

WLAN wird ähnlich wie die universelle strukturierte Verkabelung nach IS 11801 innerhalb der Firmen IT immer stärker als flächendeckende universelle drahtlose Infrastruktur für Firmengebäude verstanden. Für die universelle Gebäudeverkabelung haben sich feste Planungs- und Installationsstrategien eingebürgert. Ein systematischer Planungsablauf ist auch bei WLAN Infrastrukturen die Voraussetzung für eine sichere Funktion. Der bald verfügbare neue Standard IEEE 802.11n erhöht die zu erwartende Leistungsfähigkeit dieser Infrastrukturen um ein vielfaches. Der nachfolgende Artikel soll klären, welche Anpassungen für den Einsatz von IEEE802.11n konformen Access Points bei der Planungssystematik vorzunehmen sind. Problematik zu lösen.

Aus der WLAN Vergangenheit stammen die Begriffe WLAN Ausleuchtung und Standortbegehung (englisch: Site Survey). Diese Begriffe beschreiben die Vermessung eines Referenz Access Points in einem zu beplanenden Gebäude. Diese Technik wurde mit der Verfügbarkeit von WLAN Planungswerkzeugen wie dem Ekahau Site Survey, dem Airmagnet Survey und dem Visiwave Survey verfeinert.

Ein WLAN Client, idealerweise ein Tablet PC mit WLAN NIC, dient als Messplattform und hilft durch die halbautomatische Verknüpfung des Begehungsweges und der Messwerte der Empfangssignalstärke eines Referenz Access Points eine detaillierte Ausbreitungskarte einer WLAN Funkzelle auf einem Gebäudeplan zu erstellen. Für die Nachrüstung von WLAN in bereits bestehenden Gebäuden stellt diese Methode nach wie vor jene mit der besten Planungssicherheit dar. Allerdings steigt mit zunehmender Gebäudefläche auch der Aufwand für die WLAN Planung durch Standort-

begehung. Außerdem muß die Planungsbegehung zu einem Zeitpunkt stattfinden, an dem das Gebäude bereits voll ausgebaut ist oder z.B. Lagerregale mindestens zu $\frac{3}{4}$ gefüllt sind. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllbar sind bzw. ein neues noch nicht existentes Gebäude zu planen ist, bietet sich die WLAN Simulation als Planungsmethode an.

Bei Neubauten und bei Sanierungen kann die WLAN Simulation dem Elektroplaner bzw. Elektroinstallateur immer zur rechten Zeit im Projektablauf die genauen Montagepunkte für die Datendosen liefern an denen Access Points anzuschließen sind.

Am Beispiel eines kleinen fiktiven Projektes soll der systematische WLAN Planungszyklus bestehend aus Simulation, Installation und Dokumentation der fertigen Infrastruktur im folgenden beschrieben werden.

Am Anfang war ein Gebäudeplan des Obergeschosses von Halle 2 des Berliner Messegeländes. Die Halle lässt sich als ein einfaches Rechteck von 98 x 64 m Kantenlänge beschreiben. Die Deckenhöhe liegt bei 10 m. Auf der Mittelachse der Halle verteilen sich vier aus Stahlbeton bestehende quaderförmige Säulen.

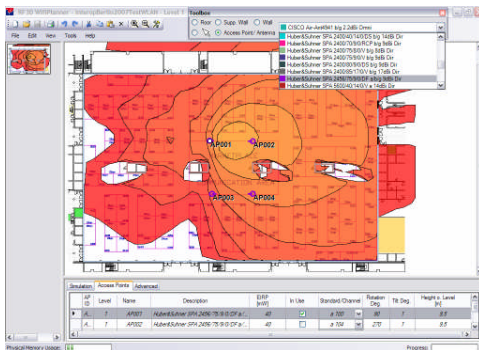
Um die Anzahl der benötigten WLAN Access Points und deren Montagepunkte bereits vor dem Aufbau von Messeständen festlegen zu können, wurde im ersten Schritt mithilfe der WLAN Simulationssoftware RF3D von PSIBER Data die Planung des Netzes vorgenommen.

Für eine WLAN Simulation ist zuerst ein Gebäudemodell zu kreieren. Mit RF3D kann man die Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen für die WLAN Frequenzen in 3 Dimensionen vorausberechnen. Ein 3D Gebäudemodell wird schichtweise aus mehreren übereinander liegenden Etagengrundrissen errichtet. Ein Softwareassistent hilft bei der Skalierung und genauen Ausrichtung der Etagenpläne sowie bei der Einstellung der Abstände zwischen den einzelnen Gebäudeebenen von einer definierten Nulllinie ausgehend. Die einzelnen Gebäudepläne werden im JPG-Format in das Programm eingelesen. In unserem Beispiel musste natürlich nur eine Etage eingelesen werden. Das Definieren von dämpfenden Decken konnte somit übersprungen werden. Im nächsten Schritt sind Wandmaterialien aus einer ins Programm integrierten Datenbank möglichst passend zum in der Realität verwendeten Baumaterial auszuwählen und die Struktur des Gebäudes mit dem gewählten Material nachzuzeichnen.

Auf das „Nachbauen“ der aus Leichtbaumaterialien zu gestaltenden Messestände wurde verzichtet. Vielmehr wurde eine für fortgeschrittene Programmnutzer änderbare Umgebungsdämpfungsvariable an eine offene Halle mit der relativ niedrigen Dämpfung von nach oben offenen internen Strukturen angepasst. Wir wählten zur Simulation die Einstellung „Factory/Warehouse“.

Im folgenden Schritt werden ebenfalls aus einer in das Programm integrierten Datenbank Access Points bzw. die an diese Access Points montierten Antennen mit unterschiedlichen 3D Charakteristiken ausgewählt. Die Anordnung der Access Points im Gebäude sollte eine flächendeckende Verfügbarkeit von mindestens -70 dBm Empfangssignalstärke ermöglichen. Die editierbaren Eigenschaften eines virtuellen Access Points sind der Name, die Sendeleistung (typischerweise 16

dBm = 40 mW) , das Frequenzband bzw. der verwendete IEEE Standard und die Kanalnummer. Weiterhin müssen bei gerichteten Antennencharakteristiken der Montagewinkel in der horizontalen und in der vertikalen Ebene an die real zu konfigurierenden Gegebenheiten angepasst werden. Die Montagehöhe der Access Points über der jeweiligen Geschossebene beeinflusst ebenfalls die Ausbreitung der Funkzelle.



Am Anfang des Planungsprozesses wurde der Einsatz von gerichteten Antennen vorgesehen. Die Antennencharakteristik beeinflusst die Ausprägung der Funkzelle. Die definierte Vorzugsrichtung lässt sich ebenfalls aus der Visualisierung der Verteilung der Empfangssignalstärke ablesen. Aus logistischen Gründen sind später omnidirektionale Standardantennen eingesetzt worden.

Die WLAN Planung durch Simulation birgt Planungsrisiken wie:

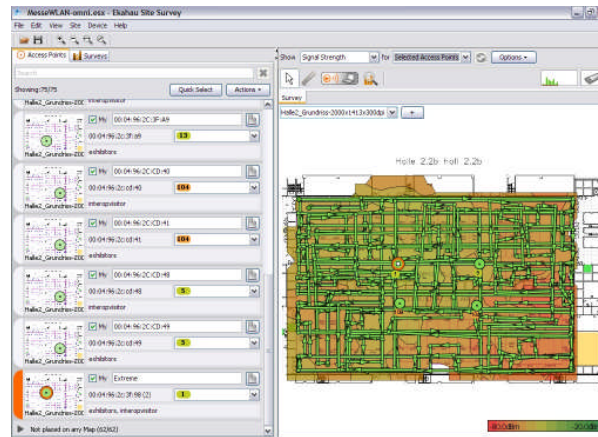
- fehlerhafte Bemaßung
- nicht oder unzureichend beschriebene Wandmaterialien
- falsche oder nicht aktuelle Planungszeichnungen
- falsch konfigurierte virtuelle Access Points

Die Beschaffung der korrekten und aktuellen Planungsdaten sollte Aufgabe des künftigen WLAN Betreibers sein. Am besten lässt man sich als Planer die Gebäudemodellierung vor der AP Simulation vom WLAN Betreiber/Gebäudeeigner bestätigen.

Im Idealfall kann eine WLAN Simulation die genauen Standorte der Access Points vorgeben und die Montage der Access Points ohne spätere kostspielige Verlagerungen vorgenommen werden.

Um nach der Installation der Access Points eine Dokumentation zur erhalten, die Planungsfehler ggf. aufdeckt, ist eine protokollarische Kartografierung der Verteilung der Empfangssignalstärken notwendige Pflicht. Wie anfangs beschrieben, kommt hierzu eine WLAN Mapping Software zum Einsatz. Da bereits alle Access Points installiert sind, reduziert sich der Aufwand gegenüber der planenden Standortbegehung mittels Referenz Access Point. In der Regel genügt ein kompletter Durchlauf der gesamten Installation.

Die erfassten Daten, die Empfangssignalstärken aller "hörbaren" Access Points, dienen der Dokumentation und/oder der Fehleranalyse. Durch die protokollarische Standortbegehung wird auch die korrekte Umsetzung der Planungsvorgaben dokumentiert. Falsch positionierte Access Points, falsch montierte Antennen, falsch konfigurierte Access Points werden erkannt. Mängel können kontrolliert abgestellt werden. Die fehlerfreie Funktion der WLAN Infrastruktur ist damit gewährleistet.



Mit der seit Februar 2008 verfügbaren Version 4 der Ekahau Site Survey Software dokumentierte Funkzelle. In diesem Beispiel ist die Änderung der Antennencharakteristik von gerichtet nach omnidirektional erkennbar. Die Ausdehnung der vermessenen Funkzelle ist trotz gleicher Gesamtstrahlungsleistung leicht vergrößert.

Beim Vergleich von Abb 1 (Simulation) mit Abb2 (Vermessung) werden Unterschiede bei der Ausdehnung und Verteilung der Funkzellen sichtbar. Die simulierte WLAN Funkzelle wirkt kleiner. Neben den unterschiedlichen Antennencharakteristiken und dem eingesetzten Wert für die Umgebungsdämpfungsvariable ist dafür der Umstand verantwortlich, daß marktübliche WLAN Simulationswerkzeuge lediglich die Dämpfung in die Berechnung einfließen lassen. Effekte durch Beugung, Streuung und Reflexion der elektromagnetischen Wellen werden nicht berücksichtigt.

Der für unser fiktives Projekt beschriebene systematische Planungsablauf erfüllt auch die Anforderungen, die für den künftigen WLAN Standard IEEE 802.11n gelten. Dieser Standard setzt zwar den Einsatz komplexerer Technologien voraus als die bisherigen, die für die Planung relevanten physikalischen Ausbreitungseigenschaften von elektromagnetischen Wellen bei 2,4 und 5 GHz bleiben jedoch gleich.

Das Berechnen, Vermessen und Visualisieren von Empfangssignalstärke und Signal-Rausch-Abstand ändert sich bei IEEE 802.11n nicht. Die Vermessung der Empfangssignalstärke kann für künftige .11n Netzwerke auch auf der Basis eines abg Referenz Access Points erfolgen.

Lediglich die Visualisierung von zu erwartenden Datenraten und der Crosschannelinterferenzniveaus erfordert Anpassungen. Die Datenrate ist bei 802.11n u.a. abhängig von der Modulation (BPSK, QPSK 16-QAM, 64-QAM), der Anzahl der durch MIMO räumlich parallel übertragenen Datenströme (1-4) und der Kanalbandbreite (20 oder 40 MHz). Je nach Kombination der genannten Parameter sind zwischen 6 und 600 Mbit/s 147 verschiedene Bitraten möglich. Für die Visualisierung der Crosschannelinterferenzen ist die einfache und die doppelte Kanalbandbreite (Channelbonding) zu berücksichtigen. Das Einarbeiten dieser Änderungen ist Aufgabe der Hersteller von WLAN Planungs- und Mappingsoftware.

Im beschriebenen Projekt wurde ein Dual-Band WLAN geplant. Es wurden Access Points installiert, die mittels doppeltem Funkmodul die Standards .11a/h,b/g gleichzeitig unterstützen.

Der Grund hierfür lag in der, auf Messen zu erwartenden, sehr hohen Auslastung im 2,4 GHz Band. Das 5 GHz WLAN bietet aufgrund seiner nahezu unverrauschten 19 interferenzfrei zu betreibenden Kanäle wesentlich mehr Kapazitäten als das 2,4 GHz Band. Damit wird die Verfügbarkeit der WLAN Infrastruktur auch unter aussergewöhnlichen Lastzuständen sichergestellt.

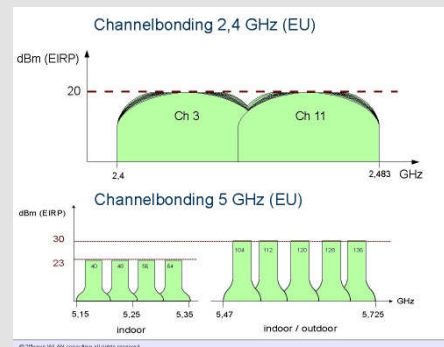
Das wichtigste funktechnische .11n Planungsproblem ist damit ganz nebenbei bereits gelöst. IEEE 802.11n konforme WLANs machen nur als Dual Band Infrastruktur Sinn. (siehe Kasten)

5 GHz Pflicht für .11n Planungen

Das verfügbare Spektrum bei 2,4 GHz beträgt 83 MHz. Damit lassen sich im 2,4 GHz Band bestenfalls 2 gebündelte Kanäle interferenzfrei betreiben. Eine Crosschannelinterferenzarme Kanalplanung in mehrzelligen WLAN's wird damit recht schwer. Da diese Problematik vor allem auch Nachbarnetze betrifft, wurde im .11n Standard inzwischen vorgesehen, Channelbonding nur optional dann zuzulassen, wenn dadurch Nachbarnetze nicht zu stark gestört werden. Die Wahrscheinlichkeit, das man Channelbonding bei üblicherweise ca. 10 gut "hörbaren" 2,4 GHz WLAN's im urbanen Umfeld zum Einsatz bringen kann, dürfte gering sein. Die maximal mögliche Bitrate ohne Channelbonding ist bei 289 Mbit/s definiert.

Dies erfordert aber 4 durch MIMO räumlich parallel übertragene Datenströme. Heutige marktübliche Pre-N Produkte können bestenfalls 2 dieser spatialen Datenströme übertragen. Die maximale Datenrate endet dann bei 145 Mbit/s. Wer also die maximalen Bitraten von 300 oder 600 Mbit/s nutzen möchte, benötigt Channelbonding. Das dazu geeignete Spektrum liegt bei 5 GHz.

Kanalaufteilung des 2,4 und 5 GHz Spektrums bei Channelbonding mit 40 MHz. Bei 2,4 GHz kommt es selbst bei nur zwei 40 MHz Kanälen bereits zu leichten zu Überschneidungen



Im bisher von WLAN Betreibern nur wenig genutzten 5 GHz Band stehen für Europa im unteren Band 200 MHz und im oberen Band 255 MHz zur Verfügung. Damit können insgesamt 9 interferenzfrei zu nutzenden Kanäle bei doppelter Kanalbandbreite betrieben werden. Auch künftig zu erwartende höhere Funkzellendichten bei 5 GHz werden nur in Extremfällen zum Zurückschalten auf 20 MHz Kanalbandbreite führen.

Folgendes agb-N Migrationsszenario lässt sich daraus ableiten. Ältere Notebooks mit b/g konformem WLAN und mobile Kleingeräte wie z.B. Smartphones oder PDAs, die aus Stromspargründen immer noch nur mit b/g ausgestattet werden, nutzen das 2,4 GHz Band. Neue Notebooks mit Pre-N konformen WLAN Schnittstellen assoziieren sich bevorzugt an 5 GHz Access Points und können hier mit voller Netzwerkleistung rechnen. Auch vor dem Hintergrund der kürzeren Reichweite von 5 GHz Funkzellen kann mit etwas planerischem Geschick diese Dual-Band Infrastruktur von Dual-Band Access Points bedient werden, die für beide Frequenzbänder die gleichen AP Montagepunkte nutzen. Dazu verkleinert man durch Sendeleistungsreduktion die 2,4 GHz Funkzelle etwas und stattet bei Bedarf die 5 GHz Funkmodule der Access Points mit Antennen aus, die mit einigen dB Gewinn die Strahlungsleistung näher an die, im Vergleich zum 2,4 GHz Band, höheren regulatorischen Grenzen bringen.

Weitere .11n bezogenen Planungsprobleme betreffen nicht die Luftschnittstelle sondern die verkabelten Zugänge zu den Access Points. Bei zu erwartenden Nettodurchsätzen von etwas mehr als 100 Mbit/s pro Funkschnittstelle und der Annahme, das ein für Firmennetzwerke gedachter Access Point mit mindestens 2 Funkmodulen ausgestattet ist, kann ein 100 Base T Netzwerkzugang bereits zum Flaschenhals werden. Deshalb gehört auch ein Gigabit Ethernet Interface zur Standardausstattung eines Pre-N Access Points. Viele, bisher dem Markt vorgestellte, Pre-N Access Points benötigen mehr elektrische Leistung als durch Standard PoE (IEEE 802.3af) verfügbar gemacht werden kann. Der Planer einer Access Point Zugangsverkabelung muss also Voraussetzungen schaffen, damit Gigabit Ethernet in Kombination mit leistungsstärkerem PoE (z.B. nach dem werdenden Standard IEEE 802.3at) genutzt werden kann.

Fazit

Mit der Einführung von IEEE 802.11n konformen Infrastrukturen ändern sich die bisherigen WLAN Planungs- und Dokumentationsmethoden prinzipiell nicht. Wegen des zur Durchsatzsteigerung genutzten Channelbondings wird aber neben dem 2,4 GHz Band die Nutzung der 5 GHz Bänder zur Pflicht.

Autor

Dipl. Ing. René Kriedemann ist Geschäftsführer von 2ndwave WLAN consulting einem ITK-Beratungsunternehmen, welches sich auf die Planung und Analyse von drahtlosen lokalen Netzwerken spezialisiert hat. 2ndwave hat drahtlose Infrastrukturen mit mehr als 2 Millionen qm Fläche für WLAN Betreiber aus unterschiedlichsten Branchen geplant und/oder auditiert.

Aus dieser Projektarbeit leiten sich die ebenfalls von 2ndwave angebotenen WLAN-Trainings für eine praxisnahe Weiterbildung zum WLAN Spezialisten ab.



Basierend auf den WLAN-Tools namhafter Hersteller vertreibt 2ndwave mit dem "WLANMASTER" von der PSIBER Data GmbH eine integrierte Plattform zur systematischen WLAN-Planung und Auditierung.