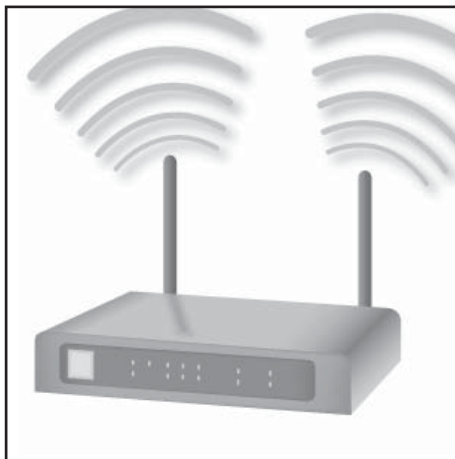


Das Gigabit-WLAN, Technik, Aufwand und Nutzen

von Dr. Joachim Wetzlar

Belkin, Buffalo, D-Link, Linksys, Netgear, und so weiter, verkaufen inzwischen DSL/WLAN-Router und USB-Sticks für „Gigabit-WLAN“. Der Chip-Hersteller Broadcom nennt diese Technik gar „5G WiFi“. Die Produkte zielen zunächst auf den Consumer-Markt. Aber auch vor den professionellen WLANs wird diese Technik nicht Halt machen. Erste Hersteller haben bereits angedeutet, dass sie bald auch in Enterprise WLAN die neue Gigabit-Technik unterstützen wollen, etwa mit Erweiterungsmodulen für vorhandene Access Points. Wir sollten uns also mit dieser Technik vertraut machen und mit den Konsequenzen, die sich daraus für Planung und Betrieb von WLANs ergeben.



Moment mal, die Hersteller verkaufen Chipsätze und Geräte für eine Technik, die noch gar nicht standardisiert ist? Im Grunde ist das ein gutes Zeichen. Einen erfolgreichen Standard erkennt man nämlich unter anderem daran, dass es Produkte bereits vor dessen Ratifizierung und Veröffentlichung gibt. Das war bei Gigabit Ethernet so, beim „High Throughput“ WLAN (IEEE 802.11n) nicht anders und es wird auch auf das „Very High Throughput“ WLAN zutreffen, das jetzt in der Entstehung ist.

weiter auf Seite 14

Zweitthema

Elektromagnetische Belastung durch flächendeckende Wireless-Infrastrukturen

von Dr. Franz Joachim Kauffels

Die in den nächsten Jahren von Unternehmen und Organisationen durch die neueren Entwicklungen bei Endgeräten mit Sicherheit vorzunehmende Verdichtung von Wireless-Infrastrukturen wirft Fragen hinsichtlich der elektromagnetischen Belastung durch die neu einzusetzenden Technologien 11ac, 11ad und LTE auf. Auch wenn diese Systeme natürlich die allgemein definierten und verstandenen Grenzwerte einhalten,

gibt es gravierende Unterschiede hinsichtlich der tatsächlichen Belastung.

In den Jahren 2000 bis 2005 gab es eine Reihe groß angelegter Initiativen und Forschungsprojekte hinsichtlich der elektromagnetischen Belastung (Elektrosmog) durch drahtlose Übertragungssysteme. Zwischenzeitlich haben die mobilen Geräte eine erhebliche Ausbreitung erfahren und die Frage nach der Belastung scheint

mehr und mehr in den Hintergrund zu treten. Letztlich entscheidend für physiologische Effekte ist aber nicht eine punktuelle Belastung, sondern die Summe der Belastungen über die Zeit. In der überwiegenden Anzahl der Haushalte gibt es bereits WLANs primär in der Rolle von DSL-Untervertellern.

weiter auf Seite 21

Geleit

Mobile Endgeräte: brauchen wir ein neues IT-Verständnis?

ab Seite 2

Standpunkt

TCP-Offload - Fluch oder Segen?

auf Seite 20

Sonderveranstaltung im November

Aktuelles Intensiv-Seminar

Wireless Networking

ab Seite 10

Winterschule 2012

ab Seite 8

Zum Geleit

Mobile Endgeräte: brauchen wir ein neues IT-Verständnis?

Mobile Endgeräte verdrängen stationäre Endgeräte, daran besteht kein Zweifel.

Dies bedeutet:

- In den Unternehmen werden in Zukunft deutlich mehr mobile als stationäre Endgeräte existieren
- Auf der Kundenseite werden wir die gleiche Entwicklung sehen
- Es entsteht die Frage, ob die heute bestehenden IT-Infrastrukturen, ja ob unser gesamtes Verständnis von IT dieser Entwicklung gewachsen ist oder ob hier weitreichende Änderungen erforderlich sind

**Mobile Endgeräte:
gibt es einen Gewinner?**

Unter mobilen Endgeräten verstehen wir alle Geräte, an denen wir IT-typische Aufgaben ausführen können, also Emails schreiben, Texte lesen und verfassen und vieles andere mehr. Die Spannbreite der Geräte reicht von Smartphones über Tablet-Computer bis hin zu Laptops. Dabei beobachten wir schon länger die Zunahme der Zahl der Endgeräte pro Person. Mit immer mehr Formfaktoren und Gerätevarianten wird sich diese Entwicklung in naher Zukunft eher noch verstärken. Wird es dabei einen Gewinner geben, also ein bestimmtes Gerät, das sich durchsetzen wird?

Vorerst vermutlich nicht. Auf der Smartphone-Seite wird es weiter den bisherigen Mix aus Android und iOS-Geräten geben. Microsoft wird an Bedeutung gewinnen, wie viel ist unklar. Das wird weniger an der Hardware und dem Betriebssystem als vielmehr an der Verfügbarkeit von Applikationen hängen. Speziell eine mobile Form von Microsoft Office und die Einbindung in Cloud-Dienste könnte Einfluss auf den Markt haben. Bei Android wird auf unabsehbare Zeit das Chaos aus verschiedenen Hardware, verschiedenen Android-Versionen, der Unfähigkeit alle Geräte auf einer Version zu halten und der Inkompatibilität von Software den Betrieb innerhalb der Unternehmen bestimmen und erschweren. Auf der Tablet-Seite wird die heutige Dominanz von Apple mindestens noch 2 Jahre anhalten.

Drei wesentliche Trends beeinflussen die Frage nach einem möglichen Gewinner:

- Die Hardware wird tendenziell an Bedeutung verlieren. Die Ausstattung der



Geräte wird sich immer weiter annähern. Aspekte wie Lesbarkeit des Displays, Qualität der Kamera, Gewicht und Größe werden eine gewisse Rolle spielen. Aber der wesentliche Trend ist weg von der Hardware und hin zur Software. Die Qualität der Bedienung und die Verfügbarkeit attraktiver Apps wird entscheiden, welche Geräte und Hersteller gewinnen oder verlieren.

- Tablet-Computer werden eine große Rolle spielen und die Bedeutung des Smartphones verringern. In ähnlicher Form werden Tablets stationäre Systeme weiter verdrängen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Mehrzahl der Anwender im Unternehmen irgendeine Form von Tablet nutzen werden. Parallel wird es viele neue Nutzungsformen geben, so dass neue Benutzer, die bisher nicht in IT-Prozesse eingebunden sind, hinzukommen werden.
- Modulare Systemkonzepte können langfristig die gesamte Entwicklung auf den Kopf stellen. Darunter verstehen wir die Integration getrennter mobiler Geräte zu einer Systemarchitektur, also speziell die Integration mobiler Festplatten, eines Tablets und eines Bildschirm-Gerätes. Durch die schnelle und umfassende Entwicklung der Hardware- und Grafik-Leistung wären aktuelle Tablets schon heute in der Lage, einen kompletten Arbeitsplatz zu formen. Betrachtet man die nächste und übernächste Generation von CPU- und Grafik-Chips, dann stellt sich bereits die Frage, was diese Leistung allein in einem Tablet eigentlich machen soll. Im Grunde wären die Tablets mit ihrer heutigen Nutzung

dann absolut überpower. Was – außer Gaming natürlich – könnte man also sinnvoll mit dieser Leistung anfangen? Tablets werden in sehr kurzer Zeit leistungsmäßig in der Lage sein, den gesamten Applikationsbedarf für 90% aller Benutzer auf der Endgeräteseite abzudecken. Airplay und Bluetooth sind auf Dauer vermutlich nicht leistungsfähig genug, um ein solches Systemkonzept wirklich umzusetzen. Auf der Funkseite kann aber speziell IEEE 802.11ad eine völlig neue Basis für modulare Systemkonzepte innerhalb eines Raumes und auch darüber hinaus liefern.

Die aktuelle Prognose von ComConsult Research:

Das tragbare Tablet wird den Desktop in spätestens 5 Jahren ablösen. Die Vision ist ein Tablet als Kern einer modularen System-Architektur. Über Funktechnik oder über eine Docking-Station werden bei Bedarf externe Speicher-Systeme und Bildschirme eingebunden. Ein gutes Beispiel dafür ist das Cisco Cius, das zwar unter einer anderen Zielsetzung entwickelt wurde, aber im Kern visualisiert wo die Entwicklung hingeht. Auch die Nutzung von Tablets im neuen Systemkonzept von Polycom zeigt in diese Richtung. Kombinieren wir das mit der Gigabit-Leistung zukünftiger WLAN-Technik, speziell mit IEEE 802.11ad, dann wird das Bild rund. Es wird keine stationären Endgeräte mehr geben, wir werden „unser“ Endgerät immer dabei haben.

Diese Entwicklung geht einher mit der Einbindung zukünftiger Endgeräte in eine Private Cloud Infrastruktur. Die heutigen File-Systeme werden abgelöst durch besser geeignete Cloud-File-Systeme, die zugleich dem erhöhten Sicherheits-Bedarf in der Nutzung mobiler Endgeräte gerecht werden. In gleicher Form werden heutige Applikationen auf den Desktops durch Apps auf den mobilen Geräten verdrängt. Bereits heute existierende Apps zeigen, wie weit die Leistung dabei gehen kann.

Im Klartext: der heutige Desktop-Computer ist in spätestens 5 Jahren tot. Die Frage, die sich daraus ergibt, ist, welche speziellen IT-Infrastrukturen wir für diese Entwicklung aufbauen müssen.

Eine Anmerkung am Rande. Haben Sie die aktuelle Diskussion über Windows 8 und den Sinn oder Unsinn der gleichzeitigen Bedienung eines Geräts über Maus

Schwerpunktthema

Das Gigabit-WLAN, Technik, Aufwand und Nutzen

Fortsetzung von Seite 1



Dr.-Ing. Joachim Wetzlar ist seit fast 20 Jahren Senior Consultant der ComConsult Beratung und Planung GmbH. Er leitet dort das Competence Center „Tests und Analysen“ und ist maßgeblich an seinem Aufbau beteiligt. Er blickt auf einen erheblichen Erfahrungsschatz mit Messgeräten und den Details der Kommunikations-Protokolle zurück. Neben seiner Tätigkeit als Trouble-Shooter führt Herr Dr. Wetzlar als Projektleiter und Senior Consultant regelmäßig Netz-Redesigns und WLAN-Planungen durch. Besucher von Seminaren und Kongressen schätzen ihn als kompetenten Referenten mit hohem Praxisbezug.

Das Standardisierungsgremium, die „Task Group ac“ (TGac) bei IEEE 802.11 hat sich bereits in 2008 formiert. Zu diesem Zeitpunkt war 11n noch nicht einmal verabschiedet. Seit Juni 2011 liegt ein erster Draft vor, inzwischen ist man bereits bei Draft 4.0 angekommen. Die derzeitige Planung geht davon aus, dass man Ende 2013 einen fertigen Standard vorlegen kann.

Parallel dazu wird noch ein zweiter Standard entwickelt, der sich mit Gigabit-WLAN beschäftigt. Die „Task Group ad“ (TGad) wurde etwa zeitgleich zur TGac ins Leben gerufen. Sie beschäftigt sich mit einer völlig neuen Technik, die wesentlich höhere Frequenzen nutzt als es die bisherigen WLAN machen. Im Frequenzbereich um 60 GHz – das entspricht einer Wellenlänge von nur 5 Millimetern – lassen sich mit Leichtigkeit hohe Bitraten übertragen, weil man massenhaft Bandbreite zur Verfügung hat. Und man braucht sich nicht um die Kompatibilität mit der bestehenden Technik zu scheren. Dementsprechend schnell schreitet die TGad voran. Bereits im Oktober 2010 lag der erste Draft vor, derzeit ist man bei der Version 9.0 angelangt und es steht zu erwarten, dass dieser Draft bis zum Jahresende als Standard veröffentlicht wird.

Leider sind Produkte für diese Technik bisher nicht zu kaufen. Aber immerhin gibt es erste ernstzunehmende Ankündigungen. So wollen die Firmen Marvell und WiLocity gemeinsam einen Dreiband-WLAN-Chip für 2,4/5/60 GHz herausbringen. Und die „Startups“ Beam Networks und Peraso Technologies bieten bereits Sende-Empfänger-Chips für diesen Frequenzbereich an.

Davon abgesehen weiß man, dass sich mit 5-Millimeterwellen wohl Wände kaum durchdringen werden lassen. WLAN ge-

mäß IEEE 802.11ad wird also immer nur punktuell eingesetzt werden können, etwa im Heimbereich oder in Büroumgebungen. Dass allerdings die Dämpfung durch Sauerstoff auf WLAN bei 60 GHz einen merklichen Einfluss haben wird, ist eine Mär. In der Tat ist die Dämpfung in diesem Frequenzbereich besonders hoch. Sie liegt in der Größenordnung von 10 bis 15 dB/km. Bezogen auf die bei WLAN typischen Abstände zwischen Access Point und mobilen Stationen ist das aber wohl irrelevant.

Ein flächendeckendes WLAN lässt sich also im 60-GHz-Band kaum aufbauen. Stattdessen wird man diese Technik dazu nutzen, ein vorhandenes WLAN „alter“ Technik punktuell zu ergänzen. Endgeräte werden also typischerweise 3-Band-Adapter (s.o.) an Bord haben, um transparent zwischen den Frequenzbereichen umschalten zu können.

Demgegenüber sind WLANs gem. IEEE 802.11ac sozusagen eine Erweiterung der heute verbreiteten WLAN-Technik auf Frequenzen bei 2,4 und 5 GHz. Erstere sind allerdings für 11ac nicht wirklich zu gebrauchen, wie wir später sehen werden. Im 5-GHz-Band dagegen lassen sich prinzipiell Datenraten von (brutto) bis zu 7 Gbit/s erzielen. Wie funktioniert das?

Lassen Sie uns zunächst einen Blick auf das Ihnen bereits vertraute WLAN gem. IEEE 802.11a werfen. Es nutzt auch das 5-GHz-Band und stellt Brutto-Bitraten von bis zu 54 Mbit/s bereit. Genau genommen wird die verwendete Bitrate an die tatsächlichen Umgebungsbedingungen angepasst. Umgebung in diesem Sinne ist einerseits die Strecke zwischen Sender und Empfänger, die immer einer gewissen Dämpfung unterworfen ist. Die Dämpfung hängt von verschiedenen Faktoren ab, die wichtigsten sind die Entfernung und Hin-

dernisse, wie beispielsweise Wände. Darüber hinaus können Funkstörungen die Empfangsbedingungen verschlechtern.

Der Sender kann nun verschiedene Parameter wählen, um entweder die Übertragungsrate zu erhöhen oder aber die Immunität gegen Störungen. Beides gleichzeitig geht nicht. Eine hohe Immunität gegen Störungen bedingt immer eine geringe Übertragungsrate. Parameter, die der Sender anpasst – und auf die sich der Empfänger natürlich einstellt – sind bei 11a:

- Das Modulationsverfahren: Es können vier verschiedene Verfahren gewählt werden. Das „langsamste“ und somit störsicherste ist die binäre Phasenmodulation (Binary Phase Shift Keying, BPSK), mit der sich ein Bit pro Zeiteinheit übertragen lässt. Das schnellste Verfahren ist eine Quadratur-Amplitudenmodulation, bei der sich 6 Bits pro Zeiteinheit kodieren lassen. Da sich mit 6 Bits 64 Werte darstellen lassen, heißt dieses Verfahren 64-QAM. Abbildung 1 zeigt die bei BPSK und 64-QAM möglichen Kombinationen aus Phasenwinkel und Amplitude (die bei 11ac mögliche Modulationsart 256-QAM ist auch dargestellt, dazu aber später). Das Problem wird sichtbar. Je enger die Punkte beieinander liegen, desto schwerer wird es für einen Empfänger, diese zu unterscheiden. Nebenbei bemerkt: Diese Art der unabhängigen Modulation zweier um 90 Grad phasenverschobener Trägersignale wurde im großen Stil erstmals bei der Farbfernsehtechnik eingesetzt, um die so genannten Farbdifferenzsignale zu übertragen. Stellt man die möglichen Kombinationen der Amplitudenwerte beider Träger in einem rechtwinkligen Koordinatensystem dar, ergibt sich ein Quadrat – daher der Name.

Das Gigabit-WLAN, Technik, Aufwand und Nutzen

- Der Faltungscode: Dabei handelt es sich um ein Verfahren, das sozusagen Redundanz in den Datenstrom hineincodiert. Wenn einzelne Bits durch Störungen verloren gehen, kann der Empfänger sie dank Redundanz wiederherstellen. Es ist offensichtlich, dass diese Redundanz zusätzliche Information ist, die übertragen werden muss. Als Code-Rate bezeichnet man nun den Anteil der Nutzdaten am Gesamt-Datenaufkommen. Code-Rate $3/4$ bedeutet also, dass 75% des übertragenen Datenvolumens Nutzdaten sind, und die Redundanz also die verbleibenden 25% ausmacht. Ursprünglich, also bei 11a-WLAN, gibt es die Code-Raten $1/2$, $2/3$ und $3/4$.

Vier verschiedene Modulationsverfahren und drei Code-Raten werden bei 11a zu 8 Bitraten zwischen 6 Mbit/s und 54 Mbit/s kombiniert. Die tatsächlich verwendete Kombination richtet sich danach, ob der Empfänger ein Paket empfangen hat. Das bestätigt er nämlich dem Sender. Bleibt diese Bestätigung aus, wird der Sender das Paket wiederholen und dabei eine Kombination mit geringerer Anfälligkeit gegen Störungen wählen; die Datenrate sinkt.

Die Entwickler des Standards IEEE 802.11n haben zunächst die von mir beschriebene Technik etwas „aufgebohrt“. Es kam eine zusätzliche Code-Rate mit dem Wert $5/6$ hinzu. Durch diese Maßnahme und weitere Optimierungen am Übertragungs- und Medienzugangsverfahren lässt sich die verfügbare Bitrate auf 72 Mbit/s steigern. Das ist noch kein großer Wurf. Ein großer Schritt in Richtung höherer Datenraten wird in 11n erst durch zwei neue Techniken erzielt. Das sind:

- Verdoppelung der Kanalbandbreite von 20 auf 40 MHz: Dadurch wird die Bitrate um 108% auf 150 Mbit/s erhöht. Wie geht das? Doppelte Bandbreite aber

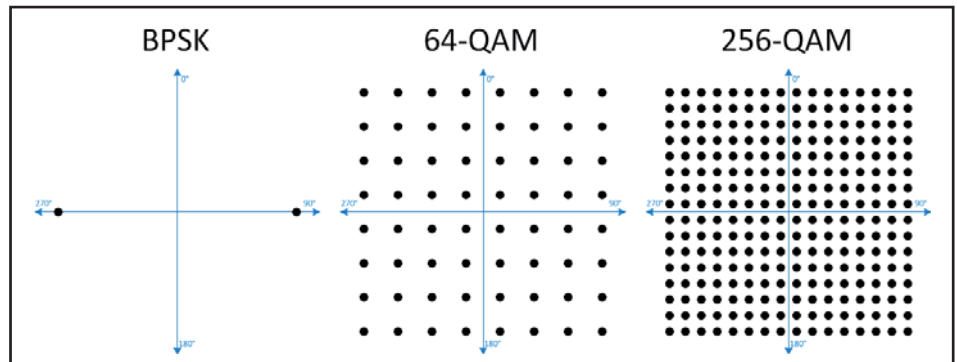


Abbildung 1: Gegenüberstellung einiger bei WLAN verwendeter Modulationsverfahren

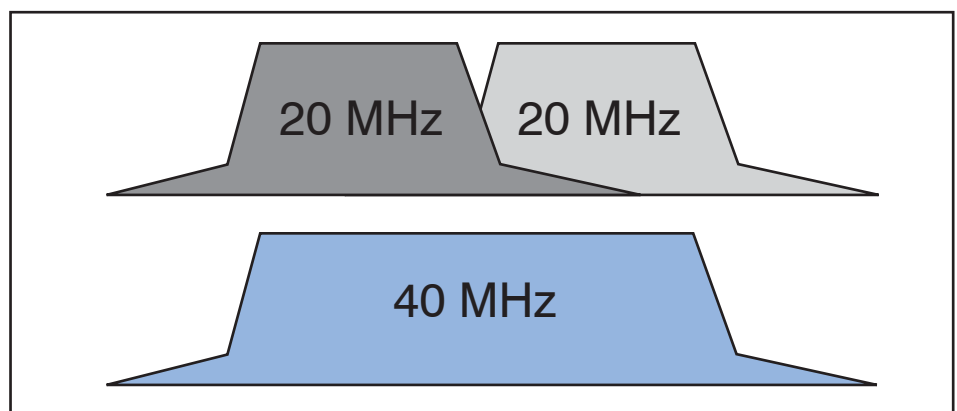


Abbildung 2: Verdoppelung der Kanalbandbreite

mehr als doppelt so viel Bitrate? Ganz einfach: Dadurch, dass zwei nebeneinander liegende Kanäle verwendet werden, lässt sich der „Zwischenraum“, der normalerweise Nachbarkanalstörungen vermeidet, gleich mitverwenden. Das ist in Abbildung 2 angedeutet.

- Multiple Input Multiple Output (MIMO): Aus der Sicht eines mit der analogen Funktechnik vertrauten Menschen grenzt das an Zauberei. Es werden mehrere Sender verwendet, die auf derselben Frequenz unterschiedliche Signale aussenden. Auf der Empfänger-

Seite mischen sich diese Signale und sind eigentlich nicht mehr voneinander zu trennen. Wenn aber der Empfänger ebenfalls mehrere Antennen einsetzt, wird er an jeder Antenne eine etwas andere Mischung der Sendesignale empfangen. Und diese Tatsache ermöglicht es Signalprozessoren, die Sendesignale bzw. deren Informationsgehalte wiederherzustellen (vgl. Abbildung 3). Die einzelnen Sendesignale werden auch als „Spatial Streams“, zu Deutsch etwa „räumlich verteilte Datenströme“ bezeichnet. Die Übertragung gelingt übrigens nur, wenn sich die Sendesignale

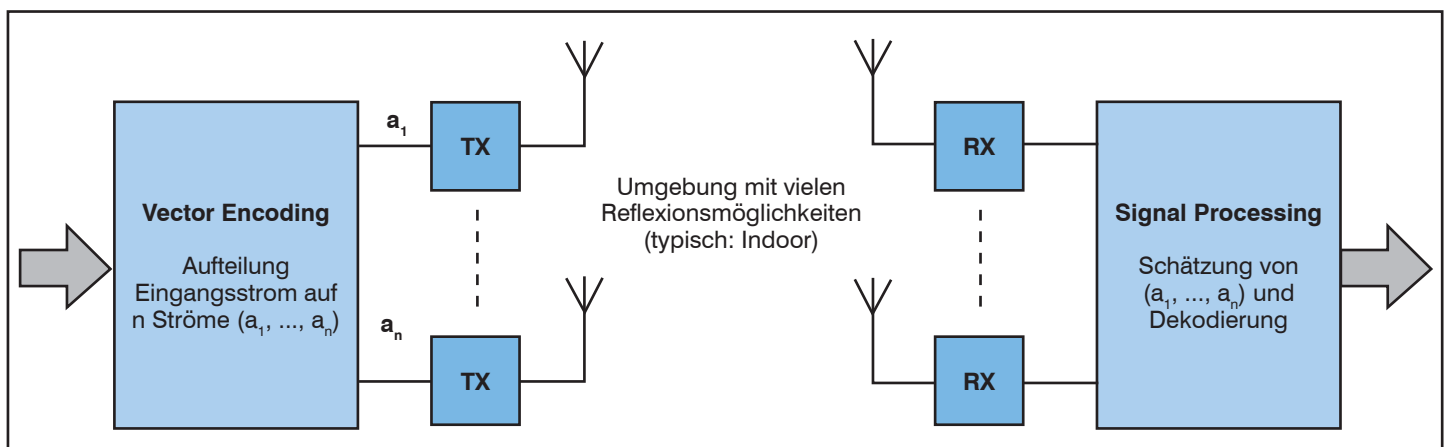


Abbildung 3: Zum Prinzip von MIMO

Zweitthema

Elektromagnetische Belastung durch flächendeckende Wireless-Infrastrukturen

Fortsetzung von Seite 1



Dr. Franz-Joachim Kauffels ist Technologie- und Industrie-Analyst und Autor. Seit über 30 Jahren unabhängiger, kritischer und oft unbequemer Bestandteil der Netzwerkszene. Verfasser von über 20 Büchern in über 70 Ausgaben sowie über 2000 Artikeln, Videos und Reports.

Die Anzahl der Mobilfunk-Basis-Stationen hat sich in Abhängigkeit von der Besiedlungsdichte in den letzten Jahren deutlich erhöht. Die Verwendung von Mobiltelefonen ist Standard. Alles zusammen ergibt sozusagen eine Grundlast, der wir dauerhaft ausgesetzt sind.

Vor diesem Hintergrund erscheint die Frage, in welchem Maße wir die Belastung weiter erhöhen, wenn wir - und das wird mit absoluter Sicherheit geschehen - in Unternehmen und Organisationen zusätzliche private flächendeckende Wireless-Versorgungsstrukturen aufbauen, die ja dann auch während des ganzen Arbeitstages benutzt werden, durchaus angemessen.

In diesem Artikel werden für die Einsteiger in die Problematik zunächst die wichtigen Maße und Ergebnisse aus früheren Studien zusammengestellt. Das ist etwas umfangreich, aber es handelt sich ja auch um eine komplexe Problematik.

Sehr interessant für unsere Zwecke ist eine neue, 2012 veröffentlichte Studie der britischen HPA (Health Protection Agency, www.hpa.org.uk). Sie belegt deutlich, dass die Belastung durch WiFi-WLANs erheblich geringer ist als z.B. durch Mobilfunknetze.

Im Allgemeinen sind internationale Grenzwert-Bestimmungen für den Schutz unserer Gesundheit gedacht. Im Falle bestehender WiFi-WLANs nach 802.11a,h oder n werden sie weit unterschritten. Es stellt sich aber die Frage, wie die Verhältnisse bei den neuen Technologien 11ac, 11ad und LTE zu beurteilen sind. Dafür gibt es noch keine Studien, man kann aber aufgrund der Betrachtung der eigentlichen technischen Änderungen schon zu aussagekräftigen Ergebnissen kommen.

1. Grundlegende Studien und Empfehlungen

Bevor wir uns den Empfehlungen für die Planung der Verwendung der neuen Wireless-Technologien widmen, sollen drei besonders wesentliche grundlegende Studien bzw. Empfehlungen vorgestellt werden. Sie befassen sich primär mit den möglichen Auswirkungen von Mobilfunk.

Für die vorliegenden Ausführungen stützt sich der Autor deshalb ausschließlich auf Veröffentlichungen des NRPB (GB National Radiological Protection Board, jetzt aufgegangen in die HPA) der EU-Kommission und des REFLEX-Projektes. Das NRPB hatte über die Grenzen Großbritanniens heraus eine erhebliche Relevanz und beriet u.a. die EU-Kommission und die WHO. Die heute in Europa geltenden aktuellen Grenzwerte für Mobilfunk wurden wesentlich vom NRPB entwickelt. Die EU-Kommission ist letztlich die Schaltstelle, die Grenzwerte festlegt und im Rahmen verbindlicher Empfehlungen mittels Gesetzgebung der Mitgliedsstaaten durchsetzt. Die REFLEX-Studie ist ein herstellernerutrales wissenschaftliches Europäisches Großprojekt, welches ausschließlich aus Mitteln der EU gefördert wurde.

1.1 Die NRPB-Empfehlungen, UK 2005

Die extensive Benutzung von Mobiltelefonen legt es nahe, dass sie von ihren Besitzern z.Zt. nicht grundsätzlich als gesundheitliche Bedrohung eingestuft werden. Nein, die neuen Technologien werden gerne akzeptiert und in das tägliche Leben eingegliedert. Nichtsdestotrotz gibt es seit ihrer Einführung auch Bedenken hinsichtlich möglicher Gesundheitsschädigungen. So hat die britische Regierung Anfang 1999 eine Expertengruppe (Independent Expert Group on Mobile Phones IEGMP) beauftragt, die Situation zu be-

urteilen. Ein Report dieser Gruppe wurde im Jahr 2000 mit dem so genannten "Steward-Report" veröffentlicht. Damals kam man zu dem Schluss, dass es keine Belege dafür gibt, dass RF-Strahlung schädlich ist, solange sie unter den von der NRPB empfohlenen Richtlinien liegt. Es gebe keinen wissenschaftlichen Beweis dafür, dass es biologische Effekte gebe, solange die Bestrahlung unter den Grenzwerten liegt. Andererseits könne man potentielle negative gesundheitliche Effekte auch bei Bestrahlung unter den Grenzwerten nicht ausschließen. Die Wissenslücken seien hinreichend groß, um einen vorsichtigen Ansatz zu rechtfertigen.

In Anlehnung an Bemühungen anderer Länder der EU wurden 2004 die Grenzwerte, die 1998 von der ICNIRP definiert wurden, erheblich herabgesetzt. Nach den neuen Werten darf die Bestrahlung für Personen, die sich normal in der Öffentlichkeit aufhalten, nur noch höchstens ein Fünftel dessen betragen, was für Personen, deren Arbeit sie in unmittelbarem Kontakt mit RF-Quelle bringt, als Grenzwert vorgeschrieben ist.

Zur Überwachung der Einhaltung der Grenzwerte ist vom Office of Communications, Ofcom, früher Radiocommunications Agency, eine unabhängige Stelle für zufällige Audits von Base Stations gegründet worden.

Im September 2001 hat das European Committee for Electrical Standardisation (CENELEC) eine genormte Testprozedur für die Messung der spezifischen Energieabsorptionsrate (SAR) von Mobiltelefonen veröffentlicht. Die Einheit für SAR ist Watt pro Kilogramm. Mittlerweile kann man die SAR-Werte für alle auch hier marktstatistisch relevanten Geräte unterschiedlicher, auch deutscher, Hersteller zusammenfassend unter der Website des „Mobile Ma-

Elektromagnetische Belastung durch flächendeckende Wireless-Infrastrukturen

nufacturers Forum“ www.mmfa.org einsehen. Eine aktuelle Studie des MMF zeigt aber, dass das Problembewusstsein der Nutzer sehr gering ist. Das SAR belegt nur Platz 20 (!) bei möglichen Auswahlkriterien für ein Handy, direkt nach der anscheinend statistisch auch ziemlich unwichtigen Verfügbarkeit von Apps, aber weit abgeschlagen von Bildschirmgröße oder Design.

Im Februar 2001 wurde in Großbritannien das so genannte MTHR-Programm für die Erstellung neutraler Studien zum Thema RF-Wechselwirkungen gegründet. Es wird je zur Hälfte von der Regierung und der Industrie finanziert und hat ein Budget von knapp 9 Millionen GBP.

Das Verständnis der Wechselwirkungen wird zunächst dadurch erschwert, dass es für die physikalische Beschreibung eines Feldes und die medizinisch-dosimetrische Beschreibung einer Wirkung unterschiedliche Quantitäten gibt.

Für die seriöse Bewertung von Einflüssen von RF-EMF auf den menschlichen Körper sind einzelne physikalische Quantitäten zunächst belanglos. Wichtig, vor allem für Grenzwerte, Vergleiche usw. ist die messbare Wirkung eines RF-EMF auf menschliches Gewebe. Ab einer bestimmten Einwirkung sind z.B. immer Temperaturanstiege zu beobachten. Das international anerkannte und verwendete Maß ist die Spezifische Absorptions Rate, SAR. Die Bestimmung der SAR ist nicht trivial.

Eine wesentliche Hilfe bietet das so genannte NORMAN Computermodell für Berechnungen innerhalb des Körpers. Es basiert auf MRI-Werten von Menschen (Magnet Resonanz Interferometer zur extrem genauen Schichtanalyse des menschlichen Körpers, im Volksmund auch "Röhre" genannt), gemittelt auf „Referenz-Mensch“. Dabei dient eine Zerlegung des 3D-Bildes des Körpers in 8 Millionen Teile der Größe 2 mm^3 , so genannte „Voxels“ und eine Definition des Gewebetyps für die Referenzbestimmungen. Bei Frequenzen oberhalb von 100 kHz ist die Aufheizung der wichtigste Effekt. NORMAN kann dazu benutzt werden, auszurechnen, wie viel Energie/Hitze in einem Körper, der einer bestimmten Belastung ausgesetzt ist, aufgenommen wird. Dies korrespondiert zum SAR-Wert.

- Physikalische Quantitäten außerhalb des Körpers
 - Elektrische Feldstärke [V/m]
 - Magnetische Feldstärke [A/m]
 - Magnetische Flussdichte [μT]
 - Äquivalente Leistungsflussdichte [W/m^2]

- Watt Root Meter Square rms
- Dosimetrische Quantitäten innerhalb des Körpers
 - Stromdichte [A/m^2] im Zusammenhang mit Belastungen durch niederfrequente un gepulste Felder
 - Spezifische Absorptionsrate SAR [W/kg] im Zusammenhang mit Belastungen durch hochfrequente gepulste oder nichtgepulste Felder, z.B. RF-EMF, Elektro Magnetisches Feld mit Radio Frequenz, i.e. 100 kHz ... 300 MHz

Ein SAR-Wert von $1 \text{ W}/\text{kg}$ über eine Expositionsdauer von 6 Minuten bedeutet eine Temperaturerhöhung gemittelt über alle Gewebetypen von ca. $0,12 \text{ Grad Celsius}$.

1.2 NRPB-Statement zu WLANs (2005)

Das NRPB hat 2005 ein Statement zur Strahlenbelastung von WLANs abgegeben, welches eine so hohe Signifikanz hat, dass es hier in voller Länge wörtlich zitiert wird:

"Bis zum heutigen Tage ist noch kein harmonisierter technischer Standard zur Einschätzung der Belastung von Personen in unmittelbarer Nähe eines WLANs veröffentlicht worden. Nichtsdestotrotz sollten die wesentlichen Anforderungen anwendbarer Richtlinien durch Geräte erfüllt werden, die das CE-Zeichen tragen."

Es gibt viele verschiedene Hersteller für WLAN-Equipment und es gibt viele unterschiedliche Standards, nach denen das Equipment gestaltet werden kann. Die Systeme, die das NRPB beobachtet hat, arbeiten alle nach dem Standard IEEE 802.11b im Frequenzbereich zwischen 2,4 und 2,5 GHz. Die Ausgangsleistungen der Basisstationen und Computer Terminals betragen wenige Zehntel Milliwatt während der Datenübertragung und waren

beim Standby noch wesentlich geringer. NRPB hat Messungen der Leistungsflussdichte der elektromagnetischen Wellen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Büros, in denen WLANs installiert waren, vorgenommen und dabei festgestellt, dass diese in jedem Fall sehr weit unterhalb der empfohlenen Grenzwerte, wie sie von der EU-Kommission und anderen Standardisierungsgrößen empfohlen werden, liegen.

Die Situation ist etwas komplizierter hinsichtlich der entstehenden Belastung innerhalb der ersten wenigen Zentimeter um einen Transceiver herum, d.h. für die Situation, wo ein Laptop auf einem Arbeitsplatz steht, wobei die Sendeantenne des Transceivers an einer Seite des Laptops ist oder wo der Rechner in einem Gehäuse befindlich ist. Das ist die Situation, in der die Belastung am höchsten sein kann und es gibt keine praktische Methode, die schnell ausgeführt werden kann, um die Level eines installierten Systems zu prüfen. Angesichts der niedrigen Leistungen erwartet NRPB aber kein Problem mit der Einhaltung der empfohlenen Grenzwerte.

Wird ein Radio-Terminal nahe am Körper benutzt, tritt ein Teil der Radio-Energie in den Körper ein und wird vom Gewebe absorbiert. Das Muster dieser Absorption und die Gesamtmenge der absorbierten Energie hängt von Parametern wie Frequenz-Ausgangsleistung, Position der Benutzung, Antennentyp usw. ab und ist ohne genaue Prüfung nicht vorhersehbar. Die Belastung wird durch die spezifische Energie-Absorptionsrate SAR im Gewebe charakterisiert und sie hat einen räumlichen Spitzenwert nahe der Oberfläche des Körpers und in der Nähe der sendenden Antenne.

Sonderversammlung

Wireless Networking 29.11. - 30.11.12 in Köln

Die Sonderversammlung Wireless Networking greift die aktuellsten Entwicklungen im Bereich der drahtlosen Kommunikationstechnik auf. Sie ist die zentrale Veranstaltung des Jahres 2012 zur drahtlosen Kommunikation. Sie ist für jeden Entscheider, IT-Architekten, Planer und Betreiber in diesem Bereich ein absolutes Muss. Hier trifft sich die Branche.

Moderation: Dr. Simon Hoff, Dr.-Ing. Joachim Wetzlar
Preis: € 1.690,-- netto



Buchen Sie über unsere Web-Seite www.comconsult-akademie.de