Dr. Suppan International Institute

Der Netzwerk Insider

November 2004

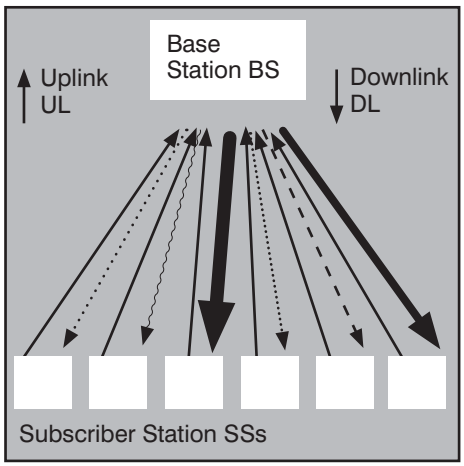
Technologie Information für die Ausbildung zum ComConsult Certified Network Engineer

Schwerpunktthema

IEEE 802.16 WirelessMAN™: drahtloser Breitbandzugriff

von Dr. Franz-Joachim Kauffels

In dem im Oktober-Insider erschienenen Artikel „Wireless World“ wurde ein Überblick über die aktuellen Standardisierungsprojekte für drahtlose Kommunikation gegeben. Heute betrachten wir die Technologie von IEEE 802.16 näher. Es tut sich eine völlig neue, gut durchdachte Funkwelt auf. Besonders hervorzuheben ist die intensive Integration von Sicherheitsfunktionen. Es gibt aber auch Möglichkeiten von Kombination mit und Koexistenz zu IEEE 802.11 WLANs. Insbesondere die lizenzfreie Variante WirelessHUMAN auf 2-11 GHz bietet hervorragende Perspektiven für Corporate Networks.



Die Dokumente von IEEE bedürfen traditionell einer gewissen Interpretation. Für den Anwender und Betreiber ist es letztlich vor allem wichtig zu wissen, wie die unterschiedlichen Standards harmonieren können. Im letzten Artikel wurde ja die grundsätzliche Intention von IEEE 802.16 und die aktuelle Untergliederung nach Schnittstellen für bestimmte Frequenzbereiche angesprochen.

weiter auf Seite 14

Zweitthema

ComConsult gründet German SIP-Center

von Dr. Jürgen Suppan

Mit dem Siegeszug der IP-Telefonie, der sicher von Niemandem mehr bezweifelt wird, entsteht die elementare Frage, ob uns die neue Technik endlich das Ende der proprietären Telefon-Welten bringen wird. Dies setzt unvermeidbar einen akzeptierten internationalen Standard für Signalisierung und darauf basierende Leistungsmerkmale voraus. In diese Rolle ist in den letzten zwei Jahren immer mehr das Session Initiation Protocol SIP hinein gewachsen. Nach heutiger Sicht wird SIP die gemeinsame Basis für alle Multimedia-Kommunikationstechniken der Zukunft sein, also den gesamten Bereich von der Telefonie bis zur Video-Kommunikation abdecken. Da SIP ein junger Standard ist, der sich zudem in einer sehr komplexen Welt bewähren muss, sind bei der Umsetzung und Realisierung von SIP-Projekten durchaus technische Schwierigkeiten zu erwarten. Um Endanwendern und Herstellern hier eine geeignete Unterstützung anzubieten, hat ComConsult Research das German SIP-Center gegründet. Hier finden Sie Unterstützung für Ihre SIP-Projekte. Bevor im Folgenden auf das Leistungsspektrum des German SIP-Centers eingegangen wird, macht ein Blick auf die aktuelle Marktsituation Sinn.

weiter auf Seite 7

Top-Event

ComConsult Winterschule 2004

auf Seite 4

Zum Geleit

IP-Telefonie: Migrations-Konzept

auf Seite 2

Report des Monats

Neuer Report: Planung für Voice over IP

auf Seite 9

Zum Geleit

IP-Telefonie: das Migrations-Konzept entscheidet den Wettbewerb und den Projekterfolg

Haben sich gerade auf dem deutschen Markt die traditionellen TK-Hersteller lange Zeit auf den Schutz ihrer installierten Basis konzentriert, so ist diese Phase nun endgültig vorbei. Die nächste Phase im Wettbewerb ist eingeläutet! Sie besteht aus dem Einstieg in die IP-Telefonie für alle Kunden auch durch die traditionellen TK-Anbieter. Die in den letzten 10 Wochen bekannt gewordenen Entscheidungen von Ford (50.000 Telefone), Boeing (150.000 Telefone) und der Bank of America (180.000 Telefone) unterstreichen mit Nachdruck den allgemeinen Markttrend: die Zeit der klassischen Telefonie ist vorbei!

In den Entscheidungen für ein bestimmtes Produkt wird aber auch immer deutlicher, dass die Art der Migration aus der bestehenden PBX-Anlage in die IP-Welt die Entscheidung sehr stark prägt. Dies wurde auch schon im letzten Jahr mit der Entscheidung von Merrill Lynch weg von Cisco und hin zu Avaya deutlich.

Nun ist aber gerade im Bereich der Migration das Weltbild nicht mehr so trivial wie früher. Lange Zeit standen zwei feste Lager unverrückbar einander gegenüber. Auf der einen Seite Cisco mit der klaren Botschaft, die alte Anlage kurz, schmerzfrei und vollständig durch die schöne neue IP-Welt zu ersetzen. Auf der anderen Seite die Traditionalisten wie Siemens, die tendenziell den Fortbestand der alten Welt mit einer langsamen Migration in den Vordergrund stellten. Dieses Weltbild hat starke Risse bekommen. Cisco hat mit dem Call-Manager 4 seine Anlagenschnittstelle ausgebaut und betont stärker als bisher die technische Fähigkeit eines Kombinationsbetriebs. Siemens hat mit der HiPath Version 2 in seiner Anlagenarchitektur den IP-Bereich nunmehr in den Vordergrund gerückt, betont aber weiterhin die Bestandssicherung durch eine hybride Anlagenarchitektur. Auch Alcatel, Avaya und Nortel betonen den Stellenwert einer gesteuerten Ablösung mit einem Parallelbetrieb beider Welten, lassen aber keinen Zweifel an einer reinen IP-Zukunft aufkommen. Auch bei Siemens ist der Weg in eine IP-Zukunft unbestritten, allerdings generiert weiterhin die Positionierung der HiPath 8000 gegenüber der HiPath 4000

Fragen zur zukünftigen Produktpositionierung. Speziell diesem Thema werden wir in den nächsten Wochen aber eine tiefgehende Analyse durch einen Besuch bei den Entwicklern der HiPath 8000 widmen. Das Ergebnis der Analyse werden wir auf der Winterschule und den ComConsult-Strategietagen vorstellen.

Kein Entscheider und kein aktuelles Projekt sollte den Aspekt der Migration außer Acht lassen. Die Art der Migration bestimmt den technischen und wirtschaftlichen Projekterfolg! Phase 3 des Kampfes um die Zukunft der Telekommunikation wird ohne Zweifel die reine IP-Lösung sein. Dies muss im Kern jeder Produkt-, Hersteller- und Migrationsentscheidung stehen, wie der Name schon sagt ist eine Migration ein Veränderungsprozess mit einem klaren Endziel. Der dabei häufig anzutreffende Glaubenskrieg zwischen Softswitch und Hybridanlage ist aus meiner Sicht unsinnig. In jedem Fall ist ein wirtschaftlich fundierter Migrationsplan mit den geschätzten Gesamtkosten des Übergangs in die reine IP-Welt aufzustellen. In vielen Projekten werden dabei die entscheidenden Kosten der letzten Stufe des Übergangs vernachlässigt. Betrachtet man aber die vielen möglichen Varianten dieser Kostenrechnung, dann wird deutlich, dass sowohl der Softswitch als auch die Hybridanlage je nach Ausgangssituation, vorliegenden Angeboten und Dauer der Migration der jeweils optimale Weg sein kann.

Wovon kann die Wahl des optimalen Wegs abhängen? Welche Kriterien können zur hybriden Migration, welche zum Softswitch führen? Nachfolgend eine unvollständige Aufzählung von typischen Fragestellungen:

- Was passiert mit der bestehenden TK-Anlage und den vorhandenen Endgeräten? Bleiben diese bestehen und werden in einem Parallel-Betrieb zur IP-Welt stufenweise abgebaut? Lässt sich der bestehende Miet- oder Leasingvertrag wirtschaftlich sinnvoll verlängern?

- Gibt es in der bestehenden TK-Lösung Spezialelemente, die für das Unternehmen wichtig sind, aber momentan noch nicht durch die neue Welt abgebildet werden können?

- Bedeutet Parallelbetrieb von klassischer TK und IP-Telefonie, dass beide Anlagenteile neu beschafft werden müssen? Betrifft das nur die Anlage oder auch die Endgeräte?

- Wie passen die Leistungsmerkmale aus klassischer TK und IP-Telefonie zusammen. Kann wirklich ein homogen wirkender Anlagenverbund erreicht werden? Wie sieht denn eine sinnvolle Anlagenverbund-Architektur von alter und neuer Welt aus? Wie gut ist dabei das Gateway als Verbindungsglied einzuschätzen, liegen hier funktionale und kapazitive Risiken?

- Welche der mit IP-Telefonie möglichen Zusatzdienste und Architekturmerkmale sollen umgesetzt werden? Was passiert dabei mit den Teilnehmern, die noch in der klassischen TK-Welt angeschlossen sind?

- Welches Know-how ist mit einem Parallelbetrieb von klassischer TK und IP-Telefonie verbunden? Ist ein langfristiger Parallelbetrieb wirklich sinnvoll oder kann er von der Betriebsmannschaft gar nicht umgesetzt werden?

- Wie sieht die Betriebslösung aus? Wer betreibt im Rahmen welcher Betriebskonzeption? Wie viel Personal mit welchem Wissen ist erforderlich? Gerade

IP-Telefonie: das Migrations-Konzept entscheidet den Wettbewerb und den Projekterfolg

IP-Telefonie wird mit ihren Mehrwertdiensten häufig einen 7/24-Betrieb erfordern und dabei sehr enge Schnittstellen zum Netzwerk- und IP-Betrieb haben. Gab es den 24-Stunden-Betrieb schon für die klassische Telefonie? Wie sieht ein Überwachungs- und Konfigurations-Management für beide Welten aus? Ist es integriert? Sind es zwei getrennte Management-Bereiche mit völlig verschiedenen Oberflächen? Wie werden diese sinnvoll in ein Operating integriert?

- Über welchen Zeitraum soll sich das Investment in die neue Telekommunikations-Lösung amortisieren? Wie können die zukünftigen Projektschritte im Übergang auf eine reine IP-Lösung sinnvoll und seriös wirtschaftlich kalkuliert werden?

- Wird IP-Kommunikation stärker als bisher mit Geschäftsprozessen kombiniert? Entsteht beispielsweise eine internationale Team-Zusammenarbeit mit standortübergreifender Kommunikation, Informationsaustausch, Dokumenten-Sharing, Video-Conferencing usw.?? Lässt diese starke Bindung an Geschäftsprozesse zukünftige Veränderungen im Rahmen der Migrationsstrategie zu oder erfordert sie bereits jetzt eine eher endgültige Lösung?

- Wie stabil ist das jetzige Produktangebot? Wird es die heutigen Produkte in dieser Form in drei Jahren überhaupt noch geben? Ist das für die angestrebten Lösungen akzeptabel?

- Wie stark sollte man sich bereits heute an Standards wie SIP orientieren, die ja langfristig eine stabile Technologie-Basis erzeugen und die Abhängigkeit von Produktänderungen senken. Mindestens im Bereich der Endgeräte könnte eine Orientierung an Standards einen starken Schutz von Investitionen bewirken? Wie glaubwürdig ist das allseitige Bekenntnis der Hersteller zu offenen Standards, wenn keiner der Hersteller wirklich bereit ist, auf seine proprietäre Signalisierung zu verzichten?

Wie man an dieser sicher nicht vollständigen Liste erkennen kann, kann es keine allgemeingültige Migrationsstrategie geben. In jedem einzelnen Projekt muss eine für das Unternehmen optimale Migrationslösung gefunden werden. Wie immer, wird die entsprechende Entscheidung auch von rein menschlichen Faktoren beeinflusst werden.

Fazit dieser Überlegungen ist, dass der Einstieg in IP-Telefonie mit einem in der Regel mehrjährigen Migrations- und Investitionsplan verbunden sein sollte. Dieser muss vor allem das angestrebte Endziel klar benennen und alle technischen Übergänge wirtschaftlich bewerten.

Wir haben uns entschlossen, die diesjährige Winterschule wieder komplett dem Thema der Evaluierung der IP-Telefonie zu widmen. Es liegen so viele neue Erkenntnisse vor, wichtige Analysen laufen zur Zeit, dass man bereits jetzt sagen kann, dass die Winterschule 2004 zu einem der herausragenden IP-Telefonie-Events des Jahres 2004 werden wird. Wir gehen momentan davon aus, dass die Winterschule sehr stark gebucht werden wird und empfehlen dringend eine rechtzeitige Buchung, um sich einen Platz zu sichern.

Ihr
Dr. Jürgen Suppan

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung

Winterschule 2004

☐ Ich buche das Seminar
Winterschule 2004
vom 06.12. - 10.12.04 in Aachen
zum Preis von € 2.290,-- zzgl. MwSt.

☐ mit Report
☐ ohne Report

inklusive Technologie Studie
Sie können den Report
„IP-Telefonie: Cisco versus Siemens“
bei der Buchung dieses Seminars
zu einem Sonderpreis erhalten.
statt regulär € 398,- zahlen Sie nur € 298,-
(alle Preise zzgl. MwSt.)

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

Vorname _____ Nachname _____

Firma _____ Telefon/Fax _____

Straße _____ PLZ,Ort _____

eMail _____ Unterschrift _____

Programmübersicht Winterschule 2004

Montag, den 06.12.2004

10:00 - 11:00 Uhr
Vision IP-Telefonie: wohin geht der Weg?
- Telefonie heute: wo stehen Hersteller und Produkte
- Was sind die Weltmarkt-Trends?
- Was sind Kurz- und Mittelfristtrends?
- Vision: wohin führt uns IP-Telefonie?
- Was bedeutet das für aktuelle Projekt- und Produktentscheidungen?
- Welche Argumente sprechen für IP-Telefonie?
- Wo liegen Nachteile und Risiken?

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

11:30 - 13:00 Uhr
IP-Telefonie und ihre Varianten: wie funktioniert sie, welche Alternativen hat der Kunde zur Auswahl
- Die verfügbaren Standards
- Grundprinzipien und Protokolle
- Komponenten einer Lösung
- Beispiel-Szenarien: Single-PBX, Filial-Situation, Teleworker, Mehrstandort

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

14:00 - 14:30 Uhr
Anlagen-Architekturen im Vergleich: für wen ist welche Lösung am besten geeignet?
- Klassische TK
- Hybrid-Anlage
- Soft-PBX
- Mögliche KO-Kriterien und übergeordnete Entscheidungsfelder

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

14:30 - 15:30 Uhr
Voice over WLAN: das Ende von DECT?
- Wie arbeitet Voice over WLAN?
- Wie kann QoS realisiert werden?
- Was müssen geeignete Produkte leisten?
- Laborergebnisse: wie gut sind aktuelle Produkte?
- Was ist beim Design zu beachten?

Dr. Simon Hoff, ComConsult Beratung und Planung GmbH

16:00 - 17:00 Uhr
Anwendervortrag: Praxiserfahrungen mit IP-Telefonie von Siemens

N.N.

17:00 - 17:30 Uhr
Entscheidungen und Limitierungen der RegTP
- Ist VoIP ein rechtsfreier Raum?
- Was wird geregelt?
- Welche strukturellen Konsequenzen entstehen?
- Welche technischen Konsequenzen entstehen?

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

11:00 - 11:30 Uhr Kaffeepause
13:00 - 14:00 Uhr Mittagspause
15:30 - 16:00 Uhr Kaffeepause
ab 19:00 Uhr Happy Hour

Dienstag, den 07.12.2004

9:00 - 10:30 Uhr
SIP: der Telefonie-Standard der Zukunft in der kritischen Analyse
- Arbeitsweise und Architektur
- SIP-Anlagen
- Carrierkonzepte
- SIP-Clients
  - Softclients
  - Hardclients
  - Multimedia-Clients
- Funktionserweiterungen Instant Messaging und Presence
- Spezialkonzepte als Vision für die Zukunft OpenScape/Siemens und MCS 5100/Nortel

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

11:00 - 11:30 Uhr
SIP Produkte, Beispiel snom

N.N.

11:30 - 12:30 Uhr
Voice-Security
- Wie sicher sind Lösungen für IP-Telefonie?
- Wie werden sie eingebunden?
- Welche Probleme entstehen?
- Was bieten die Hersteller?
- Wie sehen Lösungsansätze aus?
- Was sollte in aktuellen Projekten beachtet werden?

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

12:30 - 13:00 Uhr
NAT und NAT-Traversal
- Warum NAT ein Problem ist
- Welche verschiedenen NAT-Varianten zu beachten sind
- Welche Traversal-Lösungen es gibt
- Was ist der beste Weg?

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

14:00 - 15:00 Uhr
Anwendervortrag: Praxiserfahrungen mit IP-Telefonie von Alcatel

N.N.

15:00 - 16:00 Uhr
Vorgehen bei der Evaluierung
- Projekterfahrungen
- ROI-Berechnung
- Bewertungs-Kriterien
- Vorgehensweise

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

16:30 - 17:30 Uhr
Sicherstellung einer ausreichenden Sprachqualität: auf dem Weg zum professionellen Voice-Service-Management
- Wodurch Sprachqualität beeinflusst wird: Messgrößen und Messpunkte
- Passive und aktive Monitore: wie kann aktive Sprachqualität erfasst und bewertet werden
- Anlagen-Management: wie wird der Betrieb überwacht, wie werden Fehler in der Architektur erkannt
- Beispiel: PSTN-Gateway-Management

Dr.-Ing. Behrooz Moayeri, ComConsult Beratung und Planung GmbH

10:30 - 11:00 Uhr Kaffeepause
13:00 - 14:00 Uhr Mittagspause
16:00 - 16:30 Uhr Kaffeepause

Mittwoch, den 08.12.2004

9:00 - 10:00 Uhr
Anwendervortrag: Praxiserfahrungen mit IP-Telefonie von Cisco
- Komponenten der Lösung in der Finanzverwaltung NRW
- Ausfallsicherheit / Konzept für Stromausfälle
- einige wesentliche Funktionen / Highlights
- Projekthistorie
- Installations- und Rolloutprozess und Verknüpfungen mit anderen Systemen
- Stand des Rollouts
- Wo liegen die Probleme und was verursacht den meisten Aufwand

Karl-Heinz Hommen-Menz, RZF

10:00 - 10:30 Uhr und 11:00 - 12:00 Uhr
IEEE 802.1X in der Praxis:
- Ein neuer Standard und seine Bedeutung
- Typische Architekturen
- Umsetzungs-Szenarien
- Was zu beachten ist
- Wie sinnvolle Lösungen entstehen
- Erfahrungen und Empfehlungen

Markus Schaub, ComConsult Research

12:00 - 12:45 Uhr
Power over LAN: Basis-Infrastrukturen sauber aufbauen
- Was leistet PoL?
- Welche Varianten gibt es?
- Worauf ist bei der Auswahl zu achten?
- Empfehlungen

Markus Schaub, ComConsult Research

13:45 - 15:15 Uhr und 15:45 - 17:30 Uhr
Cisco versus Siemens versus Alcatel: wer hat die bessere Lösung?
- Kriterien
- Strategische Bewertung
- Technische Bewertung
- Kosten
- Architektur und Skalierbarkeit
- Migration und Integration bestehender TK-Lösungen
- Wichtige Leistungsmerkmale
- Gesamt-Vergleich

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

10:30 - 11:00 Uhr Kaffeepause
12:45 - 13:45 Uhr Mittagspause
15:15 - 15:45 Uhr Kaffeepause

Donnerstag, den 09.12.2004

9:00 - 10:00 Uhr
Wo steht der Markt: Hersteller-Positionierung
- Welche Hersteller spielen mit
- Welche Strategien verfolgen sie
- Worauf sollte der Kunde achten
- Wie sicher sind die Strategien der Hersteller

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

10:00 - 10:30 Uhr
Zusatzapplikationen und ihre Bedeutung:
- Unified Messaging
- Call Center
- Kollaboration
- Was ist wichtig, wie weit wird die Auswahl des Herstellers durch diese Applikationen geprägt?

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

Hersteller präsentieren ihre Lösungen an einem vorgegebenen Projektbeispiel (RFI):

11:00 - 12:00 Uhr
RFI Alcatel — *N.N., Alcatel*

12:00 - 13:00 Uhr
RFI Avaya — *N.N., Avaya*

14:00 - 15:00 Uhr
RFI Cisco — *N.N., Cisco*

15:00- 16:00 Uhr
RFI Mitel — *N.N., Mitel*

16:30- 17:30 Uhr
RFI Siemens — *N.N., Siemens*

10:30 - 11:00 Uhr Kaffeepause
13:00 - 14:00 Uhr Mittagspause
16:00 - 16:30 Uhr Kaffeepause

Freitag, den 10.12.2004

9:00 - 10:00 Uhr
WAN-Design und Voice-Integration
- WAN-Technologien im Wandel
- Varianten aktueller Lösungen
- Was beim Design zu beachten ist
- Integration Voice: was bedeutet das
- Beispiele und Empfehlungen

Dipl.-Inform. Andreas Meder, ComConsult Beratung und Planung GmbH

10:00 - 10:30 Uhr und 11:00 - 13:00 Uhr
Netzwerk-Design: was das Netzwerk leisten muss
- Grundanforderungen an ein geeignetes Design
- Typische Schwachstellen
- QoS oder kein QoS
- Delay und seine Umsetzung
- Verfügbarkeit
- Packet loss
- Beispiele und Empfehlungen zum Redesign

Dipl.-Inform. Petra Borowka, UBN

Der Veranstalter behält sich Änderungen im Programm vor!

10:30 - 11:00 Uhr Kaffeepause
13:00 - 14:00 Uhr Mittagessen
Ende der Veranstaltung

Aktuelle Sonderveranstaltung

ComConsult Strategietage 2004

Vom 13. - 14. Dezember 2004 veranstaltet die ComConsult Akademie die Sonderveranstaltung „ComConsult Strategietage 2004“ in Köln.

Viele neue Technologien bieten ein erhebliches Potenzial zur Optimierung von Geschäftsprozessen, erfordern aber zur erfolgreichen Nutzung ausreichende Infrastrukturen und einen professionellen Betrieb. Für den erfolgreichen Einsatz von neuen Technologien im Rahmen von Geschäftsprozessen sind deshalb strategische Grundsatzentscheidungen erforderlich:

- Sie legen die langfristige Nutzung fest
- Sie klären den Zusammenhang mit wichtigen Geschäftsprozessen
- Sie klären die notwendigen Organisations-Veränderungen
- Sie stellen die erforderlichen Ressourcen bereit

Hier setzen die ComConsult-Strategietage 2004 an:

- sie schaffen eine fundierte Basis für die notwendigen strategischen Entscheidungen in Ihrem Unternehmen
- wichtige Technologien werden analysiert
- die notwendigen strategischen Entscheidungen werden benannt und hinterfragt
- Empfehlungen für den Projekterfolg werden gegeben

Strategien 2005: strategische Bewertung wichtiger Technologie-Trends

- Zentrale Geschäftsprozesse und ihr Bedarf an Technik-Support
- Technologische Kernentwicklungen
- Strategie trifft Technik: wo sich Technik und Geschäftsprozesse ideal ergänzen
- ComConsult Strategie-Statements 2005

Dr. Jürgen Suppan,
ComConsult Technology Information Ltd.

WAN-Redesign:
die Vision der Ortsunabhängigkeit

- ist eine vollständige Unabhängigkeit des Informationszugriffs und der Informationsverarbeitung vom Ort möglich?
- Welche Potenziale für wichtige Geschäftsprozesse sind gegeben?
- Welche Typen von Kommunikation müssen integriert werden, welche Anforderungen stellen die einzelnen Anwendungsbereiche, wie können diese in einem Design berücksichtigt werden?

- Wie sehen die technischen und wirtschaftlichen Alternativen aus?
- Ist das Internet als alleiniger Träger der Weitverkehrskommunikation geeignet oder gibt es Einschränkungen?
- Wie kann Second-Source bzw. eine Redundanz- und Backup-Strategie umgesetzt werden?
- Wie sieht eine professionelle Lösung für den Betrieb aus? Wie sehen geeignete Service-Level-Definitionen aus, wie können diese in ein 7/24-Stunden-Operating eingebunden werden?
- Welche Entscheidungen sind zu treffen?

Dipl.-Inform. Andreas Meder,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

Informationssicherheit und Wirtschaftlichkeit: ein Widerspruch?

- Wie kann die aktuelle Bedrohungslage eingeschätzt werden, welche technischen Bereich sind besonders kritisch, wie sehen die zu erwartenden Schäden eines erfolgreichen Angriffs aus?
- Wie sehen erfolgreiche Konzepte zur Schaffung von Informationssicherheit aus, wie wird ihre Wirtschaftlichkeit berechnet, welche Empfehlungen können gegeben werden?
- Welche Standards gibt es, an denen man sich orientieren kann? Sind diese Praxis-tauglich oder zu weit theoretisch?
- Wie sieht ein geeignetes Szenario zur Reaktion auf einen erfolgreichen Angriff aus? Wie kann dieser technisch sinnvoll erkannt werden? Welche Reaktions-Möglichkeiten gibt es?
- Wie wirkt sich das auf das Design von Sicherheitslösungen aus?

Dr. Simon Hoff,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

Auftragsvergabe von Projekten unter Off- und Nearshore-Gesichtspunkten: Ergebnisse einer Umfrage von ComConsult Research

- Welche Alternativen der externen Vergabe von Projekten bestehen?
- Können damit Kosten gespart werden? Wie sind die Schnittstellen-Kosten einzuschätzen?
- Kann mit einer geeigneten externen Vergabe die jeweils optimale Nutzung neuester Technologien sicher gestellt werden?
- Wie sieht eine sinnvolle Wartungslösung aus?
- Welche rechtlichen Probleme insbesondere im Bereich der Gewährleistung aber auch im normalen Vertragsrecht sind zu erwarten?
- Wer erhält die Urheberrechte und wer muss/kann/ eventuelle Patente beantragen?
- Gibt es kulturelle und sprachliche Probleme bei einer Offshore-Vergabe?
- Vor- und Nachteile bestehen, muss man sich dem scheinbaren Trend anpassen, wie hoch sind die Einsparpotenziale wirklich?
- Wie sieht eine geeignete Entscheidungsmatrix zur Entscheidungsfindung aus?

Dipl.-Inform. Christian Roszak,
ComConsult Kommunikationstechnik GmbH

IT am Scheideweg - Standard-Software vs. OpenSource/Eigenentwicklung - oder doch Outsourcing?

- Wohin geht die Software-Entwicklung? Welche Richtungen bieten sich an, welche Vor- und Nachteile bestehen?
- Sinken Entwicklungskosten und Entwicklungszeiten durch moderne Software-Entwicklungstechnologien?
- Was leistet Standardsoftware? Gibt es einen Bedarf für Individual-Entwicklungen?
- Was ist sinnvoller, die Eigenentwicklung oder die Fremdvergabe?
- Wie sehen geeignete Bewertungskriterien aus?
- Welche Empfehlungen können gegeben werden

Dipl.-Ing. Stefan Rolf,
ComConsult Kommunikationstechnik GmbH

IP-Telefonie: wohin geht der Weg?
Was ist der Weg?

- Technik oder Basis für die Optimierung von Geschäftsprozessen?
- Wo liegt der Mehrwert gegenüber der

ComConsult Strategietage 2004

traditionellen Telefonie?
- Stirbt die traditionelle Telefonie aus? Wie sieht eine sinnvolle Migration aus?
- Wie lässt sich die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes berechnen?
- Welche Alternativen bestehen, was machen die Hersteller, welche Empfehlungen können daraus abgeleitet werden
- Wie sieht die Rückwirkung auf die bestehenden Netzwerk-Infrastrukturen aus, sind hier Änderungen erforderlich, wie umfangreich sind diese, welche kosten sind zu erwarten
- Welche Entscheidungen müssen getroffen werden

Dr.-Ing. Behrooz Moayeri,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

Wireless World: Perspektiven eines technologischen Umbruchs
- Neue Funknetz-Standards verändern die Welt
- Übersicht über die Gesamtbreite der aktuellen Entwicklung von Wireless-Technologien: IEEE 802.11, 802.15, 802.16
- was bedeutet die zunehmende Ausdehnung von Wireless-Technologien von der Anlagenschnittstelle bis zum DSL-Ersatz?
- Welche zukünftigen technischen und wirtschaftlichen Potenziale sind darin enthalten?
- Wie sieht die zukünftige Architektur von Wireless-Lösungen aus?
- Wie sieht die zukünftige Gesamt-Architektur von Netzwerken unter Berücksichtigung der Wireless-Entwicklung aus?
- Welche Entscheidungen müssen jetzt getroffen werden? Wie sieht es mit der Wirtschaftlichkeit aus? Wie kann angesichts der schnellen Entwicklung und Komponenten-Alterung eine Investitionssicherheit erreicht werden?

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

Windows oder Linux: Potenziale beider Welten sinnvoll kombinieren
- Gegenüberstellung der Leistungsmerkmale beider Welten auf der Basis einer Technologie-Analyse von ComConsult Research
- Migration von Windows nach Linux: technische und wirtschaftliche Bewertung
- Linux als Basis für neue Endgeräte- und Anwendungstypen?
- Wie unterscheidet sich der Betrieb beider Technologien, sind hier Vor- oder Nachteile zu erwarten
- Welche Entscheidungen müssen jetzt getroffen werden, welche Alternativen bestehen
- Empfehlungen

Dipl.-Inform. Michael van Laak,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

LAN-Redesign: Lokale Netzwerke unter Druck
- Immer neue Anwendungsbereiche stürzen sich auf unsere bestehenden Netzwerke, von der Produktion über die Sprache bis zu neuen Logistikanwendungen um RFID. Sind unsere Netzwerke dafür geeignet, sind sie ausreichend vorbereitet?
- Wie kann die Eignung der bestehenden Netzwerke überprüft werden? Welche Maßnahmen sind zu ergreifen, um die Eignung zu erhöhen?
- Welche Alternativen bestehen, wie wirtschaftlich sind diese und wie dringlich
- Welche Rolle spielt die Integration von Sicherheits-Konzepten in ein Redesign? Wie ändert sich dadurch der Betrieb?
- Wie können die stark unterschiedlichen Leistungs-Erwartungen der einzelnen Anwendungsbereiche technisch und wirtschaftlich sinnvoll integriert werden? Führt eine Orientierung an den höchsten Anforderungen dabei automatisch zu einer Kostenerhöhung für Anwendungen mit niedrigen Anforderungen?
- Welche Entscheidungen müssen jetzt getroffen werden, welche Alternativen bestehen?
- Empfehlungen

Dipl.-Ing. Thomas Simon,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

ITIL: ist die Grenze des Machbaren bereits erreicht?
- Was haben die bisherigen Projekte gebracht, wie weit kann der „one size fits all“ Ansatz wirklich gehen?
- Welche Alternativen bestehen? Was wird eigentlich im Kern angestrebt? Wo liegen die damit verbundenen Kern-Profit-Bereiche? Lassen sich diese auch mit einem einfacheren Projektaufbau erreichen?
- Wo liegen die größten Ertragspotenziale, welche Empfehlungen können gegeben werden?
- Welche Entscheidungen müssen getroffen werden

Dipl.-Kfm. Martin Woyke,
ComConsult Kommunikationstechnik GmbH

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung
ComConsult Strategietage 2004

Ich buche das folgende Seminar in Köln:

☐ **ComConsult Strategietage 2004**
13.12. - 14.12.04
zum Preis von € 1.690,-- zzgl. MwSt.

☐ Bitte buchen Sie für mich ein Hotelzimmer

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

Name	Vorname
Firma	Telefon/Fax
Straße	PLZ,Ort
eMail	Unterschrift

Zweitthema

ComConsult gründet German SIP-Center

Fortsetzung von Seite 1

IP-Telefonie wird innerhalb der nächsten 5 Jahre die bekannte klassische Telefonie in fast allen Bereichen abgelöst haben. Nach dem Erreichen einer kritischen Installationsmasse wird sich die Bewegung hin zur IP-Telefonie noch einmal deutlich erhöhen. Für die Hersteller wird so schnell der Punkt erreicht, ab dem eine weitere Entwicklungsinvestition in traditionelle TK-Produkte unwirtschaftlich wird. Ab diesem Punkt werden alle Hersteller den Kunden massiv in eine reine IP-Welt drängen.

Wir werden jetzt in einer Übergangsphase eine Parallelität aus alter und neuer Welt erleben, die im Wesentlichen von Migrations-Strategien geprägt sein wird. Investitionen in klassische TK erfolgen in dieser Phase mit der primären Motivation, bestehende Investitionen zu schützen und einen geordneten stufenweisen Übergang zu einer reinen IP-Telefonie-Lösung zu erreichen. In dieser Phase der Anlagen-Migration werden Hybrid-Anlagen mit einer Misch-Architektur aus alter und neuer Technik bei einigen Herstellern noch eine große Rolle spielen, da diese Architektur die alte TK-Welt optimal integrieren kann. Auf die Dauer wird dieser Ansatz jedoch zu teuer sein und im harten Preiswettbewerb mit reinen Softswitch-Lösungen nicht bestehen können. Da die Migrationsphase im Markt aber mindestens die nächsten drei Jahre umfassen wird, kann eine Investition in eine Hybridanlage für den Kunden durchaus rentabel sein. Kauf-, Miet- oder Leasingverträge sollten aber auf einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren limitiert werden und die dann notwendige Migration in eine reine IP-Lösung sollte in der Kostenrechnung berücksichtigt werden.

Zukünftige Softswitch-Lösungen werden auf SIP basieren. Für die Hersteller bedeutet dies, dass sie einen marktgängigen Softwarekern in den Mittelpunkt ihrer Produkte stellen können. Natürlich stellt sich die Frage, ob ein Hersteller dann überhaupt noch Alleinstellungsmerkmale anbieten kann und ob die Produkte im Markt beliebig austauschbar sein werden. Aller Voraussicht nach werden Produkte nur im Low-cost-Bereich beliebig austauschbar sein, in dem Kunden mit einer einfachen Telefonie-Grundfunktionalität leben können.

Es gibt gute Gründe, warum SIP nur einen Kern darstellt, um den herum die Hersteller ihre Lösungen aufbauen werden:

- SIP liefert keine Anlagenarchitektur im weitergehenden Sinne. Zwar sind Rollen im Sinne genau definierter Service-Prozesse festgelegt, aber die Frage, in welcher Form von Redundanz-Architektur diese umgesetzt werden, wie eine Skalierung von sehr hohen Teilnehmerzahlen erreicht werden kann, wie weitergehende Funktionalitäten eingebunden werden usw. werden herstellerspezifische Produkte beantworten müssen
- SIP wird ein zunehmend größeres Portfolio von Leistungsmerkmalen abdecken. Aber es wird immer den Bedarf nach Lösungen geben, die darüber hinausgehen. Es ist durchaus im Sinne von SIP, dass die Hersteller hier in Ergänzung des SIP-Kerns proprietäre Funktionen entwickeln. Der Vorteil gegenüber den heutigen Lösungen besteht darin, dass der bestehende SIP-Kern ja bereits eine sehr weitgehende offene Kommunikation ermöglicht und so diese Erweiterungen eine bestehende Lösung deutlich weniger abschotten als das bei den klassischen TK-Lösungen der Fall ist
- Da SIP nicht nur eine Basis für die reine Telefonie ist sondern Träger der gesamten Multimedia-Kommunikationsbandbreite sein wird, wird es unvermeidbar den Bedarf nach Anwendungsfunktionen geben, die ein Standard kaum abdecken kann. Mann denke an die weitgehenden Möglichkeiten und Varianten der Video-Konferenzsysteme.

SIP wird also in vielen Bereichen mit der herstellerspezifischen traditionellen TK-Welt aufräumen, aber es werden neue herstellerspezifische Bereiche unvermeidbar entstehen. Damit wird SIP als Standard mit einer gewissen Komplexität verbunden sein.

Darüber hinaus beinhaltet jedes SIP-Projekt eine Reihe von Aufgaben, die aus der Infrastruktur-Technik resultieren, in der IP-Telefonie stattfindet. Nachfolgend einige Beispiele dafür:

- NAT-Traversal: nach wie vor besteht das Problem, IP-Telefonie über bestehende Router oder Firewalls, die NAT fahren, zum Laufen zu bringen. Es gibt eine Reihe bewährter Ansätze um dieses Problem zu lösen - vom Voice-aware Router bis hin zu speziellen Servern, die vor der Firewall positioniert werden. Nicht jeder Endanwender wird ein Interesse daran haben oder über die notwendige Zeit verfügen, diese verschiedenen Lösungen zu evaluieren und zu testen
- Konfiguration von SIP-Lösungen, welche Server werden wo benötigt, was machen die genau, wie werden Schnittstellen zu SIP-Providern geschaffen
- Voice-ready-Netzwerke: wie muss ein Lokales und ein Weitverkehrsnetzwerk aussehen, um für Multimedia-Kommunikation auf Basis SIP geeignet zu sein
- Wie werden verschiedene SIP-Anlagen miteinander kombiniert, was passiert, wenn die Leistungsmerkmale nicht identisch sind?

Aus der leidvollen Erfahrung mit eigenen Voice-Anwendungen heraus haben wir uns deshalb entschlossen, einen eigenen Laborbereich innerhalb von ComConsult Research zu schaffen, der sich dieser Probleme annimmt: das German SIP-Center.

Was leistet das German SIP-Center für Sie?

Wenn Sie Endanwender sind:

- Test von Produkten
- Spezieller Test von NAT-Traversal-Lösungen
- Spezieller Test von Voice-Security-Lösungen
- Test und Empfehlung von Betriebshilfsmitteln
- Hilfe bei der Installation
- Unterstützung bei der Fehlersuche

Wenn Sie Hersteller sind:

- Test und Bewertung von Produkten
- Veröffentlichung von Testergebnissen
- Schaffung einer Informations-Plattform für alle SIP-Interessierten im deutschen Markt

An wen wenden Sie sich?
Der Ansprechpartner für Sie ist der Leiter unseres Labors Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter, den Sie unter der Mailadresse: SIP-Center@comconsult-research.com oder der Telefonnummer 02408-955 400 erreichen können.

Wir werden auf der Winterschule der ComConsult Akademie für Sie präsent sein und uns Ihren Fragen zum German SIP-Center stellen.

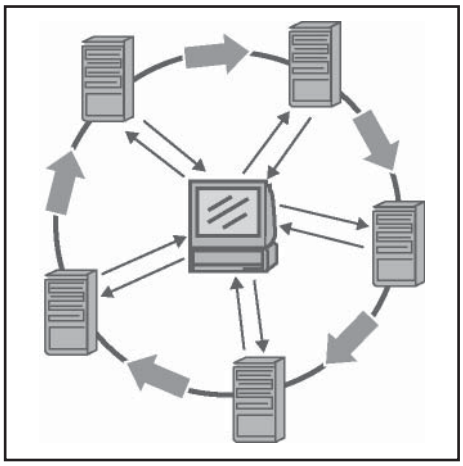
Sonderveranstaltung

Desktopmanagement-Systeme Evaluierungsseminar

Vom 06. - 08. Dezember 2004 veranstaltet die ComConsult Akademie erstmalig das Seminar „Desktopmanagement-Systeme Evaluierungsseminar“ in Bonn.

Die Bedeutung eines zentralisierten Konfigurations- und Installations-Managements wird spätestens beim Wechsel auf Windows XP oder beim Einspielen von XP SP2 klar. Dabei sind in letzter Zeit vor allem die Anforderungen an ein automatisiertes Installations-Management vor allem unter Einbeziehung des kompletten Betriebssystems gewachsen. Restriktive Handhabungen via Policies oder der Einsatz von Terminal Server Farmen können helfen, doch sie lösen nicht das eigentliche Kernproblem. Viele Unternehmen kommen um den Einsatz einer professionellen Desktopmanagement-Lösung nicht länger herum. Doch welche Produkte respektive welche Hersteller sind die Richtigen? Dieses Seminar analysiert die Leistung ausgewählter Produkte und vergleicht deren Einsatzspektrum.

In diesem Seminar lernen Sie
- welche Hersteller, Produkte und Verfahren gibt es?
- welcher Hersteller ist mit welchen Produktkomponenten die richtige Wahl für unsere Anforderungen, Prozesse und Strukturen?
- wie treffe ich eine Vorauswahl? Wie arbeite ich mich systematisch an eine endgültige Entscheidung heran?
- wie groß sind die Kosten für Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb einer Desktopmanagement-Lösung?
- wie strukturiere und organisiere ich ein derartiges Desktopmanagement-Projekt?
- welche Randbedingungen sind zu berücksichtigen?
- welche Risiken sind einzukalkulieren?
- wie hoch werden die Personalaufwände sein?
- wie hoch wird das Investitionsvolumen in Hard- und Software sein?



Das Seminar richtet sich an IT-Entscheider, Desktop-Verantwortliche und Projektleiter, die diese komplexe Thematik kennen- und einschätzen lernen sowie einen Überblick über marktrelevante Desktopmanagement-Lösungen bekommen wollen.

Es werden DTM-Suiten verschiedenster Hersteller vorgestellt und die unterschiedlichen Architekturen, Produktphilosophien, Leistungsmerkmale, Features und Funktionen mit einander verglichen, ohne jedoch zu sehr in Details abzutauchen. Dabei werden viele Bestandteile live demonstriert - exemplarisch sind 4 verschiedene Lösungen zu sehen. Der Schwerpunkt liegt auf DTM-Clients unter Windows-OS.

Neben Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen werden realitätsbezogene Einsatzszenarien aufgezeigt. Zudem wird ein Argumentationsleitfaden für ein DTM-System aufgebaut, jedoch auch die Defizite und Grenzbereiche genannt. Darüber hinaus werden konkrete Lösungsansätze erörtert und die konzeptionelle Vorgehensweise aufbereitet.

Ein wesentlicher Aspekt in diesem Seminar ist jedoch der richtige Weg zur Entscheidungsfindung. Eine strukturierte, objektive und gleichzeitig effektive Verfahrensweise zur Evaluierung ist hier von elementarer Bedeutung - eine bewährte Methodik wird daher dazu vorgestellt.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung

Desktopmanagement-Systeme Evaluierungsseminar

☐ Ich buche das Seminar
Desktopmanagement-Systeme Evaluierungsseminar
vom 06.12. - 08.12.04 in Bonn
zum Preis von € 1.690,-- zzgl. MwSt.

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

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

Report des Monats

NEUER REPORT!
Planung für Voice over IP
Evaluierung von Architekturen und Details zur Realisierung

Der neue Technologie-Report von ComConsult Research erarbeitet einen Leitfaden zur Umsetzung von IP-Telephonie in der Praxis. Alternativen werden verglichen, bekannte Probleme aufgezeigt und erfolgreiche Konzepte vermittelt.

Konsolidierung verteilter Telefonzentralen

Diese Variante sieht vor, dass nur ein Standort des Unternehmens mit dem PSTN (Public Switched Telephone Network, öffentliches Telefonnetz) verbunden wird. In diesem Fall erfolgt diese Anbindung über einen Media-Gateway, weil das Unternehmen intern VoIP nutzt. Dies ist jedoch keine zwingende Voraussetzung für die dargestellte Lösung, da anstatt VoIP auch eine Lösung basierend auf konventionellen TK-Anlagen mit angeschlossenen VoIP-Gateways als Schnittstellen zum WAN hierfür infrage käme.

Die Telefonzentrale befindet sich am Hauptstandort mit dem PSTN-Zugang. Eingehende Anrufe erreichen das Unternehmen über den einzigen verbliebenen Amtskopf und werden über das interne Netz entweder zur gewählten Nebenstelle oder zur Telefonzentrale geroutet. Die Telefonzentrale kann den Anruf über den LAN/WAN-Verbund zu jeder beliebigen Nebenstelle vermitteln.

Diese Lösung ist mit dem Vorteil verbunden, dass die Kosten für die verteilten PSTN-Zugänge entfallen. Gleichzeitig entsteht das Problem, dass die externen Anrufer (z. B. Kunden des Unternehmens) die Firma nur über ein einziges Ortsnetz erreichen können. Spielt die lokale Präsenz des Unternehmens für die Kunden eine entscheidende Rolle, könnte es sich als Nachteil auswirken, dass die Kunden unter Umständen anders als bisher gezwungen sind, zum Erreichen des Unternehmens Ferngespräche zu führen.

Deshalb ist dieses Modell, das für Unternehmen mit einem Aktionsradius und einem Kundenstamm überwiegend im Nahbereich (z.B. Sparkassen) durchaus interessant sein kann, möglicherweise für einige andere Unternehmen problematisch, weil durch die Implementierung dieses Modells für die kommende und gehende Telefonie im Fernbereich hohe Kosten entstehen können. Unabhängig davon, wer (das Unternehmen oder die Kunden) diese höheren Kosten tragen muss, gelten diese höheren Kosten auf jeden Fall als Nachteil des Modells.

Es ist auf jeden Fall zu unterscheiden, ob es sich bei der Telefonzentrale um ein so genanntes terminierendes oder vermittelndes Call Center handelt. Es gibt durchaus Unternehmen, die bewusst die Telefonzentrale zu einem möglichst terminierenden Call Center ausbauen wollen, um z. B. Sachbearbeiter zu entlasten. Solche Unternehmen leiten bewusst möglichst viele kommende Anrufe zum Call Center.

Sprache über IP-VPN am Beispiel von DSL

Das Delay-Budget für VoIP ist in Tabelle 1 zusammengefasst:

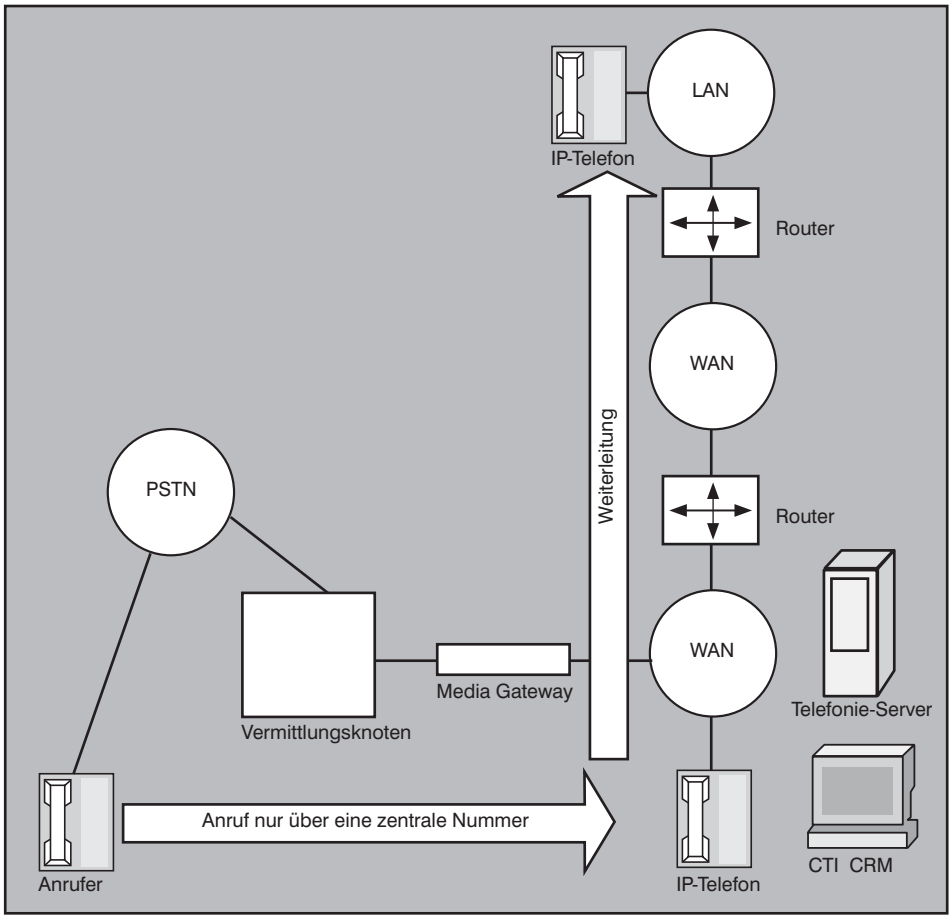


Abbildung 1: Konsolidierung der Amtsköpfe

Komponenten	Delay in ms
Kodierung	10
Paketierung	15
Verschlüsselung	15
LAN	10
Reserve für externe Netze	55
Entschlüsselung	15
Empfangspuffer	20
Dekodierung	10
Gesamt	150

Tabelle 1: Delay-Budget

Für den reinen Netzanteil des Verzögerungsbudgets verbleiben 110 ms. In der Abbildung 2 ist das Worst-Case-Szenario für die interne Telefonie dargestellt. Dabei spricht ein Anwender an einem Heimarbeitsplatz mit einem anderen Anwender an einem anderen Heimarbeitsplatz. Geht man davon aus, dass im ganzen IP-WAN die maximale Verzögerung von 20 ms eingehalten wird, muss im folgenden Szenario von den 110 ms ein Anteil von 40 ms für das zweimalige Durchqueren des IP-WAN abgezogen werden. Es verbleiben 70 ms für die VPN-spezifischen Anteile des Verzögerungsbudgets.

Kodierung	G.729A		G.711	
Bitrate	128 kbit/s	64 kbit/s	128 kbit/s	64 kbit/s
Komponente	Delay in ms			
Kodierung	10	10	10	10
Paketierung	7	14	17	34
Verschlüsselung	15	15	15	15
IP-WAN	20	20	20	20
Entschlüsselung	15	15	15	15
Verschlüsselung	15	15	15	15
IP-WAN	20	20	20	20
Entschlüsselung	15	15	15	15
Empfangspuffer	20	20	20	20
Dekodierung	10	10	10	10
Gesamt	147	154	157	174

Tabelle 2: Delay-Betrachtung für VPN-Szenarien

Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Worst-Case-Szenario die Ver- und Entschlüsselung zweimal durchgeführt werden muss.

Nach Erfahrungen von ComConsult beträgt die durch Verschlüsselung und Entschlüsselung anfallende Verzögerung maximal 15 ms, wenn Gateways entsprechend dem aktuellen Stand der Technik eingesetzt werden. Die Ergebnisse der Delay-Betrachtungen für verschiedene Szenarien gehen aus der Tabelle 2 hervor.

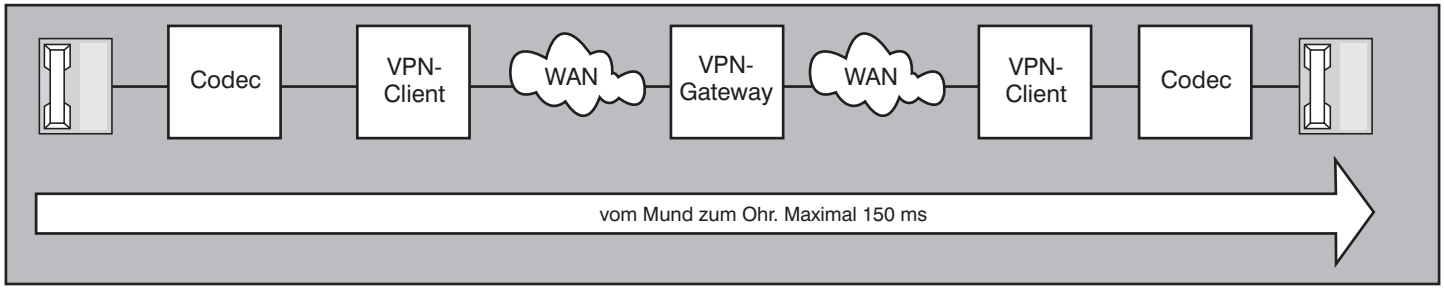


Abbildung 2: Worst-Case-Szenario

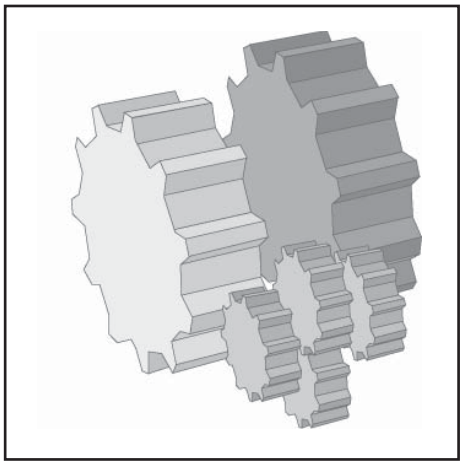
Sonderveranstaltung

MOM 2005 - Systemmanagement à la Microsoft?

Vom 29. - 30. November 2004 veranstaltet die ComConsult Akademie erstmalig das Seminar „MOM 2005 - Systemmanagement à la Microsoft?“ in Bonn.

Dieses Seminar analysiert, was MOM 2005 leistet, ob sich sein Einsatz lohnt, in wie weit ggf. anderen Produkte verdängt oder in Frage gestellt werden. Sie erfahren an zwei Tagen alles über diese Produktlinie im IT Management-Umfeld.

Der Microsoft Operations Manager (MOM) ist mittlerweile nicht mehr neu. Nach der Erstauflage in Form des MOM 2000, der seinerzeit von NetIQ als Operations Manager erworben und umgetauft wurde, gibt es nun einen zweiten Wurf - den MOM 2005. Die erste Version von MOM war in verschiedensten Formen harschen Kritiken ausgesetzt, so dass Microsoft unzufriedene und entscheidungsunschlüssige Endkunden auf das neue Release mit verbesserten Features, Funktionen und Optionen vertröstete. Tatsächlich ist ein erheblich verändertes Produkt entstanden, das proaktives Monitoring von Serverplattformen, Diensten, Datenbanken und Applikationen im Fokus hat. Vieles wurde verbessert, einige Altlasten beseitigt. Durch umfassende Eventkonsolidierung und Performanceüberwachung liefert MOM 2005 eine „Live-



Ansicht“ kritischer Ereignisse, die auf entfernten Systemen auftreten. Er verfügt über eine umfangreiche und erweiterbare Knowledge-Base mit Regeln, die auf bestimmte Ereignismeldungen der Microsoft Serverprodukte ausgerichtet sind. Die Möglichkeit der Einrichtung von automatisierten Aktionen und die Reportgenerierung runden das Produkt ab.
In enger Kooperation mit NetIQ, Actional, Skywire Software, Metilinx uva. werden Extended Management Packs (XMP) entwickelt, um stets die aktuellsten Knowledge-Module für ein explizites Monitoring der einzelnen Applikationen, Datenbanken und Plattformen bereitzustellen. Aber auch wichtige Third Party Applikationen, ERP-Lösungen, Backup-Systeme, UNIX-Derivate und andere Systemmanagement-Lösungen werden mit XMPs berücksichtigt und integriert.

Das Seminar geht auf folgende Fragen ein

- was leistet MOM 2005, was hat sich gegenüber der Vorversion verändert?
- werden SMS und MOM zu einem einzigen integrierten Produkt zusammen geführt?
- ist es sinnvoll weiterhin auf die im Betrieb befindliche Management-Umgebung zu setzen oder bietet MOM 2005 so viele Microsoft-spezifische Vorteile, dass ein Umstieg sinnvoll ist?
- welche Plattformen, Applikationen und Datenbanken deckt der MOM ab?
- wie sieht die Lizenzpolitik dazu aus?
- mit welchem Investment ist bei einem Umstieg auf MOM zu rechnen?
- ist der MOM wirklich ein strategisches Produkt von Microsoft?
- wird die Kooperation zwischen NetIQ und Microsoft auf Dauer funktionieren?
- wie positionieren sich andere Lösungsanbieter wie IBM/Tivoli, CA, HP und BMC zu MOM?
- ist eine Integration in bestehende Frameworks und Systemmanagement-Lösungen denkbar und sinnvoll?

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung

MOM 2005 - Systemmanagement à la Microsoft?

☐ Ich buche das Seminar
MOM 2005 - Systemmanagement à la Microsoft?
vom 29.11. - 30.11.04 in Bonn
zum Preis von € 1.390,-- zzgl. MwSt.

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

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

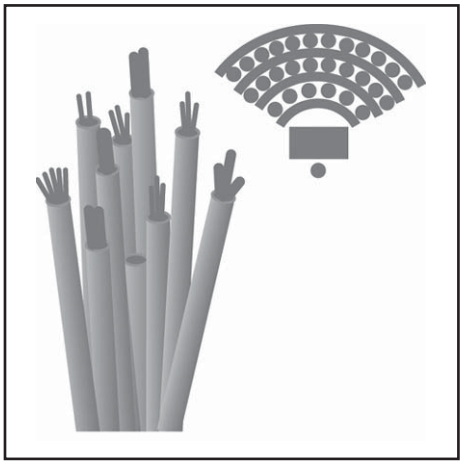
Top-Event

ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2004

Vom 06. - 7. Dezember 2004 veranstaltet die ComConsult Akademie den Kongress „ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2004“ in Bonn. Es analysiert die Technologie-, Markt- und Produktsituation und gibt wesentliche Empfehlungen sowohl zur Aktualisierung bestehender als auch zur Umsetzung neuer Infrastrukturen.

Ein wichtiges Spezialthema des Forums wird die Analyse der verfügbaren Messtechnik sein. Hier führen unzureichende Messqualitäten, Ergebnisabweichungen zwischen verschiedenen Geräten und schlechte Wiederholgenauigkeiten nach wie vor zu erheblichem Ärger in den Projekten. Das Forum wird hier klare Empfehlungen geben und im Bereich Handheld-Scanner auch einen Gerätevergleich präsentieren.

Viele bestehende Verkabelungen für Lokale Netzwerke sind mittlerweile in die Jahre gekommen. Die zunehmende Integration von Gigabit-Teilnehmern, die Konzentration von Speichern und Servern im Rechenzentrum, aber auch die Umsetzung von IP-Telefonie generieren neue Anforderungen. Parallel



entstehen für Neubauten durch eine geeignete Kombination aus Kabel und Funk völlig neue Lösungsansätze mit erheblichem Einsparpotenzial. Auch im Fertigungsbereich entsteht durch die zunehmende Verbreitung von Ethernet auf der Feldebene die Frage nach der geeigneten Verkabelung, sowohl im Stecker als auch im Kabelbereich.

Im Einzelnen geht das Forum auf folgende Fragen ein:

- Welche Anforderungen müssen Verkabelungslösungen erfüllen, um den Herausforderungen der nächsten Jahre gewachsen zu sein?
- Was ist der aktuelle Stand der Verkabelungs-Normierung? Welche speziellen Entwicklungen im Bereich EMV sind in Europa zu beachten?
- Sind Wireless-Netzwerke eine Alternative sowohl im Ausbau bestehender Kabelsysteme als auch als Komplettersatz in der Tertiärverkabelung?
- Wie sind bestehende Kabelsysteme zu bewerten? Welche Alternativen zur möglichst kostengünstigen Sanierung gibt es?
- Welche neuen Standards im Bereich Industrieverkabelung gibt es? Welche Stecksysteme, welche Kabeltypen werden sich durchsetzen?
- Was ist bei der Einhaltung von Brandschutzvorschriften zu beachten?
- Welche neuen Entwicklungen gibt es in der Messtechnik für Kupfer und LWL?
- In welchen Einsatzfällen ist Fiber-to-the-desk nach wie vor ein Thema, wie wird es umgesetzt?

Montag, den 06.12.2004

9:30 bis 10:30 Uhr
10 Gigabit und 100 Gigabit: aktueller Stand und Anforderungen an Infrastrukturen
Dr. F-J. Kauffels, Unternehmensberater

11:00 bis 12:30 Uhr
Hinter den Kulissen der Standardisierung: was ist aktuell was wird kommen, was bedeutet das für die Praxis
Prof. Dr. A. Oehler, Fachhochschule Reutlingen

14:00 bis 15:00 Uhr
EMV: rechtliche Rahmenbedingungen, Einhaltung in Projekten, was kommt in den nächsten Jahren
Dirk Wilhelm/Frank Streibert, GHMT AG

15:00 bis 16:00 Uhr
Sanierung bestehender Kabel und Steckersysteme: wann besteht Bedarf, wie wird vorgegangen, welche Alternativen bestehen
Dipl.-Ing. Harald Krause, ComConsult Beratung und Planung GmbH

16:30 bis 18:00 Uhr
Neue Wireless-Technologien stellen Kabel in Frage
- 802.11n als zukünftige Zelltechnologie
- 802.16 WiMAXX als Distributionstechnologie
- Wireless Human
- IEEE 802.20
- Erwartungen für Produktsituation und Kostenentwicklung

Dr. F-J. Kauffels, Unternehmensberater

10:30 - 11:00 Uhr Kaffeepause
12:30 - 14:00 Uhr Mittagspause
16:00 - 16:30 Uhr Kaffeepause
ab 19:00 Uhr Happy Hour

ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2004

Dienstag, den 07.12.2004

9:00 Uhr bis 10:00 Uhr
Industrie-Verkabelung:
Vergleich und Bewertung der aktuellen Spezifikationen, Auswahl eines Kupfersteckersystems
Dipl.-Ing. Hartmut Kell,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

10:00 bis 10:45 Uhr
Handheld-Scanner im direkten Vergleich:
wo steht die aktuelle Messtechnik, was leisten die Geräte
Dr. Joachim Wetzlar,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

11:15 bis 12:00 Uhr
LWL-Messtechnik:
Stand der Technik, Praxistauglichkeit, was wann und wie nutzen
Thorsten Punke,
Tyco Electronics GmbH

12:00 bis 12:45 Uhr
Optische Richtfunktechnik als Ersatz für Gelände- und Gebäude-Verkabelungen: Systemtechnik, Alternativen, Projekterfahrungen, Empfehlungen
Dipl.-Ing. Hartmut Kell,
ComConsult Beratung und Planung GmbH

14:00 bis 14:45 Uhr
Stand der Messgeräte-Technologie:
Genauigkeit und Vergleichbarkeit von Messergebnissen, Konsequenzen für Einmessung, Abnahme und Gewährleistung, was leistet die Level-IV-Spezifikation
Oliver Lanz,
Fluke Deutschland GmbH

14:45 bis 15:30 Uhr
Fiber to the Office: Systemtechnik, Alternativen, wann ist der Einsatz sinnvoll?
Gerd Filthaut,
Nexans Deutschland Industries GmbH & Co KG

15:45 bis 16:30 Uhr
Brandschutz in der Installation von Kabelsystemen: was sich geändert hat, wie mit den stark erweiterten Anforderungen in der Praxis umzugehen ist
Dipl.-Ing. Dieter Oberländer,
Brandschutz Minimax GmbH

10:45 - 11:15 Uhr Kaffeepause
12:45 - 14:00 Uhr Mittagspause
15:30 - 15:45 Uhr Kaffeepause
16:30 Uhr Ende der Veranstaltung

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung
ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2004

☐ Ich buche den Kongress
ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2004
vom 06.12. - 07.12.04 in Bonn
zum Preis von € 1.490,-- zzgl. MwSt.

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

Vorname _____ Nachname _____

Firma _____ Telefon/Fax _____

Straße _____ PLZ,Ort _____

eMail _____ Unterschrift _____

Schwerpunktthema

IEEE 802.16 WirelessMAN™: drahtloser Breitbandzugriff

Fortsetzung von Seite 1

Dr. Franz-Joachim Kauffels ist einer der erfahrensten und bekanntesten Referenten der gesamten Netzwerkszene (über 20 Fachbücher und unzählige Artikel) und bekannt für lebendige und mitreißende Seminare.

Meinung

IEEE 802.16:
Ende der Tertiärverkabelung

Kern einer Prognose ist immer ein Standard für eine Basistechnologie. Seit es Netze gibt, versuchen die Kabelhersteller mit immer neuen Nebelwerferstrategien die Kunden soweit zu verunsichern, dass diese sich letztlich auf eine vielfach proprietäre Lösung einlassen, ohne oft wirklich zu verstehen, was da passiert oder ob sie das alles wirklich so benötigen.

Wir haben eine Situation erreicht, in der Tertiärverkabelungen ein Gigabit geswitcht an jeden Arbeitsplatz bringen. Benötigt wird das aber in den wenigsten Fällen, wie man z.B. am heftigen Oversubscriben im Steigbereich sehen kann.

Eine weitere Leistungssteigerung, 10 GbE für ein Endgerät, kann sich am Markt nicht durchsetzen. Der Drang nach Handys und der Erfolg der bislang technisch wirklich schlechten WLANs zeigt, dass der Bedarf in eine ganz andere Richtung weist: Funkversorgung ohne lästige Kabel.

Ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich mit explosionsartigem Zuwachs ist VoIP. Die Mobilität im engeren Sinne ist dabei zweitrangig. Konventionelle strukturierte Verkabelungen haben den Vorzug, eine dauerhaft mit deterministischer Leistung verfügbare Infrastruktur zu bilden. Das können IEEE 802.11 WLANs nicht.

Mit IEEE 802.16 tritt aber eine Funktechnik auf den Plan, die letztlich die Qualitäten einer Tertiärverkabelung auf die drahtlose Übertragungstechnik abbildet und dabei gleichzeitig wesentlich erhöhte Management- und Sicherheitsfunktionen etabliert. Strukturierte Verkabelungen werden mit dem Zeithorizont 10 Jahre geplant. Die statistische mittlere Lebensdauer bestehender Verkabelungen liegt also jetzt bei 4-6 Jahren.

Die Produkte für 802.16 werden sich in den nächsten 24 Monaten stabilisieren. Danach gibt es eigentlich keinen Grund mehr für die Anschaffung konventioneller Drahtverhaue. IEEE 802.16 wurde zwar anfänglich für Providernetze definiert, mittlerweile aber so erweitert, dass auch Corporate Networks mit dieser Technologie elegant gestaltet werden können. Dadurch entsteht ein bei Netzen noch nie dagewesenes zusamenhängendes Marktpotential mit enormen Stückzahlen und sehr geringen Komponentenpreisen.

Schwierig wird es in den Fällen, wo eine bestehende Verkabelung die Verrentungsgrenze erreicht hat. Ich würde dringend empfehlen, sie noch ein bisschen weiter zu betreiben und nicht voreilig neue Drahtlichtjahre zu vergraben.

Das chinesische Ministerium für Telekommunikation betrachtet IEEE 802.16 genauso als geeigneten Standard für die Versorgung der Bevölkerung mit Internet-Diensten wie der technische Leitausschuss für die Definition von Anforderungen an Class A-Bürogebäude in den USA und international. Beides zusammen ergibt ein Potential von ca. 2 Milliarden Nutzern!

Die Technologie von 802.16 hat noch große Reserven hinsichtlich möglicher Leistungssteigerungen.

Sind Sie anderer Meinung?

Dann schreiben Sie uns:
insider@comconsult-akademie.de

1. Einführung und Wirkungsbereich

Im Standard wird immer wieder von einem WirelessMAN™ gesprochen, der Begriff ist zusammengeschrieben sogar als Warenzeichen geschützt. Das WMAN™, wie wir es hier einfach abkürzen wollen, ist als Alternative zur verkabelten Zugangsnetzen zu verstehen, also definitiv nicht als Ersatz für LANs. Natürlich kann man es dennoch auch als großes LAN benutzen. Dies gilt insbesondere für die Variante WirelessHUMAN (High Speed Unlizensed Metropolitan Area Network) auf regulationsarmen Frequenzen im Bereich 2-11 GHz. Ein WMAN™ ist wegen des vergleichsweise geringen Installationsaufwandes eine wunderbare Alternative zu verkabelten Zugangsnetzen, vor allem dann, wenn diese nicht existieren oder veraltet sind. Ein IEEE 802.16 WMAN™ liefert der Grundintention nach Netzwerk-Zugang für Gebäude, die so genannte Subscriber Stations SSs besitzen, die mittels einer geeigneten Antenne mit einer zentralen Radio Basis Stationen BS in Verbindung stehen. Die Benutzer innerhalb der Gebäude können dann diesen durch die SS gebildeten Zugangspunkt entweder mit einem verkabelten Netz wie Ethernet erreichen oder mit einer WLAN-Technologie. Erst nach Ende 2002 wurde diese Perspektive - wohl unter dem Eindruck der technisch lückenhaften WLAN-Entwicklung - auch dahingehend erweitert, dass individuelle Endgeräte direkt mit einer SS in Verbindung stehen können. Außerdem gibt es als spezielle Erweiterung bei 2-11 GHz noch das so genannte Maschen-Netz, in dem die SSs sich direkt untereinander verständigen können ohne eine BS zu bemühen. Dies ist auf den ersten Blick verwirrend, wird aber klarer, wenn wir die einzelnen Bereiche genauer betrachten.

IEEE 802.16 WirelessMAN™: drahtloser Breitbandzugriff

Ein wesentlicher Punkt ist immer QoS, der in IEEE 802.16 fest verankert ist, in IEEE 802.11 hingegen nicht. Die MAC von IEEE 802.16 ist so flexibel und umfassend ausgelegt, dass diese verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten genauso verarbeitet werden können wie der Anschluss der Base Stations an unterschiedliche Backbone-Systeme.

Ein weiterer Punkt ist die Mobilität. Wir sprechen hier meist nur über fixe und mobile Benutzer. IEEE 802.16 differenziert die Mobilität weiter. Wichtig ist der sog. nomadische Benutzer. Er arbeitet i.W. an einem festen Ort, bewegt sich dann aber, um schließlich wiederum an einem anderen festen Ort zu arbeiten. Man stellt sich am besten vor, dass der nomadische Benutzer in einem Wohnmobil wohnt und arbeitet. Wenn er arbeitet, stellt er hohe Anforderungen an eine Verbindung. Diese Benutzergruppe ist in Deutschland weniger verbreitet, stellt aber für die USA und die nordischen Länder einen erheblichen Faktor dar. IEEE 802.16 ist auch ein Standard für die gute breitbandige Versorgung nomadischer Benutzer. Schließlich differenziert man noch zwischen Benutzern, die sich langsam und solchen, die sich schnell bewegen. Zur ersteren Gruppe gehören Fußgänger und Gabelstaplerfahrer. Auch sie werden durch IEEE 802.16 bedient. Benutzer, die sich schnell bewegen, also z.B. in Autos und Flugzeugen, wurden in die Gruppe 802.20 ausgegliedert. Nach längerem Suchen habe ich auch eine Grenze gefunden. Sie liegt bei ca. 20 Meilen/h oder ca. 30 km/h.

Zunächst lag der Schwerpunkt auf Entwicklungen für regulierte Frequenzen zwischen 10 und 66 GHz, mittlerweile wurde dies auf die Verwendung regulierter und regulationsarmer Bänder zwischen 2 und 11 GHz erweitert. Die Abbildung 1 zeigt die generelle Protokollstruktur.

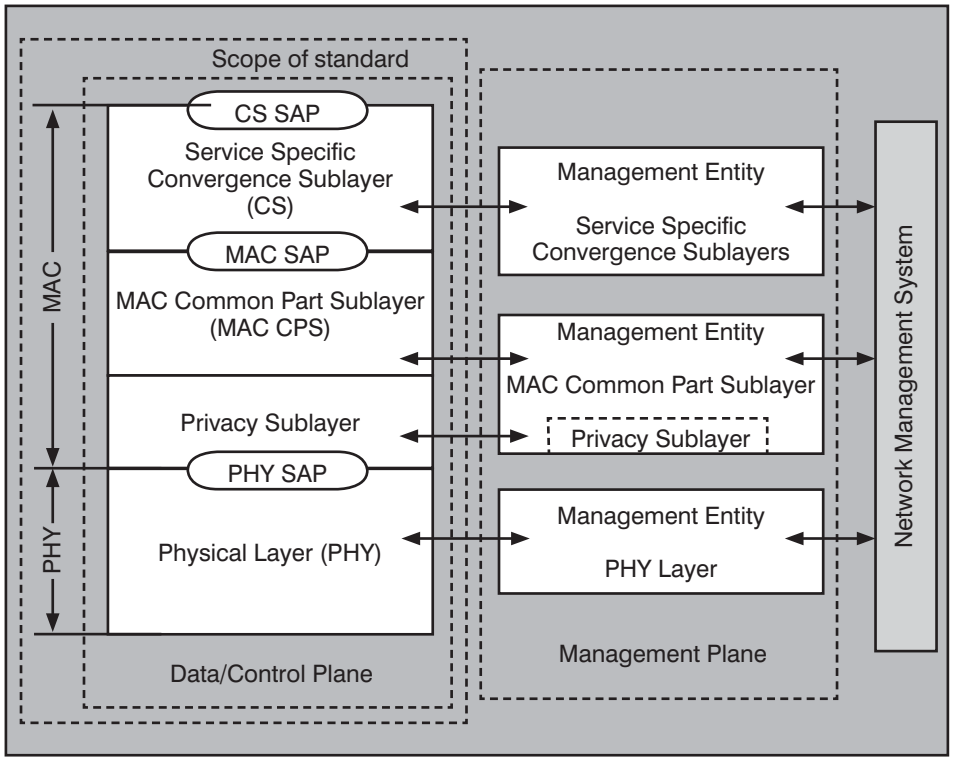


Abbildung 1: IEEE 802.16 Protokollstruktur

2. Entwicklungshintergrund und Ziele

Das IEEE 802.16 MAC-Protokoll wurde für breitbandige Point-to-Multipoint-Kommunikation mit hohen Datenraten Upstream und Downstream entworfen.

Die Basisstruktur ist dadurch gekennzeichnet, dass es eine zentrale Station BS gibt, die die (in diesem Fall aus den Funkkanälen bestehende) Bandbreite unter die Subscriber Stations verteilt. Es gibt immer zwei Richtungen: Uplink von einer SS zu der BS, Downlink von der BS zu einer SS. In der ursprünglichen Version des Standards sind nur diese Richtungen erlaubt. SSs kommunizieren in keinem Falle direkt miteinander. Der BS stehen vielfältige Möglichkeiten zur Organisation des Netzes zur Verfügung, die sich aus Raum- und Zeitmultiplex sowie Kombinationen ergeben. Möchte eine SS senden, benötigt sie dazu grundsätzlich eine Erlaubnis von der BS. Deshalb heißen die primären Steuerungsverfahren auch Request/Grant-Verfahren.

Die häufigste Organisationsform ist die, in der sich alle SSs einen Uplink-Kanal im Zeitscheibenverfahren teilen (TDMA) und die zur Verfügung stehende Gesamtbandbreite ansonsten für die Downlinks benutzt wird. Downlinks können unterschiedliche Bandbreiten haben, siehe auch Abbildung 2.

Dies trägt der Grundannahme Rechnung, dass der Verkehr entweder schmalbandig und symmetrisch ist (wie z.B. bei VoIP) oder breitbandig und asymmetrisch (wie bei allen anderen Anwendungen, siehe Artikel im Netzwerk Insider Oktober 2004).

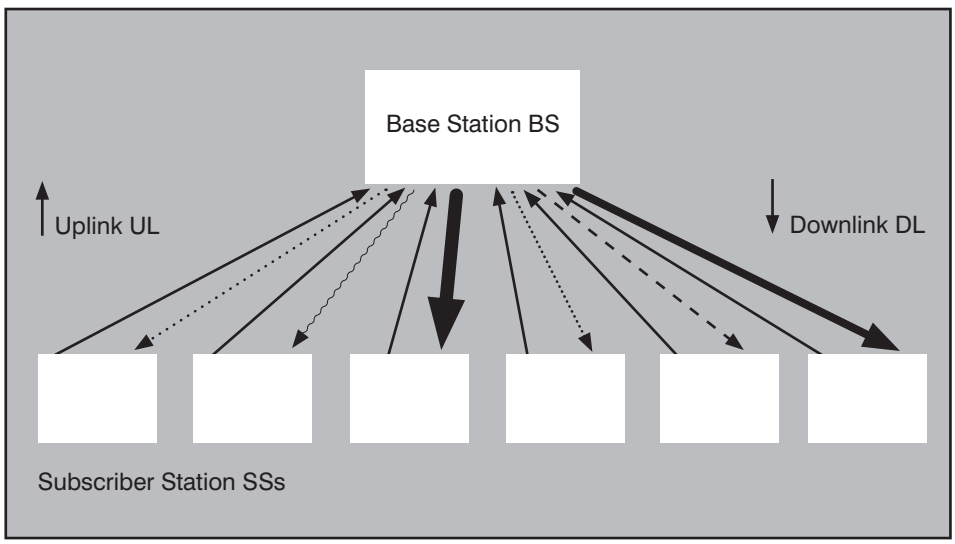


Abbildung 2: Grundstruktur geordnetes Funknetz

IEEE 802.16 WirelessMAN™: drahtloser Breitbandzugriff

Da die BS die Betriebsmittel deterministisch verteilt, spricht man generell im Standard nicht von „Zugriffsverfahren“, sondern, angelehnt aus der Welt der Betriebssysteme, von „Scheduling“. Die einzige Stelle, an der ein gewisser Nichtdeterminismus auftreten kann, ist die, an der eine SS neu ins Netz eintreten möchte und zu diesem Zeitpunkt noch keinen Uplink-TDMA-Slot hat. Versuchen mehrere Stationen zur gleichen Zeit neu einzutreten, können sie dabei einer Kollision unterliegen. Die BS merkt das sofort und ergreift geeignete Maßnahmen. Das kann, wie gesagt, nur beim initialen Eintritt in das Netz passieren und nicht während der eigentlichen Datenübertragung.

Der Eintritt in das Netz ist nur der Beginn eines umfangreichen mehrstufigen Anmeldevorgangs, der neben vielfältigen nachrichtentechnischen Einstellungen auch hochgradige Security-Mechanismen beinhaltet. Spontane Sendungen einer SS gibt es grundsätzlich nicht. Grundsätzlich ist demnach nur verbindungsorientierte Kommunikation vorgesehen. Dienste höherer Schichten, die ihrer Natur nach connectionless arbeiten, werden von der MAC der BS auf definierte, identifizierbare Verbindungen abgebildet.

Zugriffsverfahren und Verfahren zur Bandbreitezuordnung müssen in der Lage sein, hunderte von Terminals pro Kanal zu bedienen, wobei ein einzelnes Terminal auch noch verschiedene unterschiedliche Benutzer versorgen kann (z.B. in dem Falle, wo der WMAN™-Anschluss nach IEEE 802.16 hergestellt, die Leistung aber mit einem Ethernet oder IEEE 802.11 WLAN verteilt wird). Die Dienste, die die Benutzer benötigen, sind ihrer Natur her unterschiedlich und umfassen i.W. Voice- und Datenübertragung nach traditionellen TDM-Verfahren, IP-Connectivity und VoIP. Um dies zu realisieren, muss die MAC kontinuierlichen Verkehr und burstartigen Verkehr unterstützen. Zusätzlich erwarten diese Dienste eine zugeordnete Dienstqualität. Die 802.16 MAC liefert einen weiten Bereich von Diensttypen analog zu den klassisch definierten Diensttypen in ATM und neueren Kategorien wie Garantierte Frame Rate (GFR). Das 802.16 MAC-Protokoll muss darüber hinaus eine Reihe von unterschiedlichen Backbone-Systemen unterstützen, wie ATM-Netze und schnelle optische Ethernet-Systeme. Dazu definierte man eine Reihe von Konvergenz-Teilschichten mit verschiedenen Eigenschaften, die die unterschiedlichen Anforderungen ineinander abbilden. Zu den Eigenschaften gehören u.a. die Unterdrückung von Payload Headern, Umpacken von Daten und Fragmentierung,

Die MAC und die Konvergenz-Teilschichten arbeiten so effizient zusammen, dass sie teilweise schneller und wirkungsvoller als die ursprünglichen Transportmechanismen sind. Für die Effizienz spielt natürlich auch die Schnittstelle zwischen MAC und PHY eine große Rolle. Auch hier hat man sich eine Menge einfallen lassen. So werden z.B. die Modulations- und Codierungsschemata in einem Burst Profil spezifiziert, welches für jeden Burst zu jeder Subscriber Station adaptiv angepasst werden kann. Sind die äußeren Bedingungen für den Funk gut, kann die MAC Burst-Profile für sehr schnelle Übertragung benutzen. Verschlechtern sich die Bedingungen, kann man auf langsamere, aber zuverlässigere Übertragung ausweichen. Angestrebt werden 99,999 % Link Verfügbarkeit.

Der grundsätzliche Mechanismus für die Zuteilung der Bandbreite ist wie schon gesagt, das sog. Grant-Request-Verfahren. Es ist auch schon aus anderen Standards für den Zugangsbreich bekannt (z.B. IEEE 802.3 EFM EPON) und skalierbar, effizient und selbstkorrigierend. Wesentlich ist aber vor allem seine Eigenschaft, in seiner Effektivität auch dann nicht nachzulassen, wenn von einem einzelnen Terminal aus mehrere Verbindungen mit unterschiedlichen QoS-Anforderungen und einer statistisch hohen Anzahl gemultiplexter Benutzer betrieben werden sollen. Eine besondere Anforderung ist die Balance zwischen konfliktfreien und konfliktbehafteten Verkehrsphasen. Hier kommen alle positiven Erfahrungen aus großen Provider-Netzen, GSM-Netzen und bestehenden Zugriffsbreichen zusammen.

IEEE 802.16 definiert vorwiegend Mechanismen für Bandbreitezuordnung und QoS, lässt aber Scheduling und Reservierungsmanagement außen vor, damit die Hersteller Gelegenheit haben, sich hier mit unterschiedlichen Lösungen zu differenzieren.

Außerdem enthält die MAC eine sog. Privacy Sublayer. Sie liefert ein Authentifizierungsverfahren für Netzwerkzugriff und Verbindungsaufbau, um den Diebstahl der Dienstleistung zu verhindern, sowie Schlüsselaustauschmechanismen und Verschlüsselung für die Geheimhaltung.

Um den anderen Umgebungsbedingungen und anderen Erfordernissen hinsichtlich der Dienste auf dem Frequenzbereich zwischen 2 und 11 GHz Rechnung zu tragen, erweitert 802.16a die MAC noch um ARQ (Automatic Repeat Request) und die Unterstützung von Maschenstrukturen.

Der Standard ist sehr umfangreich. Insbesondere muss die für den Bereich 10 - 66 GHz definierte MAC für die zusätzlichen Erweiterungen im Bereich 2-11 GHz ebenfalls ausgedehnt werden. Um die Übersicht zu erleichtern, befassen wir uns ent-

IEEE 802.16 WirelessMAN™: drahtloser Breitbandzugriff

lang der Entwicklungshistorie im ersten Teil des Artikels zunächst mit der Grundversion 802.16 und im zweiten Teil mit den Erweiterungen für 2-11 GHz.

Beim Design der 10-66 GHz-PHY wurde die Wellenausbreitung entlang einer Sichtlinie als praktische Voraussetzung postuliert. Dadurch konnte man passende Single Carrier Modulationsverfahren leicht auswählen (WirelessMAN™-SC). Wegen der Punkt-zu-Vielpunkt-Architektur überträgt die BS prinzipiell downlink ein Zeitmultiplexsignal, welches den einzelnen Subscriber Stationen seriell in Zeitschlitzen zugeordnet wird. Der Uplink-Zugriff erfolgt mittels TDMA. Es wurde ein Burst-Design gewählt, welches sowohl Zeit-Duplexing TDD erlaubt, bei dem sich up- und Downlink einen Kanal teilen, aber nur abwechselnd senden, als auch Frequenzduplexing FDD, bei dem Up- und Downlink auf unterschiedlichen Kanälen operieren. TDD und FDD werden ähnlich behandelt. Außerdem gibt es noch Halbduplex-FDD.

Der Frequenzbereich 2-11 GHz wird von IEEE 802.16a behandelt. Hier gibt es drei Spezifikationen für die Luftschnittstelle, die alle interoperabel sind. Die Grundvoraussetzung der Existenz einer Sichtlinie wurde aufgegeben. Die Dächer z.B. von Privathaushalten könnten dafür zu niedrig sein. Um die Kosten zu senken denkt man an die Verwendung von Innenraumantennen. Daher muss man mit dem Auftreten von Multipath-Effekten rechnen. Draft 3 von IEEE 802.16a definiert folgende drei Schnittstellen:

- WirelessMAN™-SC2:
  Modulationsverfahren mit einem einzelnen Träger
- WirelessMAN™-OFDM:
  Modulationsverfahren mit OFDM-Multiplexing mit einer 256-Punkt-Transformierten. Zugriff hierauf mit TDMA. Diese Schnittstelle ist zwingend für die Verwendung in regulationsarmen Bändern.
- WirelessMAN™-OFDMA:
  Modulationsverfahren mit OFDM-Multiplexing mit einer 2048-Punkt-Transformierten. Der Zugriff auf die einzelnen Kapazitäten geschieht durch Abbildung von Untermengen der einzelnen OFDM-Träger auf individuelle Empfänger.

3. Details der 10-66 GHz PHY

Die Modulationsverfahren für die Bereiche zwischen 10 und 66 GHz benutzen wie beschrieben adaptives Burst Profiling um die funktechnischen Charakteristika (Modulation, FEC, ...) den aktuellen Gegebenheiten einer Link anzupassen. In einer typischen US-Installation können in regulierten Bändern Bandbreiten von 20 oder 25 MHz benutzt werden, in typischen europäischen Installationen 28 MHz. Die Impulsformung hat einen Roll-Off-Faktor von 0,25. Für die spektrale Gleichgewichtung muss eine Verwürfelung der Signale vorgenommen werden, da man sonst die Bandbreite statistisch schlecht nutzt. Es wird eine FEC nach Reed-Salomon (GF256) vorgenommen. Dies wird mit einer inneren Block-Konvolutionsverwürfelung kombiniert. Die FEC-Optionen werden für die Bildung stabiler Burst-Profile mit QPSK, 16-QAM und 64-QAM kombiniert. Die Tabelle 1 zeigt mögliche Bitraten und Bandbreiten.

Channel size (MHz)	Symbol rate (MBaud)	Bit rate (Mbit/s) QPSK	Bit rate (Mbit/s) 16-QAM	Bit rate (Mbit/s) 64-QAM	Recommended Frame Duration (ms)	Number of PSs/frame
20	16	32	64	96	1	4000
25	20	40	80	120	1	5000
28	22.4	44.8	89.6	134.4	1	5600

Tabelle 1: Bitraten und Bandbreiten für ROF 0,25

In neueren Erweiterungen von 802.16 diskutiert man höhere Bitraten durch die Verwendung von 256-QAM und 2048-Punkt OFDMA.

Das System nutzt einen Frame von 0,5, 1 oder 2 ms Länge. Zum Zwecke der Bandbreitenzuordnung ist der Frame in Slots unterteilt. Ein physikalischer Slot ist so definiert, dass er 4 QAM-Symbole aufnehmen kann. Bei TDD wechseln Up- und Downlink-Subframes einander ab, bei FDD sind sie in der Zeit koinzident, aber auf unterschiedlichen Frequenzen.

Der Downlink-Subframe (Abbildung 3) beginnt mit einer Frame Control Sektion, die die Downlink-MAP (beschreibt u.a. das Burst-Profil und aktuelle Transitionen) für den aktuellen Downlink-Frame enthält. Dann folgt ein TDM-Anteil. Downlink Daten werden an jede SS nach dem verhandelten Burst Profil gesendet. In FDD-Systemen kann statt des TDM-Anteils auch ein TDMA-Anteil folgen. Dieser enthält eine Präambel für den Beginn eines jeden neuen Burst Profil. Dies erlaubt dynamische Änderungen, sogar von Frame zu Frame.

Die Abbildung 4 zeigt einen typischen Uplink Subframe für die 10-66 GHz PHY. Im Gegensatz zum Downlink vergibt die UL-MAP Bandbreite an spezifische SSs. Die SSs übertragen ihre Daten dann an den vorgegebenen Stellen in dem Burst-Profil, welches durch den Uplink Interval Usage Code (UIUC) in der UL-Map, die ih-

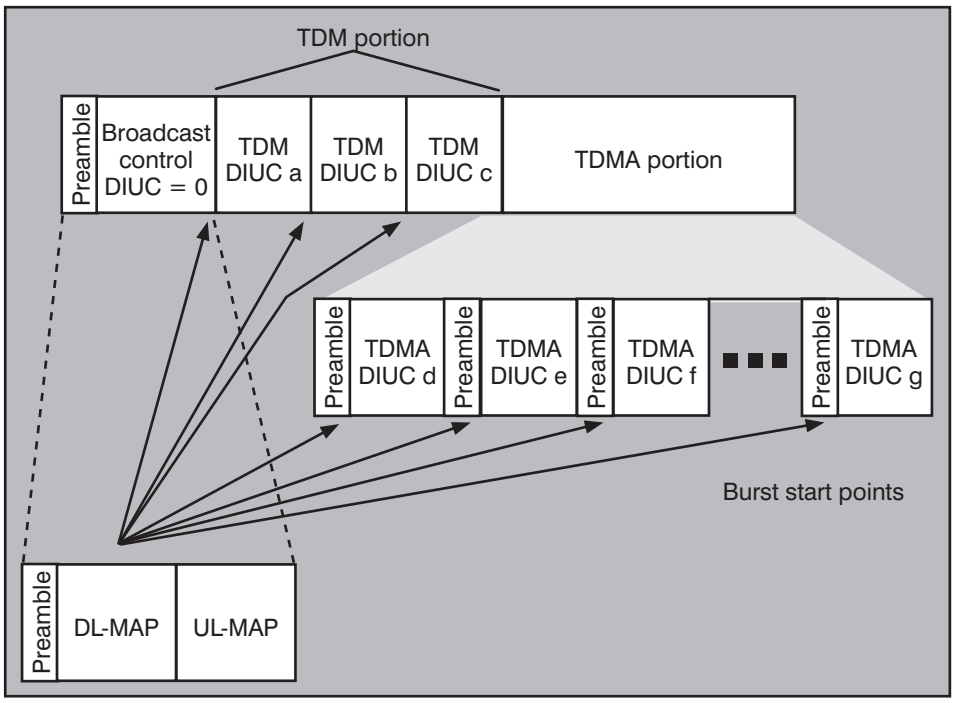


Abbildung 3: Downlink Subframe Struktur

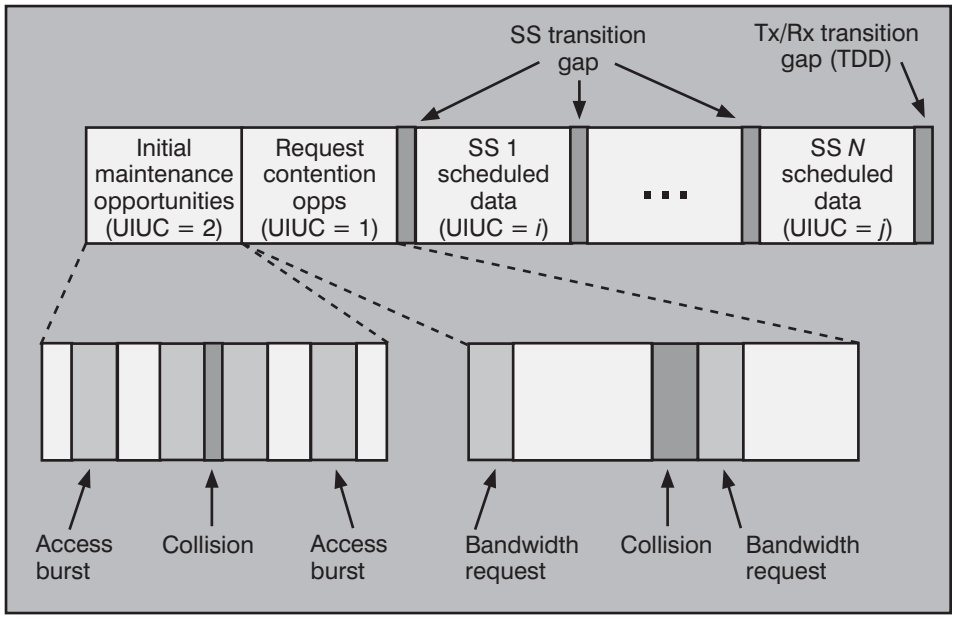


Abbildung 4: Uplink Subframe Struktur

nen die Bandbreite zugeteilt hat, definiert wurde. Der Uplink kann außerdem wettbewerbs-basierte Zuordnungen für den initialen Systemzutritt oder Anforderungen für Broadcast/Multcast-Bandbreite enthalten. Es gibt eine Guard-Time, damit auch Stationen, die noch nicht richtig auf das Round Trip Delay einsynchronisert sind, den Systemzutritt erlangen können.

Die Abbildung 5 zeigt die generelle Struktur von SS und BS für den Downlink.

Zwischen der PHY und der MAC gibt es die Transmission Convergence (TC)-Teilschicht. Sie leistet die Umwandlung von MAC-Protokoll-Daten-Einheiten (MAC-PDUs) variabler Länge in die FEC-Blocks fester Länge für jeden Burst. Die TC-Teilschicht hat eine PDU-Größe, die zu dem aktuellen FEC-Block passt. Ein TC-PDU beginnt mit einem Zeiger auf den nächsten MAC-PDU-Header innerhalb dieses FEC-Blocks, siehe Abbildung 6.

Das TC-PDU Format erlaubt die Resynchronisation auf die nächste MAC-PDU für den Fall, dass der vorhergehende FEC-Block irreparable Fehler aufweist. So etwas würde ohne eine TC-Teilschicht nicht funktionieren.

4. Details der IEEE 802.16 MAC

Die MAC besteht aus drei generellen Teilschichten:

- Dienst-spezifische Konvergenz-Teilschichten für die Schnittstellen zu höheren Schichten
- Kern-MAC-Teilschicht mit den MAC-Schlüsselfunktionen
- Privacy-Teilschicht mit der Schnittstelle zur PHY

Das ist so geschickt gemacht, dass man die Privacy Teilschicht nicht einfach weglassen kann.

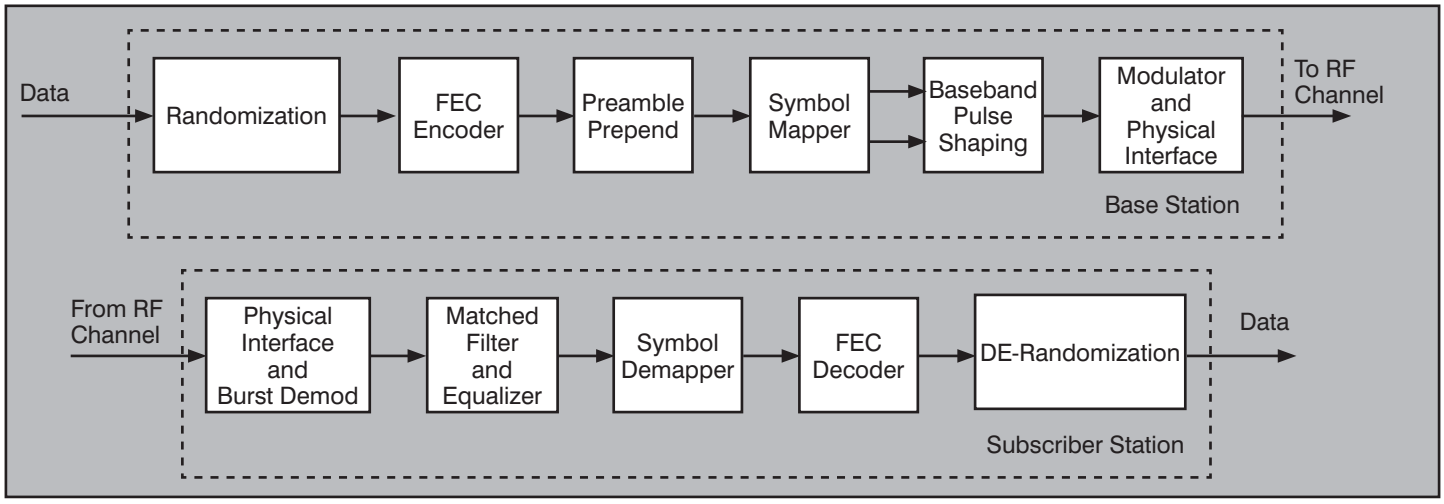


Abbildung 5: Blockdiagramm BS und SS für DL

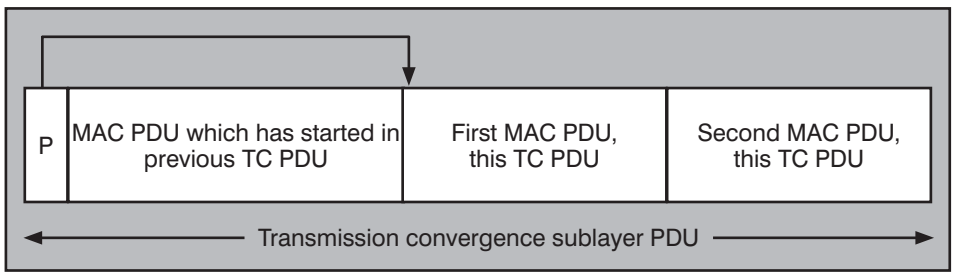


Abbildung 6: TC-PDU Format

802.16 definiert zwei prinzipielle Dienst-spezifische Konvergenz-Teilschichten für die Übergabe von Datenströmen und Kontrollinformationen von und zur MAC, nämlich die ATM-Konvergenz-Teilschicht für die Abbildung zwischen 802.16 und ATM-Netzen und die Paket Konvergenz-Teilschicht für die Abbildung zu IPv4, IPv6-Netzen, Ethernet-Netzen und VLANs. Die hauptsächlichen Aufgaben der Teilschicht sind die Klassifizierung von Service Daten

Einheiten SDUs gemäß geeigneter MAC-Verbindungen, die Erhaltung oder Etablierung von QoS und die Zuordnung von Bandbreite. Die Funktionen differieren je nach abzubildendem Dienst. Zusätzlich zu den Grundaufgaben können noch Sonderfunktionen wie Header-Unterdrückung oder Rekonstruktion von Dateneinheiten zur Verbesserung der Effektivität der Funkschnittstelle vorgenommen werden.

Der Kern hat eine Reihe von Aufgaben, die sich aus der Grundarchitektur einer vermittelnden Basisstation ableiten. Generell kann man sagen, dass die Daten auf dem Downlink zu den SSs einem Zeitmultiplex TDM unterliegen, während der Uplink zwischen den SSs nach TDMA aufgeteilt wird. Die 802.16 MAC arbeitet verbindungsorientiert. Alle Dienste, auch verbindungslose, werden auf eine Verbindung abgebildet. Dafür benötigt man einen Mechanismus zur Anfrage von Bandbreite, Zuordnung von QoS und Verkehrsparametern, Transport und Weitergabe der Daten an die geeignete Konvergenz-Teilschicht und noch ein paar andere Funktionen. Verbindungen werden über einen 16 Bit langen Identifier CID identifiziert. Es kann kontinuierlichen Service mit zugeteilter Bandbreite oder Bandbreite auf Anfrage geben. Wegen der vielfältigen Möglichkeiten ist der generische Header etwas umfangreicher (siehe Abbildung 7).

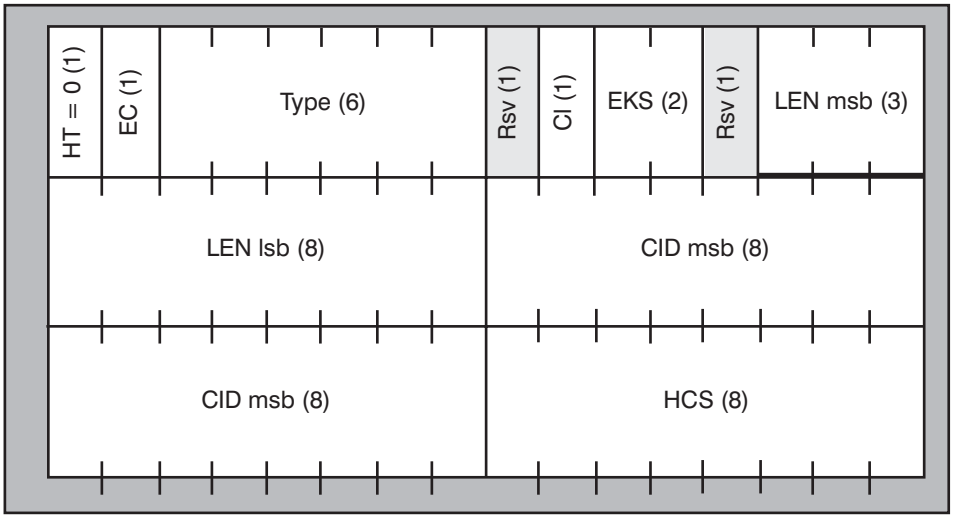


Abbildung 7: Generischer Header der MAC-PDU

Jede SS hat eine Standard 48-Bit MAC-Adresse, die aber nur zur Geräte-Identifikation dient, da während der Operation die CIDs als primäre Adressen benutzt werden. Wenn eine SS das Netz betritt, werden gleich drei verschiedene Management-Verbindungen aufgebaut, die die drei verschiedenen QoS-Anforderungen, die von den verschiedenen Management-Niveaus benötigt werden, reflektieren. Die erste ist die Grundverbindung, die für den Transfer von kurzen, zeitkritischen Informationen der MAC oder der Radio-Verbindungskontrolle RLC benutzt wird. Die zweite ist die primäre Management-Verbindung, die benutzt wird, um längere, delayunempfindlichere Nachrichten zu transportieren, wie sie z.B. für Authentikation und Verbindungsaufbau benötigt werden. Die dritte ist die sekundäre Management-Verbindung, die für die Übertragung von standardbasierten Management-Informationen wie aus DHCP, TFTP oder SNMP benutzt wird. Zusätzlich zu diesen Management-Verbindungen werden den SSs Transportverbindungen für die kontraktierten Dienste (also die, die man irgendwann einmal mit dem Provider des Funkversorgungsnetzes vereinbart hat) bereitgestellt. Transportverbindungen sind unidirektional, um auf Up- und Downlink verschiedene QoS- und Verkehrsparameter zu unterstützen. Sie werden üblicherweise paarweise einem Dienst zugeordnet. Die MAC reserviert zusätzliche Verbindungen für Multicast und wettbewerbsbasiertes Polling sowie vordefinierte Multicast-Gruppen.

Wenn man sich länger mit der Datenkommunikation befasst hat, sieht man, dass die MAC zwar etwas aufwändig gestaltet ist, dafür aber viele Erfahrungen verarbeitet, die man in der Vergangenheit gemacht hat. Dadurch erhält sie eine enorme Stabilität und einen großen funktionalen Reichtum. Wir sehen uns einige Einzelheiten noch etwas genauer an.

MAC-PDU-Formate

Die MAC-PDU ist die Dateneinheit, die zwischen den MAC-Schichten der BS und der SSs ausgetauscht wird. Sie besteht aus einem Header fester Länge, einer Payload variabler Länge und einem optionalen CRC-Feld. Durch ein sog. HAT-Feld differenziert, werden zwei Typen von Header-Formaten definiert, der generische Header und der Header für das Verlangen nach Bandbreite. Letztere MAC-PDUs enthalten keine Nutz-Daten, alle anderen MAC-PDUs enthalten entweder Management-Daten oder Nutzdaten für eine Konvergenz-Teilschicht. Es gibt drei Sorten von MAC-Subheadern. Der Grant Management SH wird von einer SS benutzt, um bei der BS Verwaltungsfunktionen für die Bandbreite anzufordern. Der Fragmentations-SH enthält Informationen über die Anwesenheit von und Einordnungshinweise für entsprechende Fragmente in den SDUs. Den Packing SH benötigt man, wenn man mehrere SDUs in eine einzelne PDU packt. Die ersten zwei SHs können direkt nach dem generischen Header kommen, wenn das vom Typ-Feld so angezeigt wird. Der Packaging SH muss vor jede MAC SDU einsortiert werden.

Übertragung von MAC-PDUs

Die 802.16 MAC unterstützt verschiedene höhere Protokolle wie ATM oder IP. Von entsprechenden Conformance-Teilschichten eingehende PDUs werden gemäß des MAC PDU Formats umgepackt und ggf. fragmentiert oder zusammengeschoben bevor sie an die MAC-Verbindungen weitergegeben werden. 802.16 kombiniert Umpacken/Fragmentieren mit dem Prozess der Bandbreitezuordnung in beiden Richtungen um die Effektivität zu steigern.

Unterstützung der PHY und Frame Struktur

802.16 unterstützt TDD und FDD. Bei FDD werden kontinuierliche und Burst-Downlinks unterstützt. Kontinuierliche Downlinks erlauben den Einsatz von Techniken zur Steigerung der Robustheit, wie z.B. Interleaving. Burst Downlinks für FDD und TDD erlauben entweder die Benutzung von Mechanismen zur Steigerung der Robustheit (z.B. adaptives Burst Profiling auf Subscriber Niveau) oder solcher zur Steigerung der Leistung (z.B. bestimmte optimierte Antennensysteme). Die MAC baut den Downlink Subframe auf, indem sie mit einer Frame Kontroll-Sektion beginnt, die die DL-MAP und UL-MAP-Nachrichten enthält. Die DL-MAP gilt für den aktuellen Frame und ist mindestens zwei FEC-Blocks lang. Bei TDD und FDD liefert die UL-MAP Informationen für den nächsten Downlink Frame. Die Zeitpunkte, in denen es DL-MAP- und UL-MAP-Informationen geben muss, sind durch das Round Trip Delay und eine Bearbeitungszeit untereinander verknüpft. So entsteht ein Kontrollfluss für das Uplink/Downlink-Paar. Zu den Strömen siehe Abbildung 8.

IEEE 802.16 WirelessMAN™: drahtloser Breitbandzugriff

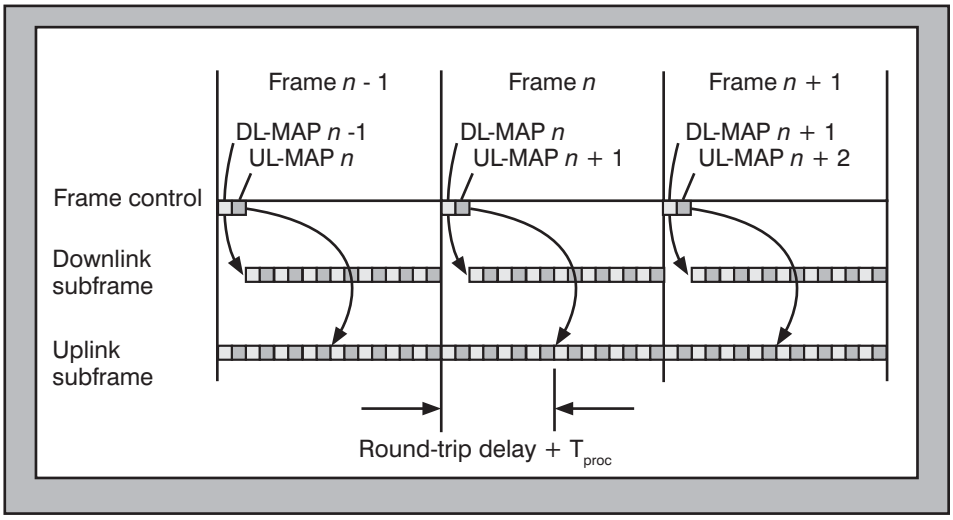


Abbildung 8: FDD und Frame-Control-Ströme

Radio Link Kontrolle
Die fortschrittliche Technologie der 802.16 PHY erfordert eine ebenso fortschrittliche Radio Link Kontrolle RLC, besonders die Fähigkeit der PHY von einem Burst Profil zu einem anderen überzugehen, die sog. PHY Transition. RLC beginnt mit periodischen BS-Broadcasts der Burstprofile, die für Up- und Downlink ausgewählt worden sind. Das spezifische Burst Profil für einen Kanal hängt von einer Reihe von Faktoren ab, wie z.B. der Regenwahrscheinlichkeit und den Möglichkeiten der Geräte. Für den initialen Zugang vollziehen die SS initiales Power-Leveling und Ranging mit Ranging Request Nachrichten, die in einem Wartungsfenster gesendet werden. Ist das einmal eingestellt, kann die BS bei sich ändernden Randbedingungen diese Einstellungen verändern. Während des initialen Rangings, dem nächsten Schritt, verlangt die SS, mit einem spezifischen Burst Profil bedient zu werden. Sie bezieht sich dabei auf Parameter hinsichtlich Signalstärke und -Qualität, die während des ersten Schrittes gemessen wurden. Die BS kann das bestätigen oder verwerfen, wenn sie während der ersten Phase andere Parameter gemessen hat. Die BS prüft mittels der RLC laufend die Qualität des Signals von einer SS und wählt ggf. andere Burst Profile. So kann das System sehr zeitnah und zuverlässig selbst auf geänderte Randbedingungen, wie z.B. plötzlichen Regen oder Nebel, reagieren. Es wird immer das Profil gewählt, welches unter den gegebenen Bedingungen die höchste Datenrate bei der erforderlichen Mindestqualität liefert. Die Überwachung der Downlink-Qualität unterliegt zwar der SS, aber nur die BS kann Änderungen durchführen. Es gibt verschiedene Alternativen, wie sich BS und SS darüber austauschen, die wir aber hier nicht näher betrachten wollen.

Uplink Scheduling
Jede Verbindung in Uplink-Richtung wird auf einen Scheduling Service abgebildet. Jeder dieser Scheduling Services ist mit einer Menge von Regeln ausgestattet, nach denen der BS-Scheduler die Uplink-Kapazität und das Grant/Request-Protokoll zwischen BS und den SSs verwalten muss. Die detaillierte Spezifikation der Regeln und der Scheduling-Service, der für eine spezielle Uplink-Verbindung benutzt wird, wird in der Verbindungsaufbauphase verhandelt. Die Scheduling Services basieren auf denen, die für Kabelmodems im DOCSIS-Standard festgelegt sind:

- UGS
- Realzeit Polling
- Nicht-Realzeit Polling
- Best Effort

Der so genannte unaufgeforderte Grant Service (Unsolicited Grant Service UGS) ist auf Dienste zugeschnitten, die periodisch feste Dateneinheiten generieren, wie z.B. ATM CBR (Constant Bit Rate) oder E1/T1 über ATM. Hier scheduled die BS preemptiv Sendefenster in der Größe, die beim Verbindungsaufbau ausgehandelt wurde, ohne dass es von der SS jedes Mal einen expliziten Request gibt. Dies minimiert Overhead und Latenz, um dem anfordernden Dienst ein so geringes Delay und eine so geringe Delayvarianz zu geben, wie überhaupt möglich. Eine praktische Grenze für die Delayvarianz wird durch die Rahmendauer gesetzt. Wenn man höhere Anforderungen hat, muss ein Ausgangspuffer verwendet werden.

Das Realzeit-Polling ist für Dienste gedacht, die ihrer Natur her dynamisch sind, bietet aber trotzdem periodische, dedizierte Request-Möglichkeiten um Realzeitanforderungen zu erfüllen. Da die SS explizite Requests abschickt, sind Protokoll-Overhead und Latenz leicht erhöht, aber die Kapazität wird wirklich nur nach dem tatsächlichen Bedarf zugeordnet. Dieser Service ist perfekt für VoIP und Streaming Anwendungen wie Audio und Video.

Das Nicht-Realzeit-Polling ist fast identisch zur vorigen Alternative mit der Ausnahme, dass Verbindungen Gelegenheiten zur Übertragung von Requests nach Übertragungsleistung nach einem Random Access Verfahren nutzen. Dienste, die das nutzen, haben nicht so hohe Anforderungen an Delay und Delay-Varianz. Typisch hierfür wäre der Internet-Zugriff oder ATM-GFR.

Beim Best Effort schließlich gibt es keinerlei Garantien, weder für Bandbreite, noch für Delay. Die SS sendet hierbei Requests in einem Random Access Mode oder in bestimmten, für diesen Zweck reservierten Slots. Das Auftreten dieser Slots ist abhängig von der aktuellen Gesamtlast, die die BS ja kennt. Eine SS kann sich nicht wirklich darauf verlassen, dass derartige Slots auftreten, aber man hat diese Möglichkeit geschaffen, um die Bandbreite maximal ausnutzen zu können.

Anforderung und Zuteilung von Bandbreite (Request - Grant). Die IEEE 802.16 MAC unterstützt zwei Klassen von SS, die sich dadurch unterscheiden, dass sie Bandbreitezuordnungen auf Verbindungsebene (Grant per Connection GPC) oder für die SS als Ganzes (Grant per SS GPSS) verarbeiten. Beide Klassen fordern zunächst Bandbreite pro Verbindung an, um dem BS zu ermöglichen, unter Berücksichtigung von QoS Anforderungen mittels des geeigneten Schedulings die passende Bandbreite zuzuordnen. Bei GPC ist die Zuordnung explizit für eine Verbindung und wird auch nur für diese genutzt. Allerdings müssen für RLC und Management jeweils eigene Bandbreiten angefordert werden. In der GPSS-Klasse bekommen die SS Bandbreite aggregat als Ganzes bezogen auf die SS. Eine GPSS-SS muss hinsichtlich der QoS intelligenter ausgestattet sein. RLC- und Management-Verbindungen sind jedoch automatisch eingeschlossen. Diese zwei Klassen von SS ermöglichen eine Balance zwischen Einfachheit und Effektivität. Die Notwendigkeit, exta-Bandbreite für RLC und Management anzufordern, macht GPC weniger effizient und skalierbar als GPSS. Außerdem kann GPSS schnell auf Veränderungen in der PHY reagieren. GPSS ist daher die einzige Variante, die für die Kombination mit der 10 - 66 GHz-PHY zugelassen ist.

Ohne dies hier weiter auszuführen, kann man sagen, dass IEEE 802.16 in der MAC eher ein selbstkorrigierendes Protokoll als ein Acknowledgement-Protokoll verwendet. In jedem Fall ist das Protokoll deterministisch.

Hochgradige Flexibilität

Dem Autor ist überhaupt kein anderes System, ob mit Drähten oder ohne, bekannt, welches eine so hochgradige Flexibilität aufweist wie die MAC nach IEEE 802.16. Eine Subscriber Station hat eine Vielzahl von Möglichkeiten, Bandbreite anzufordern. Der Determinismus des Unicast Pollings kann dabei mit der Zuverlässigkeit wettbewerbsorientierter Requensts und der Effizienz unaufgefordert zugeteilter Bandbreite, wie sie für entsprechende Anwendungen von der BS automatisch zugeteilt wird, kombiniert werden. Im Standard gibt es eine Reihe von Flussdiagrammen, die besonders günstige Vorgehensweisen und ihre Schachtelung kombinieren.

Physischer Eintritt in das Netz

Das MAC-Protokoll beinhaltet eine Initialisierungs-Prozedur, die die manuelle Konfiguration überflüssig macht. Nach der Installation beginnt eine SS damit, ihre Liste der möglichen Frequenzen durchzugehen, um einen Kanal zu finden, auf dem sie arbeiten kann. Sie kann so programmiert sein, dass sie sich nur bei einer bestimmten BS anmeldet. Eine BS sendet periodisch ihre Identität mit einem Broadcast-ID. Das ist sinnvoll, wenn sich die Wirkungsbereiche von BSs überschneiden oder z.B. eine eigentlich nähere BS wegen z.B. Regen ein schwächeres Signal abgibt als eine räumlich eigentlich entferntere. Nach der Entscheidung, auf welchem Kanal oder Kanalpaar gearbeitet werden soll, versucht sich die SS auf die Downlink-Kommunikation einzusysnchronisieren, indem sie die periodisch auftretenden Frame Präambeln detektiert. Sobald die Grundsynchronisation auf der physikalischen Schicht abgeschlossen ist, sucht die SS die periodisch ausgeschickten DCD oder UCD-Nachrichten. Sie versetzen die SS in die Lage, die aktuell auf dem Träger verwendeten Modulations- und FEC-Schemen zu erkennen (das aktuelle Burst-Profil). Danach versucht die Station, sich im TDM zu positionieren. Dazu sieht sie sich die UL-MAP-Nachrichten an, die es in jedem Frame gibt. Die SS benutzt einen verkürzten Binären Backoff-Mechanismus, um zu bestimmen, in welchem Ranging Slot sie eine Ranging Request Nachricht absenden kann. Sie sendet ihren Burst mit minimaler Sendeleistung und steigert diese so lange, bis es klappt. Basierend auf der Ankunftszeit des initialen Requests und der gemessenen Signalstärke schickt die BS eine Wartezeit und eine neue Leistungseinstellung an die SS. Außerdem wird die SS mit den Basis und primären Management CIDs versehen. Durch diese Informationen kann sich die SS richtig in das TDM einordnen und durch weitere Probesendungen ein Feintuning vornehmen. Alle Sendungen bis zu diesem Punkt werden mit dem stabilsten, und daher am wenigsten leistungsfähigen, Burst Profil vorgenommen. Um eine weitere Verschwendung von Bandbreite zu vermeiden, sendet die SS als nächstes ein Report mit ihren ganzen physikalischen Fähigkeiten an die BS (Modulationsverfahren, Codierschemata, HDX, FDX ...). Dadurch kann die BS das für eine Übertragung beste Burst Profil erstellen.

Logischer Eintritt in das Netz

Jede SS enthält sowohl ein vom Hersteller ausgegebenes und in der Fabrik installiertes eigenes digitales Zertifikat nach X.509 als auch das Zertifikat des Herstellers. Diese Zertifikate verbinden die 48-Bit MAC-Adresse der SS und ihren öffentlichen RSA-Schlüssel und werden in den Authorization Request und Authorization Information Nachrichten von der SS an die BS geschickt. Das Netz ist damit in der Lage, die Identität und das Niveau der Authorisation zu prüfen. Wenn die SS dazu authorisiert ist, das Netzwerk zu betreten, wird die BS auf den Request mit einem Authorization Reply antworten, der einen Authorisationsschlüssel enthält, der mit dem öffentlichen Schlüssel der SS verschlüsselt ist und für spätere sichere Transaktionen benutzt werden kann. Nach erfolgreicher Authorisierung registriert sich die SS im Netz. Dies baut die Secondary Management Verbindung auf und legt die Möglichkeiten fest, die hinsichtlich der allgemeinen MAC-Betriebsweise bestehen. Auch die IP-Version, die für die Kommunikation benutzt werden soll, wird festgelegt. Nach der Registrierung bekommt die SS via des DHCP-Servers eine eigene IP-Adresse und die Adresse desjenigen TFTP-Servers, von dem sie eine Konfigurationsdatei laden kann. Diese Datei liefert eine Standardschnittstelle für herstellerspezifische Konfigurationsinformationen. IEEE 802.16 benutzt das Konzept der Service-Flows zur Definition von Paketströmen Up- oder Downlink. Service Flows sind durch eine Menge von QoS-Parametern wie Delay oder Jitter charakterisiert. Um Netzressourcen und Speicher optimal auszunutzen, nimmt 802.16 ein zweiphasiges Aktivierungsmodell, in dem Ressourcen, die einem aktuellen Service Flow zugeordnet sind, solange nicht tatsächlich zugeordnet werden, bis der Service Flow aktiviert ist. Jeder vordefinierte oder aktivierte Service-Flow wird mit einer eigenen CID auf eine MAC-Verbindung abgebildet. Die Service-Flows werden bei 802.16

meistens vordefiniert und während der Eingliederung einer SS von der BS initialisiert. Service Flows können aber sowohl von der BS als auch von der SS auch dynamisch etabliert werden. Das Aufsetzen eines Service Flows geschieht mit einem Dreiweg-Handshake. Neben der dynamischen Zuordnung von ganzen Flows können auch innerhalb eines Flows Parameter dynamisch geändert werden, wenn die Verkehrsprofile dies erfordern.

Datenschutz

Die Eingliederungsprozedur ist im Vergleich zu anderen Funksystemen sehr stark durchdefiniert und nach heutigem Stand der Technik als sicher zu bezeichnen. Zusätzlich gibt es dann ja noch die Privacy Sublayer. Sie basiert in ihrer Grundfunktionalität auf dem PKM der DOCSIS BP+-Spezifikation, wurde aber zur nahtlosen Integration in die IEEE 802.16 MAC angereichert. Dies betrifft i.w. die Möglichkeit der Verwendung stärkerer Verschlüsselungsverfahren wie AES. Die PKM ist um das Konzept der Security Associations (Sas) gebaut. Eine SA ist eine Menge von kryptographischen Methoden mit zugehörigem Schlüsselmaterial. Jede SS definiert mindestens eine SA während der Initialisierungsphase. Mit Ausnahme der Basis- und primären Management-Verbindungen wird jede Verbindung entweder während des Verbindungsaufbaus oder dynamisch während der laufenden Verbindungsoperation auf eine SA abgebildet. Z.Zt. benutzt das PKM-Protokoll digitale Zertifikate nach X.509 mit RSA-Verschlüsselung für die SS Authentifikation und den Schlüsselaustausch. Für die Verschlüsselung des laufenden Verkehrs ist DES im Cipher Block Chaining Modus (CBC) mit 56 Bit langen Schlüsseln die Standardmethode. Der CBC-Initialisierungsvektor ist vom Frame Counter abhängig und ändert sich von Frame zu Frame. Um während der normalen Operation die hohe Anzahl der notwendigen Rechenschritte zu reduzieren, werden die Schlüssel mittels 3DES übertragen, wobei der Schlüssel dazu vom Authorisations-Schlüssel abgeleitet wird. Die PKM-Protokollnachrichten selbst werden durch das Hashed Message Authentication Code HMAC-Protokoll mit SHA-1 authentisiert. Zusätzlich werden die Nachrichten lebenswichtiger MAC-Funktionen, wie z.B. die des Verbindungsaufbaus, mit dem PKM-Protokoll geschützt. An dieser Stelle konnten die Funktionen nur grob dargestellt werden. Es sollte aber klar geworden sein, dass hier eine von Anfang bis Ende durchkonstruierte Gesamtlösung vorliegt, die sich durch entsprechende Schnittstellen auf noch stärkere Verschlüsselung aufrüsten lässt und damit das ganze WLAN-Gewu-

Frequency bands (GHz) (licensed unless noted)		Allowed channel spacing	Reference
2.305-2.320 2.345-2.360		1 or 2 x (5 + 5 MHz) or 1 x 5 MHz (Can be aggregated in any combinations) Interface Protection to DARS	USA CFR 47 part 27 (WCS) See FCC Docket IB95-91 for potential (increases) interference from DARS repeaters.
2.150-2.162 2.500-2.690		125 kHZ to (n x 6) MHz Single or multiple, contiguous or non-contiguous and combinations. Interference Protection to video and ITFS users	USA CFR 47 part 21.901 (MDS) USA CFR 47 part 74.902 (ITFS, MMDS)
2.150-2.160 2.500-2.596 2.686-2.688		1 MHZ - (nx6)MHz(1 or 2-way) 25 kHz-(n x 25 kHz) „return“ Contiguous channels preferred	Canada SRSP-302.5 (MCS) MDS service allocated to adjacent sub-bands (incl. separate „return“ channles)
2.400-2.483.5 (license-exempt)		Frequency Hopping or Direct Sequence Spread Spectrum etc.	CEPT/ERC/REC 70-03 USA CFR 47 Part 15, subpart E[B19]
3.400-4.990	3.410-4.200	1.75-30 MHz paired with 1.75 MHz to 30 MHz Symmetric only (50 MHz or 100 MHz separation)	Rec. ITU-R F.1448 Annex II ETSI EN 301 021[B18], CEPT/ERC Rec. 14-03 E, CEPT/ERC Rec. 12-08 E
	3.400-3.700	n x 25 MHz (single or paired) (50 MHz or 100 MHz separation if paired)	Rec. ITU-R F.1488 Annex I CITEL PCC.III/REC.47 (XII-99) Canada SRSP-303.4 (BWA)
	3.650-3.700	Rulemaking in progress	USA FCC Docket WT00-32
	4.940-4.990	Rulemaking in progress	USA FCC Dockets WT00-32 and ET-98-237
5.150-5.850 (license-exempt)	5.150-5.350	n x 20 MHz (HIPERLAN) Restricted to Indoor Use	CEPT/ERC/REC 70-03
	5.470-5.725	n x 20 MHz (HIPERLAN)	
	5.250-5.350	100 MHZ Max. Restricted to Indoor Use	USA CFR 47 Part 15, subpart E [B19] USA CFR 47 Part 15, subpart C [B19]
	5.250.5.350	100 MHz Max	
	5.725-5.850	125 MHZ Max	
10.000.10.680		3.5 to 28 MHz paired with 3.5 to 28 MHz, Symmetric only 350 MHz separation	CEPT/ERC/REC 12-05 ETSI EN 301 021 [B18]

Tabelle 2: Frequenzbereiche

sel in dieser Hinsicht völlig in den Schatten stellt. Bei Interesse werden wir diese Punkte noch weiter ausführen.

5. WirelessHUMAN - die Masche macht´s

Wir geben zunächst einen Überblick über den Entwicklungshintergrund und die 2-11 GHz PHY, detaillieren dann die notwendigen MAC-Erweiterungen, besprechen die drei PHY-Varianten genauer und klären schließlich die Koexistenzfrage.

Es herrscht oft Unsicherheit hinsichtlich der benutzbaren Frequenzbereiche. Wie der Rest von 802.16, wurde auch die Erweiterung für 2-11 GHz auf eine breite Konformitätsbasis hinsichtlich internationaler, also auch europäischer Standards, gestellt. Die Tabelle 2 zeigt mögliche Frequenzbänder und Kanalzuordnungen zusammen mit den entsprechenden Regulierungsquellen. Die meisten Frequenzbereiche unterliegen einer vollständigen Regulation, lizenzfrei sind lediglich die Bereiche 2,4 - 2,483.5 GHz und 5,150 - 5,850 GHz. In den kontinuierlich stattfindenden „World Radio Conferences“ werden nationale und internationale Bestimmungen aufeinander abgeglichen.

Ein wichtiger Begriff ist WirelessHUMAN (Highspeed Unlicensed Metropolitan Area Network). Im Bereich unlizenzierter Frequenzbänder sind die Funktionen DFS (Dynamische Frequenz Selektierung) und TPC (Transmit Power Control) zwingend vorgesehen. Sie werden sowohl durch den Standard als auch durch die Regulierungsinstanzen vorgeschrieben und definiert. Außerdem gibt es noch zwei weitere Möglichkeiten, Optimierungen in unlizenzierten Bereichen vorzunehmen, nämlich Ausrichtung und Polarisation von Antennen. Sie sind aber nicht Bestandteil der Standardisierung. DFS arbeitet generell mittels des Vergleichs eines Schwellwertes zu den aktuellen RSSI-Messungen der Radio-Schnittstelle. DFS ist effektiv gegenüber anderen erdbasierten Systemen, wie Radar, Radio-LANs (als Oberbegriff zu IEEE 802.11 WLANs und anderen wie z.B. ETSI HIPERLAN) sowie gegenüber fremden WirelessHUMAN-Systemen gleicher Bauart. Es wird als wenig wirkungsvoll gegenüber Störungen aus luftbasierten Systemen wie Satelliten oder fliegenden Radarsystemen (AVACS) angesehen. Wie wir weiter unten sehen werden, wird DFS auch in IEEE 802.16A2 nur teilweise definiert. Dies liegt daran, weil die endgültige zu wählende Ausführungsform vom Aufstellungsort des Funksystems abhängt. TPC versucht immer, das gewünschte Übertragungsziel hinsichtlich Reichweite, Datenrate, Codierung und anderen Bedingungen wie SNR mit der minimal möglichen Sendeleistung zu erreichen. Ein Nebeneffekt von TPC ist, dass die Belastung durch „Elektrosmog“ minimiert wird. Die geeignete horizontale und vertikale Ausrichtung der Antennen kann das Interferenzpotenzial eines Funknetzes erheblich senken. Dadurch kann auch z.B. bei sonst gleichen Bedingungen die Sendeleistung zurückgenommen werden. Eine kreuzweise Antennenpolarisation im 5 GHz-Band kann bei Systemen, die mit Sichtlinien (LOS) arbeiten, eine Isolation von ca. 15 dB bewirken. Dieser Effekt verfällt allerdings bei Systemen, bei denen keine Sichtlinie vorausgesetzt wird (NLOS). Bei den meisten Installationen werden horizontale und vertikale Polarisation benutzt, um die spektrale Nutzung zu maximieren.

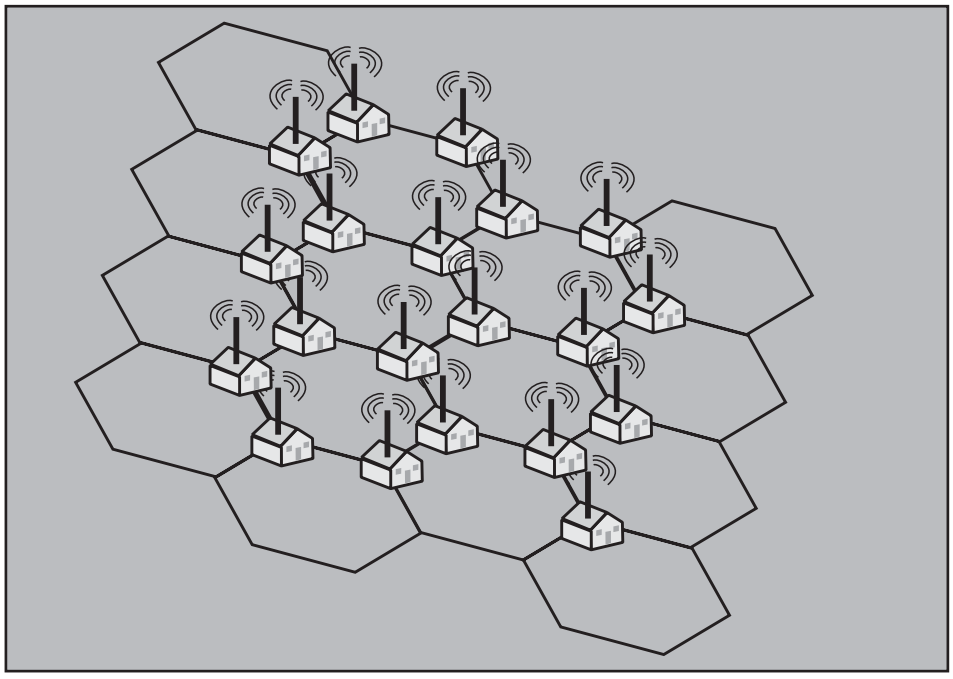


Abbildung 9: WirelessHUMAN Maschentopologie

Die Besonderheit von IEEE 802.16 Amendment 2 ist die Definition des WirelessHUMAN Maschen-Systems. Das Maschensystem kann als hexagonales Muster abstrahiert werden, siehe Abbildung 9.

An jeder Ecke eines Sechsecks sitzt ein Maschenknoten. Durch Parametrierung der Distanz zwischen einer Menge von benachbarten Knoten können unterschiedliche praktische Auslegungen relativ leicht analysiert werden. Maschenknoten, die eng beieinander sind, können nicht gleichzeitig auf demselben Kanal senden, ohne sich zu stören. Dies wird durch das Konzept der erweiterten Nachbarschaft erfasst. Ein Hop ist die Distanz zwischen zwei Knoten. Eine erweiterte Nachbarschaft eines Knotens besteht aus der Menge von Knoten, die von ihm durch zwei Hops erreicht werden können bzw. entfernt sind. Auf dieser Basis lassen sich z.B. Interferenzmodellierungen mit endlichem Aufwand durchführen.

Das Maschennetz ist eine wichtige Alternative zu der sternförmigen Struktur aus BS und SSs. In einem Maschennetz kann es zwar BS geben, die die gleichen Steuerungsfunktionen durchführen, wie die BS in einem System auf 10-66 GHz und gleichzeitig Anschlüsse zu Backhaul-Netzen mit ATM oder IP haben, sie sind aber nicht zwingend. Ist keine BS vorhanden, müssen sich die benachbarten SSs mit einem verteilten Scheduling Verfahren selbst arrangieren. Solche Verfahren gibt es zuhauf und sie alle haben die gleichen Qualitäten wie zentralisiertes Scheduling. Das Konzept der erweiterten Nachbarschaft hilft hierbei, gegenseitige Störungen in größeren Gebilden zu unterdrücken. Grundsätzlich wird mit TPC das Signal einer SS so eingestellt, dass sie nur die Knoten in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft direkt erreichen kann. Ein Knoten, der „drei Hops“ weit entfernt ist, kann das Signal mit Sicherheit nicht mehr empfangen und demnach die gleiche Frequenz wieder für Sendung und Empfang nutzen. Ein verteiltes Scheduling über den Wirkungsbereich von zwei Hops (erweiterte Nachbarschaft) ist demnach ausreichend für die Sicherstellung einer Überlappungsfreiheit bei gleichzeitiger Flächendeckung. Jede Station muss einer einzigen Nachbarschaft eindeutig zugeordnet werden.

Dieses Konzept ist an und für sich zweidimensional. Durch DFS kann aber gar nichts passieren, wenn man zwei „Maschenflächen“ übereinanderlegt.

Eine technische Besonderheit von 802.16a ist, dass für die Maschentechnologie eine PHY vorgesehen ist, die nicht mit generellem Zeitmultiplex arbeitet, sondern eine Abbildung der Kanäle auf OFDM-Unterkanalgruppen vornimmt. Damit werden Flexibilität und Skalierbarkeit noch einmal wesentlich erhöht.

802.16a ist eine naheliegende Erweiterung von durch 802.11 vorgegebenen WLAN-Strukturen. Erweitert man einen 802.11 AP um die Fähigkeiten einer 802.16a Maschen-SS bekommt man statt des bisherigen, leicht diffusen Distribution Systems, eine geordnete drahtlose Infrastruktur!!

In dieser Struktur können alle Endgeräte so bleiben, wie sie sind, z.B. mit Centrino 802.11b-Chips. Ist die WLAN-Zelle nicht zu groß, können sie wie gewohnt weiterarbeiten. Ab dem AP/SS-Übergabepunkt gibt es QoS. Zu einem späteren Zeitpunkt kann diese investitionssichernde Grundstruktur so erweitert werden, dass Endgeräte mit voller 802.16a Funktionalität in die Masche aufgenommen werden. Ihnen steht dann QoS vollumfänglich zu. 802.11 a,b,g,h,n und 802.16-fähige Endgeräte können so in der gleichen physikalischen Umgebung koexistieren und kooperieren.

Die 2-11 GHz-Bänder stellen eine physikalische Umgebung dar, in der wegen der längeren Wellenlänge auf das Vorhandensein einer direkten Sichtlinie verzichtet werden kann und Multipath-Effekte wichtig sein können. Dadurch benötigt man zusätzliche Funktionen in der PHY, wie weiterentwickelte Mechanismen zur Sendeleistungskontrolle, Interferenzvermeidung und Antennen-Diversity. Die zusätzlichen MAC-Funktionen umfassen die Unterstützung der Maschen-Topologie und ein ARQ-Schema auf Verbindungsbasis.

Für den Bereich 2-11 GHz gibt es drei PHYs:

- WirelessMAN™-SCa PHY
- WirelessMAN™ OFDM-PHY
- WirelessMAN™ OFDMA-PHY

Bevor wir auf sie kommen, werfen wir einen Blick auf die MAC.

6. Die IEEE 802.16a MAC

Der wesentliche Unterschied zwischen den PMP-Knoten, die so arbeiten, wie die Knoten nach IEEE 802.16 im Bereich 10-66 GHz, und den optionalen Maschen-Knoten ist, dass bei ersteren der Verkehr nur zwischen SSs und BS abläuft, während im Maschen-Modus Verkehr durch andere SSs geroutet werden kann und direkt zwischen SSs auftreten kann. Abhängig vom für das Übertragungsprotokoll benutzten Algorithmus kann dies auf einer gleichberechtigten Basis mit verteiltem Scheduling oder mittels einer die Maschentopologie kontrollierenden Mesh-BS mit zentralisiertem Scheduling oder in einer Kombination beider Möglichkeiten geschehen. Eine Station in einem Maschen-Netz, die eine direkte Verbindung zu nachgelagerten Diensten außerhalb des Maschen-Netzes hat, heißt Mesh-BS. Alle anderen Systeme sind Mesh-SSs. Andere Arten von Knoten gibt es nicht. Die Begriffe Uplink und Downlink sind in einem Maschen-Netz so definiert, dass sie Verkehr zur Mesh-BS und Verkehr, der von der Mesh BS abgeht, beschreiben. In einem Maschen-System kann nicht nur die Mesh-BS senden, ohne sich mit anderen Knoten koordinieren zu müssen.

Zentralisiertes und verteiltes Scheduling
Mit verteiltem Scheduling können alle Knoten einschließlich der Mesh-BS ihre Sendungen in der erweiterten „Zwei-Hop“-Nachbarschaft koordinieren, indem sie ihre Schedules (verfügbare Ressourcen, Requests und Grants) zu all ihren Nachbarn kommunizieren. Optional kann der Schedule auch durch gerichtete unkoordinierte Requests und Grants zwischen zwei Knoten aufgebaut werden. Die Knoten müssen sicherstellen, dass die resultierenden Übertragungen keine Kollisionen mit Daten- und Kontrollverkehr aus irgendeinem anderen Knoten der erweiterten Nachbarschaft (Zwei Hops) haben. Es gibt keinen Unterschied hinsichtlich des Mechanismusses für das Scheduling von Up- und Downlink. Bei zentralisiertem Scheduling werden die Ressourcen von der Mesh-BS vergeben. Sie sammelt Ressource Requests von allen Mesh-SSs innerhalb eines bestimmten Hop-Bereiches. Sie berechnet die erforderlichen Zuteilungen für Up- und Downlink-Verbindungen und kommuniziert sie an alle Mesh-Sss des Hop-Bereichs. Diese Zuteilungs-Nachrichten enthalten nicht den aktuellen Schedule. Den kann jede SS mit den gegebenen Parametern selbst berechnen. Die gesamte Kommunikation ist im Kontext eines Links zu sehen, der zwischen zwei Knoten etabliert wird. Dieser muss für die gesamte Kommunikation zwischen zwei Knoten benutzt werden. Über die Links wird QoS auf der Grundlage der Nachrichten realisiert. An einen Link selbst werden keine Service- oder QoS-Parameter gebunden, aber jede Unicast-Nachricht hat diese Informationen in ihrem Header. Die Klassifikation nach unterschiedlichen Verkehrsarten und die

Flusskontrolle werden an jedem Knoten, bei dem Nachrichten eingehen, durch ein Klassifikations- und Regulations-Protokoll einer höheren Schicht vorgenommen. Die dazu notwendigen Service-Parameter müssen am MAC-SAP übergeben werden. In Maschen-Netzen werden üblicherweise omnidirektionale 360-Grad Rundantennen oder Sektorantennen benutzt. An den Rändern eines Maschen-Netzes, an denen nur die Kommunikation zu einer einzigen Station benötigt wird, können auch Richtantennen benutzt werden.

Jeder Knoten in einem Maschen-Netz soll eine universelle 48 Bit-Adresse, wie sie allgemein in IEEE 802 definiert wird, besitzen. Diese Adresse definiert den Knoten eindeutig und wird während des Eintrittsprozesses in ein Netz und als Teil des Authorisationsprozesses benutzt. Nach der erfolgreichen Authorisation für ein Netz bekommt der SS-Knoten durch die Mesh-BS einen 16-Bit Knoten Identifier (Node ID), der für den normalen Betrieb benötigt wird. Er befindet sich zusammen mit dem generischen MAC-Header im Maschen-Subheader von Unicast- und Broadcast-Nachrichten. Für die Adressierung von Knoten in der lokalen Nachbarschaft werden 8-Bit Link-Identifier benutzt. Jeder Knoten muss eine solche Link-ID für eine Verbindung, die er zu einem Nachbarn aufgebaut hat, vergeben. Die Link-Ids werden während der Link-Aufbauphase definiert und ausgetauscht. Die Link-ID wird als Teil der CID im generischen MAC-Header bei Unicast-Nachrichten übertragen. Die Lin-ID wird beim verteilten Scheduling benötigt. Für das Maschen-Netz gibt es einen eigenen Maschen-Subheader, der in der MAC-PDU vor allen anderen Subheadern steht.

Der Forderungs/Zuteilungs-Mechanismus für die SCa (Single Channel) - PHY entspricht i.w. dem, der für den Betrieb in 10 - 66 GHz-Bändern definiert ist. Bei den OFDM-PHYs gibt es andere Möglichkeiten. Hier werden vier spezielle Unterkanäle benutzt, um Requests anzumelden und Grants zu erhalten. Bei der Absetzung der Requests kann es - mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit - zu Contention mit einem anderen Request kommen. Dies wird mit einem dem BEB ähnlichen Verfahren aufgelöst, die Auflösung ist unproblematisch, da es sich um sehr kurze Kontrollnachrichten ohne Nutznachrichteninhalt handelt.

Reiner Maschenmodus

Neben dem Modus, in dem die Mesh-BS die Punkt-zu-Punkt-Verbindungen mehr oder minder zentral verwaltet, gibt es auch noch einen sozusagen „reinen“ Maschen-Modus. Es gibt hier keine klar getrennten Up- und Donwnlinks, weil die SSs direkt untereinander kommunizieren, anstatt eine BS zu bemühen. Dennoch wird es typischerweise einige Stationen in der Maschentopologie geben, die in gewissem Umfange BS-Funktionalität besitzen, weil sie einen direkten Anschluss zu nachgelagerten Backbones und den mit diesen zur Verfügung gestellten Diensten haben. In diesem Fall muss koordiniertes verteiltes Scheduling benutzt werden. Dabei sendet ein Knoten seine eigenen Schedules und Vorschläge für Änderungen in den Schedules in Form von Punkt-zu-Punkt-Verbindungen an all seine Nachbarn. Innerhalb eines gegebenen Kanals empfangen alle Nachbarn die gleichen Scheduling-Nachrichten. Alle Stationen im Maschen-Netz müssen diesen Kanal benutzen, um Scheduling-Information in einem Format für spezifische Forderungen und Zuteilungen von Ressourcen benutzen. Das koordinierte verteilte Scheduling stellt sicher, dass die gesamten Übertragungen ohne den Eingriff einer BS synchronisiert werden können. Neben den koordinierten Schedules kann auch unkoordiniertes verteiltes Scheduling für den schnellen Verbindungsaufbau zwischen zwei Stationen auf einer Link-zu-Link-Basis stattfinden. Zwei benachbarte Stationen können sich dabei gegenseitig Sendeslots zuordnen, sie müssen dabei nur darauf achten, dass bereits durch das koordinierte Scheduling verteilte Ressourcen nicht berührt werden.

Sowohl koordiniertes als auch unkoordiniertes Scheduling benutzt einen 3-Weg-Handshake. In einem ersten Schritt schickt eine SS an eine andere SS einen Request, in dem sich als Parameter die potentiellen Slots für Antworten und der aktuelle Schedule befinden. In einem zweiten Schritt schickt die angesprochene Station eine Antwort, in der sich als Parameter eine Untermenge der potentiell zu benutzenden Slots befindet, falls diese erzeugt werden kann. In einem dritten Schritt schickt die initiierende SS in einem Paket als Parameter diese Untermenge zurück, um den Schedule der Ziel-SS zu bestätigen. Alle anderen Nachbarn sind davon nicht betroffen.

Die Unterschiede zwischen koordiniertem und unkoordiniertem Scheduling lassen sich wie folgt zusammenfassen: im koordinierten Fall werden die Handshake-Messages kollisionsfrei im Kontroll-Subframe übertragen, während sie im unkoordinierten Falle mit anderen gleichartigen Nachrichten mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit kollidieren können. Knoten, die im unkontrollierten Fall auf einen Request antworten wollen, sollten mit der Antwort eine hinreichende Zahl von Mimislots warten, bevor sie eine Zuteilung bestätigen, damit Knoten, die im Request früher gelistet sind, die Möglichkeit bekommen, zu antworten.

Wenn mögliche Kollisionen absolut nicht gewünscht werden, muss auf zentralisiertes Scheduling zurückgegriffen werden, bei dem die BS alle Schedules regelt. Im Standard werden die unterschiedlichen Scheduling-Verfahren sehr genau beschrieben und definiert. Das führt aber an dieser Stelle nicht wesentlich weiter.

Eintritt in ein Netz, Ranging Privacy

Sie sind gleichartig zum Bereich 10-66 GHz. Unterschiede ergeben sich lediglich bei OFDM und OFDMA, wo die Zuordnungen nicht auf Slotzeiten, sondern auf Unterkanäle definiert werden. In diesen PHYs wird ein spezieller Unterkanal und eine Menge von speziellen Pseudo-Noise Ranging Codes für das Ranging benutzt. Eine BS schickt Untermengen von diesen Codes an die betreffenden SSs. SSs, die sich neu eingliedern müssen oder einer dynamischen Änderung unterliegen, müssen mit gleicher Wahrscheinlichkeit einen Code aus dieser Untermenge auswählen, damit den OFDM-Ranging-Kanal modulieren und dabei ein spezielles Paar von OFDM-Symbolen an die BS aussenden. Die BS kann zunächst nicht bestimmen, welche spezielle SS sich da gemeldet hat, weil die Untermenge der Codes eine Untermenge der SSs abdeckt. Sie gibt aber einen Grant mit der gleichen Codierung und den gleichen OFDM-Signalen ab. Die betreffende SS weiß dann ja eindeutig, wer gemeint ist und kann ihren Schedule, also ihr spezielles Ranging aufgrund der gleichzeitig übermittelten Parameter generieren. Der Ranging Timer wird nach diesem Prozess nicht von der BS, sondern von der SS kontrolliert. Die Funktionen der Privacy Sublayer bleiben gleich, es gibt lediglich Ergänzungen hinsichtlich des Schlüsselaustauschs im Falle des Maschen-Netzes.

Dynamische Frequenzselektion

DFS wird für die Nutzung regulationsarmer Bänder zwingend vorgeschrieben. Außerdem strebt man die Verwendung eines Verfahrens für die Kanalauswahl an, welches die Kanäle über eine minimale Anzahl von Kanälen gleichartig verteilt. Die Spezifikationen und Timing-Parameter für DFS entsprechen den Anforderungen der unterschiedlichen regionalen Regulierungsbehörden.

Die DFS-Prozeduren umfassen:

- Testen der Kanäle auf primäre (also andere, z.B. Radar) Nutzer
- Abbruch des Betriebs nach der

Entdeckung primärer Nutzer
- Entdeckung primärer Nutzer
- Scheduling für das Testen der Kanäle
- Reporting der Ergebnisse
- Auswahl und Zuordnung eines neuen Kanals.

Eine BS oder SS sollte keinen Kanal benutzen, von dem schon bekannt ist, dass dort auch ein primärer Nutzer sendet. Eine BS sollte mindestens folgende Tests durchführen:

- Startup Test bevor man in einem Kanal arbeitet, der noch nicht auf einen primären Benutzer getestet wurde
- Operating Test in bestimmten Intervallen

Eine SS kann ohne weitere Tests in einem neuen Kanal arbeiten, wenn sie ein Umschaltkommando von der BS erhält. Eine BS kann nur dann in einem neuen Kanal ohne vorangehende Tests arbeiten, wenn sie von einer anderen BS erfährt, dass dieser Kanal bereits getestet und frei ist. Mit welcher Methode genau ein primärer Nutzer erkannt werden soll, ist Bestandteil der regionalen Regulierungen und nicht des Standards. Eine BS kann auch eine SS beauftragen, entsprechende Messungen an ihrer Stelle vorzunehmen. In jedem Fall können die Stationen feststellen, ob die Interferenzen von einem bekannten gleichartigen 802.16-System in welchem Modus auch immer oder von einem unbekannten Fremdsystem stammen. Eine BS kann zu jedem Zeitpunkt aktuelle Übertragungen in einem Kanal, der offensichtlich von einem anderen System benutzt wird, abbrechen. Wie schnell und nach welchem Verfahren sie das tun muss, ist Bestandteil der regionalen Regulierungen.

Eine BS kann eine Vielzahl von Informationen, die während der Initialisierung von SSs und laufenden Messungen gewonnen wurden, für die Auswahl eines neuen Kanals verwenden. Wie diese Auswahl genau geschieht, lässt der Standard ebenfalls offen. Allerdings muss die BS darauf achten, dass ein neuer Kanal auch von allen von ihr versorgten SSs unterstützt wird. Die letzte Nachricht, die von einer BS in einem eigentlich „besetzten" Kanal ausgesendet wird, muss natürlich die sein, die den Umschaltbefehl auf den neuen Kanal enthält. Nur dann können alle bestehenden Initialisierungen, Zuordnungen, Rangings und sonstigen Parameter reibungslos übernommen werden. Schafft sie das aus irgendeinem Grund nicht, muss sie auf dem neuen Kanal laufend ihre Kennung aussenden und die SSs müssen die Kanäle nach dieser Kennung absuchen. Dadurch wird der Service empfindlich unterbrochen. Der Standard geht davon aus, dass die BS es immer schafft, eine, wie ich finde, ziemlich optimistische Annahme. Die DFS-Behandlung in 802.16a ist insgesamt unbefriedigend, es ist zu hoffen, dass die offenen Fragen in den eigenständigen IEEE 802.16-Dokumenten geklärt werden, in denen die Verträglichkeitsfragen zu anderen Funkdiensten explizit behandelt werden.

7. IEEE 802.16a Physical Layer

Wie bereits angesprochen, gibt es drei Geschmacksrichtungen für die PHY. Die Leser wissen, dass dem Autor hier die nachrichtentechnischen Details besonders am Herzen liegen, der Autor weiß, dass die Leser das nicht so spannend finden wie er selbst. Also werden in einer Art Kompromiss hier nur die wesentlichen Grundzüge dargestellt.

WirelessMAN™-Single Channel (SCa) PHY

Diese PHY kann in regulierten und regulationsarmen Bändern ohne Sichtlinie (NLOS: no Line of sight) verwendet werden. Im ersten Fall kann die durch die Regulation vorgegebene Bandbreite gemäß beliebigen Zweierpotenzen aufgeteilt werden, der einzelne Kanal muss aber eine Mindest-Bandbreite von 1,25 MHz haben. Elemente dieser PHY sind:

- TDD und FDD-Support wie im Bereich 10-66 GHz
- TDMA Uplink
- TDM Downlink
- Blockadaptive Modulation und FEC für UL und DL
- Framing Elemente mit verbessertem Equalizing für bessere Kanalübertragungsleistung bei NLOS-Umgebungen und Umgebungen mit erhöhter Delayvarianz
- Granularität auf Symbolebene
- Konkatenierte FEC mit Reed-Salomon-Codierung und optionaler Überlappung
- FEC Option mit BTC (Block Turbo Code) und CTC (Convolutional Turbo Code)
- Option, keine FEC, dafür aber ARQ zu verwenden
- Option für STC (Space Time Coding) Transmit Diversity
- Optionale AAS-(Adaptives Antennen System) Implementierung durch entsprechende Parameter

Die Abbildung 10 zeigt ein Blockdiagramm für den Sendevorgang. Zunächst werden die zu übertragenden Bits verwürfelt um eine bessere Symbolstatistik zur optimalen Bandbreiteausnutzung zu erzielen. Dann werden die nunmehr verwürfelten Bits mit einer Prüfsumme versehen und gruppenweise auf die entsprechenden QAM-Konstellationspunkte abgebildet. Es wird maximal mit 256-QAM gearbeitet. Die QAM-Symbole werden in einen Message Burst gepackt, wobei normalerweise zusätzliche Framing Informationen hinzutreten. Die Burst-Symbole werden in einen Duplex-Frame gemultiplext, der verschiedene multiple Bursts enthalten kann. Die dabei entstehenden so genannte I und Q-Symbole (Realteile der komplexen Symboldarstellung) werden nochmal durch Formfilter geschickt und dann mittels Quadraturmodulation auf die Trägerschwingung geprägt. Die Power Control sorgt dafür, dass die Sendung mit einer sinnvollen Leistung (im Burst Profil festgelegt) ausgesendet werden. Der Sendevorgang ist für UL und DL gleich.

Durch die verschiedenen Bearbeitungsstufen kommen zur Nutzinformation noch eine Reihe von Zusatzinformationen hinzu. Abbildung 11 zeigt als Beispiel die Situation beim Frequenzteilungsduplex mit Burst Zeitmultiplex auf dem Downlink.

Natürlich stellt sich der mit einfachen Gigabit-Angaben verwöhnte Lokalnetzer die Frage nach der Leistung dieser PHY. Dies ist nicht so einfach auszudrücken, denn die Gesamtleistung ist die Summe der Leistungen der einzelnen Kanäle. Die Anzahl dieser Kanäle ist abhängig von der im Rahmen der Regulierung vorgesehenen Gesamtbandbreite. Die Leistung eines einzelnen

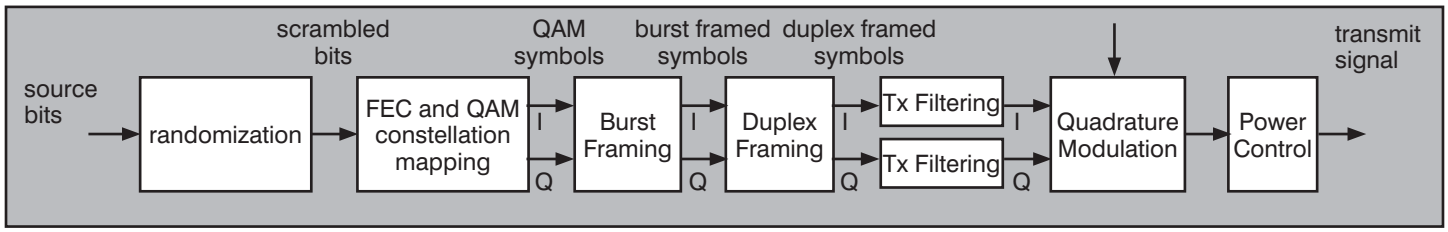


Abbildung 10: Signalverarbeitung beim Senden

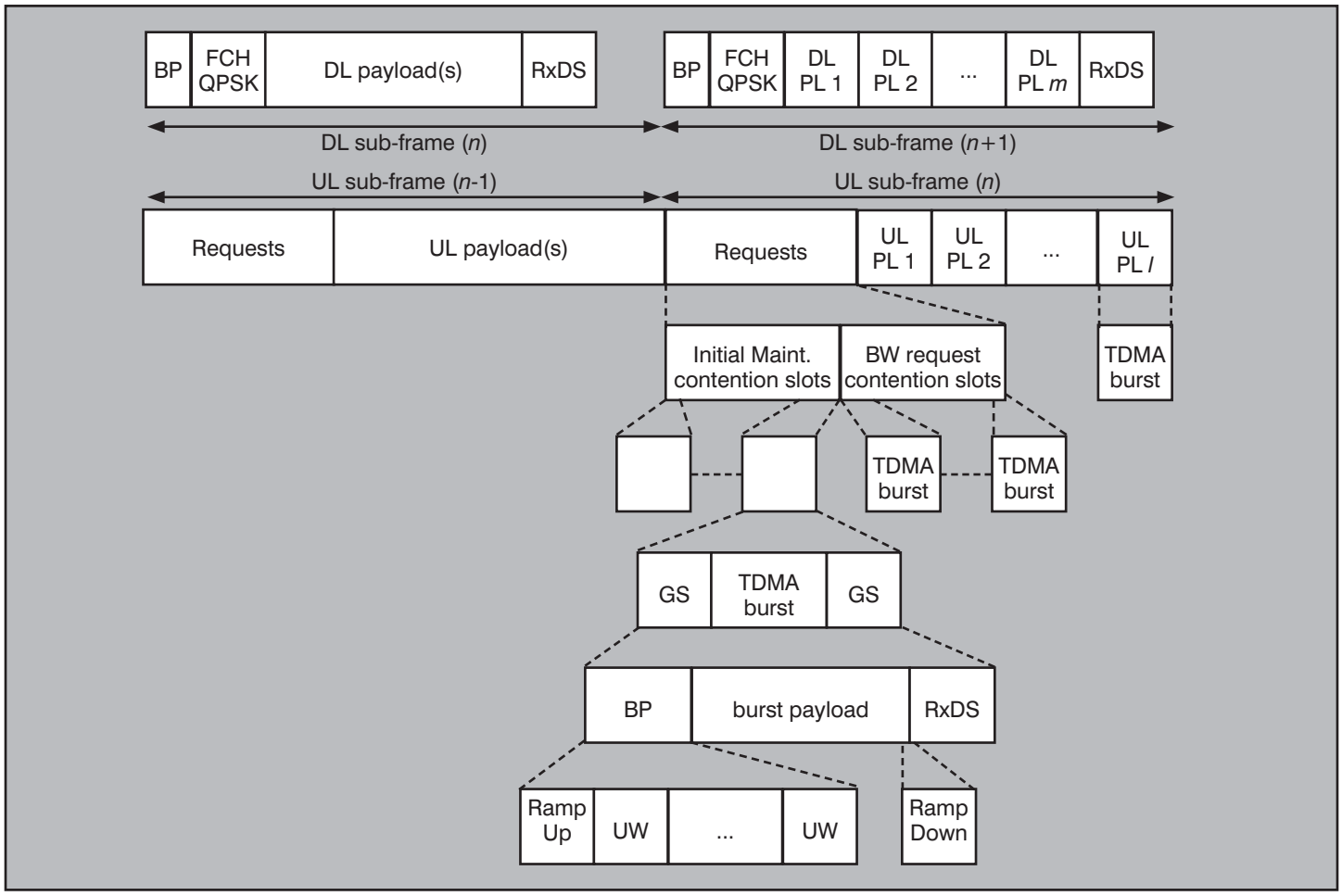


Abbildung 11: FDD mit Burst TDM DL

Kanals hängt u.a. von der verwendeten Codierung und Modulation ab. Ein wesentliches Maß hierbei ist die spektrale Effizienz ausgedrückt durch Mbit/s/MHz. Sie gibt an, wie viele Megabit pro Sekunde in ein MHz Bandbreite gepackt werden können. Mit 64 QAM wird eine spektrale Effizienz von max. ca. 4 erreicht, also z.B. 24 Mbit/s in einen 6 MHz-Kanal. 256 QAM schafft optimal eine Effizienz von 16, also z.B. 96 Mbit/s in einem 6 MHz-Kanal. Eine übliche regulierte Frequenzzuteilung würde z.B. 24 MHz Bandbreite umfassen. Damit kann man demnach 4 Kanäle à 6 MHz definieren, die zusammen fast 400 Mbit/s schaffen. Die PHY ist für Reichweiten von bis zu 60 km (!) ausgelegt. Benötigt man nur kleinere Distanzen, kann man die Codierungsmöglichkeiten optimal ausschöpfen.

WirelessMAN™ OFDM-PHY

Diese PHY ist für NLOS-Operation in regulierten und lizenzfreien Bändern zwischen 2 und 11 GHz gedacht. Im letzteren Falle kann die durch die Regulierung festgelegte Bandbreite in eine Kanalzahl nach Zweierpotenzen aufgeteilt werden, allerdings sollte ein Kanal wenigstens 1,25 MHz breit sein. Für alle weiteren Ausführungen setze ich hier voraus, dass die OFDM-Synthese von IEEE 802.11 a,g oder h bekannt ist. Die OFDM Wellenform wird durch inverse Fourier-Transformation erzeugt. Ihre Dauer wird auch als Symbol-Nutzzeit Tb definiert. Eine Kopie der letzten Tg μs der Symbol-Nutzzeit wird als Zyklisches Prefix CP oder Schutzzeit bezeichnet und wird dazu gebraucht, Multipath-Informationen zu sammeln um die Orthogonalität zu wahren. Die Symbolzeit Ts ist Tg + Tb, siehe Abbildung 12.

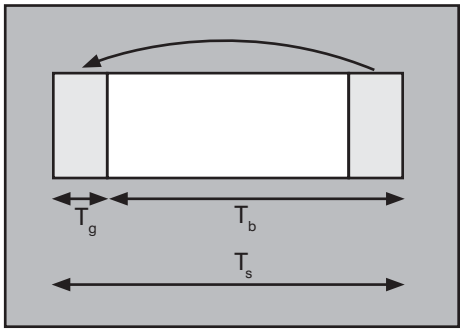


Abbildung 12: zeitliche Struktur des OFDM-Signals

Die Sendeenergie steigt mit der Länge der Schutzzeit, während die Empfängerenergie gleich bleibt, weil die zyklische Erweiterung am Empfänger ausgekoppelt wird. Der CP Overhaed und der dadurch entstehende Verlust im Signal/Rauschverhältnis können durch Vergrößerung der Fourier Transformationsgröße verringert werden, die allerdings die Anfälligkeit des Systems gegenüber Phasenrauschen erhöht. Verwendet man eine CE, können die Samples, die man für die FFT im Empfangsprozess braucht, überall auf der ganzen Länge des erweiterten Symbols genommen werden. Dies führt zu einer größeren Unempfindlichkeit gegenüber Multipath-Effekten und zu einer Toleranz gegenüber Synchronisationsfehlern in der Symbolzeit. Die eigentliche Grundstruktur eines OFDM-Signals wird durch die Frequenzdimension beschrieben. Ein OFDM-Symbol besteht aus einer Menge von Unterträgern, die die FFT-Größe bestimmen, die benutzt werden muss. Es gibt folgende Unterträger:

- Datenunterträger für die Datenübertragung

- Pilotunterträger für verschiedene Bestimmungen im Sende/Empfangsprozess
- Nullunterträger für Schutzbereiche. Sie sind im Übertragungsprozess nicht involviert

Der Standard sieht die Verwendung einer 256-FFT vor. Dabei werden 200 Unterkanäle für die Datenübertragung benutzt sowie 28 als Nullunterträger für die unteren Frequenzen des benutzten Spektrums und 27 für die oberen. Die Kanäle, die man anschließend nutzen kann, bestehen jeweils aus einer Menge von Unterkanälen. Zur Erzielung der maximalen Orthogonalität sind diese aber geschachtelt, d.h. die einzelnen Unterkanäle eines Kanals haben untereinander den maximal möglichen Frequenz-Offset. Die Kanalcodierung besteht aus den drei Schritten Verwürflung, FEC und Überlappung, die bei der Sendung in dieser, beim Empfang in der ungekehrten Reihenfolge durchgeführt werden müssen. Bei der FEC sind wiederum Konvolutions-Codes, Block Turbo Codes und Konvolutions Turbo Codes möglich. Nach der Überlappung werden die Datenbits seriell auf die QPSK, 16-QAM oder 64-QAM-Konstellationspunkte abgebildet. Für Up- und Downlinks sieht der Standard an dieser Stelle unterschiedliche Möglichkeiten für die Zusammenfassung von Signalgruppen vor.

Für die Punkt-zu-Vielpunktverbindungen sieht der Standard in regulierten Bändern FDD, H-FDD oder TDD vor. Bei lizenzfreien Bändern sollte TDD verwendet werden. Die OFDM-PHY unterstützt eine Frame-basierte Übertragung. Ein Frame besteht aus einem DL-Subframe und einem UL-Subframe. Ein DL-Subframe besteht nur aus einer einzigen DL PHY PDU. Ein UL-Subframe besteht aus Contention Intervallen für das initiale Ranging und die Möglichkeit, Bandbreite anzufordern und einer oder mehreren UL PHY PDUs, jede gesendet von einer anderen SS. Eine UL PHY PDU besteht aus nur einem einzigen Burst, der aus einer kurzen Preambel und einer ganzzahligen Anzahl von OFDM-Symbolen besteht. Man muss also immer genau schauen, ob man es mit einem Burst oder einer PHY PDU zu tun hat. Eine DL PHY PDU beginnt mit einer langen Präambel, der ein FCH (Frame Control Header) Burst folgt. Der FCH Burst ist ein OFDM-Symbol lang und wird mit 1/2 QPSK gesendet. Er enthält ein Frame Prefix zur Spezifikation des Burst Profils und ggf. zusätzliche Kontrollinformationen, auch aus der MAC. Nach ihm kommen ein oder mehrere DL-Bursts, jedes mit einem ggf. anderen Burst Profil. Jeder DL-Burst enthält eine ganzzahlige Anzahl von OFDM-Symbolen und eine Spezifikation für das aktuelle Burst Profil. Bei der Abbildung von MAC PDUs auf PHY PDUs kann es vorkommen, dass sich keine ganzzahlige Anzahl von DFDM-Symbolen ergibt. In diesem Fall wird immer aufgefüllt. In jedem TDD-Frame muss es je eine Lücke für den Richtungswechsel für Sendung/Empfang (je nach Perspektive DL oder UL) geben, die TTG für Transmit/Receive Gap oder die Receive/Transmit Gap RTG. Die Abbildung 13 fasst dies nochmals zusammen.

In FDD Systemen braucht man TTG und RTG nicht, weil Up- und Downlink auf unterschiedlichen Frequenzen stattfinden.

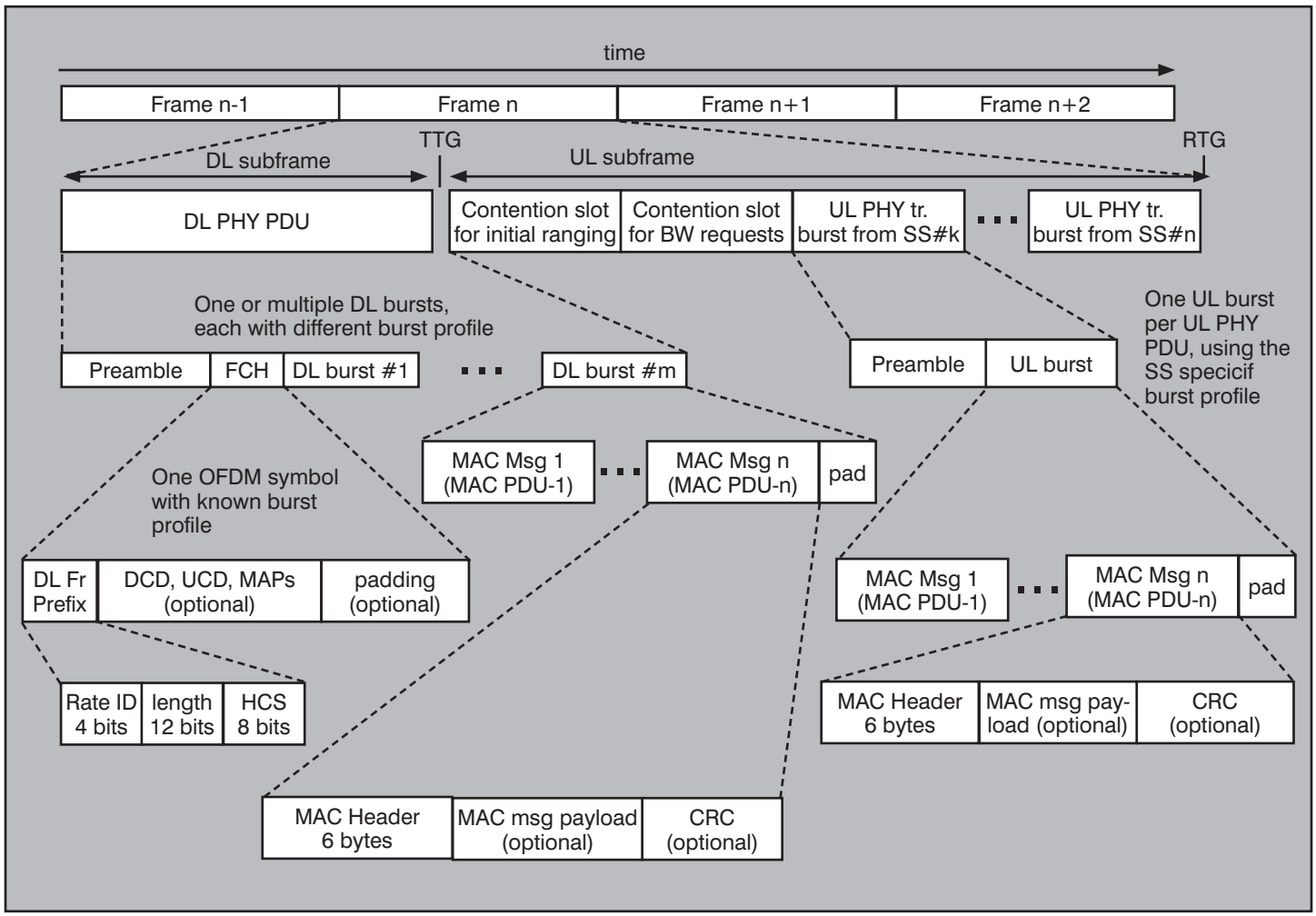


Abbildung 13: OFDM Frame Struktur mit TDD

In einem Maschensystem gibt es eine andere Frame-Struktur. Ein Maschenframe besteht aus je einem Kontroll- und Daten-Subframe. Der Kontroll-Subframe dient zwei Grundfunktionen. Eine ist die Schaffung und Pflege eines Zusammenhangs zwischen den verschiedenen Systemen und wird „Network Control“ genannt. Die andere ist das kontrollierte Scheduling des Datenverkehrs zwischen zwei Stationen und heißt deshalb Scheduling Control. Die Network Control tritt periodisch auf, die Scheduling Control vor jedem Frame. Die Länge des Network Control Subframes ist fest. Die Länge des Scheduling Control Subframes ebenfalls. Dieser enthält u.a. Informationen darüber, wieviele verteilte Scheduling Nachrichten im Control Subframe auftreten können. Diese können übrigens auch in den Daten-Subframes auftreten, wenn sie inhaltlich damit nicht gegen die Regeln aus dem Control Subframe verstoßen. Alle diese Informationen werden mit 1/2 QPSK gesendet. Die Nutzinformationen im Burst werden dann mit der Geschwindigkeit gesendet, die die allgemeinen System- und Umgebungsparameter zulassen.

Bei TDD und FDD wird empfohlen, dass sich alle BSs eines gemeinsamen Timing-Signals zur Synchronisierung bedienen. Sollte es einmal verlorengehen, kann die BS weitersenden, solange bis es wieder auftaucht und sich die BS neu einsynchronisieren kann. Die Spezifikation enthält noch eine Reihe weiterer, feiner Einzelheiten, wie z.B. die Möglichkeit, Conention nur auf bestimmten OFDM-Unterkanalgruppen zuzulassen und damit zu begrenzen oder ein ausgefeiltes Diversity-Schema, bei dem die BSs mehrere Antennen benutzen können, die unterschiedliche OFDM-Signalströme aussenden, die ihrerseits an den SSs wieder zusammengesetzt werden müssen. Darauf können wir hier leider nicht mehr eingehen.

Die mit dieser PHY erzielbaren Datenraten stellen wir weiter unten zusammen mit denen der OFDMA-PHY dar.

WirelessMAN™ OFDMA-PHY

Generell hat diese PHY die gleichen Anwendungsbereiche und Zielsetzungen wie die grade beschriebene OFDM-PHY. Der wesentliche konstruktive Unterschied ist, dass die aktiven Unterträger in Teilmengen aufgeteilt werden, die ihrerseits verwirrenderweise wieder als Unterträger bezeichnet werden. Das konnte man in den Dokumenten deshalb machen, weil die normalerweise in OFDM als Unterträger bezeichneten Frequnzbereiche einfach als Träger bezeichnet werden, was im globalen Zusammenhang der Modulationstechniken irreführend ist. Wozu dient das? Durch die Aufspaltung der Unterträgermenge in Teilmengen kann man mit einem Downlink unterschiedliche Empfänger adressieren. Jedem Empfänger ist eine oder mehrere eigene Unterträgermengen zugeordnet. Da die Unterträger alle zueinander orthogonal sind, gilt das auch für die einzelnen Unterträgermengen, deren individuelle Unterträger zueinander orthogonal sind. Dadurch sind auch alle Unterträgermengen orthogonal zueinander, so dass sich ein „natürlicher“ Frequenzmultiplex ergibt. Durch diese Konstruktion kann man Skalierbarkeit, gesteuerten Mehrfachzugriff und weiterentwickelte Antennentechnologien unterstützen. Man stellt sich das am besten vereinfachend so vor, dass ein einzelnes OFDM-Symbol aus einer Menge von Zeitslots besteht. Gegenüber der oben beschriebenen OFDM-PHY treten noch die Funktionen hinzu, die man für die Verwaltung dieser Zeitslots benötigt. Die entstehenden Rahmenformate und Zeitabläufe kann man ohne weiteres als ziemlich aufwändig beschreiben, es würde auch den Rahmen dieses Artikels wesentlich sprengen, darauf genau einzugehen.

Damit sich der ganze Aufwand auch lohnt, muss eine 2048-Punkt FFT Anwendung finden. Dabei benutzt man 1536 Unterträger für die Datenübertragung, 166 Unterträger als Piloten und 172 bzw. 173 Unterträger als Schutzzone. Die übrigen Schritte zur Erzeugung des Signals sind der OFDM-PHY vergleichbar. Wegen der 2048-FFT ist das Signal übrigens empfindlicher.

Die Tabelle 3 zeigt die möglichen Datenraten bei verschiedenen Bandbreiten und Codierungen

Spezifische Eigenschaften des WirelessHUMAN

Zum Abschluss der Betrachtungen der

BW (MHz)	T_g	QPSK 1/2	QPSK 3/4	16-QAM 1/2	16-QAM 3/4	64-QAM 2/3	64-QAM 3/4
QFDM 256-FFT							
6 MHZ (MMDS)	T_b/ 32	5.09	7.64	10.18	15.27	20.36	22.91
	T_b/ 16	4.94	7.41	9.88	14.82	19.76	22.24
	T_b/ 8	4.67	7.00	9.33	14.00	18.67	21.00
	T_b/ 4	4.20	6.30	8.40	12.60	16.80	18.90
7 MHz (ETSI)	T_b/ 32	5.94	8.91	11.88	17.82	23.76	26.73
	T_b/ 16	5.76	8.65	11.53	17.29	23.06	25.94
	T_b/ 8	5.44	8.17	10.89	16.33	21.78	24.50
	T_b/ 4	4.90	7.35	9.80	14.70	19.60	22.05
20 MHz (U-NII)	T_b/ 16	16.13	24.20	32.27	48.40	64.54	72.61
	T_b/ 8	15.24	22.86	30.48	45.71	60.95	68.57
	T_b/ 4	13.71	20.57	27.43	41.14	54.86	61.71
OFDMA 2048-FFT							
6 MHz (MMDS)	T_b/ 32	4.99	7.48	9.97	14.96	19.95	22.44
	T_b/ 16	4.84	7.26	9.68	14.52	19.36	21.78
	T_b/ 8	4.57	6.86	9.14	13.71	18.29	20.57
	T_b/ 4	4.11	6.17	8.23	12.34	16.46	18.51
7 MHz (ETSI)	T_b/ 32	5.82	8.73	11.64	17.45	23.27	26.18
	T_b/ 16	5.65	8.47	11.29	16.94	22.59	25.41
	T_b/ 8	5.33	8.00	10.67	16.00	21.33	24.00
	T_b/ 4	4.80	7.20	9.60	14.40	19.20	21.60

Tabelle 3: Bitraten

PHY sollen noch einige Besonderheiten für dieses System vorgestellt werden, weil es wahrscheinlich als erstes in Corporate-Anwendungen implementiert wird. Die Mittenfrequenz sollte (MHz) 5000 + 5 nch betragen, wobei nch 0,1,...,199 ist. Das erlaubt ein einheitliches 8-Bit Nummerierungssystem für alle Kanäle mit 5 bis 6 MHz Kanalabstand. Die Tabelle 4 zeigt die Anzahl erlaubter Kanäle in zwei Regulierungsbereichen für 10 und 20 MHz breite Kanäle. Im CEPT-Band B kann man in Europa z.B. 20 Kanäle à 10 MHz oder 10 Kanäle à 20 MHz betreiben. Mit ca. 60 Mbit/s Leistung in einem 20 MHz-Kanal kann man also eine Gesamtleistung von ca. 600 Mbit/s erzielen. Dieser Wert bezieht sich wie oben dargestellt auf eine erweiterte Nachbarschaft, also eine „Zelle“, die um eine Station herum als Menge der Stationen, die mit zwei Hops erreicht werden können, definiert ist.

Regulatory domain	Band (GHz)	Channelization (MHz)	
		20	10
USA	U-NII middle 5.25-5.35	56, 60, 64	55, 57, 59, 61, 63, 65, 67
	U-NII upper 5.725-5.825	149, 153, 157, 161, 165[a]	148. 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164[a], 166[a]
Europe	CEPT band B[b] 5.47-5.725	100, 104, 108, 112, 116, 120, 124, 128, 132, 136	99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137
	CEPT band C[b] 5.725-5.875	148, 152, 156, 160, 164, 168	147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169

Tabelle 4: Kanalzuordnungen

Für unterschiedliche Zuordnungen werden verschiedene Spektralmasken definiert. Die Abbildung 14 zeigt mögliche Kanalbildungen für 20 MHz-Kanäle in den CEPT-Bändern für Europa.

Zusammen ergeben sich also 16 mögliche Kanäle à 20 MHz mit je bis zu 60 Mbit/s, also knapp ein Gigabit/s für die erweiterte Nachbarschaftszelle.

Koexistenz zwischen IEEE 802.11 WLANs und WirelessHUMAN

Die Frage der Koexistenz mit anderen WLANs auf lizenzfreien Bändern bewegt natürlich die Gemüter. Hinsichtlich der Koexistenz mit 802.11b und g lässt sich sagen, dass eine einfache Strategie darin besteht, die WLANs auf 2,4 GHz zu lassen und das WirelessHUMAN auf den 5 GHz-Bereich zu legen. Im 2,4 GHz-Bereich würden sie vollständig kollidieren. Spannender ist schon die Frage nach der Koexistenz im 5 GHz-Bereich. IEEE 802.11 a,h und n definieren z.B. acht Kanäle zwischen 5,150 und 5,380 MHz. Blickt man auf die Abbildung 6, sieht man sofort, dass dies lediglich auf dem untersten Kanal des CEPT B-Bandes interferiert und zwar auch nur mit der absteigenden Flanke, nach Spektralmaske mit -27 dB oder mehr. Interferenzen können wirkungsvoll nur dann auftreten, wenn sich ein Maschenknoten und ein WLAN im gleichen Gebäude befinden oder Outdoor benachbart sind, z.B. auf dem gleichen Dach. Ein Anhang zum Standard enthält eine umfangreiche Analyse für diese Fälle und mögliche Probleme mit anderen Funkdiensten auf der gleichen Frequenz. Hinsichtlich WLANs und WirelessHUMAN sagt die Analyse, dass es ausreichend ist, die beiden Transmitter Outdoor 20m auseinanderzusetzen. Diese Distanz verringert sich noch weiter, wenn z.B. der WirelessHUMAN Transmitter auf dem Dach, der WLAN-AP aber innerhalb des Gebäudes montiert sind. Eine ganz dünne Betondecke ist mindestens für 6 dB Dämpfung gut, so dass die minimale Distanz bei 10 - 15m liegt. Generell geht die Analyse davon aus, dass beide Systemgruppen stur senden. Für Europa ist aber auch im WLAN DFS zwingend vorgesehen. Damit reduziert sich das Problem auf eine geringere Nutzbarkeit höchstens eines Kanals.

Gleichzeitig führt dies aber auch vor Augen, dass man die DFS-Systeme frei laufen lassen muss und keinesfalls daran denken darf, bestimmte Anwendungen in WLANs auf bestimmte Kanäle festzulegen, wie dies manchmal vorgeschlagen wurde.

8. Konsequenzen für die Unternehmensnetze

IEEE 802.16 stellt ein funktional ausgesprochen reichhaltiges Rahmenwerk für die Entwicklung professioneller hochqualitativer drahtloser Versorgungsbereiche dar. In den einzelnen Abschnitten wurden ja schon verschiedene Vergleiche zu IEEE 802.11 WLANs dargestellt, aber eigentlich ist das völlig nutzlos, so etwa, als wolle man einen Porsche Carrera Turbo mit einem 120 l Müllsack vergleichen, deren einzige Gemeinsamkeit das Platzangebot ist. Beide Standardisierungsgruppen hatten jeweils andere Ziele.

Nach bisherigen Definitionen ist es möglich, mit IEEE 802.16 über eine Distanz von bis zu 60 km eine Übertragungsrate von ca. 150 Mbit/s aufzusetzen. Das Ver-

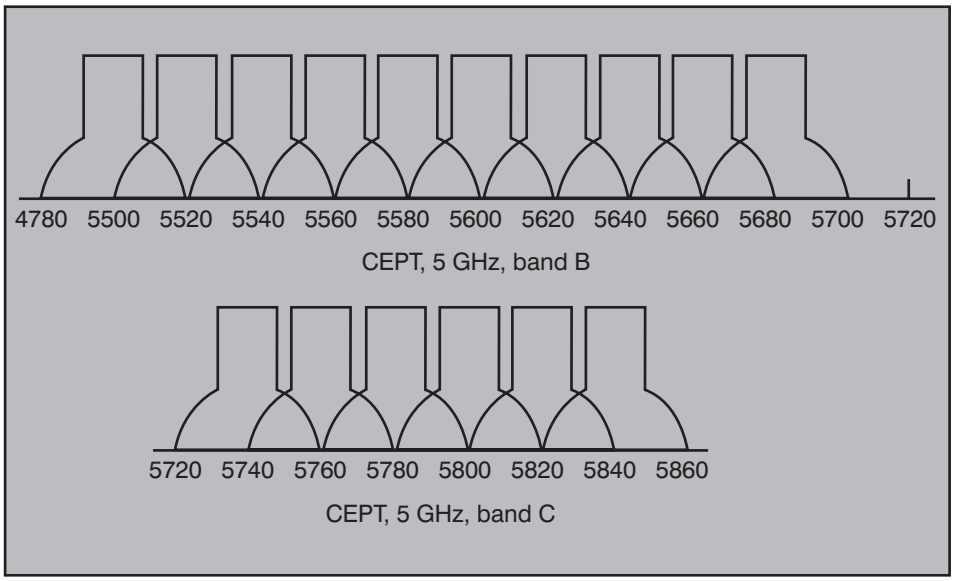


Abbildung 14: CEPT-Kanalbildungen

fahren bietet aber noch eine Menge von Reserven, vor allem im Bereich der Codierung/Modulation. In keinem Falle wird es zu einer Situation kommen, bei der ein technischer Fortschritt nicht genutzt werden kann, nur weil er z.Zt. im Standard nicht vorgesehen ist.

Derartige Reichweite/Datenrate-Zahlen sind ja schön, aber auch für die Praxis nutzlos. Wesentlich wichtiger ist es, dass die MAC eine Anzahl von Funktionen bietet, die einen deterministischen, stablien, sicheren und wohldefinierten Funkverkehr erlauben. Die Funktionen sind dabei so geschickt auf die SSs und BS verteilt, dass der Implementierungsaufwand für eine SS durchaus vergleichbar mit einer WLAN-Station ist, wenn diese nachträglich mit den Funktionen nachgerüstet wurde, die zum sicheren Betrieb notwendig, aber bei 802.11 lange nicht Standard sind. An dieser Stelle sind keine Mehrkosten zu erwarten. Eine Base Station ist sicherlich deutlich teurer als ein WLAN Access Point, kann aber dafür erheblich mehr und bietet vor allem eine nahtlose Integration in bestehende IP-Infrastrukturen.

Möchte man keine zentralisierte Struktur mit BSs etablieren, ermöglicht IEEE 802.16a den Aufbau autonomer, selbst steuernder Netze. Dies wird für viele den ersten Zugang bilden.

Fassen wir nochmals die wesentlichen Vorzüge von IEEE 802.16 zusammen:

- Der Standard definiert extensive Mechanismen für Bandbreitezuordnung und QoS. Details von Scheduling und Reservierungsmanagement bilden genügend große Spielwiesen für die Hersteller, ohne die Interoperabilität zu gefährden

- Die PHY-Spezifikation für 10 - 66 GHz benutzt Burst Single Carrier Modulation mit adaptiven Burst Polling in regulierten Frequenzbändern, wobei Übertragungsparameter, einschließlich Modulation und Codierung, auf die Randbedingungen einer individuellen Subscriber Station eingestellt und dynamisch geändert werden können

- Die PHY-Spezifikation für 2-11 GHz benutzt primär OFDMA in regulierten und regulationsarmen Bändern, wobei ebenfalls viele Parameter dynamisch verändert werden können und setzt keine vorhandene Sichtlinie voraus

- Die MAC erlaubt durch hohe Aufgliederung die Verbindung der BSs mit ATM und strukturierten IP-Netzen als Backbone, die Unterstützung ausgeprägter Management-Funktionen und die Implementierung unterschiedlicher PHYs

- Die MAC arbeitet auf der Grundlage von Service Flows für die optimale Ausnutzung der übertragungstechnischen Kapazitäten und Speicher

- Durch einen komplexen Anmeldemechanismus und die abgestimmte Verwendung modernster Sicherheitsstandards als integraler Bestandteil der Gesamtkonstruktion bietet IEEE 802.16 ein bisher nicht gekanntes Maß an Datenschutz auf der an sich gefährdeten Luftschnittstelle

Zusammengefasst kann man sagen, dass IEEE 802.16 eine hohe Infrastruktureignung besitzt, die den 802.11 WLANs völlig fehlt. Der IEEE 802.16 Standard ist wegen der hohen Flexibilität auch hinsichtlich der Funktechnik die Grundlage für drahtlose Metronetze der nächsten Dekaden.

Für die nächste Zeit kann man demnach davon ausgehen, dass beide Systemgruppen miteinander koexistieren werden. Es stellt sich also nur noch die Frage, wie man einen Porsche mit einem Müllsack kombiniert. Die Antwort liegt auf der Hand: man wirft den Müllsack ins Auto. Das ist in jedem Falle günstiger als der Versuch, durch Zusammenpuzzeln vieler weiterer Einzelelemente aus dem Müllsack ein Auto machen zu wollen. Die billigen WLANs werden wir Dank des Fleißes der Hersteller ohnehin so schnell nicht mehr los. Spannend ist aber dann die Frage, ob man die ganzen APs nicht einfach zu kombinierten AP/SSs macht und ein 802.16-Netz als drahtlose Infrastruktur darüberlegt. Dafür spricht vor allem, dass mit Sicherheitsmängeln beim Eintritt in das 802.16-Netz Schluss ist. So könnte man auch VoIP realisieren: in den WLAN-Zellen schlägt man sich trotz Abwesenheit eines guten Steuerungsverfahrens mit Tricks wie der starken Beschränkung der Nutzerzahl durch, ab dem kombinierten AP/SS gibt es ja dann hinreichend QoS. Es spricht nichts dagegen, in ein solches Szenario anschließend auch Stationen einzubauen, die direkt 802.16-SS-Fähigkeiten haben und somit die volle Reichhaltigkeit der Funktionalität nutzen können. Wird das 802.16 Infrastrukturnetz dann im Bereich 10-66 GHz betrieben, gibt es ja keinerlei Überlappungen und Störungen zwischen den beiden Netztypen. Wird das 802.16 Infrastrukturnetz im Bereich 2-11 GHz betrieben, muss man hier auf regulierte Bänder gehen. Auch dann gibt es ja keine Überlappungen. Zu klären ist noch die Frage, was passiert, wenn man beide Netztypen in unregulierten Bändern betreiben möchte. Zu diesen Themen gibt es ein eigenes umfangreiches Dokument von IEEE 802.16, welches die Koexistenz zu anderen Funkdiensten regelt. Dies möchte ich zu einem späteren Zeitpunkt gesondert behandeln.

Die Hersteller haben sich über zwei Jahre Zeit gelassen, um Produkte für 802.16 zu entwickeln. Diese werden in 2005 auf den Markt treten. Damit konnte man die sonst üblichen peinlichen Schnellschüsse vermeiden. Der primäre Markt für 802.16, die Provider, ist wesentlich empfindlicher gegenüber solchen Halblösungen als der durchschnittliche Corporate Customer. Schon jetzt kann man aber sagen, dass die Produkte (als Vorserienmuster) vom primären Zielmarkt begeistert aufgenommen werden, so dass in jedem Falle die Stückzahl so hoch sein wird, dass sich nach den üblichen Einpendelungen auch für andere Kunden ein attraktives Angebot ergibt.

Also: Kabel ab!!

CCNE

ComConsult Certified Network Engineer

Lokale Netze
06.12. - 10.12.04 in Aachen
21.02. - 25.02.05 in Aachen
25.04. - 29.04.05 in Aachen
27.06. - 01.07.05 in Aachen
12.09. - 16.09.05 in Aachen
28.11. - 02.12.05 in Aachen

Internetworking
13.12. - 17.12.04 in Aachen
28.02. - 04.03.05 in Aachen
30.05. - 03.06.05 in Aachen
26.09. - 30.09.05 in Aachen
28.11. - 02.12.05 in Aachen

TCP/IP und SNMP
06.12. - 10.12.04 in Bonn
11.04. - 15.04.05 in Berlin
20.06. - 25.06.05 in Köln
26.09. - 30.09.05 in Berlin
21.11. - 25.11.05 in Bonn

Ethernet Technologien - neuester Stand
29.11. - 03.12.04 in Aachen
14.03. - 18.03.05 in Aachen
20.06. - 24.06.05 in Aachen
19.09. - 23.09.05 in Aachen
14.11. - 18.11.05 in Aachen

Paketpreis für alle vier Seminare € 8.170.-- zzgl. MwSt.
(Einzelpreise: je € 2.290.--)

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

CCTS

ComConsult Certified Trouble Shooter

Trouble Shooting in Lokalen Netzwerken - Grundlagen
21.02. - 25.02.05 in Aachen
06.06. - 10.06.05 in Aachen
12.09. - 16.09.05 in Aachen
07.11. - 11.11.05 in Aachen

Trouble Shooting für TCP/IP- und Windows-Umgebungen
14.02. - 18.02.05 in Aachen
30.05. - 03.06.05 in Aachen
24.10. - 28.10.05 in Aachen

Trouble Shooting in geswitchten Ethernet-Umgebungen
22.11. - 26.11.04 in Aachen
11.04. - 15.04.05 in Aachen
04.07. - 08.07.05 in Aachen
17.10. - 21.10.05 in Aachen
28.11. - 02.12.05 in Aachen

Paketpreis für alle drei Seminare € 7.500.-- zzgl. MwSt. (Einzelpreise: je € 2.490.--)

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

CCSE

ComConsult Certified Security Expert

Sicherheitslösungen I: Von den Einzelbausteinen zur integrierten Lösung
14.02. - 18.02.05 in Bonn
25.04. - 29.04.05 in Bonn
06.06. - 10.06.05 in Köln
26.09. - 30.09.05 in Nürnberg

Sicherheitslösungen II: IP-VPNs, der Kern einer Sicherheits-Infrastruktur
15.11. - 17.11.04 in Köln
28.02. - 02.03.05 in Bonn
30.05. - 01.06.05 in Köln
19.09. - 21.09.05 in Bonn
07.11. - 09.11.05 in Köln

Sicherheitslösungen III: Planung und praktische Konfiguration
06.12. - 10.12.04 in Aachen
18.04. - 22.04.05 in Aachen
27.06. - 01.07.05 in Aachen
17.10. - 21.10.05 in Aachen
05.12. - 09.12.05 in Aachen

Paketpreis für alle drei Seminare € 5.330.-- zzgl. MwSt.
(Einzelpreise: € 2.290.-- / € 1.690.-- / € 2.290.--)

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

Impressum

Verlag:
Dr. Suppan International institute b.v
Ahornenlaan 12
4493 DG Kamperland, Niederlande

Telefon (0049)02408/955-400
Fax (0049)02408/955-399

Herausgeber und verantwortlich im Sinne des Presserechts:
Dr. Jürgen Suppan

Chefredakteur: Dr. Jürgen Suppan

Erscheinungweise: Monatlich, 12 Ausgaben im Jahr

Bezug: Kostenlos als PDF-Datei
über den eMail-VIP-Service der ComConsult Akademie