

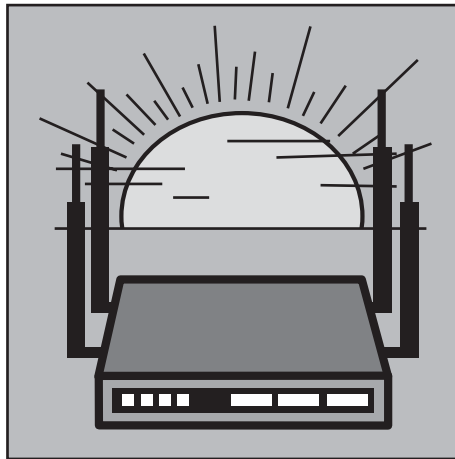
Schwerpunktthema

# Hi-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

von Dipl.- Math. Cornelius Höchel-Winter

An Anforderungen sowohl seitens der Anwendungen als auch aus der modernen Architektur von Netzwerken nach Übertragungsgeschwindigkeiten in Wireless LANs jenseits der 100 Mbit/s fehlt es nicht. In Enterprise-Netzen sollen vollwertige Arbeitsplätze über Funk angebunden werden, im industriellen Fertigungsumfeld müssen zeitkritische Steuerungsprotokolle übertragen werden und beim Home Entertainment wollen neue Geschäftsideen wie Triple Play Video und andere Multimedia-Daten möglichst ohne störende Kabel ins Endgerät bringen.

Seit nun das Enhanced Wireless Consortium (EWC) einen eigenen Entwurf für hö-



here Übertragungsgeschwindigkeiten in Wireless LANs vorgelegt hat und die IEEE diesen Text als Draft für den zukünftigen IEEE-Standard 802.11n übernommen hat, ist die Architektur der kommenden WLAN-Geräte-Generation in ihren wesentlichen Grundzügen festgelegt. Der zukünftige Standard adressiert dabei alle drei Anforderungsfelder:

- höhere Datenraten,
- kürzere Antwortzeiten,
- zuverlässigere Verfügbarkeit des Mediums

weiter auf Seite 18

Zweitthema

## Konvergente Netze konsequent nutzen

von Dr. Michael Wallbaum, Dr. Frank Imhoff

Unter dem Stichwort „Konvergente Netze“ wurde bisher vor allem die Übertragung von Sprache über Datenkommunikationsnetze verstanden. Längst sind damit keine großen Einsparpotenziale oder Produktivitätsgewinne mehr zu erzielen. Der nächste Schritt aber, nämlich die Nutzung der nun vorhandenen hochverfügbaren Netze zur Integration von Prozessen in die Kom-

munikationsumgebung steht nun kurz bevor. Die IT-Verantwortlichen müssen sich jedoch bereits jetzt auf diese Entwicklung einstellen, um Fehlinvestitionen zu vermeiden und um die technischen Voraussetzungen für diesen Schritt zu schaffen. Im Folgenden werden wir daher auf die wichtigsten Aspekte der künftigen „Konvergenz“ eingehen.

In mittleren und großen Unternehmen sind es nicht selten Meetings, mit denen viele Mitarbeiter den größten Teil ihrer Arbeitszeit verbringen. Die Effizienz einer solchen Arbeitsweise wird nicht nur von den Betroffenen selbst angezweifelt, sondern häufig auch vom Controlling mit Sorgenfalten bedacht.

weiter Seite 8

Top Veranstaltung

### Wireless LAN Forum 2006

auf Seite 5

Zum Geleit

### Interop-Vision: die wichtigste Entwicklung der IT- und TK-Geschichte?

auf Seite 2

Report des Monats

### Enterprise WLANs erfolgreich planen und betreiben

auf Seite 15

Zum Geleit

# Interop-Vision: die wichtigste Entwicklung der IT- und TK-Geschichte?

Wie in jedem Jahr so bot die Interop Ende Mai in Las Vegas auch in diesem Jahr die geeignete Umgebung für den Blick nach vorne. Nahezu alle namhaften Anbieter nutzen die Interop, um den Teilnehmern einen Einblick in zukünftige Entwicklungen zu geben. Aus diesem Angebot haben wir das aus unserer Sicht zentrale Thema herausgegriffen, das die nächsten 3 Jahre prägen wird wie kein anderes Thema in der IT- und TK-Geschichte.

Sicher war die Keynote von Cisco-Boss John Chambers einer der Visions-Höhepunkte der Interop (es fehlte etwas an Dynamik in der Rede, so dass man Kernaussagen überhören konnte). Kern seiner Präsentation war die Virtualisierung der IT im Internet. Die Idee des Internets als Ansammlung von Service-Punkten, an die man sich dynamisch mit der Verbindung ins Internet anschließen kann. Man muss nicht wissen, wo der Service herkommt und wie er erbracht wird. Es gibt eine klare Trennung zwischen der Welt des Service-Anbieters und des Service-Nutzers. Moderne Internet-Technologie erlaubt es, Service-Leistungen so gekapselt zu realisieren, dass ein weltübergreifender Zugang existiert ohne die Strukturen des Service-Anbieters kennen zu müssen. Dieselben Technologien ermöglichen dem Service-Anbieter die standortneutrale, redundante und skalierbare Umsetzung der Services.

Unter Service versteht John Chambers dabei eine ziemliche Bandbreite von Anwendungen, angefangen von der simplen Sprach- und Datenkommunikation bis hin zu komplexen Unternehmens-Datenbankanwendungen. Seine Vision ist, dass alle IT-Services eines Unternehmens früher oder später auf dieser technischen Schiene realisiert werden.

Nun ist diese Vision nicht neu. Wir haben auf unseren Kongressen seit Ende der 90er Jahre diese Vision gepflegt. Gerade Dr. Kauffels ist seit langem ein Anhänger dieser Denkweise. Spannend ist nun aber, dass diese Visionen der Realität doch stufenweise sehr nahe gekommen sind. Ein typisches Beispiel ist hier die IBM mit ihren Web-basierten Architekturen. Allerdings ignorieren diese Visionen, welchen immensen Aufwand es darstellt,



bestehende traditionelle Großrechner-Applikationen in moderne Web-basierte Applikationen zu transferieren. Und sicherlich wird diese Transformation nicht in jedem Fall wirtschaftlich und sinnvoll sein.

Trotzdem hat John Chambers Recht, in dem er diese Visionen zum jetzigen Zeitpunkt wieder belebt. Der Schlüssel zu ihrer Umsetzung liegt dann auch gar nicht beim Anwender sondern beim Provider. Erst wenn das Internet durch zunehmende Bandbreite den Charakter eines mehr lokalen Netzwerks bekommt, ist die technische Basis für performante und skalierbare Services geschaffen.

Genau dies passiert aber zurzeit. Und genau diese Entwicklung ändert alles! Im Endeffekt greifen wir eine Entwicklung jetzt wieder auf, die mit dem Ende des Internet-Hypes abrupt gestoppt wurde. Schon damals haben wir explodierende Bandbreiten zu niedrigen Kosten prognostiziert. Fast alle Provider hatten dann auch lange Jahre das Problem von Überkapazitäten. Nun hat sich die Welt geändert. Der Wechsel in IP-Telephonie und die zwanghafte Suche nach neuen Märkten treibt die Provider in den massiven Ausbau des Internets. Die Diskussion um Triple-Play ist typisch für diese Entwicklung.

Naturngemäß weiß das niemand besser als John Chambers, liefert Cisco doch einen erheblichen Teil der dabei benötigten Infrastrukturen. Die Investitionspläne der Provider stehen weltweit, die Projek-

te sind angelaufen und in vielen Ländern besteht weitestgehend Klarheit über die Bandbreiten, die hier im Internet bis zum Jahre 2010 bereitstehen werden. In einigen Ländern wird sich die Internet-Bandbreite im Backbone um den Faktor 1000 verbessern. So sind Beispiele in denen der Angebotssprung von mageren DSL-Leistungen im unteren Feld (zwischen 200 und 500 kbit realer nutzbarer Bandbreite) in einer Stufe auf 10 Mbit/s springen keine Seltenheit mehr. Ein weltweit bestehendes Kernproblem ist die Abschätzung der Kosten der zukünftigen Bandbreiten. Für die meisten Anwender ist unklar, wie wirtschaftlich sich in 3 Jahren welcher Service im Internet realisieren lässt. Allerdings zeigen erste weltweite Beispiele, dass gerade bei den großen Leistungs-Sprüngen zum Teil massive Einbrüche der Kosten pro Megabit zu beobachten sind.

Die Vision der IT-Branche ist dementsprechend klar. Massive Bandbreiten, die in den nächsten 3 bis 5 Jahren ins Angebot kommen, werden die technischen Rahmenbedingungen komplett verändern. Es werden Chancen und Potenziale für neue Architekturen entstehen, die es so noch nicht gegeben hat.

Viele Anwender verschlafen diesen Trend. Auch dies beklagte John Chambers in seiner Keynote. Der Hintergrund wird wohl sein, dass die Prognosen schon einmal genau so waren, viel in diese Entwicklung investiert wurde und diese dann doch nicht stattfand. Doch das Umfeld hat sich verändert. Die Projekte der Provider zum Umbau des Internets sind real und sie sind präzise abschätzbar (vielleicht nicht in jedem Land). Die Kosten werden noch eine Weile unklar bleiben.

Trotzdem erfordern typische Projektlaufzeiten in der Umstellung der großen Software-Architekturen in den Unternehmen von 3 bis 5 Jahren, dass jetzt systematisch mit der Analyse dieser Rahmenbedingungen begonnen wird. Ohne Frage ist es dabei sehr hilfreich, dass ein Anbieter wie IBM ebenfalls voll hinter dieser Entwicklung steht.

Im Endeffekt lebt hier der Enterprise-Markt nur eine Entwicklung nach, die bei typi-

## Interop-Vision: die wichtigste Entwicklung der IT- und TK-Geschichte?

schersweise jungen Konsumenten schon seit Monaten zu beobachten ist. Die zunehmende Bedeutung von Internet-Plattformen wie Myspace, Bebo und YouTube mit gigantischen bisher nie gekannten Wachstumsraten verändert den internationalen Konsumentenmarkt (MySpace hat jetzt mehr als 100 Millionen Benutzer). Für diese Generation sind Ländergrenzen kein Thema mehr, Kommunikation ist international. Blogs, Videos und Chats lassen sich geografisch nun einmal nicht eingrenzen. Betrachtet man die Geschwindigkeit, mit der diese Welle rollt und Märkte verändert, dann bekommt man einen Eindruck davon, warum auf der Interop von zeitlich eher kurzfristigen Visionen die Rede war. Das Internet hat mit seinen Möglichkeiten nach dem künstlich verordneten Stillstand Anfang der 2000er Jahre nun wieder voll Fahrt aufgenommen. Und die Geschwindigkeit sollte nicht unterschätzt werden.

Schon in den nächsten Monaten werden wir die ersten Ausläufer neuer Produkte sehen, die einen Vorgeschmack auf die Zukunft bieten. Kern ist dabei sicher die Frage, wie wir auf Unternehmensebene miteinander kommunizieren wollen.

Die zentrale Frage ist: was bedeutet es für Kommunikation, wenn wir völlig veränderte Bandbreiten unterstellen können? Was bedeutet es, wenn wir nur in einem Gedankenmodell von 10 Mbit/s bis 100 Mbit/s pro Internet-Zugang ausgehen, egal wo wir sind? Unterstellen Sie das doch einmal für Ihr Unternehmen und beantworten Sie die Frage, was sich dadurch ändern würde!

Schon auf der Ebene aus IT-Sicht einfacher Anwendungen (was aber nicht heißt, dass sie unwichtig sind) hat das große Auswirkungen.

Vereinfacht formuliert werden massive Erweiterungen der verfügbaren Bandbreite im Internet Anwendungen als normal darstellen, die bisher nur mit niedriger Qualität und deutlichen Leistungseinbußen umsetzbar waren. Beispiele sind:

- der Zugriff auf zentral gespeicherte Daten, Dateien, Archive
- Synchronisationen zwischen dezentralen Daten
- Webkonferenzen (Power-Point-Vorträge im Web)
- Videokonferenzen / Telepräsenz in bisher nicht gekannter Qualität
- Teamkollaboration

Für die komplexeren Anwendungen wie die großen Mainframe-basierten Datenbank-Anwendungen ist die Ausgangslage naturgemäß schwieriger. Keine Bandbrei-

te kann die unvermeidbaren Roundtrip-Delays, die durch die pure Distanz entstehen, umgehen (typischer weltweiter worst case auf Socket-Ebene messbar ca. 480 ms, häufig zwischen Kontinenten zwischen 100 und 300 ms). Diese sind nun einmal für Datenbank-Anwendungen und deren Performance wichtig (allerdings hängt das wieder stark von der Software-Architektur ab). Wird hier eine standortübergreifende und weltweite Architektur gesucht, dann ist die Lösungs-Architektur nicht trivial. Doch für viele Anwender ist die Lage nicht so komplex. So lange man sich in Europa bewegt, wird ein in der Bandbreite gewachsenes Internet viele neue Gestaltungsmöglichkeiten auch für die großen Datenbank-Applikationen eröffnen.

Nur wenn man diese Entwicklung betrachtet, wird die Tragweite der Strategien von Cisco, IBM, Microsoft klar. Am 8. August ist nun auch Apple auf seiner Entwickler-Konferenz WWDC in San Francisco auf diesen Zug gesprungen. Die neue Version der Apple-Video-Konferenzsoftware iChat, die Teil des neuen Leopard-Betriebssystems ist, das voraussichtlich im März 2007 auf den Markt kommen soll, hat atemberaubende Features (siehe die wieder einmal sehenswerte WWDC-Keynote von Steve Jobs unter [www.apple.com](http://www.apple.com)). Das besondere an der Apple-Entwicklung: iChat ist kostenloser Teil des Betriebssystems und die Qualität der in Leopard enthaltenen Video-Konferenz inklusive Webkonferenz liegt auf einem Niveau, für das man bisher bei traditionellen Konferenzenanbieter Tausende von US-Dollar pro Jahr bezahlen musste (Steve Jobs hat sich nicht dazu geäußert, aber der technische Rahmen der Produkte macht klar, dass iChat vermutlich Telepräsenz mit hoch auflösenden Kameras unterstützen wird).

Im Enterprise-Kommunikations-Markt werden speziell Cisco, IBM und Microsoft die

Welt in den nächsten 2 Jahren verändern. Wer angesichts dieser laufenden Entwicklung weiterhin in der traditionellen Diskussion um Sprachkommunikation verharret, der geht ein großes Risiko ein, hier einen wichtigen Trend zu verschlafen.

Die Kernaussage dieses Artikels ist: es ist dringend geboten, eine für sein Unternehmen individuelle Vision der Kommunikation der nächsten 3 Jahre zu entwickeln. Damit ist erst einmal nicht zwingend eine Entscheidung gegen ein Produkt oder eine Technik verbunden. Aber gerade die Investitionen in Kommunikationsprodukte haben häufig längere Ziellaufzeiten. Wer hier keine klare Vorstellung von der möglichen Marktsituation in 3 Jahren hat, der geht in der Tat ein großes Risiko ein.

Wir helfen Ihnen bei der Entwicklung Ihrer individuellen Vision. Neben den vielen bodennahen Vorträgen auf unserem ComConsult-Voice-Forum 2006 wird speziell meine Keynote auf die Visionen und deren Realitätsnähe eingehen. Intensive Arbeiten in unserem Labor liefern das fachliche Material für diese vielleicht wichtigste ComConsult-Keynote der letzten Jahre. Wir werden Ihnen die Fakten liefern, die die Entwicklung Ihrer Vision unterstützen werden.

In diesem Sinne würde ich mich freuen, Sie auf diesem gerade im Moment so wichtigen Kongress begrüßen zu können. Das ComConsult-Voice Forum 2006 findet zu einem idealen Zeitpunkt statt. Die neuen Entwicklungen bei Alcatel, Cisco und Siemens sind bis dahin klar, die Qualität und Nutzbarkeit der Produkte von Apple, IBM und Microsoft wird auch mindestens auf Beta-Niveau seriös bewertbar sein.

Ihr  
Dr. Jürgen Suppan

## Voice-over-IP-Forum 2006



**06.11. - 09.11.06  
in Königswinter**

Das ComConsult Voice-Forum ist die Spitzenveranstaltung des Jahres 2006. Wir greifen die absoluten Top-Themen des Marktes auf und analysieren für Sie den Stand der IP-Telefonie, Security-Lösungsansätze, die Entwicklung des Marktes, Vorteile und Risiken und die Strategien der großen Hersteller.

Moderation: Dr. Jürgen Suppan  
Preis: € 2.190,- zzgl. MwSt.



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

Neuer Kongress

# Voice-over-IP-Forum 2006

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 06. - 09. November erstmalig ihren neuen Kongress „Voice-over-IP-Forum 2006“ in Königswinter.

Das ComConsult-Voice-Forum analysiert und gibt Empfehlungen für die optimale Vorgehensweise in einem abgestimmten Mix aus:

Vorträgen von führenden Experten

- exklusiven Ergebnissen der Studien von ComConsult-Research
- wichtige Hersteller präsentieren ihre Ziele und Strategien
- Anwender beschreiben ihre Projekterfahrungen
- Workshops ermöglichen die tiefer gehende Analyse von Produkten und Technologien
- die begleitende Ausstellung ermöglicht das Gespräch mit den Herstellern zur Diskussion der in den Vorträgen abgegebenen Statements

Einige Beispiele aus dem Inhalt sollen das verdeutlichen:

Keynote von Dr. Jürgen Suppan, ComConsult-Research, zur Eröffnung des Kongresses

- wohin geht der Markt?
- welche Rahmenbedingungen sind entscheidend für die Entwicklung?
- wie sind ausgewählte Hypes zu bewerten?
- welche technische und organisatorische



sche Vision kann ein Unternehmen daraus ableiten?

Wo stehen Produkte und Hersteller (mehrere Vorträge)

- Marktumfrage mit Musterausschreibung und Antworten der Hersteller
- Vergleich der Architekturen und Produkte ausgewählter Hersteller
- Analyse und Bewertung der Siemens-Situation
- Analyse und Bewertung der Cisco-Situation

Applikations-Integration: vom leeren Schlagwort zur Realität

- Microsoft: Strategie und Produkte
- IBM: Strategie und Produkte
- Überschneidungen in der Kerninfra-

- struktur mit Voice-Produkten
- Überschneidungen in der Funktionalität mit Voice-Produkten
- wie entsteht eine sinnvolle Gesamtlösung?
- wer betreibt das Ergebnis und wie?

Voice-Konvergenz

- Dual-Mode-Handys und ihre Auswirkung auf den Markt
- Voice-over-WLAN: Stand der Technik und Nutzbarkeit

Leitfaden für erfolgreiche Projekte

- Projekterfahrungen aus aktuellen Projekten
- abgeleiteter Leitfaden
- Voice und Netzwerkdesign: was ist zu tun?
- Betrieb und Trouble-Shooting

Technische Sonderthemen, die aktuell eine Positionierung für alle Unternehmen erfordern

- Telepräsenz / Videokonferenzen
- Präsenzkommunikation und das Verständnis der Hersteller

Spezialthema: Sicherheit der IP-Telefonie

- warum ist IP-Telefonie anders?
- kritische Elemente in jeder Voice-Lösung
- Lösungswege
- Spezialthemen mit typischen Sicherheitsproblemen
- welcher Grad an Sicherheit kann erreicht werden?

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

## Anmeldung

# Voice-over-IP-Forum 2006

- Ich buche den Kongress **Voice-over-IP-Forum 2006** vom 06. - 09.11.06 in Königswinter zum Preis von € 2.190,- zzgl. MwSt.

- Bitte reservieren Sie für mich ein Hotelzimmer vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 06

Vorname

Nachname

Firma

Telefon/Fax

Straße

PLZ, Ort

 Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

eMail

Unterschrift

Aktueller Kongress

# Wireless LAN Forum 2006

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 20. - 22. November ihren Kongress „Wireless LAN Forum 2006“ in Königswinter.

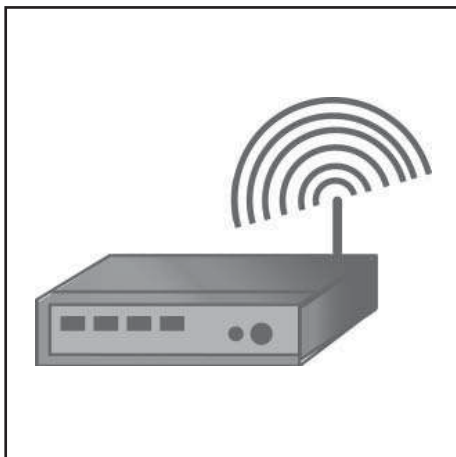
Wireless LANs und andere drahtlose Kommunikationssysteme sind aus modernen Arbeits- und Produktionsmethoden nicht mehr wegzudenken. Obwohl diese Techniken inzwischen erwachsen geworden sind, schreitet der Weiterentwicklungsprozess mit einem atemberaubenden Tempo in Zyklen voran, die deutlich kürzer als in der kabelbasierten Welt sind. Wir befinden uns dabei mitten in einem Prozess der Konvergenz drahtloser, mobiler und klassischer kabelgebundener Kommunikationssysteme, der die Zugangstechnik und die Netzarchitekturen signifikant verändert. Den richtigen Kurs zu halten und taktisch geschickt im Marktgeschehen zu navigieren erfordert dabei ein immenses Expertenwissen. Das diesjährige Wireless Forum analysiert und bewertet hierzu für Sie den aktuellen Stand der Technik, zeigt worauf es beim erfolgreichen Aufbau und Betrieb von Wireless Lösungen wirklich ankommt, welche Fehler wie vermieden werden können und welche Trends beachtet werden müssen.

Folgende Themen werden wir dabei unter anderem vertiefen:

**Sicherheit in WLAN - Einschlafen verboten**  
Mit IEEE 802.11i, WPA, WPA2 und der entsprechenden Verfügbarkeit von Produkten scheint das Thema WLAN-Sicherheit entkrampft. Bei der Umsetzung eines Multi-SSID-Designs mit unterschiedlichen Sicherheitsniveaus wird aber deutlich, dass die Bausteine zur Schaffung einer Sicherheitsinfrastruktur zwar vorhanden sind, die richtige Zusammensetzung aber alles andere als trivial (und risikofrei) ist. In diesem Bereich werden auch die Bedrohungen an der Ethernetschnittstelle zur kabelbasierten Infrastruktur zu betrachten und kritische Fragen hinsichtlich IEEE 802.1X zu stellen sein. Wir informieren über aktuelle und ernst zu nehmende Sicherheitsrisiken, die sofortige Gegenmaßnahmen erfordern.

**Werkzeuggestützte WLAN-Planung - Endlich ernst zu nehmen**

Vor wenigen Jahren bestand die WLAN-Planung aus rudimentären Messungen und statistischen Modellrechnungen im Handbetrieb (im besten Fall gestützt durch eine Tabellenkalkulation). Inzwischen sind



Werkzeuge verfügbar, welche auf Grundrissbasis eine kapazitätsorientierte Simulation einer WLAN-Ausleuchtung gestatten, die auf komplexen Modellen von Antennenphysik und Signalausbreitung basiert und unterschiedliche Client-Dichten und Applikationsparameter berücksichtigt.

Diese Simulationen können dann auch mit Feldmessungen abgeglichen werden. Die für Planung, Abnahme und Betrieb relevanten Werkzeuge werden vorgestellt und es wird gezeigt, welche Messwerte erfasst werden können, wie statistische Hochrechnungen geschehen und wie Fehlinterpretationen von Messprotokollen vermieden werden können.

**IEEE 802.11n - Tiefliegende Einblicke in die kommende Schlüsseltechnik**  
Die Arbeiten am IEEE 802.11n-Standard haben sich weitestgehend stabilisiert. Mit der aktuell veröffentlichten Draft-Version werden die hohen Anforderungen an die Chip-Sätze deutlich, welche durch die Art der Signalverarbeitung bedingt sind. Unterschiede in den Chip- und Antennen-Qualitäten werden zu Produkten führen, die sich in der Leistung deutlich unterscheiden werden.

Parallel wird IEEE 802.11n zu einem völligen Neudesign aller auf dem Markt vorhandenen Wireless-LAN-Produkte führen. Der Bedarf nach Gigabit-Schnittstellen und die damit verbundene Notwendigkeit, leistungsstärkere CPU's einzusetzen, wird zu einer neuen Generation von Wireless-Produkten führen.

Diese neue Generation werden wir auch bei Wireless-Switches beobachten. Auch

hier führen die hohen 11n-Datenströme zu einem Redesign. Damit bietet sich für alle Hersteller, die bisher noch keine Wireless-Switches anbieten der ideale Zeitpunkt zum Einstieg. Damit werden Wireless-Switches in Enterprise-Netzen eine Standard-Variante, kein Muss, aber eine Option, die die meisten Hersteller anbieten werden.

Durch das notwendige Redesign der Produkte werden die Karten im Markt neu gemischt. Neue namhafte Anbieter werden hinzu kommen (die Produkte liegen uns bereits vor), für viele andere werden sich neue Marktanteile ergeben.

Was ist zu erwarten, was bringt IEEE 802.11n, warum ist es technisch deutlich komplexer als die bisherigen Lösungen, wie wird sich der Markt verändern? Das sind die Kernfragen, die wir für Sie auf dem Forum beantworten.

**WiMAX, UWB, Bluetooth, NFC - Konkurrenz, Interferenz oder Synergie im Baukasten der Wireless-Techniken**  
Diverse drahtlose Kommunikationssysteme haben sich neben WLAN etabliert. Zu betrachten ist hier der Stand der Dinge bei WiMAX, da es nach einer Hype in 2005 inzwischen recht still um das System geworden ist. Hier ist insbesondere WiMAX Mobile zur direkten Kommunikation mit Endgeräten zu analysieren. Der zugehörige Chipsatz von Intel scheint zwar fertig zu sein, aber wie ist die Regulierungslage in Deutschland bestellt und wann wird es erste Produkte geben. Weiterhin erfreut sich Bluetooth einer ungebrochenen Beliebtheit und trotz Bluetooth 2.0 muss das Thema der Interferenz zu WLAN weiter im Auge behalten werden. Auch die nächste Generation von Bluetooth zeigt sich mit UWB (Ultra Wideband) auf dem Markgeschehen. Was von dieser Technik zu erwarten ist und was jetzt schon möglich ist, werden wir vorstellen. Außerdem werden wir mit NFC (Near Field Communication) die kommende Generation von intelligenten RFID-Systemen beleuchten.

**Voice over Wireless und Mobilfunk Netzkonvergenz mit Dual Mode Endgeräten**  
Diverse Hersteller von UMTS/EDGE/GSM-Mobiltelefonen integrieren inzwischen eine sprachtaugliche WLAN-Schnittstelle in ihre Geräte. Dieser Trend zu Dual-Mode-Geräten (Mobilfunk und WLAN) führt zu neuen Ansätzen für die mobile VoIP-Kommunikation. Sobald ein Gerät beispielsweise die

## Wireless LAN Froum 2006

Anwesenheit des heimischen WLAN-Systems feststellt, können automatisch Rufe statt über UMTS, EDGE oder GSM über das VoIP-System und das WLAN getätigt bzw. angenommen werden. In diesem Bereich sind auch Fragen eines stromsparenden Betriebs eines WLAN-Handsets zu betrachten. Verlässt der Teilnehmer den Abdeckungsbereich des WLAN wird automatisch auf Mobilfunkbetrieb umgeschaltet. Soll dabei tatsächlich ein Handover zwischen WLAN und UMTS/EDGE/GSM durchgeführt werden, der einen Wechsel ohne Gesprächsabbruch gestattet, sind Signalisierungen zwischen den unterschiedlichen Systemen erforderlich. Damit muss diese Thematik auch aus der Sicht der Provider betrachtet werden. Insgesamt werden wir dabei auch zeigen, dass Anwendungen von der transparenten Nutzung mehrerer Systeme profitieren können und wie ein medienübergreifender dynamischer Handover zwischen Systemen funktionieren kann.

Location-based Services mit Wireless-Systemen - Ortung und mehr

Die Lokalisierung von Geräten im WLAN ist auf den ersten Blick zunächst eine Sicherheitsfunktion für das Netzmanagement. Hier geht es beispielsweise um das Aufspüren von Rogue Access Points und anderen Fremdgeräten und um die Ortung dieser Geräte auf dem Gelände. Auf den zweiten Blick stellt man fest, dass eine Vielzahl von Anwendungen in Logistik, Produktion, Handel oder im medizinischen Bereich von einer Lokalisierungs- bzw. Ortungsfunktion profitieren. Hier haben sich bereits diverse Produkte nicht nur im WLAN-Bereich entwickelt. Wir wer-

den diese Palette und die Funktionsweisen von Location-based Services vorstellen und dabei auch Systeme betrachten, die zwar wie WLAN im Frequenzbereich bei 2,4 GHz operieren aber mit anderen Übertragungssystemen arbeiten.

Mesh Networks, Wireless Distribution System und Punkt-zu-Punkt-Verbindungen Funktechniken in der Infrastruktur Die Vernetzung von Access Points über Funk ist meist dann gefordert, wenn eine vollständig kabelbasierte Anbindung von Access Points nicht wirtschaftlich ist und keine hohe Bandbreite im Distribution System gefordert ist. Pakete können dabei über mehrere Access-Point-Hops zum WLAN-Client gelangen und umgekehrt. Die bisherige Lösung nennt sich Wireless Distribution System und ist primär im Produktions- und Logistik-Bereich im Einsatz. Nun kommt eine neue und leistungsstärkere Variante, die als IEEE 802.11s unter dem Schlagwort Mesh Networking standardisiert wird. Die dabei eingesetzten Mechanismen sind vergleichsweise komplex, erfordern ein Umdenken in der WLAN-Planung und resultieren letztendlich in neue WLAN-Architekturen. Wir werden im diesjährigen WLAN Forum die Möglichkeiten der Verwendung von drahtlosen Funktechniken als Distribution Netzwerk aufzeigen und vorstellen, wie die Systeme funktionieren, was heute schon umgesetzt werden kann und was bei der Planung zu beachten ist.

Controller-basiertes WLAN-Design - Standardarchitektur für den Enterprise-Bereich?

Es gibt kaum noch einen Hersteller, der keine Controller-basierte Lösung im Programm hat, und das Controller-basierte WLAN-Design hat im Enterprise-Bereich für viele Anwendungen Vorteile. Trotzdem stecken die Controller-basierten Ansätze noch in den Anfängen. Erst in jüngster Vergangenheit beginnt man auch tatsächlich größere Netze mit WLAN-Controllern zu versorgen und sammelt hier erste Projekterfahrungen. Weiterhin sind praktisch alle Systeme bestehend aus Thin Access Points und WLAN-Controllern hochgradig herstellerspezifisch, auch wenn sich erste Ergebnisse in der Standardisierung abzeichnen. Außerdem werden mit der Einführung von IEEE 802.11n im Enterprise-Bereich auch für das Controller-basierte Design neue Anforderungen entstehen. Wir werden im Wireless Forum den aktuellen Stand der Technik für Controller-basiertes WLAN-Design und die wesentlichen Produktlinien vorstellen. Dabei werden wir die verschiedenen Architekturen und Aufbauvarianten genau betrachten und die Erfahrungen aus aktuellen Projekten vorstellen. Insbesondere werden wir Vergleiche zum Aufbau mit traditionellen Access Points anstellen und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Konzepte anhand konkreter Praxisbeispiele erörtern.

Das Wireless-Forum ist unsere wichtigste Netzwerk-Veranstaltung des zweiten Halbjahres 2006. wir analysieren alle wichtigen gängigen Funktechnologien für Sie, zeigen wohin der Weg führt und welche Probleme noch im Moment umgangen werden müssen.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Frühbucher-  
phase  
bis 30.09.06

# Anmeldung

## Wireless LAN Forum 2006

Frühbucher-  
phase  
bis 30.09.06

- Ich buche den Kongress  
**Wireless LAN 2006**  
vom 20. - 22.11.06 in Königswinter  
zum Preis von € 1.590,-\* zzgl. MwSt.  
\*gültig bis 30.09.06  
(dann regulär € 1.790,- zzgl. MwSt.)

- Bitte reservieren Sie für mich  
ein Hotelzimmer  
vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 06

 Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

Vorname \_\_\_\_\_

Nachname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Telefon/Fax \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

eMail \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

Aktueller Kongress

# Business Service Management ExpertDays 2006

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 27. - 28. November ihren Kongress „Business Service Management ExpertDays 2006“ in Bonn.

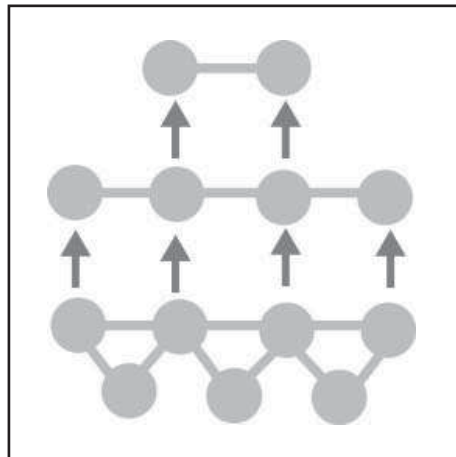
Mit den Business Service Management (BSM) ExpertDays 2006 wollen wir Ihnen die Gelegenheit geben, das marktbestimmende Thema Business Service Management neutral und kompetent aufbereitet in komprimierter Form zu durchleuchten. Die BSM ExpertDays 2006 analysieren die aktuellsten Entwicklungen im Business Service Management und bewerten Markttrends und Produktentwicklungen.

Mit den Business Service Management (BSM) ExpertDays 2006 wollen wir Ihnen die Gelegenheit geben, das marktbestimmende Thema Business Service Management neutral und kompetent aufbereitet in komprimierter Form zu durchleuchten.

Die BSM ExpertDays 2006 analysieren die aktuellsten Entwicklungen im Business Service Management und bewerten Markttrends und Produktentwicklungen.

Im Mittelpunkt der BSM ExpertDays 2006 stehen u.a. die folgenden Fragen

- Was ist Business Service Management?
- Für wen lohnt sich Business Service



- Management?
- Welchen Nutzen bringt Business Service Management für Ihr Unternehmen?
- Wie unterscheidet sich Business Service Management von früheren System- und Service-Management-Ansätzen?
- Wie grenzen sich Business Service Management und Business Process Management voneinander ab?
- Was sind die Kernmerkmale einer Business Service Management Architektur?
- Wie setzt man ein Business Service Management Projekt auf? Worauf muss man hier besonders achten?
- Wie bestimmen Sie Ihre Position inner-

halb einer Business Service Management Strategie? Womit sollten Sie bei einer Umsetzung beginnen ?

- Welche Produktstrategien verfolgen die Key Player auf dem Business Service Management Markt? Gibt es hier Unterschiede?

Die BSM ExpertDays 2006 bieten Ihnen hochaktuelle Aussagen in Form von

- Neutrale Meinungen zum BSM-Markt hochkarätiger Analysten, seiner aktuellen Stellung und zukünftigen Entwicklung,
- Erfahrungsberichte von Kunden, die sich mit BSM bereits beschäftigt haben oder aktuell in der Einführungsphase sind,
- Hersteller-Statements zu zukünftigen Produkt- und Marktstrategien,
- Projektberichte aktueller Implementierungen

Aufgrund der Aktualität und Internationalität werden einzelne Vorträge voraussichtlich in englischer Sprache gehalten!

Mit dieser 2-Tages-Veranstaltung kommen Sie schnell auf den aktuellen Diskussionsstand, die vermittelten Inhalte ermöglichen Ihnen den schnellen Einstieg in das toprelevante Thema. Die Veranstaltung wendet sich nicht nur an IT-Manager,

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

## Anmeldung

# Business Service Management ExpertDays 2006

- Ich buche den Kongress  
**Business Service Management  
ExpertDays 2006**  
vom 27. - 28.11.06 in Bonn  
zum Preis von € 1.390,-\* zzgl. MwSt.  
\*gültig bis 30.09.06  
(dann regulär € 1.590,- zzgl. MwSt.)

- Bitte reservieren Sie für mich  
ein Hotelzimmer  
vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 06

Vorname


Nachname

Firma

Telefon/Fax

Straße

PLZ, Ort

 Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

eMail

Unterschrift

## Zweitthema

## Konvergente Netze konsequent nutzen

Fortsetzung von Seite 1



Dr. Frank Imhoff ist technischer Direktor und Senior Consultant der ComConsult Beratung und Planung GmbH. Er blickt auf jahrelange Erfahrung in Forschung, Entwicklung und Betrieb von lokalen Netzen, Voice-over-IP, Wireless Local Area Networks sowie anderen Mobilfunk- und Telekommunikationssystemen zurück. Zu diesen Themenbereichen sind von ihm bereits zahlreiche Veröffentlichungen erschienen und Seminare betreut worden.



Dr. Michael Wallbaum ist Senior Consultant der ComConsult Beratung und Planung GmbH. Er blickt auf jahrelange Projekterfahrung in Forschung, Entwicklung und Betrieb im Bereich mobiler Kommunikationssysteme, Voice-over-IP und Groupware zurück. Zu diesen Themenbereichen sind von ihm zahlreiche Veröffentlichungen und Buchbeiträge erschienen.

Dennoch gab es bisher kaum Alternativen, denn ohne einen geeigneten Austausch von Informationen ist heute kein Unternehmen mehr konkurrenzfähig. Die voranschreitende Spezialisierung der Mitarbeiter, häufige Umstrukturierungen, hoch dynamische Prozesse und ein rasant steigender Kostendruck tragen das Übrige dazu bei, dass Mitarbeiter von einer Besprechung zur nächsten hetzen, ohne hinreichende Vorbereitung und nicht selten auch ohne die nötige Konzentration auf das Wesentliche. Dilbert lässt grüßen. Dagegen vergeht unglaublich viel Zeit mit Reisevorbereitungen, Transfers, Abrechnungen und anderen Dingen, die den Mitarbeiter daran hindern, zur Wertschöpfung eines Unternehmens beizutragen.

### Technische Krücken

Das Problem ist natürlich nicht neu und Lösungsansätze existieren schon seit vielen Jahren. Telefonkonferenzen und erst recht die aufkeimende Möglichkeit von Videokonferenzen wurden früher als durchschlagende Möglichkeiten beworben, häufige Reisen zu vermeiden und erheblich effizienter zu arbeiten. Von einem wahren Durchbruch dieser Technologien kann jedoch (zumindest bis heute) keine Rede sein. Vielmehr hat sich gezeigt, dass derartige Methoden bei weitem nicht eine ‚echte‘ Face-to-Face-Besprechung ersetzen können, da menschliche Kommunikation aus mehr als reiner Sprachübertra-

gung besteht. Es sind gerade Untertöne und Nuancen, also nonverbale Kommunikation, die zwar wesentliche Informationen tragen, die aber typischerweise bei einer Konferenzschaltung verloren gehen. Um diesen Informationsverlust zumindest teilweise zu kompensieren wurden eine Reihe technischer Krücken, wie z.B. verschiedene Teilnehmerrollen, Wortmeldung per Knopfdruck und Stummschaltung, entwickelt, die bei älteren Systemen allerdings nicht zur Verfügung stehen. In ferner Zukunft werden holografische Verfahren vielleicht eine weitere Annäherung an reale Besprechungssituationen bringen. Kurzfristig gesehen bleibt aber nur die Verbesserung aller anderen technischen Möglichkeiten.

### Schein und Sein

Die Einführung von Voice-over-IP (VoIP) vor wenigen Jahren wurde mit der Einsparung von Leitungskosten und Telefongebühren motiviert. Die parallele Nutzung eines ohnehin in allen Unternehmen notwendigen Datenkommunikationsnetzes für Daten und für Sprache bringt allerdings nur dann eine erhebliche Kostensenkung, wenn Neubauten oder Generalsanierungen den Aufbau nur einer konvergenten statt mehrerer Netzinfrastrukturen ermöglichen. Ansonsten sind die Anlagenkosten kaum noch zu unterscheiden, Mitarbeiter müssen aufwändig umgeschult bzw. höher qualifizierte eingestellt werden - nicht

selten können die möglichen Einsparungen durch den Wegfall angemieteter Leitungen durch die Kosten der Migration erst nach Jahren realisiert werden. Auch die voranschreitende Integration von Gefahrenmelde- und Überwachungssystemen, von Produktionssystemen z.B. in der industriellen Fertigung oder von anderen, bisher aufgrund ihrer hohen Verfügbarkeits- und Echtzeitanforderungen kaum denkbaren Anwendungen und Systemen, stellt noch keine nennenswerten Einsparpotenziale auf der Infrastrukturseite dar. Auch werden sich in der Regel keine Wertschöpfungen infolge der Integration von Fernsehen, Videoübertragungen oder anderen Multimedia-Anwendungen ergeben, da nur die wenigsten Unternehmen derartige Informationsquellen in großem Umfang nutzen.

Positiv betrachtet, hat jedoch die Einführung von VoIP die Qualität der Datennetze erheblich verbessert. Verfügbarkeiten von mindestens 99,5% wie sie in der Telekommunikation seit Jahrzehnten Standard sind, erscheinen heute nicht mehr utopisch und allein dies hat schon zu einer Verbesserung der Produktivität geführt. Zusätzlich hat VoIP die Tür aufgestoßen, um neue und zum Teil erhebliche Wertschöpfungspotenziale zu erschließen: Die Integration von Anwendungen und Prozessen in die tägliche Kommunikation. Angefangen hat das freilich schon vor VoIP - z.B. durch die Nutzung von Compu-

## Konvergente Netze konsequent nutzen

ter Telephony Integration (CTI), die im einfachsten Fall das Wählen von Telefonnummern aus Kontaktdatenbanken heraus erlaubt. Richtig eingesetzt kann CTI nicht nur in einem großen Call Center erhebliche Wertschöpfungspotenziale, beispielsweise durch das Anzeigen der jeweils hinterlegten Kundendaten beim Anruf des Kunden, das automatische Verbinden zu immer demselben Ansprechpartner („One Face to the Customer“) und viele andere, erhebliche Verbesserungen erzielen. Wirkliche Einsparpotenziale sind hingegen erst dann zu erreichen - da sind sich zumindest Microsoft, Cisco & Co. einig - wenn Geschäftsprozesse in einem Unternehmen automatisiert werden und nicht mehr warten müssen, bis alle zuständigen Mitarbeiter zusammengekommen sind. Prozesse werden damit erheblich beschleunigt und langfristig zu „Echtzeit-Prozessen“.

### Unified Communications

Ein erster Schritt in diese Richtung ist z.B. der Presence Server von Cisco, der u.a. das lästige Suchen nach der Rufnummer überflüssig machen soll, unter der ein gewünschter Gesprächspartner aktuell erreichbar ist. Das funktioniert derzeit zwar nur ansatzweise z.B. aufgrund zuletzt geführter Telefonate oder hinterlegter Profile, aber künftig wird aufgrund der zunehmenden Integration von mobilen Endgeräten sicherlich ein höherer Bedienkomfort zu erwarten sein. Der Presence Server wird dann auf Terminkalender zugreifen können und möglicherweise auch aus dem Verhalten eines Teilnehmers lernen, wo er sich zu welcher Uhrzeit regelmäßig befindet und für wen er dann auf welchem Weg erreichbar sein will.

In manchen Ohren mögen diese Aussichten zunächst wie ein Orwellscher Alptraum klingen: Ein weiterer Schritt in die ständige Verfügbarkeit für das Unternehmen, ein noch größerer Zwang, immer erreichbar sein zu müssen. Auf der anderen Seite bieten sich damit aber erhebliche Vereinfachungen im täglichen Berufsleben. Wer kennt die Situation nicht, dass man einen Kollegen dringend erreichen muss, auf drei verschiedene Mailboxen spricht, SMS verschickt und ggf. noch andere Kommunikationskanäle vergeblich nutzt. Im schlechtesten Fall stört man den Gesuchten dann gerade in einem Kundengespräch. Hier sind technische Lösungen gefragt, die weniger aufdringlich und der jeweiligen Situation des Kommunikationspartners angepasst sind.

Die Anfänge dieser Technik liegen bereits zwei Jahrzehnte zurück. Unter dem Schlagwort Unified Messaging wurde der

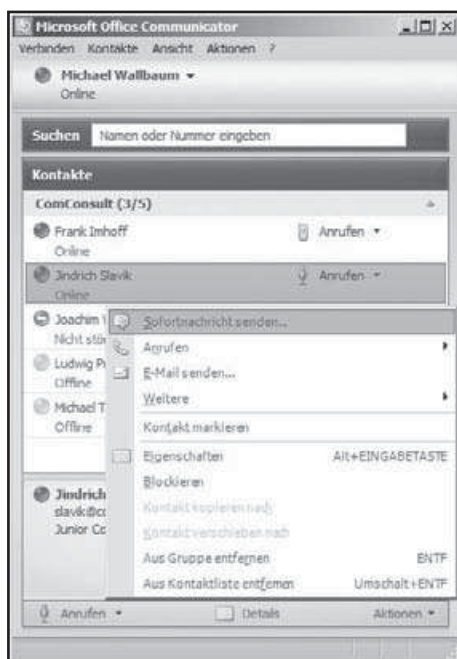


Abbildung 1: Microsoft Office Communicator - Präsenz, Instant Messaging, VoIP und CTI in einer Anwendung

Email-Posteingang zur Sammelstelle für Faxe und Nachrichten von der Voice-Mailbox. Die nun in den Unternehmen eingeführten konvergenten Netzinfrastrukturen ermöglichen es erstmals diesen Weg - jetzt unter dem Begriff Unified Communications - konsequent fortzuschreiten. Alle Kommunikationskanäle (Telefon, SMS, Email, Instant Messaging und Fax) lassen sich über eine einheitliche Schnittstelle verwalten und nutzen. Das Handy weist einen auf eingehende Emails hin, Anrufer können dezent per Mausklick mit einer passenden Sprachnachricht vertröstet werden und der integrierte Instant Messenger weiß, dass der Kollege gerade in einem Telefongespräch ist. Die Grenzen, der bisher strikt voneinander getrennten Kommunikationstechnologien sind dabei zu verschwimmen.

### Kollaboration statt Konfusion

Während sich im heutigen Unternehmensalltag aufgrund der fehlenden Anwendungsintegration schon bei der Kommunikation zwischen zwei Personen hinreichend hohe Hürden aufstellen, potenzieren sich die Probleme, wenn es um die Teamkommunikation geht. Trotz der bereits erwähnten Probleme traditioneller Konferenzsysteme bereitet die Durchführung von verteilten Meetings noch die geringsten Schwierigkeiten. Web Conferencing Lösungen werden von mehr als drei Dutzend Herstellern angeboten und haben nur noch wenig gemein mit den exor-

bitant teuren, fest installierten ISDN-Video-konferenzsystemen der Vergangenheit. Die meisten Systeme bieten ein ausgefeiltes Konferenzmanagement, Application Sharing, Aufzeichnungsfunktionen und unterstützen die Nutzer schon bei der Vorbereitung eines Meetings z.B. durch das Verteilen der benötigten Präsentationen und Dokumente. Sicherlich lassen sich nicht alle Meetings auf diese Weise durchführen, da der persönliche Kontakt weiterhin wichtig bleibt. Konsequent genutzt lassen sich mit Web Conferencing Systemen dennoch erhebliche Einsparungen und Produktivitätssteigerungen erzielen, da nicht nur die Reisekosten entfallen, sondern auch die freigewordene Reisezeit sinnvoll genutzt werden kann. Konvergente Netze machen es möglich.

Licht und Schatten liegen bei der Zusammenarbeit in Teams jedoch dicht beieinander. In vielen Unternehmen basiert die gemeinsame Arbeit an Dokumenten immer noch auf dem Austausch von Emails. Das Ergebnis kennt jeder: eine explosionsartige Vermehrung von Dateien, die zum einen schwer in den Griff zu bekommen ist und zum anderen unnötig Ressourcen verschwendet. Ein gemeinsamer Projektordner auf einem Dateiserver beschränkt zwar die Anzahl der erzeugten Dateien, verlangt von den Beteiligten aber dennoch viel Disziplin und Abstimmungsarbeit, um ein Versionschaos zu vermeiden. Hinzu kommt, dass dieser Ansatz aufgrund von Sicherheitsrichtlinien in der Regel keine Lösung für die Einbindung externer Projektmitarbeiter ist. Die zunehmende Verbreitung von Shared-Workspace-Systemen, wie z.B. IBM Quickplace, Microsoft Sharepoint, Groove und BSCW, erleichtert die Teamarbeit in diesem Punkt erheblich. Solche Systeme unterstützen die Kommunikation, Koordination und Kooperation innerhalb von Teams und bieten u.a. eine zentrale Dokumentenablage, oft auch mit einfachen Möglichkeiten der Versionierung sowie eine gemeinsame Verwaltung von Aufgaben, Terminen und Kontakten.

Aber auch hier hapert es wieder an der Anwendungsintegration: So werden z.B. die persönlichen Kalender nicht automatisch mit dem Teamkalender synchronisiert, so dass sich der Einzelne nur mit Mühe (oder auch gar nicht) eine Gesamtsicht über seine Termine verschaffen kann. Dies gilt besonders dann, wenn jemand - alles andere als ungewöhnlich - in mehreren Projekten gleichzeitig involviert ist. Und es gilt natürlich noch viel mehr, wenn, wie in einigen Großunternehmen, verschiedene Projekte unterschiedliche Systeme mit individuellen Menüstrukturen, Features, Oberflächen, Schnittstellen

## Konvergente Netze konsequent nutzen

usw. nutzen. Hinzu kommen noch die typischen Eigenschaften dieser üblicherweise webbasierten Systeme: eine gewisse Trägheit, die Notwendigkeit Webseiten regelmäßig neu zu laden, um den aktuellen Zustand sichtbar zu haben, eine oft nur rudimentäre Einbindung in die Benutzerverwaltung usw.. Microsofts Neuerwerbung Groove ist in diesen Punkten eine rühmliche Ausnahme, da es mit einem nativen Client arbeitet. Allerdings sieht es derzeit so aus als ob ausgerechnet die erste Microsoft-Version von Groove bezüglich der Integration mit Office-Produkten hinter die Vorgängerversion zurückfällt. Eine (wohlwollende) Strategie lässt sich dahinter nicht erkennen.

## Suggestion oder Mehrwert?

Alles in allem ist diese Situation für die Benutzer zumindest unerfreulich und es stellt sich die Frage ob Kollaborationssysteme zurzeit wirklich so hilfreich sind, wie von den Marketing-Abteilungen der Hersteller suggeriert. Ihr volles Wertschöpfungspotenzial werden Sharepoint und Co wohl erst in kommenden Versionen erreichen, wenn sie ihre Kinderkrankheiten überwunden haben und nahtlos in die Kommunikationsinfrastruktur der Unternehmen eingebunden sind. Ein Teil der hierfür notwendigen Technologiebausteine sind bereits verfügbar bzw. werden auch schon eingesetzt: Ajax, WebDAV, RSS und Web Services sind elementare Bestandteile künftiger Kommunikations- und Kollaborationssysteme in Unternehmen. Bald werden die Benutzer kaum einen Unterschied zwischen webbasierten und nativen Anwendungen erkennen, Kalender können abonniert werden, um so private, geschäftliche und Teamtermine in einem Kalender zusammenzuführen, und Kollegen lassen sich per Mausklick direkt aus einem Dokument heraus über das richtige Medium kontaktieren. Der Sand aus dem Getriebe heutiger Projektarbeit wird damit sicherlich zu großen Teilen weggeblasen.

Die oben genannten Beispiele verdeutlichen den Mehrwert der Neuerungen hauptsächlich aus Benutzersicht. Aus der Sicht des Unternehmens bietet jedoch vor allem der umfassende Einsatz von Web Services viel weiter reichende Vorteile. Während VoIP die Einführung konvergenter Netzinfrastrukturen forciert hat, werden Web Services die Konvergenz der Dienste vorantreiben und damit ein erhebliches Potenzial zur Rationalisierung und Produktivitätssteigerung freilegen. Dienste im Unternehmensnetz werden in ihre Komponenten zerlegt und dann je nach Bedarf neu zusammengefügt – die in letzter Zeit viel diskutierte Mashups des Web

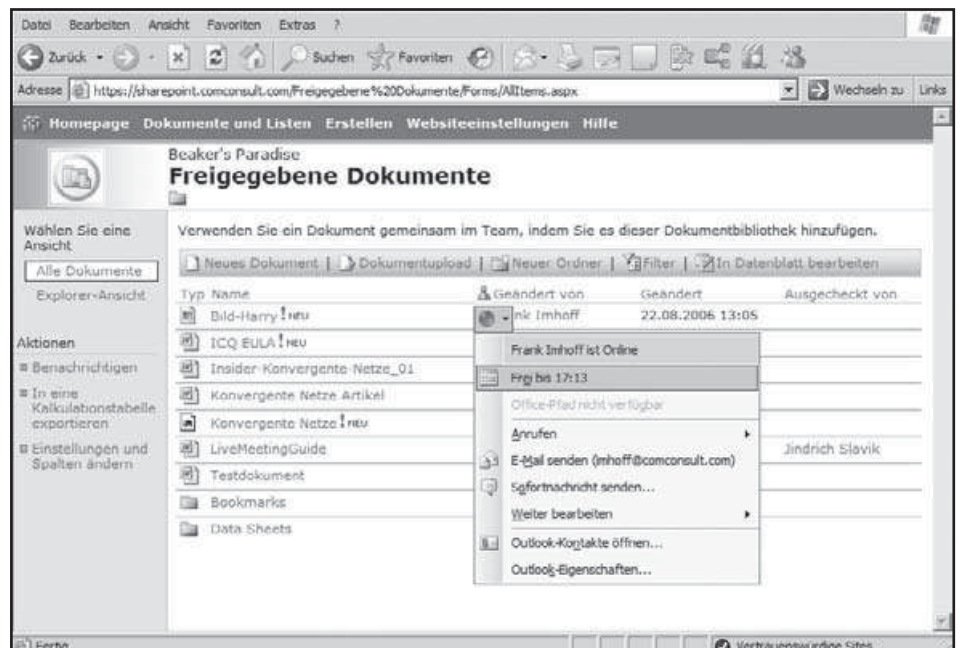


Abbildung 2: Integration von Office Communicator mit Sharepoint

2.0 machen dies nahezu spielerisch vor. Durch Web Services lassen sich zentrale Unternehmensdienste, also z.B. Dateiserver und Adressdatenbanken, konsolidieren und verkapseln. Somit werden Redundanzen und Inkonsistenzen vermieden und die vorhandene Hardware effizienter genutzt. Eine Datei kann z.B. von einem BSCW-Nutzer auf dem gemeinsam genutzten Dateiserver abgelegt werden, um dann von einem Quickplace-Nutzer ausgecheckt und weiterverarbeitet zu werden. Selbstverständlich geht die Idee von Web Services weit über Kollaborationssysteme hinaus und bietet Vorteile für die gesamte IT-Infrastruktur eines Unternehmens.

## Nach Hause telefonieren...

Aber nicht nur im Rahmen von Projekten gewinnt die Anbindung mobiler und externer Mitarbeiter an die Unternehmensnetze zusehends an Bedeutung. Notebooks, PDAs und UMTS-Datenkarten gehören in vielen Unternehmen mittlerweile zur Standardausrüstung des Personals. Unter dem Begriff Fixed-Mobile-Convergence wird eine Reihe von Lösungen angeboten, die eine nahtlose Integration des mobilen Personals an die eigene Infrastruktur ermöglichen. Ein einfaches Beispiel sind Softphones, die das Notebook zum Telefon umfunktionieren und die einfache Erreichbarkeit unter einer Nummer gewährleisten. Eine weite Verbreitung haben inzwischen auch Management-Systeme für mobile Endgeräte gefunden, die eine zentral gesteuerte Administration der z.T. äußerst heterogenen Geräteparks erlauben. Die Unterstützung mobiler Endgerä-

te und ihrer Nutzer darf sich aber letztlich nicht auf die Bereitstellung spezieller Tools beschränken, sondern muss sich durch die gesamte Kommunikationsinfrastruktur ziehen, da es einen erheblichen Unterschied macht, ob man an das Unternehmensnetz angebunden ist oder nicht. Als einfaches Beispiel sei hier die Möglichkeit genannt, Inhalte von Shared-Workspace Systemen auch offline einzusehen und zu bearbeiten. Microsofts Sharepoint wird diese Funktionalität erst mit der kommenden Version bereitstellen. Bis jetzt muss jeder Projektmitarbeiter seine Arbeitsbereiche - zeitraubend und fehlerbehaftet - manuell synchronisieren.

## Teufel im Detail

Die Beispiele aus der täglichen Praxis haben gezeigt, dass Unified Communications Lösungen, bzw. eine Integration der verschiedenen Kommunikations- und Kooperationsanwendungen, überaus wünschenswert und sinnvoll sind. Allerdings finden sich bei kritischer Betrachtung auch einige Aspekte der Integration, die zumindest mittelfristig Probleme aufwerfen können. Wie so oft liegt der Teufel im Detail. Schon beim Aufbau einer konvergenten Netzarchitektur, die erst die Voraussetzungen für die Anwendungsintegration schafft, stellt sich die Frage, in welcher Weise die verschiedenen Anwendungsdomänen logisch getrennt werden sollen. Gleichzeitig muss die Organisation überdacht und an die gemeinsame Nutzung einer Kommunikationsinfrastruktur angepasst werden. Die Verantwortung für den reibungslosen Betrieb eines konvergenten

## Konvergente Netze konsequent nutzen

Netzes ist groß: Fiel früher das Datennetz für eine Stunde aus, wurde die Zeit mit der Erledigung aufgeschobener Telefonate genutzt. Der Ausfall eines konvergenten Netzes bedeutet in letzter Konsequenz aber auch den Ausfall aller Anwendungen: Telefon, Fax, Email, Instant Messaging, Rauchmeldeanlage, Schließsysteme etc.. Sicherlich ist bei einem gut strukturierten Netz die Wahrscheinlichkeit für solch einen GAU verschwindend gering, aber im Fall der Fälle sollte man als Verantwortlicher eine sehr gute Erklärung parat haben.

In gleicher Weise kann die Zusammenstellung einer integrierten Kommunikationsumgebung Kopfzerbrechen bereiten, insbesondere dann, wenn bestehende Investitionen geschützt werden müssen. Die durchgängige Verwendung von Ethernet und IP sowie die Existenz von Standards für nahezu alle relevanten Schnittstellen bedeutet noch lange nicht das Ende der babylonischen Protokollvielfalt auf der Transport- und Anwendungsschicht. Zum einen gibt es für viele Schnittstellen konkurrierende Standards, z.B. bei Signalisierungsprotokollen (SIP und H.323) und beim Instant Messaging (SIMPLE und XMPP). Zum anderen werden Standards unterschiedlich ausgelegt und implementiert. So hat sich Microsoft beim Live Communication Server für eine standardkonforme Variante des Transports von SIP-Nachrichten entschieden, die de facto von kaum einem anderen Hersteller unterstützt wird. Dies kann als Fortsetzung der langen Tradition Microsofts gewertet werden, durch Inkompatibilitäten die eigene Kundschaft zu binden. Diese Situation ist vor allem deshalb problematisch, weil kein einzelner Anbieter eine Produktpalette bereithält, die den Bereich der Kommunikations- und Kooperationssysteme vollständig abdeckt. Die Portfolios der klassischen Hersteller von Netzwerkkomponenten (Cisco, Siemens, Avaya) enthalten nahezu alle Produkte in denen Echtzeitkommunikation eine Rolle spielt. Klassische Teamkollaborationssysteme fehlen allerdings. Umgekehrt haben die großen Softwarehäuser (IBM, Microsoft, ...) fast alles im Angebot - außer TK-Anlagen.

Aber auch wenn die Integration eines Systems einmal geglückt ist, können Updates einzelner Komponenten die fein ausbalancierte Gesamtarchitektur aus dem Lot bringen. Gefragt ist hier ein kontrolliertes Release-Management, das alle Abhängigkeiten zwischen den Einzelkomponenten, wie Telefonanlagen, Mailservern, Presence-Systemen, usw., kennt und berücksichtigt. Dabei muss von Beginn an mit Weitsicht geplant werden, denn im Extremfall kann mangelnde Produktpflege bei einer einzelnen Komponente die Pflege und

Fortentwicklung der gesamten Kommunikationsumgebung zum Stillstand bringen. Solche grundsätzlichen Überlegungen werden erschwert durch die teilweise undurchsichtigen Strategien der Marktteilnehmer. Einige Anbieter haben offensichtlich keine klare Vorstellung der Zukunft und bewerben gleich mehrere Produkte für denselben Zweck. Als Beispiel sei hier Microsoft mit seinen Produkten Sharepoint und Groove genannt. Bei anderen ist wiederum nicht klar ob und in welcher Weise Produktlinien weiter entwickelt werden: als Beispiele seien hier Ciscos Skinny Protokoll, IBMs Domino Suite und die Siemens Hipath-Anlagen genannt.

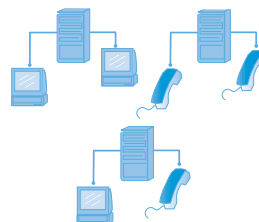
### Mittel zum Zweck

Unabhängig von diesen (lösbaren) Problemen: Sun Microsystems jüngste Entscheidung einen Großteil der Unternehmensgebäude in Deutschland abzustößten und ca. 900 Mitarbeiter zum permanenten Home Office zu verpflichten, macht deutlich wohin die Reise geht. Der Trend zur Flexibilisierung und weiteren Steigerung der Mitarbeiterproduktivität wird deutlich verschärft. Erreicht werden soll dies u.a. durch eine Rationalisierung der Geschäftsprozesse, eine effizientere Kommunikation, die bessere Unterstützung der Arbeit von Projektteams und eine transparente Einbindung mobiler Mitarbeiter in die Unternehmenskommunikation. Als Mittel zum Zweck sind konvergente Netze und darauf aufbauende integrierte Kommunikationssysteme somit zwingend erforderlich. Die IT-Verantwortlichen sollten demnach entsprechende

Systeme in ihren Investitionsplänen vorsehen und müssen ggf. für die notwendigen Voraussetzungen sorgen. Ein Fortbestehen oder gar ein Ausufern des Wildwuchses monolithischer Shared Workspace Systeme, Kommunikationsplattformen und -Tools, wie er vor allem bei großen Unternehmen zu beobachten ist, ist nicht sinnvoll durchzuhalten. Vielmehr werden sich zunächst Lösungen herauskristallisieren, die entweder Microsoft Exchange oder IBM Domino/Notes mit weiteren Elementen von Unified Communications kombinieren - womit schon eine Vorentscheidung für die meisten Unternehmen getroffen sein sollte. Der dritte Weg ist freilich der von Cisco und damit wird es zu einer Frage der Strategie für die Unternehmen, die bisher eine klare Fokussierung auf Cisco vorangetrieben haben. Mittelfristig sollte jedoch das Ziel eine sinnvolle und standardisierte Aufteilung der Unternehmensdienste in Komponenten sein, die eine Festlegung auf einen Hersteller gar nicht erst erforderlich macht - dieser Trend steckt aber leider noch in den Kinderschuhen.

Alle, bisher womöglich massiv heterogenen Kommunikationslösungen und -anlagen unter einen Hut zu bekommen und gleichzeitig die alten Systeme möglichst nahtlos übernehmen zu können, stellt eine Herausforderung dar, die je nach Größe des Unternehmens z.T. beachtliche Ausmaße annehmen wird. Früh genug damit zu beginnen, könnte überlebensnotwendig werden. Die IT-Abteilungen werden also im Mittelpunkt der Entwicklungen der nächsten Jahre bleiben, so viel ist sicher.

## Seminar



### Konvergente Netze 27.11. - 29.11.06 in Bonn

Im diesem 3-tägigen Seminar werden sowohl die Einflüsse der Konvergenzfelder und Technologien auf das Design der Unternehmensnetze diskutiert, als auch die Potenziale, die sich daraus ergeben.

Das Seminar wendet sich sowohl an Entscheider, als auch an die Anwender, um über Probleme und Lösungsmöglichkeiten, kommende Trends, Anforderungen und Anwendungsgebiete zu informieren, frühzeitig Defizite aufzudecken und Kostenfallen zu vermeiden.

Referenten: Dr. Frank Imhoff, Dr. Michael Wallbaum  
Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

Neuer Kongress

# Trouble-Shooting Forum 2006

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 23. - 25. Oktober erstmalig ihren neuen Kongress „Trouble-Shooting Forum 2006“ in Neuss.

Leider laufen Netzwerke, Applikationen und Sicherheits-Infrastrukturen nicht immer so wie sie es im Idealfall sollen. Dabei gehören Totalausfälle noch zu den „angenehmen“ Störungen. Schlimmer sind Performance-Probleme und generell sporadisch auftretende und nur schwer reproduzierbare Störungen. Mit der immer weiter zunehmenden Abhängigkeit der Unternehmen von IT und Netzwerken ist deshalb das Thema Trouble-Shooting zu einem Top-Thema geworden.

Mit dem ComConsult Trouble-Shooting-Forum 2006 bieten wir die Top-Veranstaltung für Betreiber von Netzwerken und vernetzten Systemen im zweiten Halbjahr. Wir greifen die aktuellsten Trends und Betriebsprobleme auf und zeigen, wie Sie Ihr vernetztes Umfeld noch optimaler betreiben können.

Erfahren Sie auf diesem Forum

- Wie arbeiten die Top-Profis, welche Hilfsmittel setzen sie ein, welche Fehlersuche-Strategien haben sich bewährt?
- Welche Erfahrungen haben ausgewählte Anwender mit speziellen Tool- und Bearbeitungs-Strategien gemacht? Was kann man daraus lernen?

Die typischen Störungen in Netzwerken und vernetzten Systemen verändern sich. Totalausfälle werden immer seltener. Der Störungstyp mit den größten Zuwachsraten sind instabile Netzwerk-Anwendungen bzw. Anwendungen mit schwankender Performance. Parallel nimmt die Zahl der Anwendungen zu, die interne Funktionsabhängigkeiten über verteilte Netzwerk-Ressourcen haben. Da auch immer neue Anwendungsbereiche ins Netzwerk kommen, wird die Analyse zunehmend schwieriger. Nicht selten stößt die Fehlersuche auch an organisatorische Grenzen, da verschiedene Abteilungen für die betroffenen Technologiebereiche zuständig sind.

Wir haben folgende Kernbereiche in den Mittelpunkt dieses Top-Forum gestellt:

- Mit der zunehmenden Zahl von Anwendungen in Netzwerken nimmt die Zahl der angebotenen Tools immer weiter



zu. Dabei werben alle Anbieter mit der Unverzichtbarkeit der Tools. Für den Betreiber entsteht eine schlicht unbeherrschbare Toolvielfalt, die den sowie so vorhandenen historischen Tool-Zoo ergänzt.

Wir analysieren für Sie auf dem Forum: welche Tools braucht man wirklich, womit arbeiten die Profis, wie sieht der kleinste gemeinsame Nenner aus?

- Mit der Veränderung der typischen Störungen geht die zunehmende Schwierigkeit einher, die Ursache einer Störung der auslösenden Technologie zuzuordnen zu können. Bei abteilungsübergreifenden Betriebsorganisationen der Effizienz-Gau überhaupt.

Wir analysieren für Sie und geben Erfahrungsberichte aus Projekten und von ausgesuchten Anwendern: wie kann die Ursache eines Fehlers am schnellsten dem auslösenden Bereich zugeordnet werden? Wie geht man mit Technologie-übergreifenden Anwendungen um?

Dieser Kongress wird folgende Schwerpunktthemen beinhalten:

- Fehlersuche-Trends 2006
- Hausgemachte Fehler vermeiden
- IP-Telefonie professionell betreiben
- Microsoft Active Directory, Fehler erfolgreich erkennen und beheben
- Security Incident Response: Sicherheits-Alarme gezielt beherrschen
- Last- und Stresstests - die Simulation des Worst-Case
- Transparenz für Speichersysteme, aktuelle Mess- und Analysetechnik

- Die Rund-um-die-Uhr-Erreichbarkeit hat ihre Tücken
- Was im WLAN alles schief gehen kann
- Standortbestimmung mit WLAN

Workshop-Themen

- Thema 1: Tipps und Tricks zu Windows Active Directory
- Thema 2: Last- und Stresstests
- Thema 3: Fallstricke bei der WLAN-Messtechnik
- Thema 4: Analyse von Anwendungen in der Praxis

In der Mischung aus Vorträgen und dem anschließenden Workshop-Tag bieten wir Ihnen die ComConsult-Top-Veranstaltung des Jahres zur Fehlersuche und zur Optimierung Ihres Betriebs. Versäumen Sie nicht, sich rechtzeitig einen Platz zu sichern.

Die Moderation der Veranstaltung erfolgt durch Dr.-Ing. Joachim Wetzlar. Er ist seit mehr als 10 Jahren Senior Consultant der ComConsult Beratung und Planung GmbH. Er leitet dort das Competence Center „Trouble-Shooting und Messtechnik“ 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.

Die Kongressteilnehmer haben die Möglichkeit, die in diesem Jahre erschienene Technologie-Studie „Fehlersuche in konvergenten Netzen“ zum vergünstigten Teilnehmer-Preis zu erwerben.

Dieser Report gibt einen vollständigen Leitfaden zur systematischen Fehlersuche mit einer umfangreichen Bewertung verfügbarer Hilfsmittel. Dieses umfassende Werk behandelt alle Aspekte der Fehlersuche in kabelgebundenen Netzwerken, von der Messung physikalischer Kabel über Besonderheiten in Ethernet-, Switching- und TCP/IP-Netzen, Spezialitäten im Windows-Umfeld, Messung und Bewertung von Applikationen mit besonderer Berücksichtigung der Applikation „Sprache“ bis hin zur Bewertung aktueller Werkzeuglösungen zwischen Kabelmessgerät und Open-Source-Software.

Programmübersicht - Trouble-Shooting Forum 2006

**Montag, den 23.10.2006**

**Fehlersuche-Trends 2006**

- Aktuelle Trends auf dem Markt der Analysetechnik
- Open-Source, eine Alternative bei den Analyse-Tools
- WLAN, SAN, VoIP, Video und Co. haben neue Werkzeuge generiert: Was wird wirklich benötigt?
- Konvergente Netze fordern konvergentes Know-how: Was muss man wirklich wissen?
- Reibungsverluste vermeiden und Ende-zu-Ende-Verantwortung übernehmen

*Dr.-Ing. Joachim Wetzlar,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Die Rund-um-die-Uhr-Erreichbarkeit hat ihre Tücken**

- Klein, leicht und noch nicht ausgereift, die Hardware mobiler Endgeräte
- Fußangeln bei Software-Installation und Firmware-Update
- Viren und Spyware auf mobilen Endgeräten
- Drahtlose Kommunikation ist anders: Effekte im Umfeld von UMTS, GPRS, Bluetooth und WLAN
- Wie wirken sich Laufzeit und Paketverluste der Funkstrecke auf die Kommunikation aus?
- Sicherer Einsatz mobiler Endgeräte, der Teufel steckt im Detail!

*Dr. Frank Imhoff,*

*ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**IP-Telephonie professionell betreiben**

- Alles ist grün und doch hat der Anwender Probleme - die Misere der Management-Werkzeuge
- Erfahrungen aus der Betriebspraxis: Bestimmte Probleme kann kein Werkzeug der Welt lösen
- Sind Sprachqualität, Delay und Jitter wirklich ein Thema?

- Wie werden Probleme behoben? Erfahrung ist durch nichts zu ersetzen
- Ordnung ist das halbe Leben - Erfolg durch Dokumentation und gute Vorbereitung
- Fehlervermeidung durch automatisiertes Konfigurations- und Change-Management

*Karl-Heinz Hommen-Menz,  
RZF-NRW*

**Security Incident Response: Sicherheits-Alarme gezielt beherrschen**

- Sicherheitsvorfälle gefährden Unternehmen, was tun?
- Klassifizierung von Sicherheitsvorfällen
- Erkennen von Sicherheitsvorfällen - Werkzeuge und Methoden
- Die richtige Vorgehensweise ist der Schlüssel zum Erfolg
- Ein Vorgehensmodell für das Incident-Handling
- Praktische Erfahrungen mit Security Incident Handling

*Sven Schumann,  
HUK Coburg*

**Standortbestimmung mit WLAN**

- Grundlagen: Standortbestimmung mit Funkpeiler, GPS & Co.
- Wie funktioniert die Standortbestimmung im WLAN?
- Welche Genauigkeit lässt sich erzielen?
- Wofür braucht man das? Aktuelle Projektbeispiele
- Verlässlich oder nicht? Erfahrungen aus der Praxis

*Dr. Michael Wallbaum,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Dienstag, den 24.10.2006**

**Last- und Stresstests - die Simulation des Worst-Case**

- Abnahme zur Qualitätssicherung von Services, typisches Abnahmeverfahren für neue Anwendungen
- Last- und Stresstests im Abnahmeverfahren
- Vorgehensweise bei Last- und Stresstests
- Werkzeuge und Testautomatisierung
- Erfahrungsbericht: Warum Last- und Stresstests wirklich nützlich sind

*Michael Rogosch,  
Vodafone*

- sungen durch?
- Neue Anwendungen einführen und sich dann über Probleme und Störungen ärgern, muss das sein?
- Ansätze und Beispiele aus der ComConsult-Praxis: Protokolle erst verstehen und dann passend zur Aufgabe nutzen
- Der Netzwerk-TÜV“ für Anwendungen: die Messung davor erspart Ärger und Folgekosten danach.

*Oliver Flüs,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Transparenz für Speichersysteme, aktuelle Mess- und Analysetechnik**

- Trouble-Shooting im SAN
- Fehlerprävention durch SAN-Monitoring
- Produktbeispiele
- TAP versus Port-Mirror in der Praxis
- Mess- und Analyseergebnisse aus Live-Netzen

*Jan Bartels,  
MEN@NET*

**Was im WLAN alles schief gehen kann**

- EAP: Authentifiziert und doch keine Verbindung
- Die Tücken des Windows-Clients
- Wireless VLAN, oder wie man Netzprobleme auf die Luft ausweitet
- Welche Messtechnik wird wirklich benötigt?
- Berichte aus der ComConsult-Trouble-Shooting-Praxis

*Dr. Simon Hoff, Dr.-Ing. Joachim Wetzlar,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Hausgemachte Fehler vermeiden**

- Change-Management Hauptsache schnell? Mögliche Seiteneffekte beachten
- Nach dem Wartungsfenster ist vor der Störung: Läuft wirklich alles am Morgen danach? Hier heißt es wachsam sein ...
- Verkürzung der Störungsdauer durch gute Vorbereitung und Dokumentation
- Es macht doch jeder was er will: wie setzt man Standardlö-

**Microsoft Active Directory, Fehler erfolgreich erkennen und beheben**

- Wie werden Fehler entdeckt?
- Schritte zur Fehlerdiagnose
- Wissen ist Macht - Informationsquellen richtig nutzen
- Typische Fehler und ihre Behebung, Beispiele aus der Praxis
- Wichtige Vorsorgemaßnahmen zur Fehlervermeidung

*Markus Holländer, Michael van Laak,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

Programmübersicht - Trouble-Shooting Forum 2006

Mittwoch, den 25.10.2006 - Workshoptag (Bitte wählen Sie bei der Anmeldung einen Workshop aus!)

**Thema 1:**

**Tipps und Tricks zu Windows Active Directory**

- Was ist zu beachten und was passiert, wenn man´s vergisst?
- Durchblick im Tool-Dschungel
- Beispiele aus der Praxis und Übungen

*Markus Holländer, Michael van Laak,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Thema 2:**

**Last- und Stresstests**

- Empirix: eLoad
- IXIA: Chariot
- Spirent: Landslide, etc.
- Alcatel: ITE
- Henkel-TK

*Dr. Simon Hoff,  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Thema 3:**

**Fallstricke bei der WLAN-Messtechnik**

*Markus Allelein, Sven Ossendorf  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**Thema 4:**

**Analyse von Anwendungen in der Praxis**

- Applikationen auf dem Prüfstand:  
Vorhersage von Flaschenhälsen
- Bandbreite ist nur die halbe Miete:  
Die Laufzeit als begrenzender Faktor
- Erarbeiten einer Vorgehensweise für die Antwortzeitanalyse
- Analyse von Beispiel-Traces

*Dipl.-Ing. Oliver Flüs, Sven Ossendorf  
ComConsult Beratung und Planung GmbH*

Der Veranstalter behält sich Änderungen im Programm vor!

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

# Anmeldung Trouble-Shooting Forum 2006

- Ich buche den Kongress **Trouble-Shooting Forum 2006** vom 23. - 25.10.06 in Neuss
- mit Report „Fehlersuche in konvergen-ten Netzen“ zum Preis von € 338,- zzgl. MwSt.
- ohne Report
- mit Workshop (am letzten Tag) - bitte wählen Sie ein Thema aus:
- Thema 1: Tipps und Tricks zu Windows Active Directory
- Thema 2: Last- und Stresstests
- Thema 3: Fallstricke bei der WLAN-Messtechnik
- Thema 4: Analyse von Anwendungen in der Praxis zum Preis von € 1.990,- zzgl. MwSt.
- ohne Workshop (am letzten Tag) zum Preis von € 1.590,- zzgl. MwSt.

Kongress inklusive Technologie-Report „Fehlersuche in konvergen-ten Netzen“

Dieser Report gibt einen vollständigen Leitfaden zur systematischen Fehlersuche mit einer umfangreichen Bewertung verfügbarer Hilfsmittel. Dieses umfassende Werk behandelt alle Aspekte der Fehlersuche in kabelgebundenen Netzwerken, von der Messung physikalischer Kabel über Besonderheiten in Ethernet-, Switching- und TCP/IP-Netzen, Spezialitäten im Windows-Umfeld, Messung und Bewertung von Applikationen mit besonderer Berücksichtigung der Applikation „Sprache“ bis hin zur Bewertung aktueller Werkzeuglösungen zwischen Kabelmessgerät und Open-Source-Software.

Bei Buchung diese Kongresses zahlen Sie für diesen Report statt regulär € 398,- nur € 338,- (alle Preise zzgl. MwSt.)

- Bitte reservieren Sie für mich ein Hotelzimmer vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 06

_____ Vorname	_____ Nachname
_____ Firma	_____ Telefon/Fax
_____ Straße	_____ PLZ, Ort
_____ eMail	_____ Unterschrift

 Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

# Enterprise WLANs erfolgreich planen und betreiben

Der Technologie-Report zeigt aktuelle Konzepte für den effektiven und effizienten Einsatz von WLANs, wie Controller-basierte Architekturen hierbei helfen und liefert einen vollständigen Überblick der aktuellen Herstellerlösungen und ihrer Produkte. Lesen Sie im Folgenden eine kurze Leseprobe.

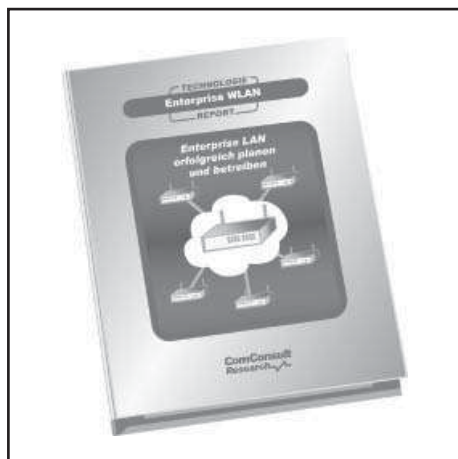
## 3.1.7 Produktsituation für IEEE 802.11a und IEEE 802.11h

Obwohl der Standard IEEE 802.11h im September 2003 verabschiedet wurde, hat es bis zum Frühjahr 2005 gedauert, bis die Wi-Fi Alliance auch eine Zertifizierung für IEEE 802.11h angeboten hat. Diese Zertifizierung ist im Gegensatz beispielsweise zur WPA-Zertifizierung optional. Daher gibt es diverse Produkte, welche zwar die Funktionen DFS und TPC (gemäß den Vorgaben in EN 301 893) implementiert haben aber nicht explizit mit dem Standard IEEE 802.11h werben oder gar zertifiziert sind.

Als Beispiel können hier Produkte dienen, die auf dem Atheros AR5002AP-2X Chipset basieren. Dies ist ein Dual Band Chipset, der sowohl IEEE 802.11b und IEEE 802.11g als auch IEEE 802.11a unterstützt und mit der Implementierung von TPC und DFS den Vorgaben von EN 301 893

Allgemein kann die Produktsituation für IEEE 802.11a wie folgt bewertet werden:

- Sofern nur Notebooks oder PCs mit WLAN versorgt werden müssen (typisches Büroszenario), sind genügend Produkte mit IEEE 802.11a verfügbar. Sind DFS und TPC implementiert (besser IEEE 802.11h) kann hier eine flächendeckende Versorgung mit hoher Kapazität geschaffen werden.
- Die Anbindung von Druckern ist ein Problembereich. Stand Sommer 2005 sind keine Produkte mit Wi-Fi-Zertifikat für IEEE 802.11a in den Bereichen Wireless Printer und Printer Server verfügbar.
- VoIP WLAN-Handsets sind für den 5-GHz-Bereich nicht verfügbar. Es gibt lediglich Ankündigungen.
- Für (fast) alle Kleingeräte (z.B. PDAs) und Spezialgeräte gilt, dass sie (noch) nicht den 5-GHz-Bereich unterstützen.



und den (europäischen) Regulierungsaufgaben genügt. Weitere Beispiele sind die Produkte des Herstellers LANCOM. LANCOM gehört zu den Herstellern, die seit Jahren dem 5-GHz-Bereich eine strategische Bedeutung beimessen und die frühzeitig Produkte auf den Markt gebracht haben, die den Vorgaben der Regulierung so entsprechen, dass auch alle 19 Kanäle bei 5 GHz effektiv genutzt werden können. Stand Anfang November 2005 sind von der Wi-Fi Alliance lediglich Produkte der Hersteller Cisco, Gemtek, Intel, NEC und Sony nach IEEE 802.11h zertifiziert.

Bei Cisco handelt es sich um die Access Points (bzw. Radiomodule) der Airo-

net-1200-Serie, um den Aironet 1240AG Access Point und um den Cisco 1800 WLAN-fähigen Router. Von Intel sind die MiniPCI-Adapter vom Typ PRO/Wireless 2915ABG zertifiziert. Der Hersteller Gemtek bietet einen Access Point mit IEEE 802.11h an. Bei NEC und Sony handelt es sich um Module für Notebooks.

Als Gradmesser zeigt Abbildung 3.18 eine Statistik der Wi-Fi-Zertifizierungen in verschiedenen Spezialproduktkategorien für die einzelnen Übertragungsstandards IEEE 802.11a/b/g. Dabei wird die beherrschende Rolle des 2,4-GHz-Bereichs, was die Produktverfügbarkeit anbelangt, deutlich. Das Schwergewicht ist dabei immer noch der alte Standard IEEE 802.11b und erst langsam hat die Übertragung nach IEEE 802.11g auch im Bereich der Kleingeräte eine Produktunterstützung bekommen.

Die dominierende Rolle des Standards IEEE 802.11b ist auch durch den Stromverbrauch der Geräte begründet. Als Daumenregel kann gesagt werden, dass je größer die Datenrate oder je größer die Frequenz desto größer der Stromverbrauch ist.

Es ist allerdings davon auszugehen, dass im Laufe 2006 die Produktpalette im 5-GHz-Bereich (speziell mit IEEE 802.11h-Unterstützung) deutlich zunehmen wird, denn es gibt zum 5-GHz-Bereich aktuell

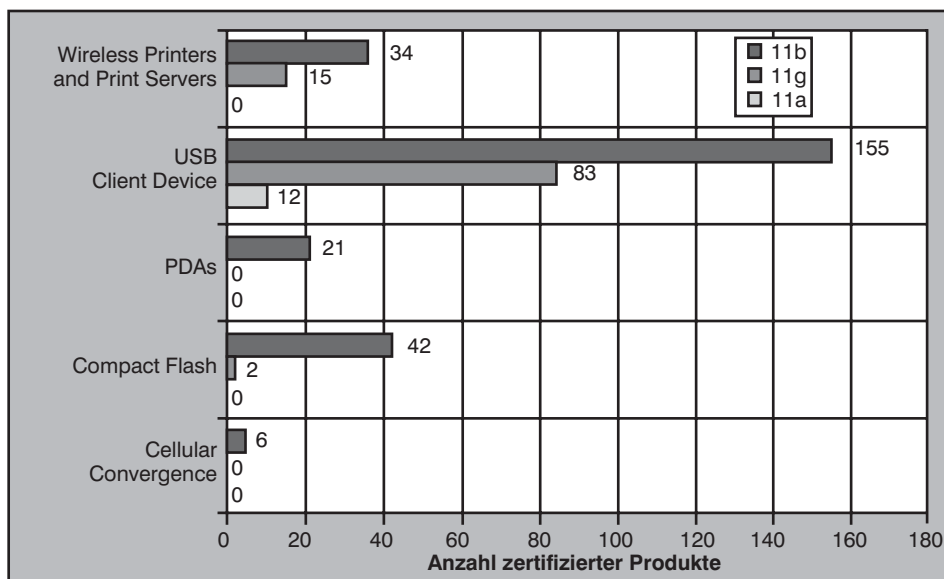


Abbildung 3.18: Anzahl von Wi-Fi-zertifizierten Produkten (nur Spezialkategorien) für die verschiedenen Übertragungsstandards (Stand Sommer 2005)

## Enterprise WLANs erfolgreich planen und betreiben

keine Alternative. Die bei 5 GHz zur Verfügung stehende Kapazität ist nun einmal deutlich größer als im Bereich bei 2,4 GHz, und Engpässe wie bei 2,4 GHz gibt es bei 5 GHz noch lange nicht. Da verstärkt auch unternehmenskritische Anwendungen über ein WLAN betrieben werden (sollen), ist die Nachfrage nach 5 GHz inzwischen auch entsprechend groß.

Die bisher geführten Überlegungen machen allerdings deutlich, dass auf eine flächendeckende Installation im 2,4-GHz-Bereich oft noch nicht verzichtet werden kann. Der Bereich bei 5 GHz muss daher oft immer noch als eine Ergänzung des bestehenden WLAN gesehen werden. Es ist also nicht die Frage nach einer Migration zu stellen, sondern eher wie eine Erweiterung hin zum 5-GHz-Bereich schrittweise durchgeführt werden kann.

In aktuellen Installationen wird IEEE 802.11a mit IEEE 802.11h oft noch als eine inselartige Zusatzversorgung für eine bestehende flächendeckende Installation nach IEEE 802.11b bzw. IEEE 802.11g zu sehen sein. Grundsätzlich hat IEEE 802.11a mit IEEE 802.11h das Potenzial für eine solide flächendeckende Versorgung, vorausgesetzt der Client-Markt zieht auf breiterer Front als bisher mit in den 5-GHz-Bereich.

Für Neuplanungen ist in jedem Fall zu empfehlen, von Anfang an auch eine flächendeckende Versorgung für IEEE 802.11a zu planen.

Grundlage hierzu ist die Verwendung von Dual Radio Access Points und Dual-Band-Client-Adaptern, die automatisch bei einer Versorgung mit IEEE 802.11a auf den 5-GHz-Bereich springen und bei Verlassen der Funkversorgung mit IEEE 802.11a auf IEEE 802.11b bzw. IEEE 802.11g zurückfallen.

Diese Funktion muss für die verwendeten Client-Adapter hinsichtlich ihres Verhaltens beim Wechsel zwischen den verschiedenen physikalischen Ebenen getestet werden.

### 3.2 QoS-Konzepte in WMM und IEEE 802.11e

Je mehr WLAN nach IEEE 802.11 flächendeckend im betrieblichen oder im privaten Bereich im Einsatz sind, desto interessanter und berechtigter ist die Frage der Sprachübertragung über WLAN. Das Ziel ist es über eine einzige Infrastruktur alle Dienste abzuwickeln und nicht für drahtlose Sprach- und Datendienste unterschiedliche Netze aufbauen zu müssen. Ein ähn-

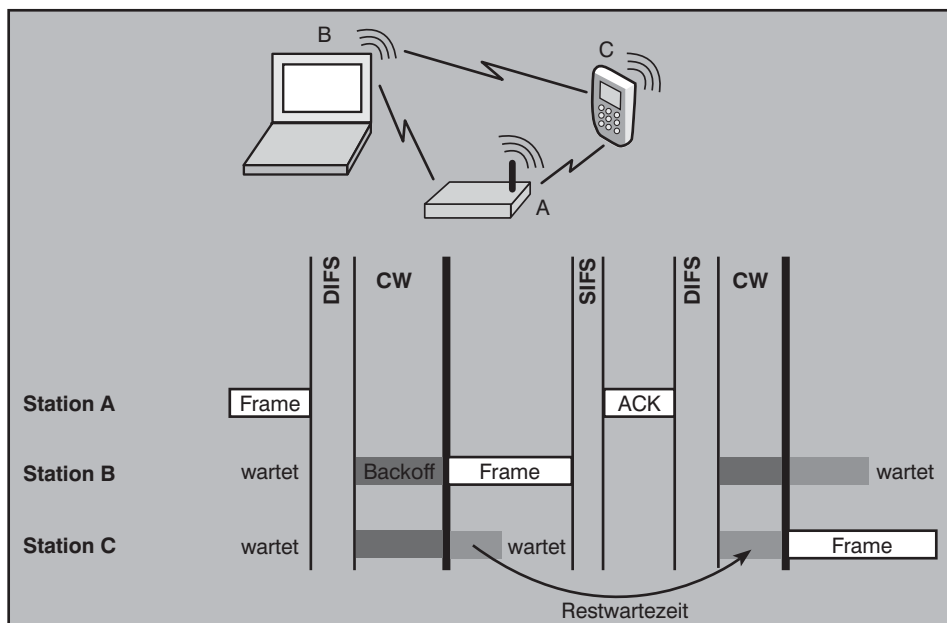


Abbildung 3.19: Beispiel für die Funktionsweise der Distributed Coordination Function (DCF)

licher Hintergrund besteht in dem Wunsch der Übertragung von Video über WLAN.

Einfach ist diese Integration im Bereich der Funknetze allerdings nicht, denn physikalische Übertragung und Kanalzugriff müssen hier empfindlich auf die charakteristischen Eigenschaften des zu erbringenden Diensts abgestimmt sein. Ein Vorgehen wie im kabelbasierten Ethernet die Fähigkeit zu Quality of Service (QoS) einfach durch ein Überangebot an Kapazität bereitzustellen funktioniert in Funknetzen nicht, da hier die Bandbreite letztendlich durch das nutzbare Frequenzspektrum limitiert ist.

Zum Verständnis der in diesem Kapitel vorgestellten Mechanismen für QoS in WLANs wird in einem ersten Schritt kurz vorgestellt, warum der Kanalzugriff in IEEE 802.11 für Anwendungen mit QoS-Anforderungen schlecht geeignet ist. Anschließend werden die Konzepte in Wi-Fi Multimedia (WMM) und IEEE 802.11e erörtert und Produkte werden vorgestellt.

#### 3.2.1 Grenzen der Distributed Coordination Function

Für den Kanalzugriff (Medium Access Control, MAC) sind in IEEE 802.11 zwei Verfahren spezifiziert worden:

- Die Distributed Coordination Function (DCF) ist ein verteilter zufallsgesteuerter Zugriffsmechanismus (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, kurz: CSMA/CA), der einen Best-Effort-Dienst liefert.
- Die Point Coordination Function (PCF) ist ein zentral gesteuerter Mechanis-

mus, bei dem die beteiligten Stationen in regelmäßigen Abständen durch einen Master (typischerweise ein Access Point) per Polling ein Senderecht erhalten. Auf diese Weise kann für die beteiligten Stationen eine gewisse Bandbreite zugesichert werden.

Die Implementierung der DCF ist in IEEE 802.11 zwingend vorgeschrieben, die Realisierung der PCF ist jedoch nur als optional klassifiziert. Daher wundert es nicht, dass in allen bekannten aktuellen Implementierungen lediglich die DCF umgesetzt wurde.

Das Grundprinzip der DCF ist dabei denkbar einfach: „Wer zuerst kommt mahlt zuerst!“. Die Funktionsweise der DCF wird im Folgenden anhand eines Beispiels beschrieben. Für eine detaillierte Beschreibung des Kanalzugriffs, speziell der DCF, siehe [CCR04] und [IEEE99].

In dem hier betrachteten Beispiel sind drei Stationen A, B und C am Kanalzugriff beteiligt, wie in Abbildung 3.19 gezeigt. Es ist dabei vollständig unwesentlich, welche Station ein Access Point ist und welche Station ein Client-Adapter. Die DCF behandelt alle Teilnehmer gleichberechtigt. Station A überträgt gerade, Stationen B und C sind sendewillig. Eine sendewillige Station ermittelt zunächst mit einem Pseudozufallszahlengenerator aus einem speziellen Intervall eine Wartezeit (Backoff Time) und hört den Funkkanal ab. Im betrachteten Beispiel sind dies die Stationen B und C. Es sei angenommen, dass Station B eine kürzere Wartezeit „gewürfelt“ hat als Station C.

## Enterprise WLANs erfolgreich planen und betreiben

Beide Stationen stellen zunächst fest, dass eine andere Station (nämlich A) sendet. Am Ende der Sendung warten B und C eine festgelegte Zeitspanne ab, das sogenannte DCF Inter Frame Space (DIFS).

Danach beginnt das Contention Window (CW), in dem sendewillige Stationen um den Kanal konkurrieren: Die beteiligten Stationen (hier B und C) starten einen Timer, der mit der entsprechenden Backoff Time initialisiert wurde und hören weiter den Funkkanal ab. Der Timer von Station B ist im Beispiel als erstes abgelaufen, und da der Kanal immer noch frei ist, beginnt Station B mit der Übertragung.

Station C erkennt die Übertragung und hält seinen Backoff Timer an und wartet auf das Ende der Übertragung.

Der Empfänger der Übertragung (im Beispiel Station A) wartet am Ende der empfangenen Nachricht eine weitere festgelegte Zeitspanne ab, das sogenannte Short Inter Frame Space (SIFS), und sendet unmittelbar danach ein Acknowledgement Frame (ACK). Das SIFS ist kürzer als das DIFS. Dies erlaubt, dass ein ACK unmittelbar nach einer empfangenen Sendung ohne Wettbewerb mit anderen Stationen gesendet werden kann. Natürlich werden nur Unicast-Pakete auf diese Weise quittiert. In einem gewissen Sinne wird die Übertragung eines ACK auf diese Weise bevorzugt, d.h. höher als alle „normalen“ Pakete priorisiert.

Nach Abwarten des DIFS läuft das CW und der zugehörige Backoff Timer für Station C weiter. Im Beispiel ist angenommen, dass C jetzt die kürzeste Restwarte-

zeit hat. Nach Ablauf des Backoff Timers ist im Beispiel der Kanal also noch frei, und C beginnt mit der Übertragung.

Dieses Verfahren vermeidet nicht, dass zwei sendewillige Stationen zur gleichen Zeit den freien Kanal abhören und zur gleichen Zeit mit einer Sendung beginnen. In diesem Fall kommt es zu einer Kollision, die in Funknetzen nicht wie in einem kabelbasierten Netz unmittelbar erkannt werden kann. Eine Kollisionserkennung und -vermeidung kann in Funknetzen nur durch einen Rückkanal erfolgen. Auf Empfängerseite wird das Paket daher, wie im Beispiel gezeigt, quittiert. Bleibt diese Quittung aus, geht der Sender von einer Kollision (oder einem sonstigen Fehler bei der Funkübertragung) aus und startet, sofern die maximale Anzahl von Übertragungsversuchen nicht überschritten wird, eine erneute Übertragung des Pakets. Andernfalls wird das Paket verworfen.

Die Größe des Zeitintervalls, aus dem die Zufallszahl für die Backoff Time gewürfelt wird, wächst mit der Anzahl der Zugriffsversuche exponentiell bis zu einer maximalen Größe (Exponential Backoff). Analog zu CSMA/CD, dem Ethernet-Zugriffsverfahren, wird eine Station dadurch im Folgezugriffsversuch benachteiligt.

WLANs nach IEEE 802.11, die nur die DCF implementiert haben, sind für Dienste, die eine gewisse Gütegarantie erfordern, kaum geeignet.

Die Gleichberechtigung aller Teilnehmer ist ein Grundprinzip der DCF, und in einem Shared Medium ist dies eigentlich Gift für

Quality of Service (QoS).

Die DCF sieht weiterhin weder eine Priorisierung unterschiedlicher Verkehrsklassen noch eine explizite Bandbreitenreservierung vor. Als Konsequenz ist die Antwortzeit in einem WLAN nach IEEE 802.11 stets starken Schwankungen unterworfen. Diese Schwankungen sind neben der Qualität des Funkkanals abhängig von der Anzahl der Clients, die an einem Access Point assoziiert sind und vom Verkehrsverhalten (also von den Anwendungen) dieser Clients.

Seit geraumer Zeit sind zwar VoIP-over-WLAN-Handsets verfügbar (als Beispiele seien nur die Geräte von Symbol und SpectraLink genannt), die jedoch proprietäre Verfahren einsetzen, um zumindest eine Priorisierung des VoIP-Verkehrs zu ermöglichen. Client Adapter und Access Point müssen also hier besonders aufeinander abgestimmt sein. Ein Access Point des Herstellers Symbol erkennt beispielsweise Pakete eines Symbol VoIP Handsets anhand des herstellerspezifischen Teils der MAC-Adresse und ist so in der Lage, diese Pakete vorrangig zu anderen zu behandeln, um die Antwortzeit für diese Clients zu reduzieren. Richtig in Bewegung ist der Markt allerdings erst gekommen, als sich erste Ergebnisse der Standardisierungsbemühungen der Arbeitsgruppe „e“ von IEEE 802.11 abzeichneten.

Neben VoIP over WLAN gibt es natürlich auch eine steigende Zahl von WLAN-Anwendungen in Produktions- und Logistikbereichen, die mit Anforderungen an das Antwortzeitverhalten gekoppelt sind und so von QoS-Konzepten in WLANs ebenfalls unmittelbar profitieren würden.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

# Bestellung

## Enterprise WLANs erfolgreich planen und betreiben

Ich bestelle den Report  
**Enterprise WLANs  
erfolgreich planen und betreiben**  
(Preis € 398.-- zzgl. MwSt. und Versand)

Vorname \_\_\_\_\_

Nachname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Telefon/Fax \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

 Bestellen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-research.de](http://www.comconsult-research.de)

eMail \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

## Schwerpunktthema

# Hi-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

Fortsetzung von Seite 1



Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter ist Leiter des Testlabors der ComConsult Technologie Information GmbH. In dem Labor werden regelmäßig Messungen und Evaluierungstests neuester Hard- und Softwareprodukte durchgeführt und ausgewertet. Herr Höchel-Winter besitzt langjährige Erfahrung in der Konzeptionierung, im Aufbau und Betrieb von Windows- und Unixnetzen; so hat er als verantwortlicher Projektmanager die Rechenzentren und Netzwerke auf dem Gelände der EXPO2000 in Hannover aufgebaut und während der Weltausstellung betrieben.

Wir werden in diesem Artikel die wesentlichen Neuerungen dieses Entwurfs diskutieren, die Grundlagen der verwendeten Technologien vorstellen und die aktuelle und zu erwartende Marktentwicklung besprechen.

Bevor wir aber auf die technischen Details eingehen, kann man schon angesichts der genannten Ziele feststellen, dass 802.11n den Wireless-LAN-Markt deutlich verändern wird:

- Übertragungsraten von mehr als 100 Mbit/s erfordern Gigabit-Ethernet-Schnittstellen im Access Point. Dies ist mit der bisherigen Hardware und insbesondere mit den bisher verbauten Prozessoren nicht zu machen. Damit führt 802.11n zu einem völligen Neudesign der Architektur von Access Points (was einer Reihe der etablierten Produkte auch durchaus gut tut).
- Darüber hinaus wird auch die Architektur von Wireless Switches von den höheren Datenraten beeinflusst. Immerhin kann hier je nach Umfang der pro Switch zu verarbeitenden Datenströme doch eine erhebliche Mehrbelastung entstehen.

Vereinfacht ausgedrückt wird 802.11n ein Neudesign der bisherigen Produkte zwingend erfordern. Damit werden auch die Karten in diesem Markt neu gemischt. Anbieter, die bisher keine Wireless-Switch- bzw. Controller-Technik anbieten, werden die Gunst der Stunde zu einem wirtschaftlich sinnvollen Einstieg nutzen.

## Kommt das Ende der Hängepartie?

Seit 2002 wird bei der IEEE über Übertragungsgeschwindigkeiten bei WLANs dis-

kutiert, die deutlich über die 54 Mbit/s bei 802.11a und 802.11g hinausgehen. Der hierzu ins Leben gerufenen Arbeitsgruppe 802.11n mit der Bezeichnung „Enhancements for Higher Throughput“ lagen bald mehrere vollständige Vorschläge vor, die sich im Wesentlichen zu zwei konkurrierenden Entwürfen zusammenfanden. Beide Entwürfe wurden jeweils von namhaften Herstellern unterstützt, der eine Entwurf von einer Gruppe namens TGN-Sync unter der Führung der Chiphersteller Atheros, Agere, Intel und Marvell, der andere Entwurf von einer Gruppe mit der Bezeichnung WWiSE (World-Wide Spectrum Efficiency) mit den Chipherstellern Airgo, Broadcom, Conexant und Texas Instruments.

Obwohl beide Entwürfe in ihren Grundzügen sehr ähnlich waren, war offensichtlich innerhalb der bürokratischen Strukturen der IEEE keine Einigung zwischen beiden Gruppen möglich - 802.11n dümpelte aufgrund dieser politischen Blockade für Jahre vor sich hin.

Der Knoten konnte erst Ende 2005 mit der Gründung des Enhanced Wireless Consortiums (EWC) zerschlagen werden. Dem Konsortium gehörten von Anfang an mit Atheros, Broadcom und Intel wichtige Chiphersteller an. Das Ergebnis war ein neues Standardisierungsdokument und die unverhohlene Drohung, gegebenenfalls einen Industriestandard außerhalb der IEEE zu etablieren. Prompt wurden im März 2006 die Inhalte des EWC-Dokuments als lang ersehnter Draft 1.0 von 802.11n vorgestellt.

Trotz dieses Kraftaktes hat es dieses Dokument jedoch bis heute noch nicht zum ratifizierten IEEE-Standard geschafft. Bei einer Abstimmung im Mai 2006 wur-

de nicht nur die notwendige 75%-Zustimmung verfehlt, sondern noch nicht einmal eine einfache Mehrheit erreicht. Stattdessen wurden über 500 Anmerkungen und Änderungswünsche seitens der Mitglieder eingereicht.

Mittlerweile liegt der Draft immerhin schon in der Version 1.03 vor, viele Flüchtigkeitsfehler und Inkonsistenzen der mit der heißen Nadel gestrickten ersten Version sind verschwunden, so dass allgemein mit der Verabschiedung einer endgültigen Version in 2007 gerechnet wird.

Dies hat zwar zur Folge, dass in vielen Stellungnahmen angenommen wird, dass sich am aktuellen Stand nicht mehr allzu viel ändern wird, aber noch ist die Hängepartie 802.11n nicht zu Ende. So gibt keiner der Hersteller von den (vor)schnell auf den Markt geworfenen Pre-N-Chips eine Garantie ab, dass diese Chips per Firmware-Upgrade auf den Stand eines späteren, finalen 802.11n-Standards gebracht werden können. Vorsicht bei Investitionen ist also noch angebracht. Hinzu kommt, dass der Standard erhebliche Anforderungen an die Chip- und Antennentechnik stellt (siehe unten). Betrachtet man das häufig sehr schlechte Leistungsverhalten von Pre-N-Produkten, dann drängt sich der Verdacht auf, dass die hier zum Einsatz kommenden Chips den Anforderungen von 802.11n eher noch nicht gerecht werden.

## Die Enterprise-Hersteller sind noch in der Warteschleife

Eine Umfrage von ComConsult Research unter den führenden Herstellern von WLAN-Equipment führte dementsprechend auch zu der übereinstimmenden Aussage, dass mit der Entwicklung von

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

11n-Produkten zwar schon auf der Basis von Pre-N-Chips begonnen wurde, mit der Vorstellung marktreifer Produkte für den Enterprise-Markt wollen alle Befragte jedoch bis zur endgültigen Verabschiedung des Standards durch die IEEE warten. Darüber hinaus wird auf dieser Ebene noch auf eine neue Chip-Generation von MIMO-Chips gewartet, die einen höheren Qualitätsstandard hat als bisher.

Dies bedeutet, dass Pre-N-Produkte (zunächst) nur für den Consumer-Markt produziert werden. Das ist für sich genommen auch kein großes Problem, die Innovations- und Lebenszyklen in diesem Marktsegment sind nun einmal deutlich kürzer, die wenigsten Produkte werden hier länger als ein Jahr lang produziert und vertrieben und Interoperabilität mit Geräten anderer Hersteller ist nicht gerade ein Hauptverkaufsargument.

Sollte sich jedoch die Verabschiedung von 802.11n länger als geplant hinauszögern, steht zu befürchten, dass Pre-N-Produkte aus dem Consumer-Umfeld in die Unternehmensnetze drängen. Sollte das passieren, werden sicherlich auch die Enterprise-Hersteller ihre abwartende Haltung aufgeben - die oben zitierte Aussage relativiert sich ohnehin, sobald ein ernstzunehmender Mitbewerber vorprescht und „Pre-N“ oder „Angeblich-N“ oder „Final-N“ ankündigt.

Dann droht jedoch ein ähnliches Desaster wie bei der Einführung von 802.11g, da viele Produkte untereinander inkompatibel sein werden und im ungünstigsten Fall nicht im selben Netzwerk betrieben werden können.

### Die Technik

Der vorliegende Entwurf zum 802.11n ist ein Entwurf der kleinen Schritte - und es werden sehr viele kleine Schritte vorgeschrieben und noch mehr optional vorgeschlagen, um die gewünschten hohen Datenraten zu erreichen. Im Wesentlichen wird dazu zweigleisig vorgegangen:

- Im PHY-Layer werden durch die Einführung neuer Kodierungstechniken, doppelt so breiter Übertragungskanäle und der MIMO-Technologie die nominalen Bruttoraten auf bis zu 600 Mbit/s erhöht.
- Im MAC-Layer wird durch eine Vielzahl verschiedener Anpassungen und ergänzender Techniken die Effizienz von Wireless LANs gesteigert, indem die vielen WLAN-typischen Steuerungs- und Wartezeiten bei den Übertragungen reduziert werden.

Im Folgenden werden beide Aspekte und ihre hauptsächlichen Merkmale erläutert.

### Eine neue OFDM-Kodierung

Als erste Maßnahme wird wie schon bei der Einführung der anderen physikalischen Schnittstelle in 802.11a, 11b und 11g eine neue Übertragungstechnik eingeführt. Hierzu wird die von 802.11a und 802.11g genutzte OFDM-Kodierung um eine schnellere Variante ergänzt, die im Standard als HT-OFDM (HT steht für High Throughput) gezeichnet wird.

Viel ändert sich mit diesem neuen Verfahren allerdings nicht, statt 48 paralleler Unterträger werden bei HT-OFDM 52 Unterträger genutzt, die vier verwendeten Modulationsverfahren (BPSK, QPSK, 16-QAM und 64-QAM) werden jedoch nicht erweitert. Statt 54 Mbit/s werden damit sensationelle 58,5 Mbit/s übertragen. Eine neue, weiter reduzierte FEC-Rate (FEC = Forward Error Correction) von 5:6 steigert den Durchsatz immerhin auf maximal 65 Mbit/s und bei der optionalen Verwendung eines verkürzten Guard Intervalls - dies ist der Abstand zwischen zwei OFDM-Symbolen - von 400 ns (statt bisher 800 ns) lassen sich sogar 72,2 Mbit/s erreichen. Tabelle 1 fasst die neuen Datenraten für Basismodulationen zusammen.

Da sich außerdem die Spektralmaske nicht ändert, ist der Vorteil dieser moderaten Änderung immerhin, dass sich das Zellendesign im Vergleich zu 802.11a oder 802.11g beibehalten werden kann.

Der Einsatz des halbierten Guard-Intervalls setzt allerdings schnellere und präzisere, mithin teure Radioteile voraus!

### MIMO, der neue Stern am Technologiehimmel

MIMO steht für Multiple Input, Multiple Output und bezeichnet Übertragungssysteme mit mehreren Sendeeinheiten inklusive der zugehörigen Antennen auf der

einen Seite („MI“) und mehreren Radioempfangseinheiten (ebenfalls inklusive zugehöriger Antennen) auf der anderen Seite („MO“). Die Betrachtungsweise, was Input und was Output ist, ist dabei die aus der Sicht des Übertragungsmediums oder - etwas nachrichtentechnischer ausgedrückt - des Übertragungskanals. Input betrifft also die Sendeseite und Output die Empfangsseite der Übertragung.

Wichtig für die Definition und das Verständnis dieser Technologie ist, dass ein MIMO-System nicht nur mehrere Antennen hat, sondern mehrere vollständige Sende- bzw. Empfangseinheiten, die mehrere Informationsströme parallel verarbeiten können.

WLAN-Systeme nach 802.11a, b oder g sind dieser Terminologie nach so genannte SISO-Systeme (Single Input, Single Output). Dies gilt auch für solche Access Points, die ja oft mit zwei Antennen ausgestattet sind! Der 802.11-Standard sieht nämlich ohne 802.11n zwar eine so genannte Antennen-Diversity vor, zu jedem Zeitpunkt ist aber immer maximal eine Antenne aktiv. Das Konzept „Antennen-Diversity“ sieht lediglich vor, dass von beiden Antennen diejenige ausgewählt wird, die die bessere Übertragungsqualität zur Gegenstelle hat. Hierdurch können störende Effekte durch die so genannte Mehrwegeausbreitung (Multipath Fading) ausgeglichen werden.

Mehrwegeausbreitung tritt insbesondere bei Funkübertragungen in Gebäuden auf. Durch Reflexionen und unterschiedliche Dämpfungswerte und Signalgeschwindigkeiten in unterschiedlichen Medien erreicht ein einzelnes Signal den Empfänger auf verschiedenen Wegen. Beim Empfänger treffen also zu leicht unterschiedlichen Zeitpunkten mehrere unterschiedlich stark gedämpfte elektromagnetische Wellen des gleichen Ausgangssignals ein, wobei der Zeiteratz eine Phasenverschiebung

Modulation	FEC-Rate	Kodierte Bits pro Carrier	Kodierte Bits pro Symbol	nominale Datenrate	
				mit 800 ns GI	mit 400 ns GI
BPSK	1 : 2	1	52	6,5 Mbit/s	7,2 Mbit/s
QPSK	1 : 2	2	104	13,0 Mbit/s	14,4 Mbit/s
QPSK	3 : 4	2	104	19,5 Mbit/s	21,7 Mbit/s
16-QAM	1 : 2	4	208	26,0 Mbit/s	28,9 Mbit/s
16-QAM	3 : 4	4	208	39,0 Mbit/s	43,3 Mbit/s
64-QAM	2 : 3	6	312	52,0 Mbit/s	57,8 Mbit/s
64-QAM	3 : 4	6	312	58,5 Mbit/s	65,0 Mbit/s
64-QAM	5 : 6	6	312	65,0 Mbit/s	72,2 Mbit/s

Tabelle 1: Modulationsverfahren und Datenraten nach 802.11n

HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

bung der einzelnen Wellen bewirkt. Je nach Größe der Phasenverschiebung tritt dabei am Ort der Empfangsantenne eine Signalverstärkung oder eine gegenseitige Auslöschung (engl. Fading) des Signals auf.

Man beachte hierbei, dass für eine Phasenverschiebung um eine halbe Wellenlänge ( $\hat{=}$  vollständige Auslöschung) bei Wireless LANs nur eine Wegedifferenz von wenigen Zentimetern notwendig ist! Daher kann man bei WLANs Unterschiede in der Signalstärke von über 20 dB feststellen, wenn man einen Empfänger nur wenige Zentimetern bewegt (siehe Abbildung 1).

Beim Antennen-Diversity geht man nun davon aus, dass dieser Effekt statistisch unabhängig vom Aufstellungsort der Empfangsantenne auftritt und daher an zwei verschiedenen Orten nicht gleichstark ausgeprägt ist. Man kann daher eine „bessere“ Antenne auswählen.

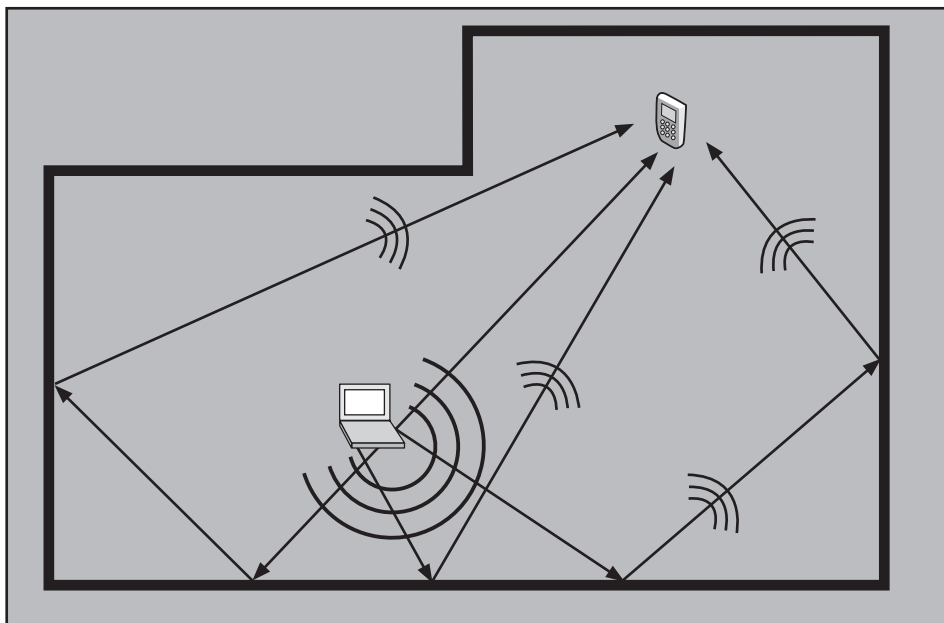


Abbildung 1: Mehrwegeausbreitung und Antennen-Diversity

**SIMO-Systeme sind intelligente Empfangssysteme**

Die Weiterentwicklung von Antennen-Diversity führte zu SIMO-Systemen, oft auch als Smart Antennas („intelligente Antennen“) bezeichnet. Hierbei werden jetzt tatsächlich alle Empfangsantennen genutzt, um möglichst viel Energie aus dem elektromagnetischen Feld zu entnehmen (der so genannte Gruppengewinn) und damit die Signalqualität in geschalteten Signalprozessoren zu verbessern. Hierdurch kann man letztlich sowohl die Zuverlässigkeit der Übertragung als auch die Reichweite erhöhen. Der Preis ist allerdings eine höhere Komplexität der damit teureren Empfängerseite, ein Preis, den man beispielsweise im GSM-Netz für die Basisstationen bereit war zu zahlen, nicht jedoch für die Endgeräte. (siehe Abbildung 2)

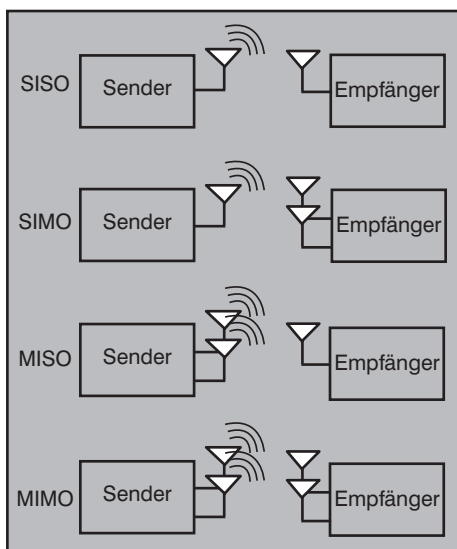


Abbildung 2: Unterscheidung zwischen SISO, SIMO, MISO und MIMO

Die konsequente Fortsetzung dieser Entwicklung ist es natürlich, diese mehrfach vorhandenen Antennen auch im Downstream zu benutzen, also die Entwicklung von MISO-Systemen. Wir beschäftigen uns ab hier direkt mit MIMO-Systemen, da sich diese konzeptionell nicht mehr groß von MISO-Systemen unterscheiden.

MIMO-Systeme sind also Übertragungssysteme, bei denen über mehrere Sendeantennen entsprechend viele Signale gleichzeitig und im selben Frequenzband an mehrere Empfangsantennen auf der Gegenseite gesendet werden. Die Anzahl der Sendeantennen und die Anzahl der Empfangsantennen müssen dabei nicht übereinstimmen.

MIMO vereinigt eine ganze Reihe von mehr oder weniger ähnlichen Techniken; der grundsätzliche Ablauf einer Datenübertragung ist in der Regel:

1. Scrambling und FEC-Encoder
2. Spatial Multiplexing
3. Interleaving und Kodierung (z.B. OFDM, siehe oben)
4. Space-Time Kodierung
5. Spatial Mapping
6. Beamforming

wobei lediglich die Schritte 2, 4, 5 und 6 durch MIMO-Techniken neu dazugekommen sind und im Folgenden vorgestellt werden.

**Step 2: Spatial Multiplexing**

MIMO-Systeme bringen also zu den klassischen „Dimensionen“ Frequenzband und Zeit eine weitere „räumliche“ Dimension in Form mehrerer Antennen hinzu. Der Kerngedanke dabei ist, über verschiedene Antennen jeweils eigene Datenströme im gleichen Frequenzband zu senden, also den zu übertragenden Bitstrom auf die verschiedenen Sendeantennen aufzuteilen und so den Durchsatz zu vervielfachen. Man spricht dann auch von räumlichem Multiplexing (Spatial Multiplexing). Dies steht auf den ersten Blick im Widerspruch zu dem Theorem von Shannon und schien in der Vergangenheit nicht realisierbar! MIMO eröffnet daher völlig neue Möglichkeiten zur Datenübertragung mit Funkssystemen (siehe Abbildung 3).

**Ideale Bedingungen sind schlechte Bedingungen**

Auf der Empfängerseite kommt dann an jeder Antenne ein überlagertes Summensignal aus allen gesendeten Einzelsignalen an. Schon an dieser Stelle wird klar, dass der Empfänger aus diesen Summensignalen nur dann die gesendeten Einzelsignale zurückgewinnen kann, wenn er nicht an allen Antennen das gleiche Summensignal empfängt.

Bezeichnet man mit  $n$  die Anzahl der Sendeantennen und mit  $m$  die Anzahl der Empfangsantennen, dann entspricht die Übertragung in einem MIMO-Kanal einem Gleichungssystem mit  $m$  Gleichungen und  $n$  Unbekannten. Mathematisch wird ein solches Gleichungssystem durch eine Gleichung der Form

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

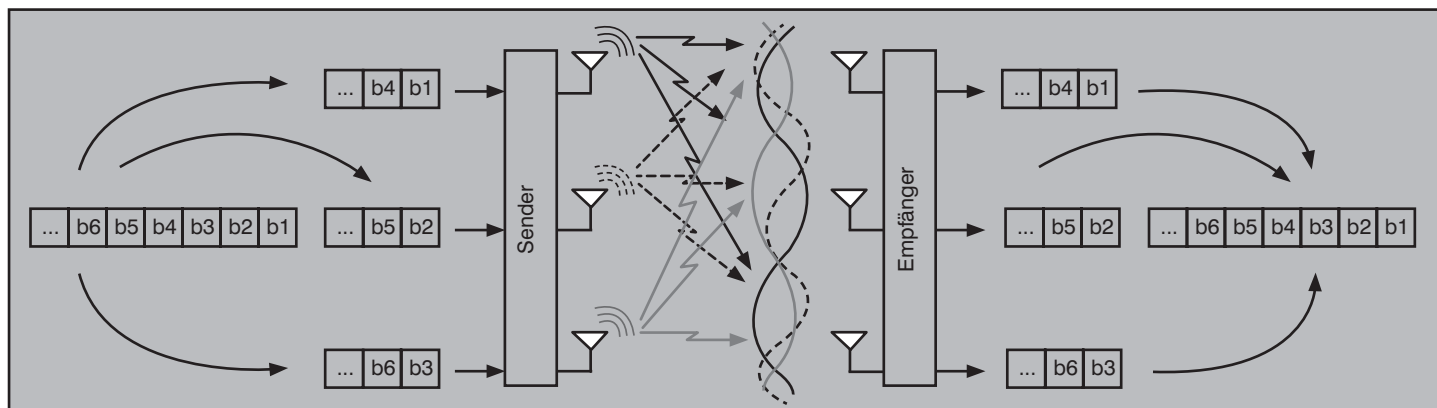


Abbildung 3: Prinzipielle Darstellung des MIMO-Kanals

$$r = H \cdot s + u$$

beschrieben. Dabei ist  $s$  der Sendevektor,  $r$  der Empfangsvektor,  $u$  ein Vektor, der das statisch unabhängige Rauschen beschreibt und  $H$  eine  $(n \times m)$ -Matrix, die den Übertragungskanal beschreibt.

Aus der Mathematik sind damit die Randbedingungen klar, die erfüllt sein müssen, damit ein solches Gleichungssystem gelöst werden kann:

1. Es können maximal  $k \leq \min(n, m)$  unabhängige Bitströme (so genannte Spatial Streams) zur Aufteilung auf die  $n$  Sendeantennen erzeugt werden.
2. Die Empfangsbedingungen der  $n$  ausgesendeten Signale an den  $m$  Empfangsantennen müssen „genügend“ verschieden sein (Für Mathematiker: Die Beschreibungsmatrix  $H$  hat genügend Eigenvektoren). Für die maximale Anzahl  $k$  von unterscheidbaren Bitströmen bedeutet das:  $k \leq \text{Rang}(H) \leq \min(n, m)$ .

Das heißt also, dass paradoxerweise bei idealen Empfangsbedingungen, also wenn jede Empfangsantenne das ungestörte Summensignal aller Sendeantennen empfängt, nur ein einziger Bitstrom übertragen werden kann, da dann alle Empfangsantennen das gleiche (Summen-)Signal empfangen würden. Dies entspricht beispielsweise einer Übertragungssituation im Freien bei freier Sicht (LOS). In diesem Fall ist die Kapazität des Übertragungskanals nicht besser als bei SISO.

(Anmerkung: Diese Betrachtungsweise ist nicht ganz richtig, da in der Regel Laufzeitunterschiede zwischen den verschiedenen Antennenpaaren existieren, sie hilft aber bei der Erläuterung des Prinzips.)

MIMO-Systeme nutzen tatsächlich die bei klassischen SISO-Systemen so stö-

rende Mehrwegeausbreitung zu ihrem Vorteil und können so die Kapazität des Übertragungskanals vervielfachen, ohne dass zusätzliche Frequenzen belegt werden! Man kann sich dies ähnlich vorstellen wie bei CDMA-Übertragungen (Code-Division Multiple Access). Hierbei werden jedoch parallele Bitströme mit orthogonalen „Codes“ zunächst aufgespreizt und können dann gleichzeitig im selben Frequenzband übertragen werden. MIMO-Systeme nutzen das gleiche Prinzip der Orthogonalität ihrer Teilströme, die in diesem Fall jedoch von zufälligen Mehrwegeausbreitungen und Phasenverschiebungen herrührt. MIMO-Systeme können daher auf eine Spreizung der Signale verzichten, die spektrale Effizienz (= übertragene Bits pro Frequenz pro Zeit) wird effektiv vergrößert!

Zur Dekodierung auf der Empfängerseite benötigt der Empfänger also offensichtlich die Beschreibungsmatrix  $H$ , die sich in einem so dynamischen Übertragungsmedium wie Funk ständig ändern kann (und außerdem reden wir ja auch über mobile Endsysteme). Die Matrix  $H$  muss also im Prinzip für jede Übertragung neu bestimmt werden.

Bei 802.11n ist hierfür das Format des PHY-Headers (PLCP-Header) geändert worden. Für jeden zu übermittelnden Spatial Stream wird - zeitlich von einander getrennt - ein Trainingssignal gesendet, so dass der Empfänger für jede mögliche Antennenpaarung (= eine Position in der Beschreibungsmatrix) den Übertragungskanal schätzen kann.

Der Nachteil davon ist, dass sich hiermit die Länge des Headers vergrößert! Insbesondere bei kurzen Paketen sinkt damit die Effizienz des Übertragungskanals wieder, was durch diverse Maßnahmen auf der MAC-Ebene abgefangen werden soll. Details hierzu werden weiter unten besprochen.

Zusammenfassend kann man also anmerken, dass die Übertragung mehrerer paralleler Spatial Streams hohe Anforderungen an die Radiotechnik sowohl im Sender als auch im Empfänger stellt:

- Der Abstand zwischen den Antennen sollte möglichst groß sein, da mit wachsendem Abstand die Korrelation zwischen den empfangenen Signalen sinkt.
- Die Radioteile müssen geeignet gegeneinander abgeschirmt werden, um die Streams unabhängig verarbeiten zu können.
- Die geplanten Datenraten stellen höhere Anforderungen an die Signalverarbeitung, die insbesondere bei 802.11n auf der Access-Point-Seite Gigabit-Ethernet einschließen muss.

Aber gerade die Übertragung mehrerer paralleler Spatial Streams ist die Kerntechnologie von MIMO, nur damit können die hohen Datenraten erreicht werden. Zwar sieht MIMO weitere Möglichkeiten vor, die Übertragungsqualität und die Reichweite zu erhöhen, die Gesamtperformance des Systems wird damit jedoch nur marginal verbessert. Diese Techniken werden im Folgenden vorgestellt.

Diese Ausführungen zeigen aber, dass man beim Kauf von so genannten Pre-N-Produkten mehr als vorsichtig sein muss. Die simple Nutzung von MIMO-Technologie sagt in keiner Weise etwas über den Reifegrad und die Leistungsfähigkeit der Gesamtarchitektur aus. Vielmehr ist zu erwarten, dass sich gerade 802.11n-Produkte in ihrem Leistungsverhalten untereinander deutlich mehr unterscheiden werden als dies bei 802.11g der Fall war.

#### Was tun mit überzähligen Antennen?

Wie oben erwähnt, müssen die Anzahl der Sendeantennen und die Anzahl der Emp-

HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

Modulation	FEC-Rate	ein Spatial Stream			zwei Spatial Streams			drei Spatial Streams			vier Spatial Streams		
		Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI	Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI	Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI	Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI
BPSK	1 : 2	26	6,5	7,2	42	13,0	14,4	78	19,5	21,7	104	26,0	28,9
QPSK	1 : 2	52	13,0	14,4	104	26,0	28,9	156	39,0	43,3	208	52,0	57,8
QPSK	3 : 4	78	19,5	21,7	156	39,0	43,3	234	58,5	65,0	312	78,0	86,7
16-QAM	1 : 2	104	26,0	28,9	208	52,0	57,8	312	78,0	86,7	416	104,0	115,6
16-QAM	3 : 4	156	39,0	43,3	312	78,0	86,7	468	117,0	130,0	624	156,0	173,3
64-QAM	2 : 3	208	52,0	57,8	416	104,0	115,6	624	156,0	173,3	832	208,0	231,1
64-QAM	3 : 4	234	58,5	65,0	468	117,0	130,0	702	175,5	195,0	936	234,0	260,0
64-QAM	5 : 6	260	65,0	72,2	520	130,0	144,4	780	195,0	216,7	1040	260,0	288,9

Tabelle 2: Datenraten bei mehreren Spatial Streams (in Mbit/s)

fangsantennen keineswegs übereinstimmen. Wenn mehr Empfangsantennen als Sendeantennen zur Verfügung stehen ist das ziemlich problemlos: Wie bei SIMO-Systemen werden trotzdem alle Empfangsantennen genutzt, um zu einer besseren Schätzung der Ausgangssignale zu kommen und somit die Übertragungsqualität - und in der Folge die Verfügbarkeit und die Reichweite des Gesamtsystems - zu verbessern.

Spannender dagegen ist, was man tun kann, wenn mehr Sendeantennen als Empfangsantennen oder genauer mehr Sendeantennen als erzeugte Spatial Streams zur Verfügung stehen. Dies ist beispielsweise bei den eingangs erwähnten MISO-Systemen der Fall, also im Downlink von GSM- und vieler UMTS-Systeme, und man wird solche Konstellationen sicherlich auch im Downlink vieler WLANs nach 802.11n antreffen, da Client-adapter in der Regel einfacher ausgelegt sein werden als Access Points - nicht zuletzt schon wegen des Stromverbrauchs.

**Step 4: Space-Time Kodierung**

Obwohl in diesem Fall die Empfangsseite also unter Umständen über weniger Antennen verfügt, kann die Bitfehlerrate der Gesamtübertragung deutlich reduziert werden, wenn alle verfügbaren Sendeantennen genutzt werden!

Allerdings können natürlich keine unabhängigen Informationsströme (Spatial Streams) übertragen werden. Stattdessen werden so genannte Space-Time Codes eingesetzt, um den Informationsinhalt eines einzelnen Spatial Streams redundant auf mehrere Antennen zu verteilen und so die Signalqualität auf der Empfangsseite zu verbessern. Dies bedeutet zwar nicht unbedingt eine höhere Datenrate, aber bei besserer Signalqualität ist unter Um-

ständen eine höhere Kodierung möglich und dann kann man auch hierüber eine höhere Performance erreichen. Zum Einsatz kommen meist Trellis Codes oder so genannte Space-Time Block Codes.

Die Bezeichnung Space-Time Code rührt daher, dass in den Algorithmen nicht nur die räumliche Dimension (mehrere Antennen) sondern auch die zeitliche Abfolge der kodierten Symbole eine Rolle spielt. 802.11n sieht hierfür den optionalen Einsatz eines Space-Time Block Codes vor, der jeweils ein Pärchen zweier aufeinander folgender Symbole ( $s_1, s_2$ ) aus einem Stream als  $(s_1, -s_2^*)$  und  $(s_2, s_1^*)$  auf zwei Antennen verteilt (der so genannte Alamouti Code).

Damit können ohne Einbuße bei der Datenrate ein Spatial Stream auf zwei Antennen und zwei Spatial Stream auf vier Antennen abgebildet werden. Müssen zwei oder drei Streams auf drei oder vier Antennen abgebildet werden, bleiben der zweite bzw. der zweite und dritte Stream unbehandelt und werden direkt durchgereicht. Eine Verbesserung der Bitfehlerrate wird daher in den beiden letztgenannten Fällen nur für die Hälfte bzw. ein Drittel des übertragenen Informationsstroms er-

reicht. 802.11n schlägt daher für diese Sonderfälle vor, die „unbehandelten“ Bitströme einer geringeren OFDM-Kodierung zu unterwerfen.

**Step 5: Spatial Mapping**

Alternativ oder in Ergänzung zur Anwendung von Space-Time Codes erfolgt als letzter Schritt die Zuordnung der einzelnen Spatial Streams (bzw. der erzeugten Space-Time-Streams) auf die einzelnen Antennen (das so genannte Spatial Mapping). Im einfachsten Fall stimmt dabei die Anzahl der Spatial Streams (bzw. der Space-Time-Streams) mit der Anzahl der Sendeantennen überein. Ansonsten wird der eine oder andere Stream einfach über „ungenutzte“ Antennen mehrfach abgestrahlt.

Beschreiben lässt sich diese Zuordnung durch die Anwendung einer Matrix Q mit  $n_{SS}$  orthogonalen Spalten und n Zeilen, wobei die  $n_{SS}$  die Anzahl der Spatial Streams bzw. der erzeugten Space-Time-Streams und n die Anzahl der verfügbaren Sendeantennen bezeichnet.

Beispiele für Q sind im Kasten 1 aufgeführt.

$Q = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$	für $n_{SS} = 1$ und $n = 3$ der einzige Stream wird über alle drei Antennen abgestrahlt
$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	für $n_{SS} = 3$ und $n = 3$
$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & e^{j\varphi_1} & 0 \\ 0 & 0 & e^{j\varphi_2} \end{pmatrix}$	für $n_{SS} = 3$ und $n = 3$ die Streams 2 und 3 werden phasenverschoben gesendet
$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	für $n_{SS} = 2$ und $n = 3$ Stream 1 wird über Antenne 1 und 3 gesendet
Normierende Faktoren, die die gesamte Sendeleistung begrenzen, sind nicht aufgeführt.	

Kasten 1: Beispiele für verschiedene Mapping-Matrizen

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

Die Anwendung einer solchen Zuordnungsmatrix ist für den Empfänger transparent! Das heißt, der Empfänger kann auf seiner Seite nicht feststellen, ob überhaupt eine nicht-triviale Matrix  $Q$  verwendet wurde.

Normierende Faktoren, die die gesamte Sendeleistung begrenzen, sind nicht aufgeführt.

**Step 6: Beamforming**

Ein Sonderfall dieser Spatial-Mapping-Operationen ist Beamforming.

Beim Beamforming werden die einzelnen Streams in Amplitude und Phase so gewichtet, dass am Ort des Empfängers eine optimale Überlagerung der einzelnen Signale und somit eine Signalverstärkung auftritt.

Man muss sich Beamforming vorstellen wie die elektronische Realisierung einer Parabolantenne mit dem Empfänger im Brennpunkt. Wie bei einem klassischen Antennenarray entsteht dabei eine Sendekeule, in deren Richtung die Sendeenergie maximiert wird. Das Besondere beim Beamforming ist, dass diese Hauptabstrahlrichtung durch die Wahl geeigneter Parameter festgelegt werden kann (siehe Abbildung 4).

Hierfür muss der Sender jedoch die Beschreibungsmatrix  $H$  des Übertragungskanals von sich zum Empfänger kennen! Zur Bestimmung von  $H$  unterscheidet 802.11n zwischen implizitem und explizitem Beamforming.

Beim impliziten Beamforming geht der Sender davon auf, dass sich der Übertragungskanal in beide Richtungen symmetrisch verhält, und benutzt daher seine Kenntnis der Beschreibungsmatrix  $H^*$  des Rückkanals zur Berechnung von  $H$ . Hierfür sind allerdings kalibrierte Systeme notwendig, da der gesamte Übertragungskanal auch die jeweilige Send- und Empfangselektronik umfasst und man hierbei nicht ohne weiteres davon ausgehen kann, dass sich diese Komponenten symmetrisch verhalten. Der Standard fordert von Access Points, dass sie kalibrierte Technik nutzen, und definiert darüber hinaus ein einfaches, jedoch optionales Kalibrierungsverfahren, über welches beide Seiten bei der Assoziation von Client-Systemen Abweichungen messen können. Beim etwas aufwändigeren expliziten Beamforming fordert dagegen der Sender vor dem eigentlichen Sendevorgang vom Empfänger die Übertragung der Beschreibungsmatrix  $H$  an. Hierfür ist ein ebenfalls optionales Verfahren spezifiziert, wel-



Abbildung 4 : Prinzip des Beamforming

ches von beiden Teilnehmern unterstützt werden muss. Hierbei werden ähnlich wie bei der Übertragung regulärer Daten Trainingssymbole im PHY-Header gesendet, diesmal jedoch eines pro Sendeantenne (und nicht nur eines pro Spatial Stream) um die Matrix  $H$  in allen Dimensionen messen zu können.

**Verdopplung der Kanalbreite**

Eine weitere Option von 802.11n nutzt eine im Vergleich zu MIMO geradezu klassische, simple und äußerst wirkungsvol-

le Strategie, die Datenrate zu erhöhen: die Verdoppelung der genutzten Bandbreite. Im optionalen 40-MHz-Modus wird zu einem primären 20-MHz-breiten Standardkanal - dem „Control Channel“ - ein benachbarter Kanal als „Extension Channel“ dazugeschaltet.

Im damit verfügbaren 40-MHz-breiten Frequenzband ist eine OFDM-Kodierung in jetzt 108 (!) Unterträgern definiert, wodurch die Datenraten im Vergleich zu den entsprechenden Modulationen im standardmäßigen 20-MHz-Modus mehr als verdoppelt werden: Mit 64-QAM, 5:6 kodiert und 400 ns Guard Interval werden so nominal 150 Mbit/s über eine Antenne (Spatial Stream) erreicht und stolze 600 Mbit/s über vier Antennen! Dies ist die maximale Datenrate, die der Draft zurzeit vorsieht.

**Anpassungen im MAC-Layer**

Natürlich müssen diese Änderungen an der physikalischen Schnittstelle durch entsprechende Anpassungen im MAC-Layer und auch der Managementschnittstelle unterstützt werden. Wie schon bei früheren Erweiterungen von 802.11 gehören hierzu standardmäßig:

- erweiterte Frameformate zum Austausch von 11n-spezifischen Informationen und zur Unterstützung 11n-spezifischer Features,
- die rückwärtskompatible Unterstützung aller 802.11a- und 802.11g-Formate und -Verfahren und

**Wireless LAN Forum 2006**

**20.11. - 22.11.06  
in Königswinter**

Wireless LANs und andere drahtlose Kommunikationssysteme sind aus modernen Arbeits- und Produktionsmethoden nicht mehr wegzudenken. Obwohl diese Techniken inzwischen erwachsen geworden sind, schreitet der Weiterentwicklungsprozess mit einem atemberaubenden

Tempo in Zyklen voran, die deutlich kürzer als in der kabelbasierten Welt sind. Wir befinden uns dabei mitten in einem Prozess der Konvergenz drahtloser, mobiler und klassischer kabelgebundener Kommunikationssysteme, der die Zugangstechnik und die Netzarchitekturen signifikant verändert. Den richtigen Kurs zu halten und taktisch geschickt im Marktgeschehen zu navigieren erfordert dabei ein immenses Expertenwissen. Das diesjährige Wireless Forum analysiert und bewertet hierzu für Sie den aktuellen Stand der Technik, zeigt worauf es beim erfolgreichen Aufbau und Betrieb von Wireless Lösungen wirklich ankommt, welche Fehler wie vermieden werden können und welche

Moderation: Dr. Simon Hoff

Preis: € 1.590,-\* zzgl. MwSt. (\*gültig bis 30.9.06 - dann regulär € 1.790,- zzgl. MwSt.)



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

Modulation	FEC-Rate	ein Spatial Stream			zwei Spatial Streams			drei Spatial Streams			vier Spatial Streams		
		Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI	Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI	Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI	Datenbits pro Symbol	800 ns GI	400 ns GI
BPSK	1 : 2	54	13,5	15,0	108	27,0	30,0	162	40,5	45,0	216	54,0	60,0
QPSK	1 : 2	108	27,0	30,0	216	54,0	60,0	324	81,0	90,0	432	108,0	120,0
QPSK	3 : 4	162	40,5	45,0	324	81,0	90,0	486	121,5	135,0	648	162,0	180,0
16-QAM	1 : 2	216	54,0	60,0	432	108,0	120,0	648	162,0	180,0	864	216,0	240,0
16-QAM	3 : 4	324	81,0	90,0	648	162,0	180,0	972	243,0	270,0	1296	324,0	360,0
64-QAM	2 : 3	432	108,0	120,0	864	216,0	240,0	1296	324,0	360,0	1728	432,0	480,0
64-QAM	3 : 4	486	121,5	135,0	972	243,0	270,0	1458	364,5	405,0	1944	486,0	540,0
64-QAM	5 : 6	540	135,0	150,0	1080	270,0	300,0	1620	405,0	450,0	2160	540,0	600,0

Tabelle 3: Datenraten in 40-MHz-Kanälen (in Mbit/s)

- ein „HT-Mixed“-Modus zur Unterstützung von 802.11a- bzw. 802.11g-Systemen im gleichen Funknetz.

Weitere Voraussetzungen für 802.11n-Produkte sind

- Unterstützung aller Formate und Verfahren nach 802.11e (Quality of Service),
- Support für das 2,4-GHz- und das 5-GHz-Band.

Aufgrund der Rückwärtskompatibilität und da der 40-MHz-Modus optional ist bzw. per Management abgeschaltet werden kann, unterscheidet der Standard drei Gerätetypen:

- 20/40-HT: 802.11n-Systeme, die sowohl 20-MHz- als auch 40-MHz-Kanäle unterstützen,
- 20-HT: 802.11n-Systeme, die nur 20-MHz-breite Kanäle unterstützen und
- Non-HT: Systeme nach 802.11a oder 802.11g.

Für beide HT-Varianten (HT = High Throughput) sind darüber hinaus jeweils zwei Betriebsmodi definiert:

- Greenfield Mode: reiner 802.11n-Modus mit optimiertem PHY-Header, diesen Header können allerdings nur andere Greenfield-Systeme interpretieren. Es dürfen sich daher im betreffenden Funknetz nur Greenfield-Systeme aufhalten, ansonsten sind geeignete Maßnahmen (i.d.R. RTS/CTS) zu ergreifen, um die anderen Systeme zu schützen.
- HT Mixed Mode: zur Abwärtskompatibilität mit 802.11a-

bzw. 802.11g-Systemen, der PHY-Header startet mit einem kompatiblen Headerteil bevor 11n-spezifische Headerteile folgen.

Im gemischten Betrieb wird aber nicht nur durch den längeren PHY-Header der Zelldurchsatz reduziert. Da 802.11a- und 11g-Systeme weder MIMO noch 40-MHz-Kanäle unterstützen und daher die hohen Übertragungsraten nicht erreichen, müssen alle Übertragungen von oder zu diesen Geräten mit kompatiblen Datenraten erfolgen - dies gilt insbesondere auch für alle Multicasts und alle 802.11-Management-Frames - und dauern damit unter Umständen deutlich länger. Das Medium bleibt aber während dieser Zeit natürlich auch für 11n-Geräte belegt. Es drohen

daher beim gemischten Betrieb ähnliche Performance-Einbrüche wie man sie auch beim gemischten Betrieb von 802.11g und 11b beobachtet.

Neben der HT-OFDM-Kodierung in 20-MHz- und 40-MHz-breiten Kanälen ist noch ein so genannter „40-MHz Duplicate Modus“ definiert, der allerdings lediglich für spezielle Frames wie Beacons, RTS, CTS oder ACK verwendet werden soll, aber nicht zur Datenübertragung. In diesem speziellen Übertragungsmodus werden zwei 20-MHz-breite Signale (entweder 20-HT oder Non-HT) in beiden betroffenen Kanälen gesendet, um dort assoziierte Systeme zu schützen, die eine bevorstehende 40-MHz-Übertragung nicht erkennen können.

## Seminar



### Sicherheit im LAN mit IEEE 802.1X 25.09. - 26.09.06 in Neuss

Dieses 2-tägige Seminar vermittelt den optimalen Umgang mit IEEE 802.1X, erläutert die Einsatzvarianten, beschreibt die gegebenen Fallstricke und liefert die ideale Basis zur Vorbereitung eines Einsatzes.

In der Praxis stellt sich häufiger die Aufgabe, in einem gemeinsam genutzten Netzwerk eine Trennung verschiedener Benutzergruppen, die unterschiedlichen Sicherheitsniveaus zugeordnet sind, vorzunehmen (Beispiele: Gastzugang, Trennung Industrie-/Bürobereich). Es muss also an einem geeigneten Punkt im Netz (z.B. direkt am Netzwerk-Port des Access-Switches) geprüft werden, welche Rechte mit dem Zugang verbunden sein sollen. Je nach Ergebnis der Authentifizierung wird ein genau definierter Zugang gewährt.

Referenten: Dr. Simon Hoff, Dipl.-Ing. Harald Krause  
Preis: € 1.490,- zzgl. MwSt.



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

**Verbesserung der Effizienz**

Das Hauptziel von 802.11n ist aber eine Durchsatzsteigerung im gesamten Funknetz und um dieses Ziel zu erreichen, genügt es nicht lediglich die nominalen Datenraten zu erhöhen, sondern es muss auch die Effizienz der Datenübertragungen im Funk-LAN verbessert werden. Gerade hier liegt ja der Hauptkritikpunkt an aktuellen WLAN-Implementationen: Die erreichbare Nettodatenrate liegt lediglich bei circa 50% der jeweils verwendeten Bruttoreate.

Die Tabellen 4 und 5 vergleichen die minimalen Übermittlungszeiten, die bei einer Standardtransaktion mit anschließendem SIFS, Acknowledge und DIFS gemäß 802.11a und 802.11n anfallen, am Beispiel von Frames mit 60 Byte und 1500 Byte MAC-Daten.

Wie man sieht, verbessern sich die Werte durch die HT-Kodierung bei 802.11n und die hohen Datenraten keineswegs.

Bei kurzen Frames verlängert sich sogar die gesamte Transaktionszeit und damit die Antwortzeit im Vergleich zu 802.11a und wird bei MIMO-Systemen mit mehreren Antennen mit der Anzahl der Spatial Streams sogar noch schlechter!

Der Grund hierfür liegt in den konstanten Anteilen der Transaktionszeit, insbesondere Inter-Frame Spacing und Frame-Header, die weder durch das verbesserte Coding noch durch Spatial Streams (wesentlich) reduziert werden. Hierdurch wird das Ver-

hältnis Sendezeit des Datenteils zu Sendezeit der Header gerade bei den hohen Datenraten zu Ungunsten des Datenteils verschoben. Bei den hohen MIMO-Datenraten sinkt so die Effektivität solcher „standardmäßigen“ Transaktionen deutlich unter 50%.

Es ist bei 802.11n also gar nicht sinnvoll kurze Frames zu übertragen, erst bei langen Frames kann diese Technologie ihre Fähigkeiten ausspielen – und zwar umso mehr, je länger die Frames sind.

Um die Nettodatenrate zu erhöhen, muss also die Effektivität des gesamten Übertragungskanals verbessert werden. Der neue Standard sieht hierfür eine ganze Reihe weiterer neuer und erweiterter MAC-Verfahren vor:

- Ein neuer Inter-Frame Spacing unter der Bezeichnung RIFS (Reduced IFS) kann statt SIFS verwendet werden, falls alle Stationen im Funknetz damit zurechtkommen, und reduziert so die Leerlaufzeit.
- Bereits mit 802.11e (Quality of Service) wurden erweiterte Zugriffsverfahren und ein Block-Acknowledgement-Verfahren eingeführt, welche im Rahmen von Bandbreiten- und Antwortzeit-Zusagen (802.11 nennt dies Traffic Streams) Bursts von dicht aufeinander folgenden 802.11-Frames (PPDUs) erlauben. Im Rahmen einer vereinbarten Acknowledgement-Policy müssen diese Frames außerdem nicht mehr einzeln bestätigt

werden, sondern nur noch als gesamter Block (Block Acknowledgement).

802.11n erweitert hierbei einerseits die Möglichkeiten und Variationen des Block-Acknowledgement-Verfahrens und erhöht andererseits die Packungsdichte im Übertragungskanal durch zwei Möglichkeiten, Frames zusammenzufassen:

- Aggregierte MSDU (A-MSDU) erlaubt die Verbindung mehrerer MSDUs zu einer MPDU. Jede MSDU erhält einen eigenen Ethernet-ähnlichen Header (Destination - Source - Length), die gesamte Kette jedoch nur einen gemeinsamen 802.11-MAC-Header. Daraus ergibt sich, dass nur solche MSDUs zusammengefasst werden können, die im WLAN zum selben Empfänger gesendet werden sollen (das ist auf der Clientseite keine Einschränkung, da von dort sowieso alle Frames an den Access Point gehen) und die der gleichen QoS-Verkehrsklasse zugeordnet sind.

Die maximale Länge einer solchen MPDU sind 4095 Byte. Diese zusammengesetzte MPDU wird dann wie gewohnt weiter verarbeitet (Verschlüsselung - CRC - PHY-Layer - Acknowledge).

- Aggregierte MPDU (A-MPDU) erlaubt die Übertragung mehrerer MPDUs als einen großen 802.11-

	nominale Datenrate	PHY- + MAC-Header	MAC-Daten	SIFS	ACK	DIFS	gesamte Transaktionszeit	Datenanteil	„Netto“-Datenrate
<b>802.11a</b>									
	6 Mbit/s	56 $\mu$ s	140 $\mu$ s	16 $\mu$ s	44 $\mu$ s	34 $\mu$ s	290 $\mu$ s	<b>48,28%</b>	2,76 Mbit/s
	36 Mbit/s	28 $\mu$ s	24 $\mu$ s	16 $\mu$ s	24 $\mu$ s	34 $\mu$ s	126 $\mu$ s	<b>19,05%</b>	6,35 Mbit/s
	54 Mbit/s	24 $\mu$ s	16 $\mu$ s	16 $\mu$ s	24 $\mu$ s	34 $\mu$ s	114 $\mu$ s	<b>14,04%</b>	7,02 Mbit/s
<b>802.11n - 1 Spatial Stream</b>									
	6,5 Mbit/s	68 $\mu$ s	128 $\mu$ s	16 $\mu$ s	48 $\mu$ s	34 $\mu$ s	294 $\mu$ s	<b>43,54%</b>	2,72 Mbit/s
	39 Mbit/s	32 $\mu$ s	24 $\mu$ s	16 $\mu$ s	28 $\mu$ s	34 $\mu$ s	134 $\mu$ s	<b>17,91%</b>	5,97 Mbit/s
	65 Mbit/s	28 $\mu$ s	16 $\mu$ s	16 $\mu$ s	28 $\mu$ s	34 $\mu$ s	122 $\mu$ s	<b>13,11%</b>	6,56 Mbit/s
<b>802.11n - 2 Spatial Stream</b>									
	13 Mbit/s	52 $\mu$ s	64 $\mu$ s	16 $\mu$ s	40 $\mu$ s	34 $\mu$ s	206 $\mu$ s	<b>31,07%</b>	3,88 Mbit/s
	78 Mbit/s	32 $\mu$ s	12 $\mu$ s	16 $\mu$ s	32 $\mu$ s	34 $\mu$ s	126 $\mu$ s	<b>9,52%</b>	6,35 Mbit/s
	130 Mbit/s	32 $\mu$ s	8 $\mu$ s	16 $\mu$ s	32 $\mu$ s	34 $\mu$ s	126 $\mu$ s	<b>6,56%</b>	6,56 Mbit/s
<b>802.11n - 4 Spatial Stream</b>									
	26 Mbit/s	48 $\mu$ s	32 $\mu$ s	16 $\mu$ s	44 $\mu$ s	34 $\mu$ s	174 $\mu$ s	<b>18,39%</b>	4,60 Mbit/s
	156 Mbit/s	36 $\mu$ s	8 $\mu$ s	16 $\mu$ s	40 $\mu$ s	34 $\mu$ s	134 $\mu$ s	<b>5,97%</b>	5,97 Mbit/s
	260 Mbit/s	40 $\mu$ s	4 $\mu$ s	16 $\mu$ s	40 $\mu$ s	34 $\mu$ s	134 $\mu$ s	<b>2,99%</b>	5,97 Mbit/s

Tabelle 4: Übermittlungszeiten und Effektivität des Übertragungskanals bei Frames mit 100 Byte Datenanteil

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

Frame (PPDU). Die MPDUs werden hierbei jeweils durch einen vier Byte langen Delimiter voneinander getrennt, der zusammengesetzte Frame in einem Stück übertragen. Auch hierbei können nur solche MPDU-Frames zusammengefasst werden,

die im WLAN zum selben Empfänger gesendet werden sollen, weitere Einschränkungen bestehen jedoch nicht, da jeder Teilframe bereits einen vollständigen MAC-Header besitzt - insbesondere können also Frames aus verschiedenen QoS-Ver-

kehrsklassen zusammengefasst werden.

Die maximale Länge einer solchen aggregierten MPDU ist auf 65535 Byte vergrößert. Da hierbei quasi als Burst vollständige MAC-Frames

	nominale Datenrate	PHY- + MAC-Header	MAC-Daten	SIFS	ACK	DIFS	gesamte Transaktionszeit	Datenanteil	„Netto“-Datenrate
802.11a									
	6 Mbit/s	60 $\mu$ s	2004 $\mu$ s	16 $\mu$ s	44 $\mu$ s	34 $\mu$ s	2158 $\mu$ s	<b>92,86%</b>	5,56 Mbit/s
	36 Mbit/s	28 $\mu$ s	336 $\mu$ s	16 $\mu$ s	24 $\mu$ s	34 $\mu$ s	438 $\mu$ s	<b>76,71%</b>	27,40 Mbit/s
	54 Mbit/s	24 $\mu$ s	224 $\mu$ s	16 $\mu$ s	24 $\mu$ s	34 $\mu$ s	322 $\mu$ s	<b>69,57%</b>	37,27 Mbit/s
802.11n - 1 Spatial Stream									
	6,5 Mbit/s	64 $\mu$ s	1852 $\mu$ s	16 $\mu$ s	48 $\mu$ s	34 $\mu$ s	2014 $\mu$ s	<b>91,96%</b>	5,96 Mbit/s
	39 Mbit/s	28 $\mu$ s	312 $\mu$ s	16 $\mu$ s	28 $\mu$ s	34 $\mu$ s	418 $\mu$ s	<b>74,64%</b>	28,71 Mbit/s
	65 Mbit/s	28 $\mu$ s	188 $\mu$ s	16 $\mu$ s	28 $\mu$ s	34 $\mu$ s	294 $\mu$ s	<b>63,95%</b>	40,82 Mbit/s
802.11n - 2 Spatial Stream									
	13 Mbit/s	48 $\mu$ s	928 $\mu$ s	16 $\mu$ s	40 $\mu$ s	34 $\mu$ s	1066 $\mu$ s	<b>87,05%</b>	11,26 Mbit/s
	78 Mbit/s	32 $\mu$ s	156 $\mu$ s	16 $\mu$ s	32 $\mu$ s	34 $\mu$ s	270 $\mu$ s	<b>57,78%</b>	44,44 Mbit/s
	130 Mbit/s	28 $\mu$ s	96 $\mu$ s	16 $\mu$ s	32 $\mu$ s	34 $\mu$ s	206 $\mu$ s	<b>46,60%</b>	58,25 Mbit/s
802.11n - 4 Spatial Stream									
	26 Mbit/s	48 $\mu$ s	464 $\mu$ s	16 $\mu$ s	44 $\mu$ s	34 $\mu$ s	606 $\mu$ s	<b>76,57%</b>	19,80 Mbit/s
	156 Mbit/s	36 $\mu$ s	80 $\mu$ s	16 $\mu$ s	40 $\mu$ s	34 $\mu$ s	206 $\mu$ s	<b>39,83%</b>	58,25 Mbit/s
	260 Mbit/s	36 $\mu$ s	48 $\mu$ s	16 $\mu$ s	40 $\mu$ s	34 $\mu$ s	174 $\mu$ s	<b>27,59%</b>	68,97 Mbit/s

Tabelle 5: Übermittlungszeiten und Effektivität des Übertragungskanals bei Frames mit 1500 Byte Datenanteil

	nominale Datenrate	PHY- + MAC-Header	MAC-Daten	SIFS	ACK	DIFS	gesamte Transaktionszeit	Datenanteil	„Netto“-Datenrate
5 einzelne Frames à 500 Bytes									
	6,5 Mbit/s	340 $\mu$ s	3100 $\mu$ s	80 $\mu$ s	240 $\mu$ s	170 $\mu$ s	3930 $\mu$ s	<b>78,88%</b>	5,09 Mbit/s
	39 Mbit/s	160 $\mu$ s	520 $\mu$ s	80 $\mu$ s	140 $\mu$ s	170 $\mu$ s	1070 $\mu$ s	<b>48,60%</b>	18,69 Mbit/s
	65 Mbit/s	140 $\mu$ s	320 $\mu$ s	80 $\mu$ s	140 $\mu$ s	170 $\mu$ s	850 $\mu$ s	<b>37,65%</b>	23,53 Mbit/s
A-MSDU mit 5 Subframes à 500 Bytes									
	6,5 Mbit/s	64 $\mu$ s	1852 $\mu$ s	16 $\mu$ s	48 $\mu$ s	34 $\mu$ s	3342 $\mu$ s	<b>92,28%</b>	5,98 Mbit/s
	39 Mbit/s	28 $\mu$ s	312 $\mu$ s	16 $\mu$ s	28 $\mu$ s	34 $\mu$ s	642 $\mu$ s	<b>80,37%</b>	31,15 Mbit/s
	65 Mbit/s	28 $\mu$ s	188 $\mu$ s	16 $\mu$ s	28 $\mu$ s	34 $\mu$ s	426 $\mu$ s	<b>73,24%</b>	46,95 Mbit/s

Tabelle 6: Vergleich mit A-MSDU

	nominale Datenrate	PHY- + MAC-Header	MAC-Daten	SIFS	ACK	DIFS	gesamte Transaktionszeit	Datenanteil	„Netto“-Datenrate
10 einzelne Frames à 1.500 Bytes									
	6,5 Mbit/s	640 $\mu$ s	18520 $\mu$ s	160 $\mu$ s	480 $\mu$ s	340 $\mu$ s	20140 $\mu$ s	<b>91,96%</b>	5,96 Mbit/s
	39 Mbit/s	280 $\mu$ s	3120 $\mu$ s	160 $\mu$ s	280 $\mu$ s	340 $\mu$ s	4180 $\mu$ s	<b>74,64%</b>	28,71 Mbit/s
	65 Mbit/s	280 $\mu$ s	1880 $\mu$ s	160 $\mu$ s	280 $\mu$ s	340 $\mu$ s	2940 $\mu$ s	<b>63,95%</b>	40,82 Mbit/s
A-MPDU mit 10 Subframes à 1.500 Bytes									
	6,5 Mbit/s	512 $\mu$ s	18468 $\mu$ s	16 $\mu$ s	68 $\mu$ s	34 $\mu$ s	19098 $\mu$ s	<b>96,70%</b>	6,28 Mbit/s
	39 Mbit/s	104 $\mu$ s	3080 $\mu$ s	16 $\mu$ s	32 $\mu$ s	34 $\mu$ s	3266 $\mu$ s	<b>94,30%</b>	36,74 Mbit/s
	65 Mbit/s	72 $\mu$ s	1848 $\mu$ s	16 $\mu$ s	32 $\mu$ s	34 $\mu$ s	2002 $\mu$ s	<b>92,31%</b>	59,94 Mbit/s

Tabelle 7: Vergleich mit A-MPDU

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

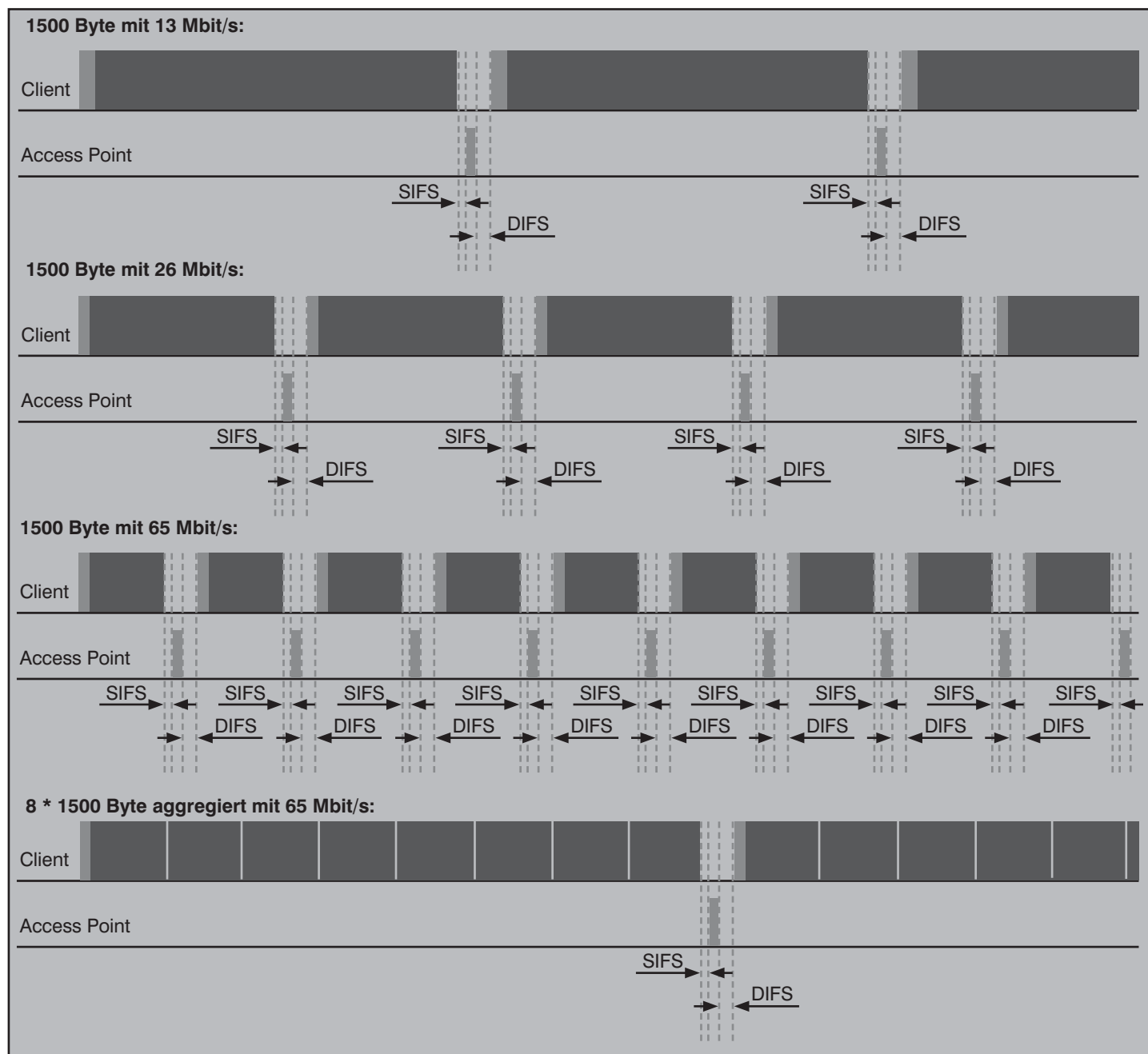


Abbildung 5 : Ausnutzung des Übertragungskanal

übertragen werden, muss eines der Block-Acknowledgement-Verfahren zur einfachen Bestätigung aller (korrekt empfangener) Frames verwendet werden.

Beide Verfahren reduzieren also den systemimmanenten Overhead (Inter-Frame Spacing, MIMO-Overhead etc.).

A-MSDUs haben von beiden Verfahren den geringeren Overhead, sind in ihrer Wirkung jedoch durch die kürzere maximale Länge beschränkt. Sie eignen sich daher eher dafür mehrere kürzere Frames

zusammenzufassen und so die durchschnittliche Antwortzeit zu verbessern. A-MPDUs können dagegen den Gesamtdurchsatz in der Zelle deutlich vergrößern. Modellrechnungen in Tabelle 6 und 7 zeigen den theoretisch erreichbaren Effekt.

- Ein neues zeitschlitzgesteuertes Medienzugriffsverfahren PSMP (Power Save Multi-Poll) soll insbesondere Multimedia-Anwendungen unterstützen. Der Access Point vergibt hierbei als zentrale Instanz in regelmäßigen Abständen Zeitscheiben für Downlink- und Uplink-Phasen an alle Teilnehmer. Da das Me-

dium durch den Access Point bereits zentral reserviert wurde, können die Teilnehmer zu Beginn ihrer Uplink-Phase direkt und ohne Carrier Sense auf das Medium zugreifen.

Das ACK-Verfahren (Acknowledgement-Policy) ist hierfür so angepasst, dass eine Bestätigung für einen Downlink-Frame erst in der folgenden Uplink-Phase und umgekehrt gesendet wird.

Durch dieses Verfahren kann unter anderem auch der regelmäßige Versand von Multicasts und Broadcasts gesteu-

## HI-Speed Wireless IEEE 802.11n - The Next Generation

ert werden. Das vereinbarte Serviceintervall einer PSMP-Runde kann bis auf 5 ms reduziert werden. (siehe Abbildung 5)

### Fazit

Mit MIMO vollziehen Wireless LANs den Einstieg in die derzeit modernste Datenübertragungstechnik und erreichen damit beträchtliche nominale Übertragungsraten. Die Technologiesprünge bei den physikalischen WLAN-Schnittstellen werden damit vorerst seltener werden, die eingesetzte Technologie hat die Chance zu einer stabilen und breit genutzten Zugangstechnik zu reifen.

Die neue Technik erfordert jedoch bei fast allen Herstellern ein komplettes Redesign ihrer Produkte: Gigabit-Ethernet-Schnittstellen, deutliche schnellere Prozessoren und nicht zuletzt die Platzierung von bis zu acht Antennen und vier Sendempfangsteilen pro MIMO-Einheit - bei Dual-Access-Points kann sich dies alles noch verdoppeln - können aktuelle Produktlinien aber nicht realisieren. Dies wird Auswirkungen auf den gesamten WLAN-Markt haben, viele Hersteller werden die Gunst der Stunde nutzen und ihr Portfolio deutlich überarbeiten.

Dass dies nicht von heute auf morgen geht, zeigen die zurzeit verfügbaren Pre-N-Produkte: mangels eines verabschiedeten Standards gibt es Interoperabilität nur auf niedrigem Niveau, die verwendeten Chips unterstützen noch nicht alle vorgesehenen Kodierungen und als Clientadapter sind lediglich PCMCIA-Karten erhältlich, worauf maximal Platz für zwei Antennen ist.

Aber die Übertragungstechnik ist mit 802.11n auch software-technisch komplizierter geworden. Mit 153 HT-Kodierungsschemata (hinzukommen noch alle Verfahren in 802.11a/g und 802.11b) in 20- und 40-MHz-breiten Kanälen, mit ein bis vier Spatial Streams und optionaler Space-Time-Kodierung, jeweils mit zwei alternativen Werten für das Guard Intervall (400 ns und 800 ns), mit vier verschiedenen Acknowledgement-Policies, vier verschiedenen QoS-Verkehrsklassen, zwei Verfahren zur Aggregation von Frames, vier Medienzugangsverfahren und und und ... haben Wireless LANs mittlerweile schier unübersehbar viele Freiheitsgrade, um Funknetze und deren Performance zu steuern.

Wie üblich definiert der Standard 802.11 mit all seinen Ergänzungen zwar die Verfahren als solche und legt auch einige Regeln zur Interoperabilität und Rückwärts-

kompatibilität fest, konkrete Algorithmen, was wann und eventuell wie anzuwenden ist, werden jedoch nicht geliefert und liegen in der Hoheit des Herstellers/Programmierers bzw. auch des Betreibers, falls entsprechende Parameter über ein Benutzerinterface verändert werden können.

Statt neuer WLAN-Technologien wird es also in den nächsten 3 bis 5 Jahren eher eine Evolution innerhalb der 11n/MIMO-Technologie geben. Die Produkte werden sich sowohl in der verbauten Hardware (Radiochips, Prozessor, Ethernet-Schnittstelle und ggfl. diverse „WAN“- und Peripherie-Schnittstellen), der Leistungsfähigkeit dieser Bauteile als auch in der eingesetzte Software deutlicher unterscheiden als es bei 11b- oder 11g-Produkten der Fall ist. Und gerade die Firmware kann unter 802.11n gravierenden Einfluss auf die Performance dieser komplexen Technologie haben.

In wie weit die auf dem Papier stehenden nominalen Übertragungsraten von über 600 Mbit/s auch in der praktischen Anwendung die Nettodatenrate verbessern können, müssen Praxistests zeigen, sobald leistungsfähige Produkte verfügbar sind.

Darüber hinaus bleiben noch weitere wichtige Punkte zu lösen:

- Der erhöhte Strombedarf der Access Points wird nach dem jetzigen Kenntnisstand nicht mit PoE (802.3af) abgedeckt werden können (Pre-N-Systeme mit zwei Antennen liegen schon bei über 10 W), eine Erweiterung dieses Standards ist fällig.

me mit zwei Antennen liegen schon bei über 10 W), eine Erweiterung dieses Standards ist fällig.

- Auch auf der Clientseite stellt der erhöhte Strombedarf von 11n-Adaptoren hohe Anforderungen an neue Batterietechnologien.
- Mit deutlich sinkenden Antwortzeiten und einer verbesserter Verfügbarkeit wächst der Erwartungsdruck an stabile und ebenso schnelle Roaminglösungen (Hand-Over).
- Zum jetzigen Kenntnisstand scheinen schnelle Roaminglösungen in erster Linie durch controllerbasierte Architekturen („Wireless Switch“) erreicht werden zu können. Hier müssen dann aber aggregierte Datenraten von mehreren Hundert Mbit/s verarbeitet, gegebenenfalls verschlüsselt und im kabelgebundenen Netzwerk weitertransportiert werden. Wir sprechen dann also über mehrfache Gigabit-Ethernet-Ports pro WLAN-Controller, wenn nicht gar über 10-Gigabit-Ports.
- Mit der Verfügbarkeit von 802.11n-Produkten müssen auch die Produkte aus der Messtechnik nachziehen, um ein Troubleshooting auf der Funkschnittstelle auch in Zukunft zu ermöglichen. Dies stellt hohe Anforderungen an die eingesetzte Hardware - vergleichbar mit Messadaptern für Gigabit-Ethernet.

## Wireless LAN Forum 2006



**20.11. - 22.11.06  
in Königswinter**

Wireless LANs und andere drahtlose Kommunikationssysteme sind aus modernen Arbeits- und Produktionsmethoden nicht mehr wegzudenken. Obwohl diese Techniken inzwischen erwachsen geworden sind, schreitet der Weiterentwicklungsprozess mit einem atemberaubenden Tempo in Zyklen voran,

die deutlich kürzer als in der kabelbasierten Welt sind. Wir befinden uns dabei mitten in einem Prozess der Konvergenz drahtloser, mobiler und klassischer kabelgebundener Kommunikationssysteme, der die Zugangstechnik und die Netzarchitekturen signifikant verändert. Den richtigen Kurs zu halten und taktisch geschickt im Marktgeschehen zu navigieren erfordert dabei ein immenses Expertenwissen. Das diesjährige Wireless Forum analysiert und bewertet hierzu für Sie den aktuellen Stand der Technik, zeigt worauf es beim erfolgreichen Aufbau und Betrieb von Wireless Lösungen wirklich ankommt, welche Fehler wie vermieden werden können und welche Trends beachtet werden müssen.

Moderation: Dr. Simon Hoff

Preis: € 1.590,-\* zzgl. MwSt. (\*gültig bis 30.9.06 - dann regulär € 1.790,- zzgl. MwSt.)



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

# Aktuelle Veranstaltungen

## **Ethernet Technologien neuester Stand, 25.09. - 29.09.06 in Aachen**

Dieses Seminar stellt die neuesten Ethernet- und Wireless-Varianten vor und zeigt, nach welchen Regeln und Auslegungsvorschriften diese zu konfigurieren sind. Mit besonderem Blick auf die Praxis werden Komponenten- und Kabeltechnik erläutert, auch wichtige Betriebsfragen werden vorgestellt. Im Besonderen wird die Bedeutung der IP-Telefonie für die Gestaltung von Ethernet-LANs analysiert. Abgerundet wird das Seminar um wichtige Fragen des Trouble-Shootings.

Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **TCP/IP und SNMP, 25.09. - 29.09.06 in Neuss**

Dieses 5-tägige Seminar vermittelt systematisch die Grundlagen TCP/IP, beleuchtet Vor- und Nachteile und gibt wichtige Empfehlungen für den erfolgreichen Einsatz. Dies betrifft speziell auch die wichtigen IP-Infrastrukturdienste von der Adressierung über ARP bis zu DHCP, DNS, DDNS und NAT und die Management-Funktionalität SNMP.

Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **EMV-gerechte Planung der Elektroinstallation für Rechnerräume und Rechenzentren, 25.09. - 26.09.06 in Berlin**

Dieses Seminar zeigt, wie eine EMV-gerechte, hochverfügbare und störungsarme Elektroinstallation mit gleichzeitig hoher Betriebssicherheit geschaffen werden kann. Es vermittelt mit engem Bezug zur Praxis wie ausgehend von Analyse und Messtechnik bestehende Mängel beseitigt werden und ein wartungsoptimierter Betrieb aufgebaut wird.

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **Troubleshooting Exchange Server 2003, 16.10. - 17.10.06 in Aachen**

Dieses 2-tägige Seminar ruft bewährte Technologien der Exchange Server-Produkte nochmals bei den Teilnehmern in Erinnerung und zeigt anhand dieses Know-How effiziente Maßnahmen zur Sicherung, Reparatur und Wiederherstellung von Exchange-Daten auf. Des Weiteren werden die Möglichkeiten betrachtet, die Exchange Server 2003 mit integriertem Service Pack 2 bietet, um dem wachsenden Problem zu begegnen, welches durch die Flut unerwünschter Nachrichten entsteht.

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **Trouble Shooting für TCP/IP- und Windows-Umgebungen, 16.10. - 20.10.06 in Aachen**

Dieses Seminar beschreibt die typischen Störsituationen in diesem Umfeld, gibt Einblick in bisher als Black Box benutzte Mechanismen und Abläufe und trainiert die systematische und methodische Diagnose und Fehlerbeseitigung. Dabei wird die Theorie mit praktischen Übungen und vielen Fallbeispielen in einem Trainings-Netzwerk kombiniert. Die Teilnehmer werden durch dieses kombinierte Training in die Lage versetzt, das Gelernte sofort in der Praxis umzusetzen.

Preis: € 2.490,- zzgl. MwSt.

## **Quality of Service - QoS, 16.10. - 17.10.06 in Köln**

Dieses 2-tägige Seminar befasst sich mit Quality of Service (QoS) in LAN, WAN und WLAN. Sie lernen, wann QoS erforderlich ist, welche QoS-Standards es gibt, wie eine beherrschbare Architektur aussieht und wie QoS funktioniert.

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **Session Initiation Protocol SIP - Basis-Technologie der IP-Telefonie, 16.10. - 18.10.06 in Köln**

Dieses 3-tägige Seminar vermittelt Planern und Betreibern Anforderungen und Technologien für den Einsatz von Telefonie und Mehrwertdiensten auf Basis des neuen Standards SIP. Chancen und Risiken werden anhand von Einsatzszenarien bewertet und kontrovers diskutiert.

Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## **Sicherheitsmechanismen für Voice over IP, 19.10. - 20.10.06 in Köln**

Angesichts der Offenheit und geringeren Verfügbarkeit von Datennetzen ist das Thema Sicherheit das zentrale Projektthema bei der Umsetzung von Voice over IP. VoIP benötigt Sicherheitsmechanismen, die mindestens ein den konventionellen Telekommunikationsnetzen entsprechendes Niveau an Vertraulichkeit, Verlässlichkeit, Verfügbarkeit und Integrität sicherstellen. Darüber hinaus bietet die Umstellung die Chance, die Sicherheit der Sprachkommunikation über das bisherige Niveau hinaus zu verbessern.

Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **Lokale Netze für Einsteiger, 23.10. - 27.10.06 in Neuss**

Dieses 5-tägige Seminar vermittelt kompakt und intensiv innerhalb von 5 Tagen die Grundprinzipien des Aufbaus und der Arbeitsweise Lokaler Netzwerke. Dabei werden sowohl die notwendigen theoretischen Hintergrundkenntnisse vermittelt als auch der praktische Aufbau und der Betrieb eines LANs erläutert.

Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **Sicherheit 3: Praxis-Intensiv-Seminar zur erfolgreichen Konfiguration von Firewall, VPN, Windows-Clients, WLANs, 23.10. - 27.10.06 in Aachen**

Dieses 5-tägige Seminar vermittelt intensiv den praktischen Umgang mit Firewall, VPN, Windows-Sicherheit und WLAN-Sicherheit. Im Rahmen von praktischen Live-Übungen werden typische Konfigurationen analysiert und vermittelt.

Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **Projektmanagement I: Projekte erfolgreich leiten, organisieren und optimieren, 23.10. - 27.10.06 in Aachen**

In diesem 5-tägigen Intensiv-Kurs lernen Sie, ein Projekt erfolgreich zu leiten und organisieren. Es werden bewährte Wege aufgezeigt, wie Sie die Projektabwicklung im Alltag in Ihrem Unternehmen konkret optimieren.

Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

CCNE

## ComConsult Certified Network Engineer

### Lokale Netze

23.10. - 27.10.06 in Neuss  
 04.12. - 08.12.06 in Aachen  
 05.02. - 09.02.07 in Aachen  
 16.04. - 20.04.07 in Aachen  
 25.06. - 29.06.07 in Aachen  
 15.10. - 19.10.07 in Aachen  
 03.12. - 07.12.07 in Aachen

### Internetworking

11.09. - 15.09.06 in Aachen  
 13.11. - 17.11.06 in Aachen  
 05.03. - 09.03.07 in Aachen  
 07.05. - 11.05.07 in Aachen  
 17.09. - 21.09.07 in Aachen  
 10.12. - 14.12.07 in Aachen

### TCP/IP und SNMP

25.09. - 29.09.06 in Köln  
 27.11. - 01.12.06 in Berlin  
 26.02. - 02.03.07 in Berlin  
 21.05. - 25.05.07 in Aachen  
 17.09. - 21.09.07 in Neuss  
 19.11. - 23.11.07 in München

### Ethernet Technologien - neuester Stand

25.09. - 29.09.06 in Aachen  
 27.11. - 01.12.06 in Aachen  
 26.02. - 02.03.07 in Aachen  
 21.05. - 25.05.07 in Aachen  
 10.09. - 14.09.07 in Aachen  
 26.11. - 30.11.07 in Aachen

Paketpreis für alle vier Seminare € 8.244.-- zzgl. MwSt.  
 (Einzelpreise: je € 2.290.--)



Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

CCTS

## ComConsult Certified Trouble Shooter

### Trouble Shooting in Lokalen Netzwerken - Grundlagen

06.11. - 10.11.06 in Aachen  
 12.03. - 16.03.07 in Aachen  
 11.06. - 15.06.07 in Aachen  
 03.09. - 07.09.07 in Aachen  
 12.11. - 16.11.07 in Aachen

### Trouble Shooting in konvergenten Netzwerken

18.09. - 22.09.06 in Aachen  
 13.11. - 17.11.06 in Aachen  
 23.04. - 27.04.07 in Aachen  
 18.06. - 22.06.07 in Aachen  
 17.09. - 21.09.07 in Aachen  
 19.11. - 23.11.07 in Aachen

### Trouble Shooting für TCP/IP- und Windows-Umgebungen

16.10. - 20.10.06 in Aachen  
 29.01. - 02.02.07 in Aachen  
 07.05. - 11.05.07 in Aachen  
 22.10. - 26.10.07 in Aachen

Paketpreis für alle drei Seminare, eine digitale Stromzange, die Prüfung und den Report „Fehlersuche in konvergenten Netzen“ € 6.990.-- zzgl. MwSt.  
 (Einzelpreise: je € 2.490.--)



Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

CCSE

## ComConsult Certified Security Expert

### Sicherheit 1: Kernbausteine einer erfolgreichen Sicherheits-Lösung

11.09. - 15.09.06 in Bonn  
 12.02. - 16.02.07 in Aachen  
 18.06. - 22.06.07 in Bonn  
 10.09. - 14.09.07 in Berlin

### Sicherheit 3: Praxis-Intensiv-Seminar zur erfolgreichen Konfiguration von Firewall, VPN, Windows-Clients, WLANs

23.10. - 27.10.06 in Aachen  
 16.04. - 20.04.07 in Aachen  
 27.08. - 31.08.07 in Aachen  
 03.12. - 07.12.07 in Aachen

### Sicherheit 2: VPN Virtuelle Private Netze: Planung, Konfiguration, Betrieb

25.09. - 27.09.06 in Köln  
 05.03. - 07.03.07 in Bonn  
 25.06. - 27.06.07 in Berlin  
 15.10. - 17.10.07 in Aachen

Paketpreis für alle drei Seminare und Report „VPN-Technologien: Alternativen und Bausteine einer erfolgreichen Lösung“ € 5.990.-- zzgl. MwSt. (Einzelpreise: € 2.290.-- / € 1.690.-- / € 2.290.-- / Report 398.--)



Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.com](http://www.comconsult-akademie.com)

Impressum

Verlag:  
 ComConsult Technology Information Ltd.  
 121 Paton Rd.  
 RD1  
 Richmond  
 New Zealand  
 GST Number 84-302-181  
 Registration number 1260709  
 Phone: 0064 3 5444632  
 Fax: 0064 3 5444237

German Hot-line of ComConsult-Research: 02408-955300  
 E-Mail: [insider@comconsult-akademie.de](mailto:insider@comconsult-akademie.de)  
<http://www.comconsult-research.de>

Herausgeber und verantwortlich im Sinne des Presserechts:  
 Dr. Jürgen Suppan  
 Chefredakteur: Dr. Jürgen Suppan  
 Erscheinungsweise: Monatlich, 12 Ausgaben im Jahr  
 Bezug: Kostenlos als PDF-Datei  
 über den eMail-VIP-Service der ComConsult Akademie

Für unverlangte eingesandte Manuskripte  
 wird keine Haftung übernommen  
 Nachdruck, auch auszugsweise  
 nur mit Genehmigung des Verlages  
 © ComConsult Research