweltverschmutzung und Rauch, Umgebungslicht und Abschattung. Da ein Laserstrahl sehr schmal ist, werden sogar Bewegungen, die das Gebäude vollführt, an dem der Sender befestigt ist, zum Problem.

Bei diesen vergleichsweise kurzen Entfernungen gelingt das Ausrichten der Antennen per Hand noch ganz gut, da die Gegenstelle mit bloßen Auge stets gut erkennbar ist. Zum Blitzschutz, den man Outdoor nicht unbeachtet lassen sollte, macht der VDE in Deutschland detaillierte Vorschriften. In der Praxis wichtig ist, dass die Antennen und auch die Elektronik(!) vernünftig geerdet sind.

Router mit Ethernet

Bei den Wireless-Chipsätzen schwört Lutz Kleemann von Meconet auf Atheros: „Er ist für uns der Beste, was Stabilität, Zusatzfeatures und vor allem Empfangsempfindlichkeit angeht.“ Wegen der Atheros-Chips läuft in den Geräten seiner Firma Router OS vom Mikrotik [4], ein gekapseltes, zum Teil proprietäres Linux. Kleemann: „Weil wir dann kein 802.11 mehr machen, sondern eigene Outdoor-Protokolle mit genialer QoS verwenden. Der Treiber und das System bieten auch deutlich mehr Wireless-Features als alles sonst auf dem Markt.“

Selbst die Frage, ob es obligatorisch sei, ein verschlüsseltes VPN über die Distanz zu schicken, damit niemand die Kommunikation abhört, bringt Kleemann nicht vom Thema Chipsätze weg: „VPN? Nein, warum?! Moderne WLAN-Interfaces ma-

chen AES 128 in der Hardware selbst. Wie soll ich 450 MBit/Sekunde brutto, also circa 330 MBit/Sekunde netto in Software verschlüsseln?“

Egal, ob Profi- oder Amateurtechnik: Die meisten Router setzen die übertragenen Daten auf Ethernet um. Nur einige Spezialsysteme besitzen zum Beispiel E1-Schnittstellen, um zwei klassische Telefonanlagen ohne Umweg über TCP/IP miteinander zu verbinden.

Kleiner Schluss-Spurt

Steht die Richtfunkstrecke mit zufriedenstellender Geschwindigkeit, bleibt dank Standard-Ethernet für den Admin wenig zu tun. Er wird die Strecke in der Regel als Bridge konfigurieren und bekommt alle Hosts im nunmehr nur noch geografisch abgelegenen Gebäude topologisch in sein Netz gestellt.

Infos

- [1] Fresnelzonen: [\[http://de.wikipedia.org/wiki/Fresnelzone\]](http://de.wikipedia.org/wiki/Fresnelzone)
- [2] Lancom Systems: [\[http://www.lancom-systems.de/loesungen/wireless-lan/wlan-funkstrecken/\]](http://www.lancom-systems.de/loesungen/wireless-lan/wlan-funkstrecken/)
- [3] Meconet: [\[http://www.meconet.de\]](http://www.meconet.de)
- [4] Router OS: [\[http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:TOC\]](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:TOC)