

Schwerpunktthema

Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

von Dr. Franz-Joachim Kauffels

Die permanente Steigerung der Anzahl mobiler Endgeräte mit immer mehr Leistung ist ein längst nicht mehr aufzuhaltender Trend. Provider sind schon seit einiger Zeit dabei, die Mobilfunknetze deutlich aufzurüsten. Mobiles Video-Streaming und nunmehr auf den leistungsfähigen Endgeräten mögliche Spiele mit gesteigertem Realismus sind nur zwei der Gründe, warum man damit rechnet, innerhalb weniger Jahren eine deutliche Leistungssteigerung der Mobilfunknetze, man spricht gerne anschaulich von einem Faktor 1000, vornehmen zu müssen.



Dies betrifft auch Betreiber privater wireless Infrastrukturen, mit einem (hoffentlich) etwas geringeren Faktor. Sie werden kaum Videos oder Spiele in großem Umfang unterstützen müssen. Man kann aber davon ausgehen, dass die hohe Leistung der mobilen Endgeräte auch für die Realisierung eines verbesserten Benutzer-Erlebnisses bei bestehenden und neuen Anwendungen genutzt wird. Die vielen unterschiedlichen Ansätze für Augmented Reality sprechen z.B. eine deutliche Sprache.

weiter auf Seite 5

Zweitthema

Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

von Dr. Behrooz Moayeri

Dreieinhalb Jahre sind vergangen, seit VMware Nicira übernahm. Seit der Übernahme von Insieme durch Cisco sind zwei Jahre vergangen. Aus den beiden Akquisitionen sind Cisco ACI und VMware NSX hervorgegangen.

Nach der Ankündigung von Cisco ACI war klar, dass sie als eine Antwort auf NSX gemeint war. Setzt man ACI ein, braucht man einige Funktionen nicht, die VMware mit NSX anbietet. Umgekehrt gilt auch: NSX bedeutet die Verlagerung vieler bisher von

Cisco-Komponenten wahrgenommenen Funktionen in den Hypervisor.

Es ist Zeit Bilanz zu ziehen.

weiter auf Seite 18

Geleit

Die Zeit nach ISDN: die Provider geben wichtige Teile des Marktes auf!

auf Seite 2

Standpunkt

Kabel ab?

auf Seite 14

Neue Videos

IT-Infrastrukturen 2020

auf Seite 16

Neues Seminar

Elektronische Akte, Dokumentenmanagement und Digitalisierung

auf Seite 15

Aktueller Kongress

ComConsult Netzwerk Forum 2016

auf Seite 4



Zum Geleit

Die Zeit nach ISDN: die Provider geben wichtige Teile des Marktes auf!

Zu Beginn das zentrale Statement: Die Abschaffung von ISDN schafft eine neue Marktsituation. Die Provider decken einen wesentlichen Bedarf in der Umstellung auf UC nicht ab und öffnen damit ungewollt Cloud-Anbietern die Tür. In Zukunft wird es keine tragfähige UC-Lösung ohne Einbeziehung der Cloud geben.

Warum ist das so?

Das gerade abgelaufene ComConsult UC-Forum gab einen wirklich guten Überblick über den Stand des Marktes und die zu erwartende Zeit nach der Abschaltung von ISDN. Speziell der sehr gute Vortrag von T-Systems machte die Komplexität der Aufgabe für die Provider klar, da ja nicht nur ISDN abgeschaltet wird sondern eine All-IP-Infrastruktur eine generelle Neuregelung auch der Einbindung von Mobilfunk erfordert. In Kombination mit den Unmengen an Sonderfällen zur Integration von unvermeidbaren Analog-Teilnehmern entsteht eine sehr komplexe Aufgabe, die nicht unterschätzt werden sollte. Wer hier allerdings den Schluss zieht diese Aufgabe als Risiko einzustufen und lieber länger zu warten, der liegt aus unserer Sicht falsch. Das Projekt mag vielleicht ein oder zwei Jahre länger als bisher geplant dauern, aber das Risiko sehen wir eher auf der ISDN-Seite. Wir glauben, dass die Provider ab 2017 eine ausgereifte Plattform haben werden, der man im Kern mehr vertrauen kann als dem dann gegebenen Restbestand von ISDN. Dabei darf nicht übersehen werden, dass schon mehr als 50% aller Teilnehmer in Deutschland auf IP-Telefonie umgestiegen und von ISDN weggegangen sind (die ComConsult Akademie und ComConsult Research übrigens schon seit mehreren Jahren).

So weit so gut. Aber bei der Abschaffung von ISDN geht es ja nicht nur um die Ablösung der bisherigen Sprachkommunikation und deren Ersatz durch eine andere Form der Sprachkommunikation (auch wenn man hier eine durchaus sinnvolle Diskussion über Leistungsmerkmale führen könnte). Und unterm Strich bleibt alles andere gleich. Aber dummerweise entspricht das nicht dem Bedarf vieler Unternehmen. Wir haben über die letzten 15 Jahre in den Unternehmen mit der Einführung von UC ein neues Ver-



ständnis von Kommunikation entwickelt. Dieses hörte bisher an der Unternehmensgrenze auf, da die Technik eine UC-Kommunikation zwischen Unternehmen nur mit Sonderlösungen (Federations) gestattete. Das ist mit der Abschaffung von ISDN vorbei. Es macht durchaus Sinn nun eine durchgehende Funktionalität auch über Unternehmensgrenzen zu fordern (mit einigen spannenden Anforderungen an Sicherheit, was auch in den Diskussionen auf dem Forum deutlich wurde).

Wir gehen davon aus, dass wir in den nächsten Jahren ein neues Verständnis von Kommunikation bekommen werden. Eines, das viel mehr an dem Ziel und der Effizienz der Kommunikation orientiert ist. Und dies bedeutet im Kern, dass wir uns für die Zukunft nicht auf Sprache reduzieren können.

Beispiel 1

Das Internet als Marketing-Plattform hat einen wesentlichen Nachteil. Es reduziert die Kundenbindung und abstrahiert Kommunikation. Dies kann so nicht bleiben. Versicherungen, Banken, die Automobilindustrie, Behörden und viele andere mehr brauchen eine bessere Bindung. Und Kommunikation ist ein wesentliches Element dabei. Speziell dem Medium Video wird dabei eine tragende Rolle zukommen. Banken und Versicherungen müssen bei den Kunden dieses Gefühl wieder aktivieren, dass ein Kunde "seinem" persönlichen Kontakt hat. Und das trotz aller Verlagerung auf Contact-Cen-

ter und dem damit verbundenen Abbau einer Vorort-Präsenz. Es wird in diesem Zusammenhang normal werden, dass ein Kunde auf der Webseite einen direkten Sprach-, Video und Chat-Zugang zu einem Unternehmen bekommt. Und die wirkliche Kundenbindung entsteht durch Video. Ich sehe wieder "meinen" persönlichen Betreuer.

Aus unserer Sicht ist für alle Vertriebs- und Betreuungsbereiche Video ein absolut unverzichtbares Medium.

Beispiel 2

Wir müssen in Projekten effizienter über Unternehmensgrenzen hinaus kommunizieren. Das erfordert eine flexible Kollaboration mit Sprache, Chat, Video unter Einbeziehung von Dokumenten. Wir beobachten in der Cloud momentan einen Wettbewerb um die beste Lösung. Cisco mit Spark und Unifiy mit Circuit sind nur die Spitze des Eisbergs. Tatsächlich versuchen diese beiden relativ spät in einen bereits existierenden Cloud-Markt einzusteigen. Aber sie haben natürlich den Vorteil der Integration dieser Funktionalität für ihre Bestandskunden.

Das Problem

Offenbar fällt es Providern, die aus der Sprach-Kommunikation kommen, schwer eine Vision zu entwickeln. Alle jetzt angekündigten Lösungen sind Sprach-Lösungen. In keiner Form wird der Bedarf des Marktes wie in den beiden Beispielen beschrieben abgedeckt. Auf der einen Seite ist das verständlich, die Aufgabe ist einfach auch so schon sehr groß und komplex. Auf der anderen Seite bedeutet das aber, dass die Provider diesen Markt aufgeben und verschlafen. Den Kunden bleibt nichts anderes übrig als nach anderen Lösungs-Anbietern zu suchen.

Die Lösung

Für Unternehmen und Behörden ergeben sich im Kern zwei unterschiedliche Lösungsansätze.

Zur Kommunikation mit den Kunden ist es wesentlich, dass diese keine Software installieren müssen und auch kein neues Gerät brauchen. Die Integration in den Browser und die immer weiter



Die Zeit nach ISDN: die Provider geben wichtige Teile des Marktes auf!

ausgebauten Web-Plattformen der Anbieter sind nicht nur der natürliche, sondern - solange es keine etablierte allgemeingültige Form von Kommunikation gibt - auch der einzige Weg. Dies bedeutet, dass wir hier vor einer Welle von WebRTC-Lösungen stehen werden. Und die entsprechenden Lösungen müssen nicht komplex sein. Innovaphone hat auf dem UC-Forum eine interessante Variante vorgestellt. Aber im Prinzip arbeiten alle UC-Hersteller daran. Hier gibt es noch einige technische Hürden wie die Wahl des Codecs und die Abhängigkeit vom eingesetzten Browser (und wie immer Microsoft), aber das sind lösbare Probleme.

Zur Kommunikation in Projekten wird es deutlich schwerer eine einheitliche Basis zu finden. Hier wird vermutlich der Weg über Lizenzfreie Kommunikations-Lösungen gehen, die aber eine Software-Installation erfordern. Und in jedem Fall werden diese Lösungen aus der Cloud kommen. Das beste Beispiel sind die bereits in den USA stark verbreiteten Lösungen für Cloud-basierte Videokonferenzen. Anbieter wie BlueJeans oder Zoom machen es möglich, nahezu jeden in eine Kommunikation einzubinden. Wer großen Wert auf Sicherheit legt, der sollte sich VSEE ansehen.

Das Risiko

Es wird einen neuen Kommunikations-Standard nach ISDN geben. Dieser wird Sprache, Video, Chat und ggf. den Dokumenten-Austausch umfassen. Die Frage ist hier wie sich ein solcher Standard etabliert. Natürlich haben wir mit SIP eine theoretisch ausreichende technische Basis (na ja, noch nicht ganz, es fehlen noch ein paar kleine Bausteine). Aber wir sehen das große Risiko, dass sich der Markt für die Kommunikation zwischen den Unternehmen auf sehr wenige Hersteller reduzieren wird. Und die Übernahme von Acano durch Cisco spricht hier Bände. Auch wenn Acano viele interessante Kooperations-Funktionen hat (immerhin haben wir diesen Anbieter auf unserem UC-Forum 2014 vor einem Jahr empfohlen, schön, dass Cisco zugehört hat :-)), ist das nicht alles. Acano hat eine relativ intensiv ausgelegte Skype for Business Integration. Und aus unserer Sicht bereiten sich Cisco und Microsoft darauf vor, diesen Markt unter sich aufzuteilen. Dabei wird es regionale Unterschiede geben und in Deutschland haben wir eine etablierte Anbieter-Landschaft mit guten und bekannten Lösungen kleinerer Anbieter. Aber sollte sich auf dem Weltmarkt eine Situation ergeben, dass Cisco und

Microsoft den Markt unter sich aufteilen, dann wird das auch für unseren Markt Konsequenzen haben. Wir gehen im Moment davon aus, dass Microsoft mit Office 365 für die meisten Microsoft-Kunden ein Angebot so umsetzt und weiter intensivieren wird, dass sich die Kunden dem nicht entziehen können. Mit der gerade erfolgten Ankündigung jetzt auch in Deutschland als Provider auftreten zu wollen und den PSTN-Übergang mit Skype-For-Business als möglichen Teil von Office 365 anzubieten, verändert Microsoft die Rahmenbedingungen des Marktes. Auch wenn im Moment noch unklar ist wie die Lösungen aussehen werden, erlaubt doch gerade die Existenz von Skype eine gute Abschätzung. Wir kennen die Tarife von Skype und wir wissen wie Anbieter wie Sipgate eine europaweite Flatrate anbieten. Für Office 365 könnte das bedeuten, dass Microsoft eine Flatrate für Europa im Bereich von wenigen Euro anbieten könnte und darüber hinaus auch Länder wie die USA, Singapur oder Australien in solche Tarifgebilde einbeziehen könnte.

Was nun?

Aus unserer Sicht von ComConsult Research gibt es vier Empfehlungen:

1. Definieren Sie Ihren Kommunikationsstandard der Zukunft. Legen Sie fest, wie Sie in Zukunft mit Kunden oder Partnern kommunizieren wollen.
2. Evaluieren Sie wichtige Technologien wie Session Boarder Controller, SIPconnect und WebRTC. Sie werden daran nicht vorbei kommen.
3. Fokussieren Sie sich auf das Thema Video. Hier sind jetzt Entscheidungen notwendig.
4. Gehen Sie davon aus, dass Sie die Cloud nicht vermeiden können. Sie wird ein unverzichtbarer Baustein der Gesamtlösung sein.

Wir arbeiten an diesen Themen für Sie. Und wir können jetzt schon ankündigen, dass wir in 2016 eine ganze Reihe maßgeschneiderter Veranstaltungen zu diesem Thema haben werden.

In diesem Sinne ein frohes Weihnachtsfest von Ihrem Team von ComConsult Research.

Ihr
Dr. Jürgen Suppan


Sonderveranstaltung

**Das PSTN stirbt:
Die neue Kommunikation mit SIP/IP
08.03.16 in Bonn**

Die Sonderveranstaltung zum Thema PSTN-Migration hin zu All-IP bietet top-aktuelle Informationen und Analysen mit ausgewählten Experten. Eine ausgewogene Mischung aus Analysen, Hintergrundwissen und Projekterfahrungen in Kombination mit Produktbewertungen und Diskussionen liefert das ideale Umfeld für alle Planer, Betreiber und Verantwortliche solcher Lösungen.

- In diesem Seminar lernen Sie
- Motivation: Warum All-IP? Einführung in das Thema
 - SIP Trunking vs. PSTN: Was sind die wesentlichen Unterschiede?
 - Standards für Enterprise- und Provider-Peering
 - Session Border Controller: Funktionalität und Markt
 - Praxisbericht: Projekterfahrungen, Betriebs- und Kostenaspekte
 - Provider-Marktübersicht: Geschäftsmodelle und Angebote
 - Provider-Sicht: Projekterfahrungen und Roadmap
 - Was kommt nach 2018? Architektur einer globalen All-IP Kommunikation

Moderatoren:
Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, Markus Geller
Preis: € 1.090,- netto

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



Aktueller Kongress

ComConsult Netzwerk Forum 2016

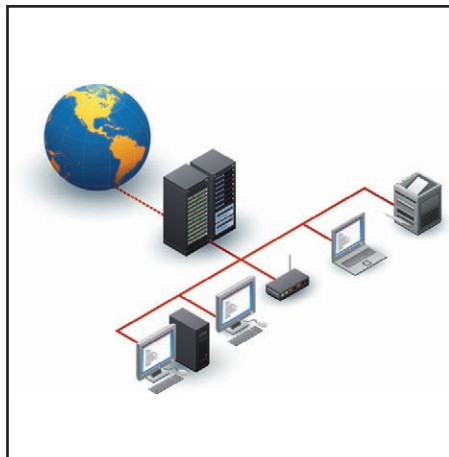
18.04. - 21.04.16 in Königswinter

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 18.04. bis 21.04.16 ihr "ComConsult Netzwerk Forum 2016" in Königswinter.

Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 stellt die vier momentan dominantesten Netzwerk-Themen in den Mittelpunkt der Veranstaltung:

- Neue Technologien und IT-Architekturen: wie müssen sich Netzwerke ändern?
- Netzwerk-Design: skalierbare Kapazitäten, Service-orientiert und sicher
- WLAN-Design mit 802.11ac Wave 2 und die saubere Integration ins LAN-Design
- Sicherheit in Netzwerken: Zertifikate und NAC

Am ersten Tag analysieren wir u.a. ob wir zentral gesteuerte Netzwerk-Lösungen brauchen. An einer Reihe ausgewählter Anwendungsbeispiele wird untersucht, ob eine ausgelagerte Data-Plane den Betrieb, die schnelle Bereitstellung und die Gestaltung unterstützt oder ob das Ganze zu komplex wird. Hintergrund dazu ist die Frage, wie man Overlay-Netzwerke am besten konfigurieren und betreiben kann (verbunden natürlich mit der Frage, ob man sie überhaupt braucht).



Diese ergänzen wir um die praktische Frage nach der Zukunft des WAN: können sich WANs gegenüber dem Internet durchsetzen?

Am zweiten Tage steht Netzwerk-Design mit allen neuen Technologien im Vordergrund:

- Network Function Virtualization
- SDN
- 25/50/100: neue Bandbreiten für wen?
- Trill kontra Fabricpath kontra SPB kontra VXlan

- Layer 3 Design mit modernsten Technologien: wo stehen wir?

Der dritte Tag stellt zwei Sonderthemen in den Vordergrund, die in allen aktuellen Projekten eine tragende Rolle spielen und auch speziell das Jahr 2016 bestimmen werden:

- WLAN-Design nach 802.11ac Wave 2 und seine Integration in LAN-Design
- Sicherheit mit Zertifikaten und NAC

Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 ist das richtig Forum zur richtigen Zeit.

Wir analysieren exklusiv für Sie:

- welche neuen Technologien und Produkte stehen für bessere und wirtschaftlichere Netzwerke zur Verfügung?
- wie verändern sich Anforderungen an Netzwerke?
- wie verändert sich Netzwerk-Design und wie können Sie die Vorteile zu Ihren Gunsten nutzen ohne das gesamte Netzwerk ablösen zu müssen?

Sichern Sie sich jetzt schon einen Platz und profitieren Sie von der rabattierten Frühbucherphase.

Frühbucherphase bis zum 31.12.2015

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung

ComConsult Netzwerk Forum 2016

Ich buche den Kongress
ComConsult Netzwerk Forum 2016
 18.04. - 21.04.16 in Königswinter

- zum Preis von € 2.390,- netto* - 4 Tage
 zum Preis von € 2.190,- netto* - 3 Tage

* Preise gültig bis zum 31.12.15 - danach reguläre Preise

- Bitte buchen Sie mir ein Hotelzimmer

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

Vorname _____ Nachname _____

Firma _____ Telefon/Fax _____

Straße _____ PLZ,Ort _____

eMail _____ Unterschrift _____



Schwerpunktthema

Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

Fortsetzung von Seite 1



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

Mit IEEE 802.11ac Wave2 steht ab Herbst 2015 eine neue Entwicklungsstufe für WLANs zur Verfügung, Wave 3 wurde schon von einigen Chip Herstellern in den Ring geworfen. In diesem Artikel stellen wir die wichtigen neuen Funktionen von Wave2 und Wave3 vor und auf den Prüfstand.

Im ersten Teil kümmern wir uns um die Bedarfsentwicklung und analysieren IEEE 802.11ac „Wave2“ sowie assoziierte Themen. Im zweiten Teil kommen wir zu den Entwicklungen bei LTE und sich aus der Gesamt-Betrachtung ergebenden Konsequenzen für die Betreiber privater Wireless Infrastrukturen.

Es besteht die quasi unabwendbare Tendenz, drahtlose Netze zur Lieferung immer reicherer Inhalte an immer mehr Endgeräte zu benutzen. Dies erzeugt einen erheblichen Druck auf die Ressource, über die wir liefern: die Kapazität des (drahtlosen) Netzes und der dahinter liegenden Infrastruktur. Die Aussage mit dem Wachstum um den Faktor 1000 kommt nicht nur von Herstellern, wie z.B. dem Chip-Hersteller Qualcomm, als auch von internationalen Gremien, wie z.B. dem 3GPP, welches maßgeblich für die stetige Weiterentwicklung von LTE zuständig ist.

Dies betrifft alle denkbaren Bereiche und ist eigentlich immer eine Kombination aus Steigerung der Anzahl der mobilen Endgeräte, der Qualität dieser Endgeräte und der für die Entfaltung der Möglichkeiten dieser Endgeräte erforderlichen Kommunikationsleistung.

Die Abbildung 1 zeigt beispielhaft die aktuelle Verteilung der Gerätetypen, die zur Wiedergabe digitalen Video Contents benutzt werden. Gen Pop ist die generelle Population, die 18- 34 Cord Cutter/Nevers

vers sind Personen zwischen 18 und 34 Jahren, die entweder nie einen Kabelanschluss hatten oder ihn gekündigt haben, um sich dem reinen Internet-Fernsehen zuzuwenden.

Im Privatbereich haben wir vielfach eine Struktur, bei der der Versorgungsbereich (die Wohnung) mit einer DSL-Leitung, Koax-Verbindung und in selteneren Fällen Glasfaser angesteuert wird. Innerhalb der Wohnung wird die Leistung dann ganz oder teilweise mit WLAN unterverteilt. Die durchschnittliche Leistung liegt in Deutschland zwischen 16 und 50 Mbit/s, manche Kabelanbieter gehen jetzt auf 100 oder 150 Mbit/s. Das kann problemlos mit 802.11n unterverteilt werden. Hier wird man aber bald mehr benötigen. Beim Fernsehen gibt es die klare Tendenz zu Streaming und Internet. Viele Nutzer in den USA kündigen ihre Kabelfernseh-Verträge („Cord Cutter“) und wenden sich lieber Diensten wie Netflix (Marktführer mit rund 50%), Hulu oder YouTube zu. Sobald sich 4K /UHD-Inhalte auf breite-

rer Front durchsetzen, für die Netflix mittlerweile auch ein Streaming Angebot hat, wird man Gigabit-Ethernet in die Haushalte schicken müssen. Auch das gibt es bereits in einigen US-Metropolen für rund 70 US\$ pro Monat. Die notwendige Zubringertechnik ist eine Weiterentwicklung von DSL mit dem Namen DOCSIS 3.x und wird auch schon hierzulande von den üblichen Verdächtigen erprobt.

Nun könnte man ja sagen, dass sich die Bandbreite der UHD-Inhalte auf den großen Fernsehern austobt, die ja vielleicht doch noch an einem Kabel hängen. Dabei würde man aber unterschlagen, dass mit den Internet-basierten Streaming Diensten die schöne Möglichkeit einhergeht, rein theoretisch an jedem Ort und zu jeder Zeit seine Lieblings-Serien (House of Cards, OITNB, ..) anzuschauen. Mobile Endgeräte dafür gibt es schon länger, alles was als Apple-Produkt einen Retina Bildschirm hat, kann 4K/UHD prima wiedergeben. Fehlt nur noch die passende Wireless-Anbindung.

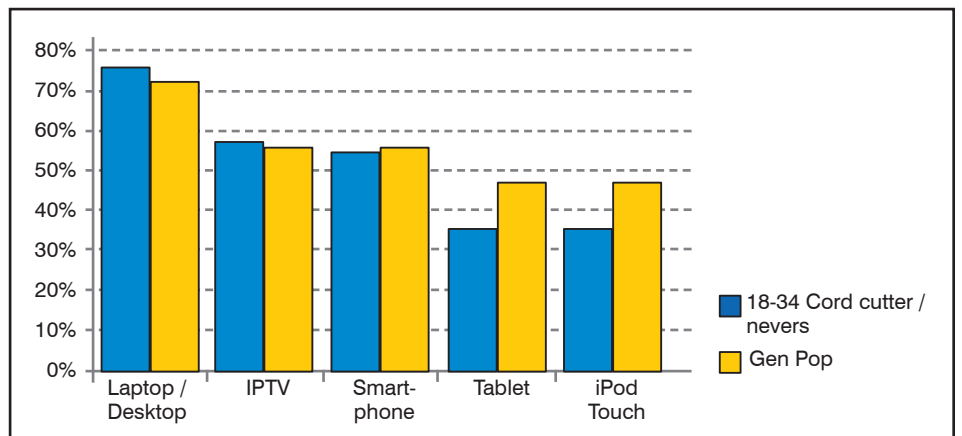


Abbildung 1: Geräte, die für digitalen Video Content benutzt werden

Quelle: IAB Report 2015



Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

Besonders interessant in diesem Zusammenhang ist, dass Netflix und Youtube zusammen **mehr als die Hälfte des Internet-Downstream Verkehrs** erzeugen. (siehe Abbildung 2)

Die Provider haben in den letzten Jahren fast schon hektisch die Kapazität ihrer Backbones erhöht. Die „andere Seite“ ist die dazu passende Unterverteilung.

Und das führt uns automatisch zu einem anderen Bereich heftiger Entwicklungstätigkeit, nämlich Mobilfunk mit LTE. Provider gehen davon aus, dass Nutzer massenhaft Video auf ihre immer besser werdenden Endgeräte streamen möchten und sie als Kunden verloren gehen, wenn das nicht richtig klappt. Man sieht ja schon heute, wie sehr das Argument „LTE mit 100 Mbit/s.“ bei den Anbietern im Marketing zieht. Dazu kommt, dass man mit zunehmender Netzleistung den Kunden relativ einfach Mehrwertdienste anbieten kann, die sie an einen Anbieter binden. Bei der Telekom haben wir das aktuelle Beispiel, dass Fotos in die Cloud geladen werden können, die man dann sofort auf dem TV anschauen kann. So kann man daheim Gebliebene und Freunde versorgen, ohne Mails mit zentnerschweren Anhängen verschicken zu müssen. Das Ganze natürlich ohne Mehrpreis für „Magenta“-Kunden. Technisch ist es hoch spannend, wie LTE in der Leistung deutlich angehoben werden soll. Darauf kommen wir später noch zurück.

Man kann aber davon ausgehen, dass alle Entwicklungen bei den Provider-Versorgungs-Strukturen auf eine Steigerung der Anzahl mobiler Endgeräte und der Leistung pro Endgerät im Downstream ausgerichtet sind. Das führt, wie wir später im Artikel sehen werden, dazu, dass die eigentlich bisher privaten Betreibern zur Verfügung stehenden lizenzfreien Bereiche in das Provider-Versorgungs-Universum eingegliedert werden müssen, und zwar nicht nur in Form von WLAN Hot Spots, sondern durch tiefgreifende LTE-Erweiterungen, die in lizenzfreien Bereichen betrieben werden können. Dadurch entsteht für die privaten Netze je nach örtlicher Lage eine extrem unangenehme Konkurrenz.

Während im Heimbereich aus der Perspektive des Nutzers alles mehr oder minder automatisch abläuft und Provider passendes Personal und Erfahrung haben, müssen private Betreiber wie Unternehmen oder Organisationen flächendeckende Wireless-Infrastrukturen aufbauen und betreiben, die ebenfalls in den nächsten Jahren in jeder Hinsicht erheblich mehr leisten müssen. Dabei wäre es wün-

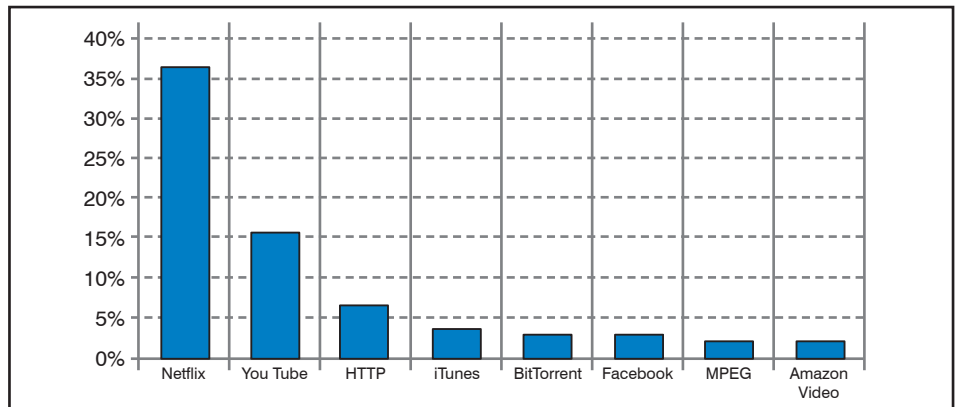


Abbildung 2: US Downstream Internet Traffic März 2015

Quelle: Sandvine

schenswert, den betrieblichen Aufwand in Grenzen halten zu können.

Bislang war die Ausgangslage für private Betreiber eher ungünstig, weil ihnen aus Kosten- und regulativen Gründen prinzipiell lediglich die Technik zur Verfügung steht, die auch jedes Wohnzimmer versorgen soll: WLANs. Nach 802.11b, g, a, h, n gibt es jetzt mit 11ac die nunmehr sechste Generation, die immer noch unter der gleichen Pest leidet wie alle Vorgänger, nämlich dem unsäglichen DCF-Steuerungsverfahren. Alle Versuche der letzten 20 Jahre, es los zu werden, sind gescheitert.

Dennoch gibt es einen Lichtblick. Seit rund zwei Jahren sind die ersten Produkte für 802.11ac auf dem Markt und unterbieten meist sogar gering gesteckte Erwartungen, vor allem hinsichtlich des Durchsatzes. Die erste Produktwelle erreicht das Gigabit als Zellenleistung nicht und viele in der initialen Werbung angepriesene Funktionen gibt es schlicht nicht. Für den Heimbereich reicht das aber zunächst allemal.

Aber, jetzt kommen die „Wave2“-Produkte. Praktisch alle wichtigen Hersteller haben sie noch für das dritte oder letzte Quartal 2015 angekündigt. Sie erreichen zwar immer noch nicht den gesamten Funktionsumfang, der in 11ac definiert wurde, sind aber dennoch deutlich besser. Sehen wir uns das einmal genauer an.

Zur besseren Übersicht stellt die Abbildung 1 im Geleit die Entwicklung differenziert nach Qualitätsbereichen für Access Points dar.

1. IEEE 802.11ac Wave2

Wave2 ist eigentlich streng genommen auch nur eine Übergangstechnologie, aber mit erheblichem Sitzfleischpotential. Im Gegensatz zu Wave1 verkörpert Wave2 einen deutlichen Fortschritt gegen-

über 11n. Man kann sagen, dass Wave2 endlich die Leistung hat, die Unternehmen und Organisationen benötigen, um mobile Endgeräte wirkungsvoll in ihre Anwendungsbereiche zu erschließen. Als Beispiel für solche Anwendungen führe ich gerne die Angebote von IBM und Apple an. Hier kann man auch ohne große Vorkenntnisse hinsichtlich solcher Anwendungen leicht erkennen, welche Vorteile sich durch sie für Nutzer und Betreiber ergeben können. Die neuen Endgeräte sind nicht nur mobil, sondern bieten auch eine völlig andere Benutzererfahrung, die letztlich der Produktivität zugute kommt. Es wäre also völlig verschenktes Potential, nur das Ethernet-Kabel durch Funk zu ersetzen. Andere Nutzungsbereiche sind UC und/oder Video-Kommunikation, wie wir dies in unseren Medien und Veranstaltungen hinreichend dargestellt haben. Eine absolut notwendige Voraussetzung ist aber, dass die drahtlose Verbindung so einfach und performant funktioniert, dass der Mitarbeiter sie auch gerne nutzt. Sonst ist alles für die Katz.

Die Tabelle in Abbildung 3 vergleicht die verschiedenen Wellen von 11ac mit 11n. Wir wissen ja, dass die Produkte für 11n deutlich hinter den ursprünglichen Definitionen zurück geblieben sind. Das könnte auch bei 11ac passieren, eine „Wave3“ ist jedenfalls aktuell nicht in Sicht.

Zwischen Wave1 und Wave2 gibt es eine Reihe von Unterschieden, die wir zunächst auflisten und dann einzeln durchgehen. Die generelle Struktur von 11ac wird als bekannt vorausgesetzt, da sie ja in mehreren Insider Artikeln bereits ausführlich behandelt wurde.

- Unterstützung von Brutto-Übertragungsgeschwindigkeiten bis 2,34 Gbps (statt 1,3 Gbps in Wave1) im 5 GHz-Band. Natürlich macht DCF dies wieder wie üblich zunichte, aber Hersteller wie Cis-



Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

	802.11n	802.11n IEEE Specification	802.11ac Wave1 Today	802.11ac Wave2 WFA Certification Process Continues	802.11ac IEEE Specification
Band	2.4 GHz & 5 GHz	2.4 GHz & 5 GHz	5 GHz	5 GHz	5 GHz
MIMO	Single User (SU)	Single User (SU)	Single User (SU)	Multi User (MU)	Multi User (MU)
PHY Rate	450 Mbps	600 Mbps	1.3 Gbps	2.34 - 3.47 Gbps	6.9 Gbps
Channel Width	20 or 40 MHz	20 or 40 MHz	20, 40, 80 MHz	20, 40, 80, 80-80, 160 MHz	20, 40, 80, 80-80, 160 MHz
Modulation	64 QAM	64 QAM	256 QAM	256 QAM	256 QAM
Spatial Streams	3	4	3	3-4	8
MAC Throughput*	293 Mbps	390 Mbps	845 Mbps	1.52 - 2.26 Gbps	4.49 Gbps

* Assuming a 65% MAC efficiency with highest MCS

Abbildung 3: Vergleich von IEEE 802.11n und 11ac Standards und Wellen

Quelle: Cisco

co gehen davon aus, dass rund 1,5 Gbps übrig bleiben.

- Unterstützung von Multi-User MIMO (MU-MIMO)
- Option der Nutzung von 160 MHz breiten Kanälen für höhere Leistung
- Option der Nutzung eines vierten Spatial Streams für höhere Leistung
- Nutzung zusätzlicher Bänder im 5 GHz-Bereich, sofern definiert

Ziel der weiteren Darstellungen ist herauszubringen, inwiefern die angebotenen funktionalen Erweiterungen nützlich sein könnten, ob sie überhaupt funktionieren, welche Nebenwirkungen und Randerscheinungen es geben kann und ob sie wirklich letztlich realistisch und nützlich sind. Dabei gibt es durchaus Überraschungen.

1.1 Höhere Übertragungsgeschwindigkeit

Diese ist grundsätzlich immer wünschenswert, nicht nur zur Unterstützung von mehr Benutzern, sondern auch zur erfolgreichen Realisierung Latenz-sensitiver Anwendungen wie Voice oder Video, mit oder ohne UC-Kontext.

Leider wird die höhere Übertragungsgeschwindigkeit nur durch zwei Dinge erreicht:

- Nutzung 160 MHz breiter Bänder
- Nutzung von 256 QAM-Codierung

Noch im letzten Jahr musste ich beides als unrealistisch betrachten. Es ist seit 802.11b selig eine Binsenweisheit, dass man zur Realisierung einer flächendeckenden Infrastruktur mindestens DREI voneinander unabhängige Kanäle benötigt. Die bisherigen Kanaluweisungen für

die EU würden aber nur zwei 160 MHz-Bereiche zulassen. (siehe Abbildung 4)

Aber sowohl bei der US-FCC als auch bei der EU-Kommission hat man eingesehen, dass die vor mehr als zwei Jahrzehnten festgelegten Bereiche für lizenzfreie Bänder nicht mehr ausreichen werden und entsprechende Erweiterungen vorgesehen.

In den USA gibt es schon seit 2014 einen Kanalplan, der wenigstens sechs 80 MHz-Kanäle zulässt. Im Standard IEEE 802.11ac ist es vorgesehen, einen 160 MHz-Kanal durch die gemeinsame Nutzung zweier 80 MHz-Kanäle im Sinne eines Kanalpaars zu implementieren. Dadurch entstehen die für eine flächendeckende Versorgung mindestens benötigten drei unabhängigen 160 MHz-Kanäle. Von früheren Planungen seit 802.11b sind wir gewohnt, bei Planungen die benutzen Kanäle weit auseinander zu legen, also z.B. die 20 MHz-Kanäle 40, 60 und 120 zu benutzen. Wie wir gleich noch näher diskutieren werden, lag das vor vielen Jahren einfach an der sehr schlechten nachrichtentechnischen Trennung der Kanäle durch die Transceiver. Durch erheblich verbesserte Technik ist dieser Punkt heute nicht mehr so gravierend. Den FCC Kanalplan mit einigen Parametern sehen

wir in Abbildung 5. Ausweichmöglichkeiten muss es zwischen 5,6 und 5,65 GHz gehen, weil da auch TWDR Wetterdienst Radar ist.

In Abbildung 6 sehen wir Pläne von FCC (oben) und der EU (unten) hinsichtlich der Erweiterung der Frequenzbereiche. In diesen werden auch genügend „richtige“ 160 MHz-Kanäle ausgewiesen

Das Bild zeigt den Status Anfang 2015, es existiert ein Mandat der EU-Kommission an CEPT, die harmonisierte Kompatibilität und evtl. Bedingungen zu prüfen, die an Radioteile in ggf. neuen Frequenzbereichen zu stellen sind.

Dazu muss man noch ergänzend sagen, dass in der EU die Anforderungen an das Verhalten von Transceivern traditionell strenger sind. So haben wir ja hier immer Transmit Power Control TPC und das Ausweichen bei vorliegenden anderen Signalen DFS (Dynamic Frequency Selection). Ein fundamentaler Unterschied ist, dass Sender in der EU IMMER in den Kanal hereinhören müssen, bevor sie senden dürfen. Diese Feinheit vermisst die FCC heute auch aus anderen Gründen, wie wir später sehen werden.

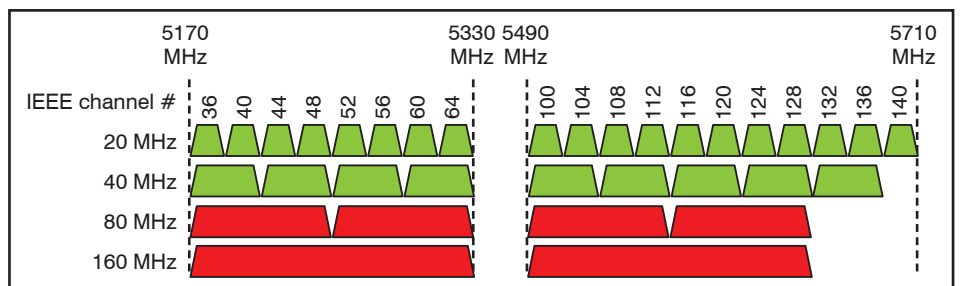


Abbildung 4: IEEE 802.3 Kanaluweisungen EU

Quelle: Broadcom

ComConsult Research • Der Netzwerk Insider • Dezember 15 • Seite 8

Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

OPERATION IN U-NII BANDS - 802.11 CHANNEL PLAN § 15.407 (Part 15E), 1st R&O (FCC 06-96), effective 6/2/2014

The diagram shows the 5 GHz spectrum divided into four U-NII bands. Channels are color-coded: blue for existing 802.11 a/n channels and pink for new channels. Channel widths range from 20 MHz to 160 MHz. A table below the diagram provides technical specifications for each band.

Frequency Range (MHz)	5150-5250	5250-5350	5470-5725	5725-5850
Condition of operation	Indoor/Outdoor, Master/Client, mobile/portable, and fixed Device, unless otherwise noted			
Max Conduced TX Power	30dBm (1 W) for master device 24 dBm (250 mW) for mobile/portable client device		24dBm (250 mW) or 11 dBm + 10 log B whichever is lower (B = 26-dB emission BW)	30 dBm (1 W)
Max_EIRP	4 W (36 dBm) with 6 dBi antenna 200 W (53 dBm) for fixed P-t-P application with 23 dBi antenna Additional rule for outdoor operation: Max_EIRP < 125 mW (21 dBm) at any elevation angle > 30° from horizon		1 W (30 dBm) with 6 dBi antenna	4 W (36 dBm) with 6 dBi antenna No EIRP limit for fixed P-t-P application (i.e. no antenna gain limit)
TX Power Reduction (dBm-by-dBi) required when antenna exceeds...	> 6dBi > 23 dBi for fixed P-t-P application		> 6 dBi	> 6 dBi Not required for fixed P-t-P application with any antenna gain

Abbildung 5: FCC Kanalplan für 802.11

Quelle: FCC

The diagram compares the channel plans for the FCC (top) and EU (bottom). Channels are color-coded: blue for currently available, green for new channels, and orange for next channels. The FCC plan shows a wider range of channels, including 160 MHz channels in the 5470-5725 MHz range. The EU plan shows a similar structure but with a low-power limit (25mW) for channels in the 5725-5876 MHz range.

Abbildung 6: 5 GHz-Kanalpläne FCC und EU

Quelle: FCC



Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

Die Abbildung 6 ist mit Vorsicht zu genießen, denn letztlich ist Neuordnung in Funkbereichen ein sehr komplexer Prozess mit sehr vielen Gremien und sehr unterschiedlichen Interessen, denn auch die EU kann nicht ultimativ für sich alleine entscheiden. Zu berücksichtigen sind wenigstens die Interessen der im Gebiet der EU liegenden Nicht-EU-Länder, wie z.B. Schweiz und der gesamten Nachbarn, wie z.B. Russland. Ab November 2015 finden bis Mitte 2016 eine Reihe wichtiger Konferenzen statt, die vor allem über die Wiederverwendung frei gewordener Bereiche zur Erweiterung bestehender beschließen. Erst wenn sich dieser Nebel verzogen hat, werden wir u.A. wissen, welche WLAN-Kanäle für die EU tatsächlich zur Verfügung stehen.

Eine weitere theoretische Möglichkeit ist natürlich immer die Bündelung von Kanälen. Das ist z.B. in LTE seit Rel. 10 Standard. Damit könnte man auch zwei 80 MHz-Kanäle, die nicht unbedingt nebeneinander liegen müssen, zu einem 160 MHz-Kanal bündeln. Die Gesamt-Spezifikation von 802.11ac sieht diese Möglichkeit vor, in Wave2 soll das auch in den Produkten kommen. Bei den alten Kanalplänen nützt das rein gar nichts, bei den neuen ist es eine nette Zugabe von eher zweifelhaftem Nutzwert.

Ein anderer Diskussionspunkt ist die Verwendung von 256 QAM. Die Abbildung 7 zeigt nochmal, worum es geht. Mit der xQAM werden die Signale auf die orthogonalen Unterträger codiert. Mit einer dichteren Codierung kann man mehr Bits gleichzeitig übertragen. Leider liegen die Kulminationspunkte bei 256 QAM viermal dichter als bei 64 QAM, denn an den Bedingungen des Kanals hat sich ja zwischenzeitlich nichts geändert.

Wie bei allen anderen 802.11-Varianten wird die Codierdichte bei Verschlechterung der Verbindung automatisch heruntergefahren. Die Verwendung von 256 QAM könnte letztlich immer auf einen „netten Versuch“ beschränkt sein, denn von 802.11n wissen wir, dass auch die nächstlangsamere Code-Rate 64 QAM sehr empfindlich ist.

Die Abbildung 8 zeigt die mögliche Brutto-Zellenleistung mit 256 QAM mit den Parametern Kanal-Bandbreite und parallele MIMO-Streams unter Nutzung einer 3/4-Vorcodierung mit 25% Signalredundanz zu Sicherheitszwecken. Aktuell ist die vorherrschende Ansicht, dass derart dichte Codierungen in der Praxis nicht verwendet werden können. Viele haben dabei aber den Stand

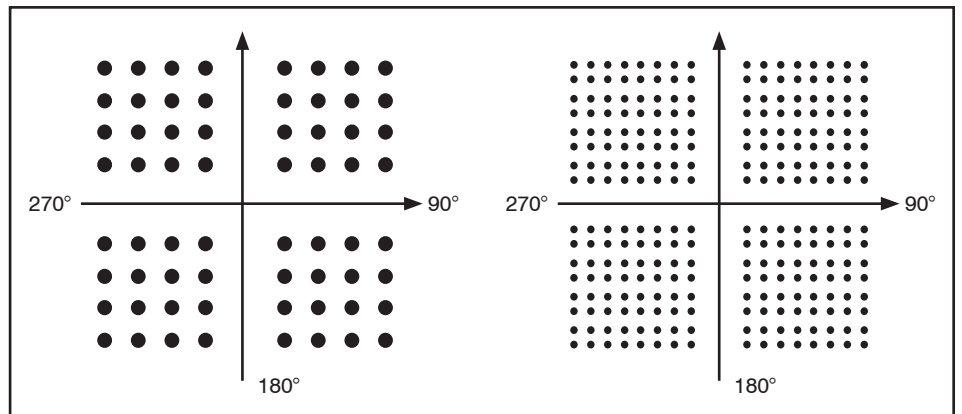


Abbildung 7: 64 QAM vs. 256 QAM

	20 MHz	40 MHz	80 MHz	160 MHz
1 Stream	216 Mbit/s	432 Mbit/s	864 Mbit/s	1,728 Gbit/s
2 Streams	432 Mbit/s	864 Mbit/s	1,728 Gbit/s	3,456 Gbit/s
3 Streams	648 Mbit/s	1,296 Gbit/s	2,592 Gbit/s	5,184 Gbit/s
4 Streams	864 Mbit/s	1,728 Gbit/s	3,456 Gbit/s	6,912 Gbit/s

Abbildung 8: Mögliche Brutto-Zellenleistung mit 256 QAM 3/4

der Technologie vor 10 oder 20 Jahren im Kopf (oder gar nichts, was Funk angeht). Tatsache ist, dass es eine von der Öffentlichkeit kaum bemerkte fulminante Entwicklung bei den Transceivern gegeben hat. Heutige moderne Endgeräte guter Qualität unterstützen mindestens 3G-Mobilfunk, LTE und WLANs. Grade in Mobiltelefonen hat man aber kaum Platz für drei unterschiedliche Antennengruppen oder gar noch mehr Antennengruppen für MIMO. Die realisierbare und bestehende Antennengruppe muss also für alle Funkdienste genutzt werden und dabei Funktionen wie MIMO oder Diversity angemessen unterstützen. Wir wissen aber, dass für eine Frequenz eigentlich auch nur genau eine Antenne wirklich optimal ist. Also haben sich die Hersteller etwas überlegen müssen, um diesen Mangel zu kompensieren.

Ich möchte die Zwischenschritte überspringen und anmerken, dass heutige Mobilgeräte wirklich kleine technische Wunder in dieser Hinsicht sind. Wesentliche Komponenten hierbei sind Filter und verstärkende Antennen-Switches. Ein Filter hat die Aufgabe, ein Signal in einem speziellen, definierten Frequenzbereich durchzulassen und alle anderen Bereiche zu sperren. Je besser ein solches Filter ist, desto enger kann man zu übertragende Signale nebeneinander legen, ohne dass sie sich stören. Genau das ist die Herausforderung der heutigen Funktechnik, denn die Kanäle der einzelnen

Dienste rücken einander immer näher, um es bildlich auszudrücken. Das kommt auch daher, dass die Kanäle durch immer dichtere Codierung immer besser ausgenutzt werden. Ich möchte Ihnen die Theorie der Filter ersparen, aber man kann schlechte und gute leicht erklären. Sagen wir mal, Sie haben ein rund 50 Jahre altes ehemals preiswertes UKW-Koffer-Radio. Das hat nur einfache Filter. Obwohl es gut funktioniert, kann es passieren, dass sich eng nebeneinander liegende Sender nicht richtig trennen lassen, in Aachen wären das Radio 100,1 und 100,5, die Lokalmatadore. Noch schlimmer ist aber, dass sich die Situation z.B. mit der Temperatur ändert und sie auf einmal einen anderen Sender hören, als sie eigentlich eingestellt haben. Das liegt daran, dass sich Filter mit der Temperatur „verziehen“ können und dann die eigentlich zu fördernde Frequenz zu stark dämpfen und dafür eine andere, eng benachbarte, besser durchlassen.

In der Tat ist das ein Problem, welches erst in den letzten Jahren für den Mobilfunk kompakt und kostengünstig gelöst werden konnte. Heute stellt z.B. die Fa. Quorvo (NASDAQ: QRVO), die aus dem Zusammenschluss von RFMD und TriQuint entstanden ist, Filter für Mobilfunk und WLANs her, die sich nicht mehr unter der Hitze „verbiegen“. Erst mit solchen Filtern werden heutige Mobilgeräte möglich. Unter www.quorvo.com können Sie die wunderbaren eBooks „RF Filter



Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

Technologies for Dummies“ und „RF Filter Applications for Dummies“ kostenlos downloaden.

Die Abbildung 9 zeigt exemplarisch die Entwicklung am Beispiel der Filter-Bauform „Surface Acoustic Wave SAW. Gegenüber einem durchschnittlichen Filter (blau) zeigen die optimierten Exemplare ein erheblich besseres Verhalten bei unterschiedlichen Temperaturen.

Ein anderer Bereich sind die Antennen-Switches. Wie oben dargestellt müssen verschiedene Transceiver für die unterschiedlichen Funkdienste „irgendwie“ an eine Antennenstruktur gebracht werden. Wenn man nun schon einmal ein Transceiver-Signal „in der Hand hat“, um es an die Antenne (oder von ihr weg) zu bringen, kann man das Signal auch ein bisschen verschönern. Das Abfiltern unnützer Oberwellen und weiteren Störungen sowie eine dezente Zwischenverstärkung haben noch keinem (Funk-) Signal geschadet. Ein wichtiger Hersteller für solche Komponenten ist Skyworks Solutions (NASDAQ: SWKS). Die Firma beliefert nicht nur Apple und Samsung mit ihren Komponenten, sondern hat auch einen kräftigen Fuß in der IoT-Welt, wo es auch in Zukunft vermehrt darauf ankommen wird, ggf. schmalbandige Signale in einer großen Vielzahl über angemessene Strecken übertragen zu können. Die Website www.skyworksinc.com bietet dem Interessenten tiefe Einblicke in die Welt der Verstärker, Switches und assoziierten Komponenten.

Wichtig ist jetzt die Erkenntnis, dass sich durch derartige Komponenten die Signalqualität erheblich verbessern lässt. Provider und Endgeräte-Hersteller haben bei der Einführung von LTE lernen müssen. Die frohe Botschaft ist nun, dass diese signaltechnische Qualitätssteigerung langsam aber sicher auch bei den WLANs ankommt. Die letzten zwanzig Jahre waren WLANs primär für die Versorgung privater Haushalte gedacht und deshalb durften APs auch kaum etwas kosten. Die aktuelle Kalkulation sieht vor, dass ein DSL-Router mit Nebenstellenfunktionalität und WLAN nur zwischen 15 und 20 US\$ kosten darf. Für die Schaffung privater flächendeckender WLAN-Infrastrukturen reicht diese Basisqualität aber nicht aus. Natürlich haben Hersteller immer wieder versucht, ihre Produkte für den Enterprise-Bereich auch in der Signalqualität deutlich zu verbessern. Als Beispiele möchte ich die „Cleanair“-Technik von Cisco oder das Gesamtkonzept von Ruckus nennen. Da die Hersteller die Funkteile aber letztlich bei einschlägigen Herstellern wie Qualcomm oder Broadcom einkaufen, haben sie nicht wirklich Einfluss auf die Signalqualität. Unter dem Eindruck

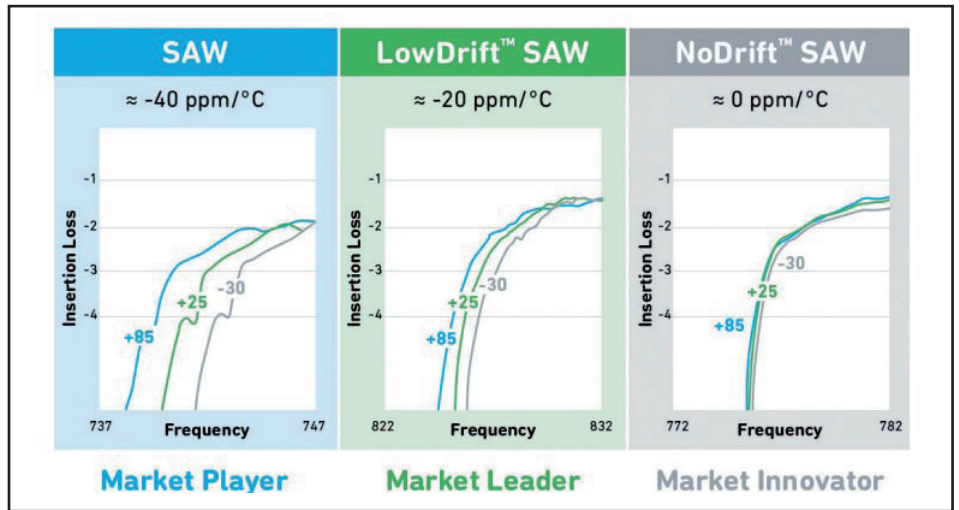


Abbildung 9: SAW-Filter

Quelle: Quorvo

der LTE-Entwicklung bieten aber auch diese Hersteller deutlich verbesserte Komponenten auch für den Einsatz in Enterprise-WLANs an. Diese können dann mit den beschriebenen Filtern, Verstärkern und Switches noch weiter verbessert werden.

Damit können wir zum ersten Mal in der Geschichte der WLANs einen deutlichen Qualitäts-Schub erwarten!

Und da 11ac Wave1 definitiv für den Heim-Markt gedacht ist, kommt dieser

Schub mit den 11ac Wave2 – Komponenten.

Natürlich unterliegen auch die Funkverbindungen in 11ac Wave2-Zellen den üblichen von den Vorgängerstandards bekannten Einflussfaktoren. Nach wie vor limitiert das schlechte DCF-Verfahren die Gesamtleistung, da würden auch vergoldete Funkwellen nicht helfen. Insgesamt ist es aber so, dass dichtere Codierungsverfahren wie 64- oder 256-QAM statistisch häufiger stabil und über größere Di-

Kongress


ComConsult Netzwerk Forum 2016 18.04. - 21.04.16 in Königswinter

Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 stellt die momentan dominantesten Netzwerk-Themen in den Mittelpunkt der Veranstaltung: Neue Technologien und IT-Architekturen, Netzwerk-Design, WLAN-Design und Sicherheit in Netzwerken. Drei Vortragstage und ein optionaler Vertiefungstag bilden den perfekten Rahmen um effizient und kompakt auf den neuesten Stand zu kommen. Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 ist die herausragende Veranstaltung im Jahr 2016. Wie immer ein Treffpunkt der Branche und schlicht der beste Ort um in kürzester Zeit auf den neuesten Stand zu kommen.

Referenten: Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter, Dr. Behrooz Moayeri

Kongress mit Intensiv-Tag € 2.390,- (statt € 2.590,-)*
 Kongress ohne Intensiv-Tag € 2.190,- (statt € 2.390,-)*
 Intensiv-Tag am 21.04.16 € 790,- (statt € 990,-)*
 *Preise gültig bis zum 31.12.15

Frühbucherphase bis zum 31.12.15

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



Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

stanzen als bisher eingesetzt werden können. Wie viel das am Ende im speziellen Anwendungsfall genau ausmacht, hängt nicht nur von der Struktur der Anwendungen im Einzelfall ab, sondern natürlich auch von der Rate der wirklich modernen Endgeräte. Mit älteren Endgeräten, die noch nicht über die beschriebene Signalloptimierung verfügen, oder gar dem nach wie vor möglichen Mischbetrieb mit veralteten Standard-Versionen wie 11n wird man kaum einen Blumentopf gewinnen können.

1.2 MU-MIMO

Seit der ersten Vorstellung des Standards IEEE 802.11ac gibt es eine von Unsicherheiten geprägte Diskussion um Funktion und Nutzen des sog. MU-MIMO-Verfahrens. Das hat verschiedene Gründe. Der erste Hersteller mit massiver Öffentlichkeitsarbeit für 11ac war Broadcom. Hier hat man das Verfahren als Universalwaffe beschrieben und genau wie bei der maximal möglichen Zellendatenrate (7 Gbps!) sagen wir mal hochgradig optimistisch übertrieben. Das ist ja durchaus üblich, wenn man erwartet, dass das Publikum es technisch ohnehin nicht versteht. Schlimmer war aber, dass es in anderen Funksektoren als bei WLANs durchaus hoch qualitative Verfahren gibt, die unter dem Oberbegriff Multi User MIMO firmieren und wirklich erhebliche Qualitätssteigerungen ermöglichen. Generell nutzen diese Verfahren die MIMO-Technik als Basis zur Etablierung eines Verfahrens für den gesteuerten Zugriff vieler Benutzer (Multi User MU) auf die gemeinsam wechselseitig überlappend ausgeschlossen zu benutzende Kommunikations-Ressource. So kann man z.B. mit Recht sagen, dass das in LTE benutzte OFDMA-Verfahren (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) eine solche Multi User Steuerung implementiert. In der LTE-Praxis wird OFDMA mit MIMO kombiniert. Daher ist MIMO-OFDMA streng betrachtet ein MU-MIMO-Verfahren!

Ob man aber nun dieses Wissen hat oder gar keins ist für 11ac MU-MIMO völlig unerheblich, denn es ist noch etwas anderes. Im Vorfeld und auch noch bei Wave1 gab es verschiedene Erklärungen, die vielfach einfach falsch sind. Korrekt ist vielmehr Folgendes:

Seit 802.11n kann eine Station mit MIMO mehrere parallele Signalströme („spacial streams“) auf einmal senden, aber nur an eine einzelne Zieladresse. Aus der Perspektive der individuell adressierten Frames bedeutet das, dass nur ein einziges Gerät (bzw. einzelner Nutzer) zu einer Zeit Daten bekommt, egal wie vie-

le parallele Streams benutzt werden. Das ist eben das Single User SU-MIMO. Mit 802.11ac wurde eine neue Technik mit dem Namen Multiuser- oder MU-MIMO definiert. Mit ihr ist ein AP in der Lage, seine Antennen-Ressourcen dazu zu nutzen, multiple Frames an unterschiedliche Empfänger (Stationen) zu schicken, und zwar alle gleichzeitig und über das gleiche Frequenzspektrum. Es gibt auch folgende Hilfsvorstellung: ein 802.11n-AP ist im Downlink ein Hub, während ein 802.11ac Wave2 AP im Downlink eher ein Switch ist. Nochmal deutlich: MU-MIMO ist lediglich auf dem Downlink einzusetzen, eine Version, bei dem das auch auf dem Uplink funktioniert, wurde im Laufe der Standardisierung wegen zu hoher Komplexität verworfen.

So einfach sich das zunächst anhört, MU-MIMO ist schwierig zu implementieren und kommt mit einer Reihe Nebenbedingungen. Deshalb gibt es Implementierungen auch nur ab Wave2, für Heim-APs würde sich der Aufwand kaum lohnen.

Überlegen wir nochmal, was passiert. Die Möglichkeit, den Schritt von einfachen Antennen mit OFDM auf OFDM-MIMO in 802.11n machen zu können, basiert ja auf leichten Zeitverschiebungen innerhalb der einzelnen Spatial Streams, durch die nicht nur die Unterträger einer Gruppe zueinander orthogonal werden, sondern auch noch die Gruppen gegenseitig. Funktechnisch ist das schon ein tiefer Griff in die Trick-Kiste, funktioniert aber gut. Allerdings befinden sich bei SU-MIMO auf allen Unterkanälen prinzipiell Teile des gleichen Informationsstroms, so dass wir bei den Empfängern einfaches Antennen-Diversity verwenden können, um das MIMO-Mischsignal sauber zu empfangen.

Bei MU-MIMO gehen wir aber noch einen erheblichen Schritt weiter.

Sehen wir uns Abbildung 10 an. Um Daten an Nutzer 1 zu schicken, formt der AP ein starkes Funksignal (beam) in Richtung von Nutzer 1, welches auf dem Bild durch die obere rechte Schleife der blauen Kurve, die sozusagen eine Darstellungshilfe für die Feldstärkeverteilung des Funksignals ist, eingezeichnet ist. Gleichzeitig minimiert der AP die (mit der Information für Nutzer 1) ausgesendete Energie in Richtung von Nutzer 2 und 3, weil die ja diese Information nicht bekommen sollen. Das nennt sich auch „Nullsteuerung“ („null steering“) und wird durch die Kerben in der blauen Kurve angedeutet. So geht das jetzt weiter. Der AP bildet eine Schleife in Richtung Nutzer 2, um diesem seine Informationen zukommen zu lassen und unterdrückt die Stärke der Sendungen dieser Pakete in Richtung der Nutzer 1 und 3. Das zeigt die rote Kurve. Die gelbe Kurve zeigt schließlich die analoge Handlung, um Nutzer 3 zu versorgen. So erhält jeder der Nutzer 1, 2 und 3 ein (relativ) starkes Signal für die jeweils an ihn gerichteten Daten. Die Nullsteuerung soll dafür sorgen, dass jedes dieser Signale nur wenig durch Interferenzen gestört wird.

Damit das alles, besonders die Nullsteuerung, ordentlich funktionieren kann, muss der AP die Kanäle zwischen sich und den einzelnen Nutzern sehr genau kennen. Da sich diese Kanäle in der Realität dauernd ändern, muss die Qualität permanent nachgemessen und die Steuerung entsprechend nachgeführt werden. Das passiert letztlich im Rahmen des Beamformings, auf das wir im nächsten Abschnitt eingehen.

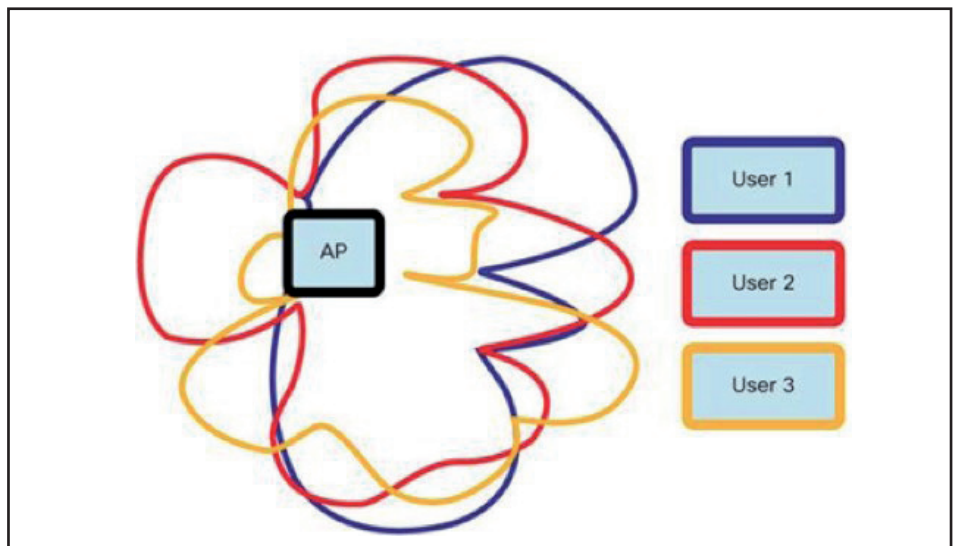


Abbildung 10: MU-MIMO

Quelle: Cisco



Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

Trotz aller Mühe empfängt ein Nutzer sein Signal mit erheblichen Überlagerungen und Störungen. Ohne eine Signalaufbereitung, wie sie im letzten Abschnitt beschrieben wurde, könnte man das Ganze gepflegt knicken. Und selbst unter Einsatz aller modernen Möglichkeiten werden die gegenseitigen Störungen dennoch so groß sein, dass ein Verfahren wie 256-QAM nicht eingesetzt werden kann, vielleicht noch nicht einmal 64-QAM.

Was können wir insgesamt daraus schließen?

- das IEEE 802.11ac MU-MIMO-Verfahren ist nicht grundsätzlich dazu geeignet, die Leistung zu steigern, sondern eher dazu, in einer ungünstigen Konfigurationslage wenigstens noch einen guten Wert herauszuholen.
- das 11ac MU-MIMO-Verfahren arbeitet NICHT mit überlagertem Zeitmultiplex, wie dies in der Realität durchaus andere MU-MIMO-Verfahren machen. Es kann auch aus diesem Grund die Leistung einer einzelnen Zelle NICHT steigern.
- das 11ac MU-MIMO-Verfahren arbeitet mit höchstens vier Kanälen, die mit etwas Glück und einigem Aufwand unabhängig voneinander sind. Die Interferenz zwischen den einzelnen Kanälen ist sehr groß. Es kann durchaus passieren, dass die Leistung in einem individuellen Kanal daher deutlich absinkt, weil wegen einer schlechten Verbindungsqualität (wegen der Interferenzen von anderen Kanälen) die Codierdichte zurückgefahren werden muss, z.B. von 16 QAM auf QAM. Man hofft, das mit Beamforming in den Griff zu bekommen. Das hat aber so seine Problemzonen. Wir brauchen ja dynamisches Beamforming, weil sich die Stationen bewegen können. MU-MIMO ist aber grade dafür gedacht, einfachere Stationen zu bedienen.
- Hersteller zitieren folgende Anwendungssituation: ein 11ac-AP trifft auf vier einfache Endgeräte, sagen wir Mobil-Telefone, die jeweils die relativ hohe maximale Zellen-Datenrate gar nicht verarbeiten können. Ohne MU-MIMO müsste der AP seine Datenrate senken und darüber hinaus die Endgeräte der Reihe nach versorgen. Mit MU-MIMO würden diese Endgeräte praktisch parallel (mit jeweils geringerer Datenrate) bedient, was rein theoretisch zu einer Leistungssteigerung führen könnte. Das ist aber eigentlich völliger Unsinn, denn der mögliche Performance-Vorteil der vier Kanäle liegt unter den angegebenen Randbedingungen deut-

lich unter dem Faktor vier, weil man jetzt im Grunde genommen zwischen zwei Phasen unterscheiden muss, in denen sich das System befindet: eine MU-MIMO-Downlink-Phase und eine Uplink Phase. Selbst wenn die Endgeräte gar nichts machen, müssen sie in der Uplink-Phase ihre ACKs abgeben. Also ist diese Phase immer linear und unterliegt zudem der Performance-Degradation durch DCF. Erst mit dem Standard IEEE 802.11ax High Efficiency WLAN, der die nächste Evolutionsstufe beschreibt, wird es auch Uplink MU-MIMO geben. Aber erst ab 2019/20.

Es gibt umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten über die Tradeoffs zwischen SU-MIMO und MU-MIMO (beide nach IEEE 802.11 d bzw. ac). Deren Ergebnisse sehen so aus, dass das angesprochene Problem der gegenseitigen Störungen durch die „benachbarten“ Kanäle so groß ist, dass in den meisten Fällen das SU-MIMO hinsichtlich der erreichbaren Gesamtleistung BESSER ist als MU-MIMO. Diese Arbeiten wollen wir hier aber nicht weiter zitieren, der Autor war selbst froh über die Zusammenfassung der Ergebnisse, denn die Argumentation läuft komplett über Änderungen in der Dämpfung.

1.3 Beamforming

802.11ac nutzt explizites Beamforming. Beamforming dient in diesem Zusammenhang dazu, dass ein Access Point Radiosignale direkt in die Richtung eines anzusprechenden Clients bündelt, um den Durchsatz zwischen AP und Client zu erhöhen und vice versa. Explizites Beamforming benötigt Informationen, die ein Client an den AP senden muss, um funktionieren zu können. Diese zusätzlichen Informationen machen das Beamforming genauer. Der Nachteil ist, dass dafür zusätzliche Informationen durch die Luft geschickt werden müssen.

In 802.11ac wird nur eine Methode zum Ausloten des Beamformings definiert, nämlich das sog. Explizite Ausloten („explicit sounding“). Obwohl diese Methode optional ist, bedeutet sie, dass ein Paar von AP und Client, die das 802.11ac Protokoll zum Ausloten unterstützen, Beamforming durchsetzen können. Normalerweise implementiert der AP die Seite, die den Beam formt und der Client die Seite, für die der Beam geformt wird. Dadurch entsteht unidirektionales Beamforming. Bidirektionales Beamforming wird dann erreicht, wenn sowohl AP als auch Client den Beam formen können.

Die Funktion des Beamformings an sich hat der Autor für 802.11ad und 802.11ac mehrfach ausführlich beschrieben, so

dass wir dies hier nur kurz anschaulich für unidirektionales Beamforming zusammenfassen. Ein AP hat eine Reihe von Antennen, in 802.11ac können das bis zu 8 werden. Sofern der in den Randbedingungen für das Senden und Empfangen in lizenzfreien Bändern festgelegte Wert für die Ausgangsleistung, die sich aus tatsächlicher Transceiverleistung und Antennengewinn zusammensetzt, nicht überschritten wird, wären zukünftig durchaus auch intelligente Antennen-Arrays an APs denkbar. Bleiben wir aber zunächst bei den maximal acht Antennen. Ein Client kann eben so viele Antennen haben, was aber in der Praxis eher seltener vorkommen wird. Es gibt dann zunächst eine sog. Beamforming Training Prozedur mit zwei Arbeits-Phasen. In der ersten, größeren Phase, dem sog. Sector Level Sweep, werden letztlich über alle möglichen Kombinationen zwischen Send- und Empfangsantennen (max. 64) kleine Pakete geschickt werden. Es werden sich dann eine oder einige wenige Antennen-Kombinationen als optimal hinsichtlich der Signalqualität erweisen. Diese merkt man sich und benutzt sie anschließend bei der Sendung. Zwischen zwei oder mehr in etwa qualitativ gleichen Paaren von Sender- und Empfangsantennen kann auf der Empfängerseite zusätzlich Antennen-Diversity durchgeführt werden. Würden jetzt alle Clients ruhig verharren, wäre das Beamforming damit fertig. Da sie sich aber bewegen, braucht man in kürzeren Zeitabständen eine „Refinement Phase“, bei der die Ausrichtungen der Training Phase geprüft und ggf. verändert werden. Da hier aber deutlich weniger Kombinationen in Frage kommen, ist diese Phase deutlich kürzer.

Insgesamt liegen aktuell noch recht wenige Erfahrungen hinsichtlich der möglichen Leistungssteigerungen durch Beamforming nach 802.11ac vor. Außerdem ist das Verfahren auf reinrassige 802.11ac-Welten beschränkt, weil sich der Standard darüber ausschweigt, wie mit 802.11n oder 11a-Stationen umzugehen ist.

Ein Verfahren mit längerer Tradition ist ClientLink von Cisco. Das ist ein implizites Beamforming-Verfahren und benötigt keine Mitwirkung von der Client-Seite, was den Vorteil hat, dass auch die Kommunikation zu einfacheren Clients etwas optimiert werden kann. Technisch kann man es sich als gewichtetes inverses Antennen-Diversity Verfahren vorstellen, die Dokumentation der Funktionsweise ist wirklich sehr interessant. http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1130-ag-series/white_paper_c11-516389.html. Das Verfahren vergrößert nicht die Größe einer Zelle, da es



Wireless Trends: Bedarfsentwicklung und IEEE 802.11ac „Wave 2“

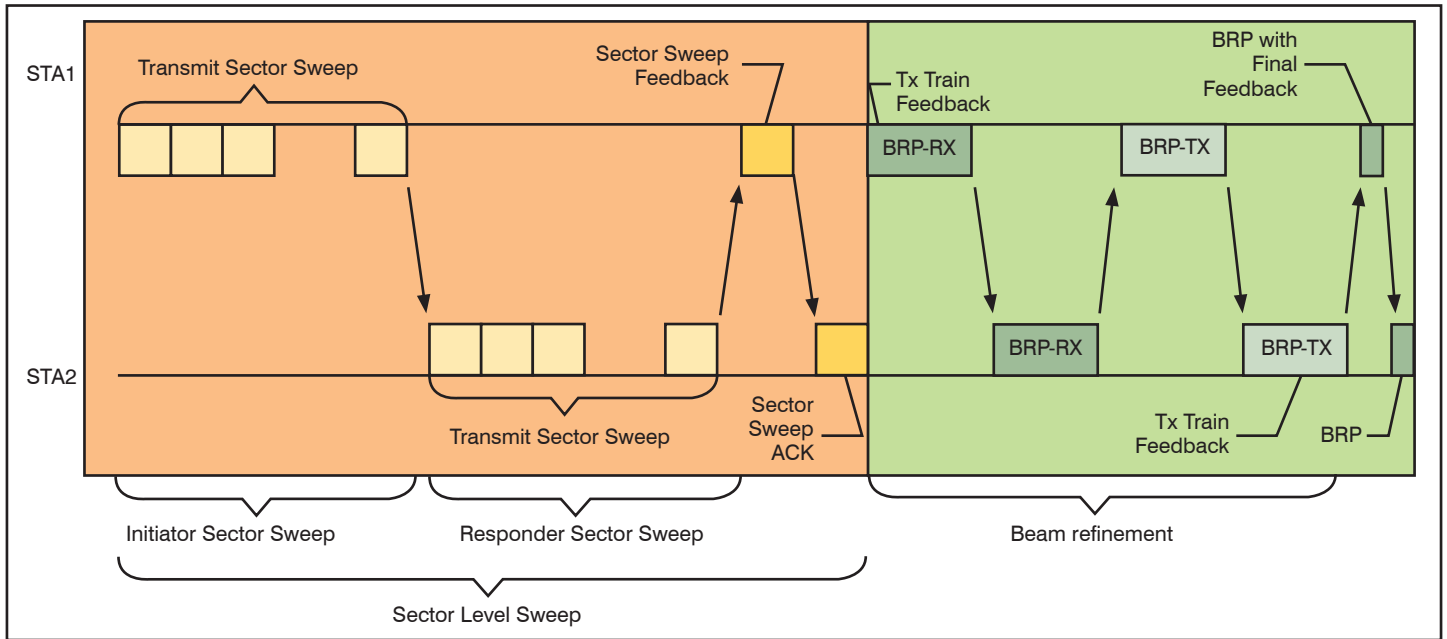


Abbildung 11: Beamforming Training Procedure

Quelle: IEEE

ja Pakete wie Beacons gibt, die als Broadcast verschickt werden und auf die das Verfahren keine Einwirkung hat. Die Übertragungsgeschwindigkeit zwischen AP und Client innerhalb einer Zelle kann jedoch nach Angaben des Herstellers um bis zu 50% erhöht werden, das ist ein sehr interessanter Wert. Cisco hat Client-Link 3.0 bereits in 11ac Wave1-Produkten implementiert und es wird mit Sicherheit auch in Wave2-Produkten zu finden sein. Spannend ist dabei, dass das Verfahren auch die Kommunikation für gemischte Clients (ac,n,a) verbessert.

Wie aus der Beschreibung in 1.2 hervorgeht, ist MU-MIMO eigentlich nur im Zusammenhang mit Beamforming wirklich sinnvoll nutzbar.

Letztlich ist es aber unbefriedigend, dass das im Standard 11ac beschriebene Beamforming (das übrigens mehr oder minder wörtlich vom Standard 11ad, der für das 50 GHz Band (Millimeterwellen) gedacht ist, in dem grundlegend andere Verhältnisse vorherrschen, übernommen wurde) nicht wirklich zu den in der Realität sicherlich überwiegend anzutreffenden Mischumgebungen harmoniert. Daher könnten im Zuge der Markteinführung von 11ac auch andere Hersteller nach dem Muster von Cisco eigene Verfahren zur Optimierung des Funkverhaltens vorstellen.

1.4 Zwischenfazit zu 11ac Wave2

Licht und Schatten liegen eng beieinander. Die in der Werbung angepriesenen zusätzlichen Funktionen werden in der im Standard festgelegten Arbeitsweise viel-

fach nicht den erwarteten Mehrwert bringen, das kann man heute schon logisch herleiten bzw. modellieren. Mögliche Verbesserungen werden durch das völlig überaltete DCF-Verfahren im Effekt überschattet.

Andere Verbesserungen, an die man vielleicht nicht sofort denkt, werden hingegen deutlichen Nutzen mit sich bringen. Die erweiterten Frequenzbereiche ermöglichen Planungen mit breiteren Kanälen. Ganz wichtig ist aber die Optimierung der generellen Signalqualität wie beschrieben durch neuartige Filter und Zwischenverstärker / Antennenswitches.

Mit Wave2 werden verschiedene Hersteller nicht nur neue Access Points, sondern auch direkt geeignete 2,5GbE / 5 GbE Switches für die kostengünstige Schaffung einer dichten Infrastruktur für die APs anbieten. Das ist mindestens von Cisco, HP (Aruba) und Extreme Networks zu erwarten. Außerdem werden die Spezialisten wie Ruckus Wave2 ebenfalls in ihre Produktlinien integrieren.

Für den Betreiber ist es wichtig, welche Funktionen hinsichtlich eines komfortablen, weitest gehend automatisierten Betriebs von der Definition von APs und Teilnehmer-Profilen über die Beobachtung und ggf. Steuerung der Leistungsmerkmale bis hin zu Sicherheitsfunktionen bietet.

Abgesehen von diesen Auswahlmöglichkeiten ist die Einführung von 802.11ac aber momentan vor allem wegen der verbesserten Signalqualität alternativlos.

1.5 IEEE 802.3ac Wave 3

Der Chip-Hersteller Cavium (NASDAQ: CAVM) hat zusammen mit Quantenna Communication die Entwicklung von „Wave 3“-WiFi mit einer Zellenleistung von 10 Gbps angekündigt. Diese Technologie basiert grundsätzlich auf IEEE 802.11ac, und steht damit im Gegensatz zur kommenden Standardisierung IEEE 802.11ax, die ebenfalls in diesen Leistungsbereich vordringen soll. Dazu wird die sog. Quantenna True 8 X 8 QSR 10G Plattform mit Caviums OCTEON III CN 71XX-Quad Core Prozessoren gekoppelt.

Die so entstehende Quantenna 10G-Plattform hat nach Angaben des Herstellers bis zu 12 parallele Streams mit MU-MIMO-Support. Technisch wird auch ein 1024-QAM-Verfahren benutzt, was durchaus mit Fragezeichen belegt werden kann. Die eigentliche Leistungssteigerung gegenüber Wave 2 kommt aber dadurch zustande, dass auch das 2,4 GHz-Band zusammen mit der Übertragung im 5 GHz-Band benutzt wird.

Damit kommt „Wave 3“ zunächst einmal in die Wohnzimmercke, da wird man so etwas bei der Anbindung von UHD/4K-TVs machen können. Für professionelle Anwendungen wie eben auch in Unternehmen und Organisationen, würde ich die Verbindung der beiden Frequenzbereiche ablehnen und für 2,4 GHz eine separate Planung für den Aufbau entsprechender Dienste, wie z.B. für IoT-Lösungen, vorsehen.



Standpunkt

Kabel ab?

Der Standpunkt von Dr. Joachim Wetzlar greift als regelmäßiger Bestandteil des ComConsult Netzwerk Insiders technologische Argumente auf, die Sie so schnell nicht in den öffentlichen Medien finden und korreliert sie mit allgemeinen Trends.

Zugegeben, das hätte ich nicht so schnell erwartet: Im September hat der Hersteller Quantenna seine neue Produktreihe „QSR10“ vorgestellt. Dabei handelt es sich um WLAN Chips, die IEEE 802.3ac „Wave 3“ unterstützen. Das ist also die dritte Welle der Einführung von Gigabit WLAN. Die erste Welle („Wave 1“) schaffte gerade einmal 1,3 Gbit/s, indem sie 80 MHz breite Kanäle und Multiple Input Multiple Output (MIMO) mit 3 Datenströmen unterstützte. Über diese Technik habe ich in den vergangenen Jahren mehrfach im Netzwerk Insider berichtet. Eine meiner Behauptungen war, dass MIMO der komplizierteste Teil daran sei. Es würde also noch eine ganze Weile dauern, bis WLAN die volle Leistung von knapp 7 Gbit/s erreichte.

Inzwischen werden Produkte der zweiten Welle („Wave 2“) verkauft. Hier hat man MIMO auf 4 Kanäle ausgebaut und unterstützt 160 MHz breite Kanäle. Damit erreicht man bis zu 3,5 Gbit/s. Und jetzt will Quantenna mit „Wave 3“ den gesamten von der IEEE spezifizierten Leistungsumfang, also insbesondere 8 MIMO-Datenströme unterstützen. Spitzenreiter ist der Chip QSR10G, der unter gleichzeitiger Verwendung des 2,4- und 5-GHz-Bandes bis zu 10 Gbit/s erzielen soll – Wahnsinn!

Damit kann doch das Kabel endgültig ab, oder? Wozu noch Ethernet-Verkaufungen, wenn WLAN höhere Leistung und dabei noch Mobilität verspricht? Das klingt verlockend, aber – Sie ahnen es schon – die Sache hat den einen oder anderen Haken:

Die hohen Bitraten lassen sich nur erzielen, wenn die WLAN-Abdeckung ausgezeichnet ist. Das erfordert eine hohe Dichte von Access Points. In früheren Artikeln habe ich die Devise „ein Access Point pro Büro“ ausgegeben. Diese Access Points müssen mit Kabeln an eine Ethernet-Infrastruktur angebunden werden, und Gigabit Ethernet reicht dafür nicht aus. Es wird also nach wie vor eine Verkabelungs-Infrastruktur benötigt.

Eine hohe Kanalbandbreite ist obligatorisch, am besten 160 MHz. Das wider-



spricht aber der Forderung nach einer hohen Dichte von Access Points. Um diese Dichte zu erzielen, braucht man möglichst viele überlappungsfreie Kanäle. Das derzeit verfügbare Frequenzspektrum lässt mit 80 MHz Kanalbandbreite gerade einmal 3 Kanäle zu. Besser wäre es also, man beschränkte sich auf 40 MHz und begnügte sich mit einer Bitrate, die nicht viel höher als bei „Wave 1“ ist. Es wäre also schön, wenn wir noch ein paar zusätzliche Frequenzen im 5-GHz-Band hinzubekämen.

Anfang des Jahres wurde in den Medien berichtet, der Mobilfunk wolle sich in das von Gigabit-WLAN genutzte 5-GHz-Band ausdehnen. Eines dieser Verfahren ist „LTE License Assisted Access“ (LAA).

Es soll die Kommunikation des LTE-Endgeräts auf spezielle Access Points im Gebäude umlenken, wodurch sich die Luftschnittstelle zum Mobilfunkmast erheblich entlasten lässt. In einer Veröffentlichung von Ericsson ist davon die Rede, dass LAA ein bestehendes WLAN nicht mehr belasten werde, als wenn man statt LAA ein zusätzliches WLAN in Betrieb nähme. Das ist wohl nur ein schwacher Trost. Letztlich kann es also sein, dass uns von der wertvollen Bandbreite des 5-GHz-Bandes sogar noch etwas weggenommen wird.

Gerade ist die World Radio Conference 2015 (WRC-15) zu Ende gegangen. Ergebnisse kenne ich noch nicht. Die Agenda lässt aber die Vermutung zu, dass auch über mobile Breitband-Anwendungen unterhalb von 6 GHz diskutiert wurde. Außerdem gibt es z.B. in den USA Überlegungen, dem WLAN zusätzliche Frequenzen zu spendieren. Hier wird sich also in den nächsten Jahren sicher noch etwas tun.

Ungeachtet dessen bleiben natürlich beim Einsatz von WLAN die altbekannten Risiken. Und das ist insbesondere die Gefahr von Störungen. Das gute alte Kabel hat den Vorteil, dass es funktioniert. Immer! Dennoch sollten wir die Entwicklung von WLAN und die Rahmenbedingungen weiter beobachten. Auf dem ComConsult Netzwerk- und IT-Infrastruktur Forum 2016 werde ich dem Thema einen Vortrag gönnen – hoffentlich mit guten Nachrichten für das schnelle WLAN.

Kongress

ComConsult Netzwerk Forum 2016 18.04. - 21.04.16 in Königswinter

Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 stellt die momentan dominantesten Netzwerk-Themen in den Mittelpunkt der Veranstaltung: Neue Technologien und IT-Architekturen, Netzwerk-Design, WLAN-Design und Sicherheit in Netzwerken. Drei Vortragstage und ein optionaler Vertiefungstag bilden den perfekten Rahmen um effizient und kompakt auf den neuesten Stand zu kommen. Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 ist die herausragende Veranstaltung im Jahr 2016. Wie immer ein Treffpunkt der Branche und schlicht der beste Ort um in kürzester Zeit auf den neuesten Stand zu kommen.

Moderatoren: Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter, Dr.-Ing. Behrooz Moayeri

Preis: € 2.390,- * / € 2.190,-*

(*Frühbucherpreise gültig bis zum 31.12.15)



Buchen Sie über unsere Web-Seite

www.comconsult-akademe.de



Neues Seminar

Elektronische Akte, Dokumentenmanagement und Digitalisierung

Revisionssichere Speicherung von E-Mails und Dokumenten nach GoBD, E-Justiz-Gesetz und TR-RESISCAN

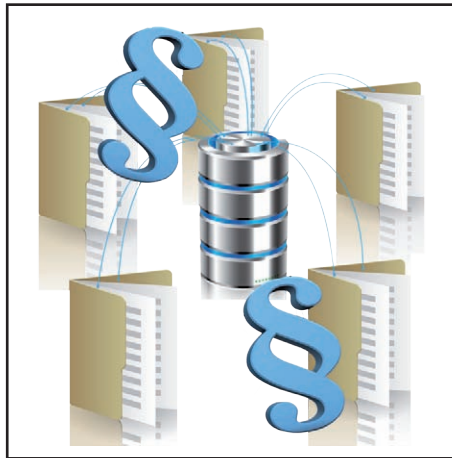
18.04. - 19.04.16 in Bonn

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 18.04. bis 19.04.16 ihr neues Seminar "Elektronische Akte, Dokumentenmanagement und Digitalisierung" in Bonn.

Der öffentliche Dienst muss nach dem E-Government-Gesetz bis 2020 die elektronische Akte einführen, viele Unternehmen scheuen noch aus Gründen der Beweis-sicherheit den Umstieg auf elektronische Aktenführung und den Verzicht auf Papierdokumente, dabei sind die rechtlichen Grundlagen längst geschaffen. Seit 2013 gibt es die entsprechenden Beweisregeln dazu und das BSI hat Empfehlungen zum ersetzenden Scannen veröffentlicht. Seit 2015 wurden die Anforderungen an die Verfahrensdokumentation durch die GoBD als Nachfolgerin von GoBS und GdPdU verschärft, sind aber ohne weiteres in den Griff zu bekommen. Bei nicht revisions-sicherer Aufbewahrung von Steuerbelegen oder E-Mails drohen unter Umständen existenzgefährdende Hinzuschätzungen von Finanzbehörden oder der Verlust von Zivilprozessen wegen Beweisnot.

In diesem Seminar lernen Sie

- wer zur Einführung der elektronischen Akte verpflichtet ist



- wer zum ersetzenden Scannen verpflichtet ist
- welche Beweisregeln für eingescannte Dokumente und originär elektronische Dokumente gelten
- wie Dokumente revisionssicher gespeichert werden können
- wie die Revisionssicherheit langfristig durch kryptographische Methoden gesichert werden kann (z.B. Technische Richtlinie des BSI TR-ESOR)
- was die Finanzverwaltung seit dem In-

krafttreten der GoBD zum 1.1.2015 im Bereich Revisionssicherheit verlangt

- wie Dokumente beweissicher elektronisch Geschäftspartnern zugestellt werden können (elektronische Einschreiben)
- welche Daten nach gesetzlichen Vorgaben und aus eigenem Interesse gespeichert werden müssen
- welche Haftungsrisiken in zivil- und strafrechtlicher Hinsicht bei Missachtung der Vorschriften drohen
- welche Zugriffs- und Überwachungsmöglichkeiten staatlichen Stellen zustehen
- wie lange die Aufbewahrungsfristen für einzelne Datenkategorien sind
- wie die Rechtslage in anderen EU-Ländern, in der Schweiz und den USA dazu aussieht • in welchen Formaten Daten zu archivieren sind
- wie mit verschlüsselten Daten umzugehen ist • wie ein Digitalisierungsprojekt aufgebaut werden sollte
- welche organisatorischen Voraussetzungen vor dem Beginn eines Digitalisierungsprojektes vorliegen sollten
- welche Aspekte bei der Evaluierung von Produkten berücksichtigt werden müssen • welche Schnittstellen zu anderen Softwareprodukten geschaffen werden müssen

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

Anmeldung

Elektronische Akte, Dokumentenmanagement und Digitalisierung

Ich buche das Seminar

Elektronische Akte, Dokumentenmanagement und Digitalisierung

18.04. - 19.04.16 in Bonn zum Preis von € 1.590,- netto

Bitte buchen Sie mir ein Hotelzimmer

Buchen Sie über unsere Web-Seite



www.comconsult-akademie.de

Vorname

Nachname

Firma

Telefon/Fax

Straße

PLZ, Ort

eMail

Unterschrift



ComConsult-Study.tv

Aktuelle Neuerscheinungen bei ComConsult-Study.tv



IT-Infrastrukturen 2020: Netzwerke
 Referent: **Dr. Jürgen Suppan** Einzelpreis: kostenlos
 Zeit: 00:18:37

Wo stehen Netzwerke in 5 Jahren? Welche Technologien werden wichtig? Welche Investitionen sind sicher? Dr. Suppan diskutiert diese Fragen im Rahmen unserer Reihe über Infrastrukturen 2020.



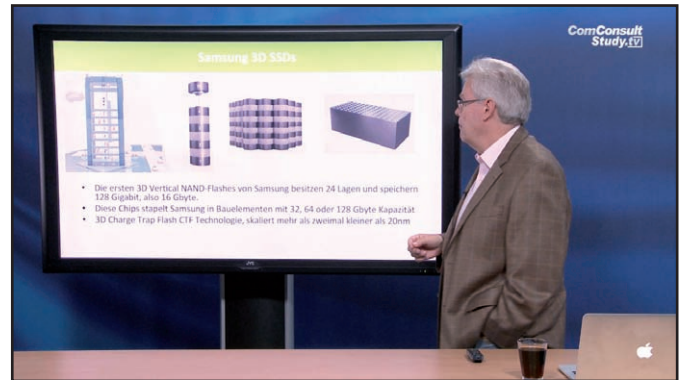
IT-Infrastrukturen 2020: Basis-Anforderungen
 Referent: **Dr. Jürgen Suppan** Einzelpreis: kostenlos
 Zeit: 00:33:22

Wie werden sich IT-Infrastrukturen in den nächsten 5 Jahren entwickeln? Ist die Cloud eine Bedrohung? ComConsult-Research ist in einer exklusiven Studie zu wichtigen Empfehlungen gekommen. Diese Video analysiert die Basis-Anforderungen an IT-Infrastrukturen. Dabei kristallisiert sich eine zentrale Forderung an zukunfts-orientierte Infrastrukturen heraus.



IT-Infrastrukturen 2020: Internet of Things
 Referent: **Dr. Jürgen Suppan** Einzelpreis: 49,00 € netto
 Zeit: 00:17:02 Im Abo: kostenlos

Die Botschaft ist klar: mehr als 20 Milliarden IoT-Endgeräte werden bis 2020 unser Leben verändern. Aber stimmt das? Wie funktioniert IoT und was sind die möglichen Gründe für den Einsatz? Eine Analyse von Dr. Jürgen Suppan.



Neue Speichertechnologien von 3D-NAND/SSD bis 3D Xpoint
 Referent: **Dr. Franz-Joachim Kauffels** Einzelpreis: 49,00 € netto
 Zeit: 00:32:49 Im Abo: kostenlos

Neue Prozessoren und neue Anwendungen führen zu erheblich verschärften Anforderungen an systemnahen Speicher. Mit 3D-SSDs z.B. von Samsung und 3D-XPoint von Intel und Micron Technologies kommen zwei neuartige Alternativen auf den Markt.

Nutzen Sie unsere Weihnachts-Aktion auf der folgenden Seite

Weitere Details finden Sie auf unserer Homepage unter www.comconsult-study.tv



ComConsult-Study.tv



Weihnachts-Aktion

Nur im Dezember 15% auf das Jahres-Abo von ComConsult-Study.tv

ComConsult-Study.tv bietet Ihnen eine breite Auswahl von Video-Schulungen von Grundlagen über Vorträge für IT-Experten bis zu Analysen und Strategien von Herstellern und Spezialisten der Branche. Bestellen Sie im Dezember das Jahresabo zum Sonderpreis und nutzen Sie uneingeschränkt die komplette Video-Palette mit rund 230 Video-Schulungen und -Vorträgen! Weitere Informationen unter www.comconsult-study.tv

- Paket 1: 1-Benutzer-Lizenz (1 Jahr), 338,-- € statt 398,-- €
- Paket 2: 1-Benutzer-Lizenz (2 Jahre), 643,-- € statt 756,-- €
- Paket 3: 1-Benutzer-Lizenz (3 Jahre), 913,-- € statt 1.074,-- €
- Paket 4: 5-Benutzer-Lizenz (1 Jahr), 1.607,-- € statt 1.890,-- €
- Paket 5: 10-Benutzer-Lizenz (1 Jahr), 3.045,-- € statt 3.582,-- €

Bestellformular an 02408/955-399 oder 955-398

Ich bestelle das oben angekreuzte Paket

Angaben zur Person

Anrede	
Titel	
Vorname* Name*	
E-Mail*	
Telefon*	
Mobiltelefon	
Firma*	
Abteilung/Funktion	
Straße/Hausnummer*	
PLZ/Ort*	

Datum

Unterschrift



Zweitthema

Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

Fortsetzung von Seite 1



Dr.-Ing. Behrooz Moayeri hat viele Großprojekte mit dem Schwerpunkt standortübergreifende Kommunikation geleitet. Er gehört der Geschäftsleitung der ComConsult Beratung und Planung GmbH an und betätigt sich als Berater, Autor und Seminarleiter.

NSX: Kurze Übersicht

Der Name NSX ist eine Modifikation von ESX. Für diejenigen, die es unbedingt wissen wollen: ESX steht für „Elastic Sky X“. Das Kürzel ist weit bekannter als seine ausgeschriebene Version. Genauso bekannt wie das Kürzel ist das Produkt, nämlich der Virtualisierungshost im Rahmen von vSphere, der Virtualisierungsumgebung von VMware, der bei vielen Unternehmen im Einsatz ist. Das Ersetzen des Anfangsbuchstaben durch ein „N“ soll andeuten: Was ESX für Server bedeutet, soll NSX für Netze darstellen.

NSX gehört in die Kategorie der Produkte, mit denen „Network Function Virtualization“ (NFV) möglich ist. NFV bedeutet, dass Netzfunktionen in Software realisiert werden. So kann zum Beispiel NSX über IP-Netze eine Art Layer 2 Overlay bilden. NSX ist nicht das einzige Produkt, das dafür eingesetzt werden kann. Auch Microsoft bietet für die eigene Virtualisierungslösung Hyper-V eine ähnliche Lösung an.

VMware NSX besteht aus den folgenden Komponenten:

- Der NSX Manager ist die zentrale Stelle für die Konfiguration. NSX Manager bindet sich in VMware vCenter, die Management-Lösung für VMware vSphere, ein.

Der NSX Manager wird für die Installation der NSX Controller sowie der erforderlichen Anpassungen der ESXi Hosts genutzt. Zu diesen Anpassungen gehören Module für die Unterstützung des Encapsulation-Verfahrens VXLAN (Virtual extensible Local Area Network, RFC 7348), des verteilten Routings, der verteilten Firewalls und ein Agent, der der Kommunikation eines ESXi-Hosts mit dem NSX Controller dient. Auch die Installation der NSX Edge Services Gateways wird durch NSX Manager gesteuert. Die Gateways sorgen für die Verbindung zwischen der virtuellen und der physischen Netze, entweder auf Routing- oder auf Bridging-Ebene. Vom NSX Manager geht auch die Erstellung der Zertifikate aus, die für die sichere Authentisierung und Kommunikation zwischen dem NSX Controller und den ESXi Hosts genutzt werden. Der NSX Manager selbst ist eine virtuelle Maschine (VM). Sie kann durch Nutzung der HA-Mechanismen von vSphere gegen Ausfälle abgesichert werden (HA steht für High Availability, d.h. Hochverfügbarkeit).

- Dem NSX Controller kommt bei NSX eine zentrale Rolle zu. Der Controller macht IP Multicasts überflüssig, die in anderen ähnlichen Lösungen erforderlich sind. Zum Beispiel sorgt der Controller für die Verteilung von Broadcasts und Paketen mit bisher unbekanntem Ziel-MAC-Adressen in einem Layer 2

Overlay. Der Controller hat eine Steuerungsfunktion. Die Nutzdaten werden direkt zwischen den vSwitches auf den ESXi Hosts ausgetauscht. In einer NSX-Umgebung ist ein Controller Cluster erforderlich, damit kein Single Point of Failure entsteht und für die erforderliche Skalierbarkeit der Controller gesorgt ist.

- Der NSX vSwitch basiert auf dem vSphere Virtual Distributed Switch (VDS). Für NSX wird der VDS um einige Komponenten ergänzt. Dazu gehören Module, die im Kernel des Hypervisors laufen und Funktionen wie Distributed Routing und Distributed Firewall wahrnehmen. Auch VXLAN Bridging ist eine Kernel-Funktion. Die wichtigste Aufgabe des NSX VDS ist die Abstraktion vom physischen Netz. Einige vom NSX vSwitch unterstützte Funktionen sind Portspiegelung, Sicherung und Wiederherstellung der vSwitch-Konfiguration, Quality of Service (QoS) und Bündelung von Verbindungen mittels des Link Aggregation Control Protocol (LACP). Für die Tunnels selbst verwendet NSX das Protokoll VXLAN. Die Tunnelenden heißen VXLAN Tunnel Endpoint (VTEP).

Abbildung 1 zeigt eine NSX-Umgebung mit vSwitches, einem Controller Cluster und dem NSX Manager als besondere VM.



Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

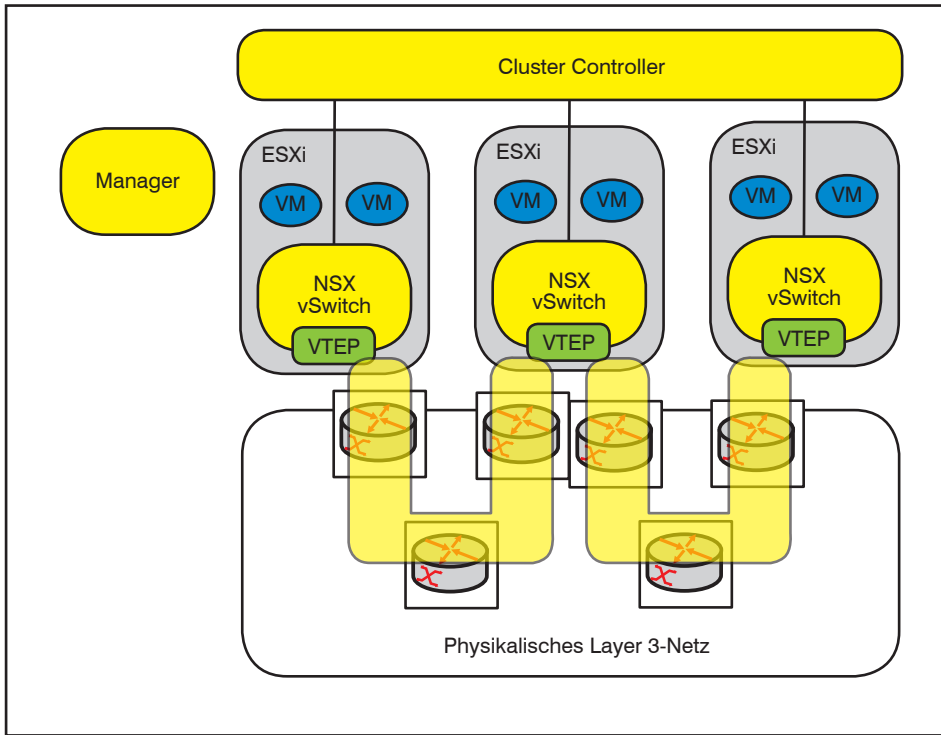


Abbildung 1: VMware NSX

NSX unterstützt die Virtualisierung folgender Netzfunktionen:

- **Switching:** Der NSX vSwitch ist eine logische Netzfunktion. Es handelt sich um einen verteilten Layer 2 Switch, der sich über Hypervisorinstanzen auf verschiedenen Hosts erstreckt.
- **Routing:** NSX Routing bewerkstelligt die Kommunikation zwischen verschiedenen IP-Netzen in der virtualisierten Umgebung. Mit NSX Routing ist es nicht erforderlich, den subnetzübergreifenden Verkehr aus der virtuellen Welt hinaus in die physische zu führen, dort zu routen und in die virtuelle Welt zurück zu übertragen.
- **Firewall:** Die Firewall-Funktion der NSX-Lösung ermöglicht die statusbewusste Kontrolle (stateful inspection) der Kommunikation zwischen verschiedenen Zonen in der Virtualisierungsumgebung.
- **Load Balancing:** NSX-basierende Load Balancer (LB) unterstützen typische LB-Funktionen wie Terminierung von Secure Socket Layer (SSL) Sessions.
- **NSX unterstützt Virtual Private Networks (VPN) auf Layer-2- und Layer-3-Ebene durch Verschlüsselung.**
- **Verbindungen zu physischen Netzen** gehören ebenfalls zu den logischen Netzfunktionen von NSX.

NSX unterstützt für die Verteilung von Broadcasts, Paketen unbekannter Ziel-MAC-Adresse und Multicasts in einem Layer-2-Netz sowohl den im VXLAN-RFC vorgesehenen Multicast-Modus als auch einen NSX-spezifischen Unicast-Modus. Im Unicast-Modus werden die ESXi Hosts in der NSX-Domäne anhand des IP-Sub-

netzes, zu dem sich ihre VTEP Interfaces befinden, in Gruppen unterteilt (sogenannte VTEP-Segmente). Pro VTEP-Segment wird ein ESXi Host für die Wahrnehmung der Rolle Unicast Tunnel Endpoint (UTE) bestimmt. Der UTEP ist für die Replikation von Broadcasts, Unknown und Multicasts (BUM) zuständig. Abbildung 2 verdeutlicht die Arbeitsweise eines UTEP.

Wie aus der Abbildung 2 hervorgeht, sendet die VM1 ein BUM, das an alle an das VXLAN 5432 angeschlossenen VMs übertragen werden muss. Im selben Subnetz, in dem sich VM1 befindet, befindet sich auch VM2. Innerhalb dieses Subnetzes wird das BUM direkt übertragen.

ESXi-1 führt eine Tabelle, die vom NSX Controller Cluster gefüllt wird. Aus dieser Tabelle geht hervor, dass ESXi-1 das BUM auch noch an ESXi-3 senden muss, der in einem anderen VTEP-Segment (1.1.2.0/24) die UTEP-Rolle hat. Daher wird das BUM auch an ESXi-3 gesendet.

ESXi-3 führt auch eine VTEP-Tabelle. Aus dieser geht hervor, dass ESXi-4 das BUM auch erhalten muss. So leitet ESXi-3 das BUM an ESXi-4 weiter.

Schließlich sorgen ESXi-3 und ESX-4 auch noch dafür, dass alle an VXLAN 5432 angeschlossenen VMs im VTEP Segment 1.1.2.0/24 das BUM erhalten.

NSX unterstützt neben dem Multicast und dem Unicast Mode auch einen hybriden

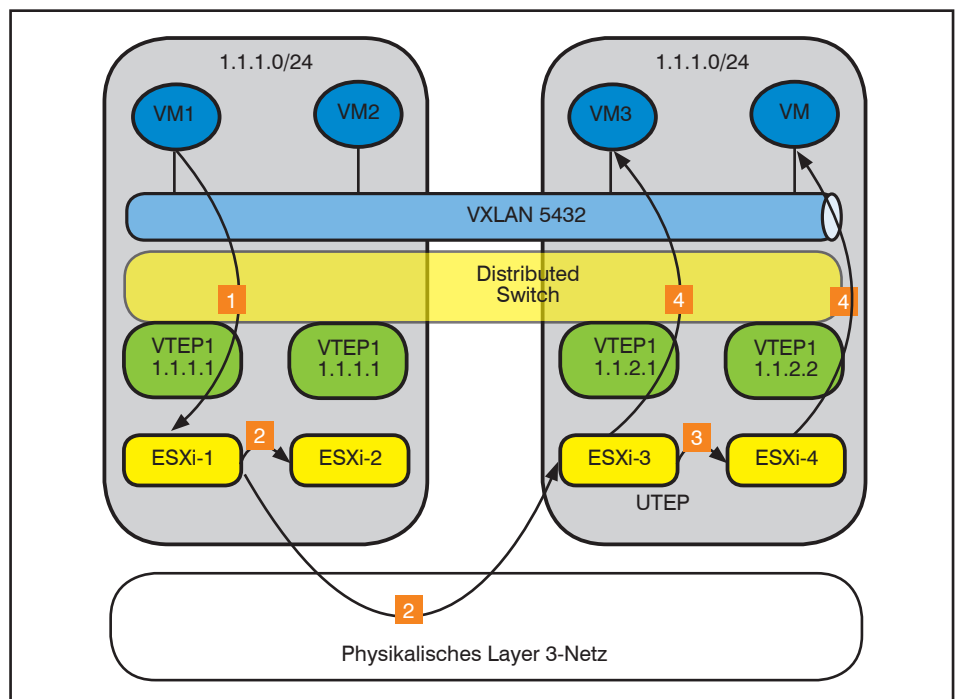


Abbildung 2: Arbeitsweise eines UTEP



Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

Modus. Im hybriden Modus wird eine Mischung aus Unicasts und Multicasts zur Verteilung von BUMs eingesetzt.

ACI: Kurze Übersicht

Abbildung 3 zeigt die verschiedenen Komponenten von Cisco ACI.

Bei Cisco ACI wird zwischen Spine und Leaf Switches unterschieden. Jeder Leaf Switch ist mit jedem Spine Switch verbunden. Jeder Spine Switch ist somit mit jedem Leaf Switch verbunden. Border Leaf Switches sind die Schnittstellen zwischen der ACI-Umgebung und der externen Welt.

Leaf Switches dienen dem Anschluss von Endgeräten an die ACI-Umgebung, zum Beispiel virtuelle Server, physische Server, Load Balancer, andere Switches oder Router.

Spine Switches bilden den Kern der ACI-Umgebung. Sie führen die Datenbasis, aus der die von ACI benötigten Zuordnungsinformationen hervorgehen.

Der Application Policy Infrastructure Controller (APIC) ist die Steuerungs- und Management-Instanz von ACI. Nutzdaten werden nicht über APIC übertragen, sondern direkt von Switch zu Switch. Auch die Routing-Mechanismen zwischen den ACI Switches benötigen den APIC nicht.

Endpoint Groups (EPG) enthalten Endgeräte, die nach denselben Richtlinien zu vernetzen und mit anderen EPGs zu verbinden sind, zum Beispiel Datenbankserver. Dabei ist es unerheblich, ob es sich bei den Endgeräten um physische oder virtuelle Maschinen handelt. Unter ACI können die Regeln für die Kommunikation zwischen EPGs zentral gepflegt werden. (siehe Abbildung 4)

Die Kommunikation innerhalb einer EPG kann direkt in einem VLAN oder unter Nutzung von VXLAN erfolgen. VLANs und VXLANs werden dynamisch generiert und müssen nicht manuell angelegt werden. Die Leaf Switches übernehmen die Durchsetzung von Richtlinien wie Sicherheit, QoS, Logging etc.

Die Gateway-Funktion in ACI ist verteilt. Jeder Leaf Switch kann die Verbindung zwischen der ACI- und der physischen Welt herstellen.

Cisco ACI nutzt Cisco Discovery Protocol (CDP) bzw. Link Layer Discovery Protocol (LLDP), um die Präsenz virtueller Maschinen hinter einem Switch Port zu erkennen. Dies erfordert die Kommunikation zwischen Cisco ACI und dem Management Tool der Virtualisierungsumgebung.

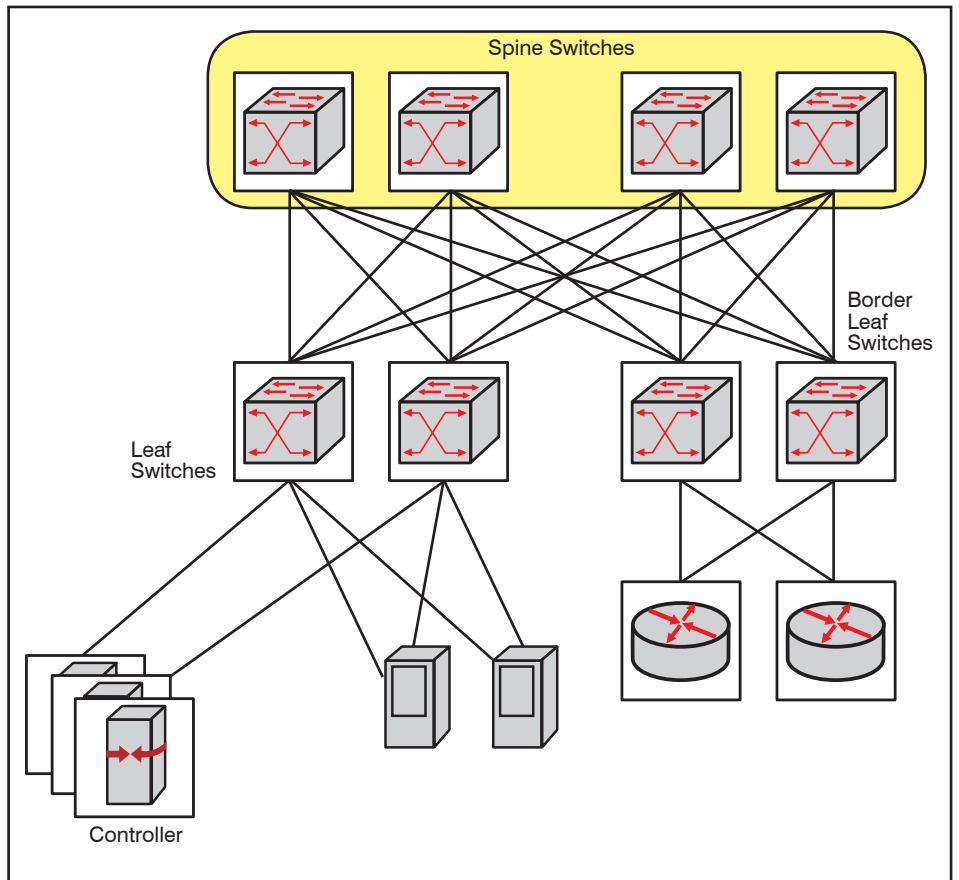


Abbildung 3: Cisco ACI

Kongress




**ComConsult Netzwerk Forum 2016
18.04. - 21.04.16 in Königswinter**

Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 stellt die momentan dominantesten Netzwerk-Themen in den Mittelpunkt der Veranstaltung: Neue Technologien und IT-Architekturen, Netzwerk-Design, WLAN-Design und Sicherheit in Netzwerken. Drei Vortragstage und ein optionaler Vertiefungstag bilden den perfekten Rahmen um effizient und kompakt auf den neuesten Stand zu kommen. Das ComConsult Netzwerk Forum 2016 ist die herausragende Veranstaltung im Jahr 2016. Wie immer ein Treffpunkt der Branche und schlicht der beste Ort um in kürzester Zeit auf den neuesten Stand zu kommen.

Moderation: Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler, Dipl.-Math. Corenius Höchel-Winter, Behrooz Moayeri

Preis: € 2.390,- netto* mit Intensivtag
Preis: € 2.190,- netto* ohne Intensivtag
*Preise gültig bis zum 31.12.2015

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



Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

Richtlinien werden auf APIC eingestellt und auf die Leaf Switches verteilt. Wie erwähnt sind die Leaf Switches die Stelle, an der die Richtlinien umgesetzt werden.

Wozu der Aufwand?

Im Vorfeld der Ausarbeitung dieses Artikels führten wir bei ComConsult eine kleine Diskussion über den Sinn des Aufwands und der Mechanismen, die Lösungen wie ACI und NSX den standard-basierenden Verfahren auf Layer-2- und Layer-3-Ebene hinzufügen. Über die Sinn-fälligkeit der Zusatzmechanismen wie Overlays lässt sich trefflich streiten. Über einige sogenannte Hyperscaler, also die Anbieter von Diensten, auf die hunderte Millionen Anwender zugegriffen, wird berich-tet, dass sie ganz ohne Overlays und nur mit Standard-Routing auskommen. War-um also sollen wir uns nicht an ihnen ein Beispiel nehmen?

Anhand des Modells in der Abbildung 5 soll die Sinnfälligkeit von Layer-2-Struktu-ren untersucht werden.

Wie aus der Abbildung 5 hervorgeht, sieht das gängigste Client-Server-Modell vor, dass der Client über einen Namen auf eine Applikation zugreift. Namen werden in der IP-Welt im Domain Name Sys-tem (DNS) gepflegt. Zum Beispiel enthält der Uniform Resource Locator (URL) für eine Webadresse den Namen, unter dem der Host mit der Webseite im DNS ge-führt wird. Der Client stellt einen Request an DNS und findet so die IP-Adresse, un-ter der der Server erreichbar ist. Der Client kann die so gefundene IP-Adresse lokal, im DNS Cache, speichern, damit er beim nächsten Mal nicht das DNS fragen muss.

Ab jetzt kommuniziert der Client über die IP-Adresse des Servers mit diesem. Zum Beispiel (und meistens) baut der Client eine TCP-Verbindung mit dem Server auf.

Nun stelle man sich vor, dass der Server seine IP-Adresse mitten in der Kommu-nikation mit dem Client ändert, zum Bei-spiel weil ein Server ausfällt und für ihn ein anderer einspringt oder weil der RZ-Betreiber wegen eines Stromtests die Ap-plikation von einem auf einen anderen Server verschiebt. Die vom Client an die alte IP-Adresse des Servers gesendeten Pakete erreichen den Server nicht mehr. Die Applikation hat dann ein Problem.

Wie Applikationen mit einem solchen Pro-blem umgehen, unterscheidet sie. Es ist vorstellbar, dass Anwendungen ihren Sta-tus kurz einfrieren, um Mechanismen des Betriebssystems zu nutzen, einen neu-en DNS Request zu stellen, nach Erhalt

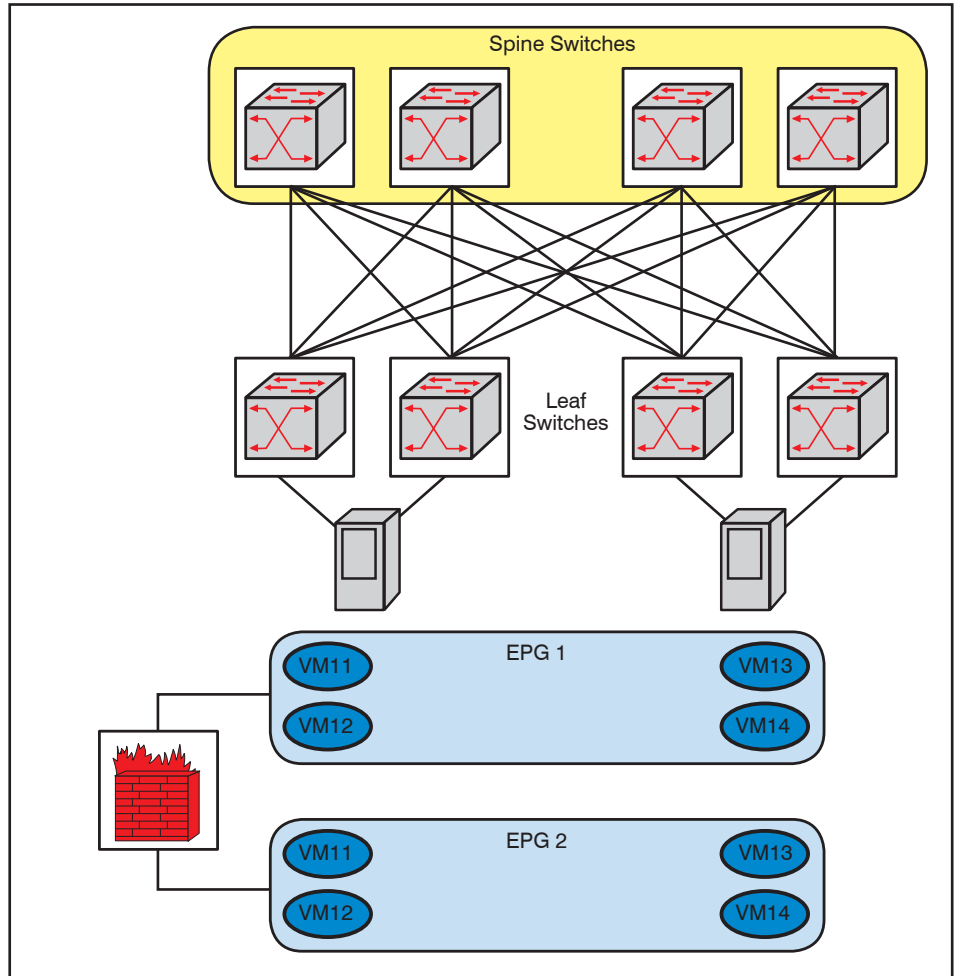


Abbildung 4: Cisco ACI EPGs

der neuen IP-Adresse des Servers eine neue TCP-Verbindung mit dem Server auf-zubauen und mit dem eingefrorenen Sta-tus weiter zu machen. Hat der Server Ent-sprechendes gemacht, d.h. den Status der Session mit dem Client aufbewahrt, kann das Ganze so schnell gehen, dass dem Anwender nicht einmal etwas auffällt.

So funktionieren viele Anwendungen lei-der aber nicht. Viele Anwendungen nutzen keine Session Layer. Gibt es eine der bei-den an einer TCP-Verbindung beteiligten IP-Adressen nicht mehr, bricht die TCP-Ver-bindung zusammen und für viele Anwen-dungen auch die Session. Die Folgen rei-chen vom Ärgernis für den Benutzer bis zum Datenverlust. Einige Hyperscaler lei-ten in solchen Fällen den Zugriff auf eine Seite mit einer Entschuldigung um: „Sorry, versuchen Sie es bitte noch einmal“. Die Hyperscaler können sich das leisten:

- Erstens müssen sie keine Service Le-vel Agreements (SLAs) mit den Anwen-dern einhalten. Oder haben Sie schon mal etwas von einer Mindestverfügbar-keit Ihrer Facebook-Seite gehört?

- Zweitens betreiben die Hyperscaler in der Regel eine Handvoll Anwendungen, jeweils für hunderte Millionen Benut-zer. Es lohnt sich, die Applikationslogik jeder dieser Anwendungen so zu opti-mieren, dass selbst bei Wegfall einer TCP-Verbindung die Session und der Status der Applikation für den erneuten Zugriff des Clients erhalten bleiben.

- Drittens sind die Applikationen der Hy-perscaler fast ausschließlich über Web Front Ends erreichbar. Web Sessions können Mechanismen wie Cookies und SSL Session IDs für die Speiche-rung von Statusinformationen und Zu-ordnung von Sessions nutzen.

Die Situation der unternehmensinternen IT ist meistens anders:

- Von IT-Anwendungen hängen Ge-schäftsprozesse ab. Ausfälle kos-ten. Um Ausfälle zu vermeiden, wird in hochverfügbare IT-Infrastrukturen in-vestiert. Als Gegenwert dieser Investiti-onen werden garantierte Service Level erwartet.



Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

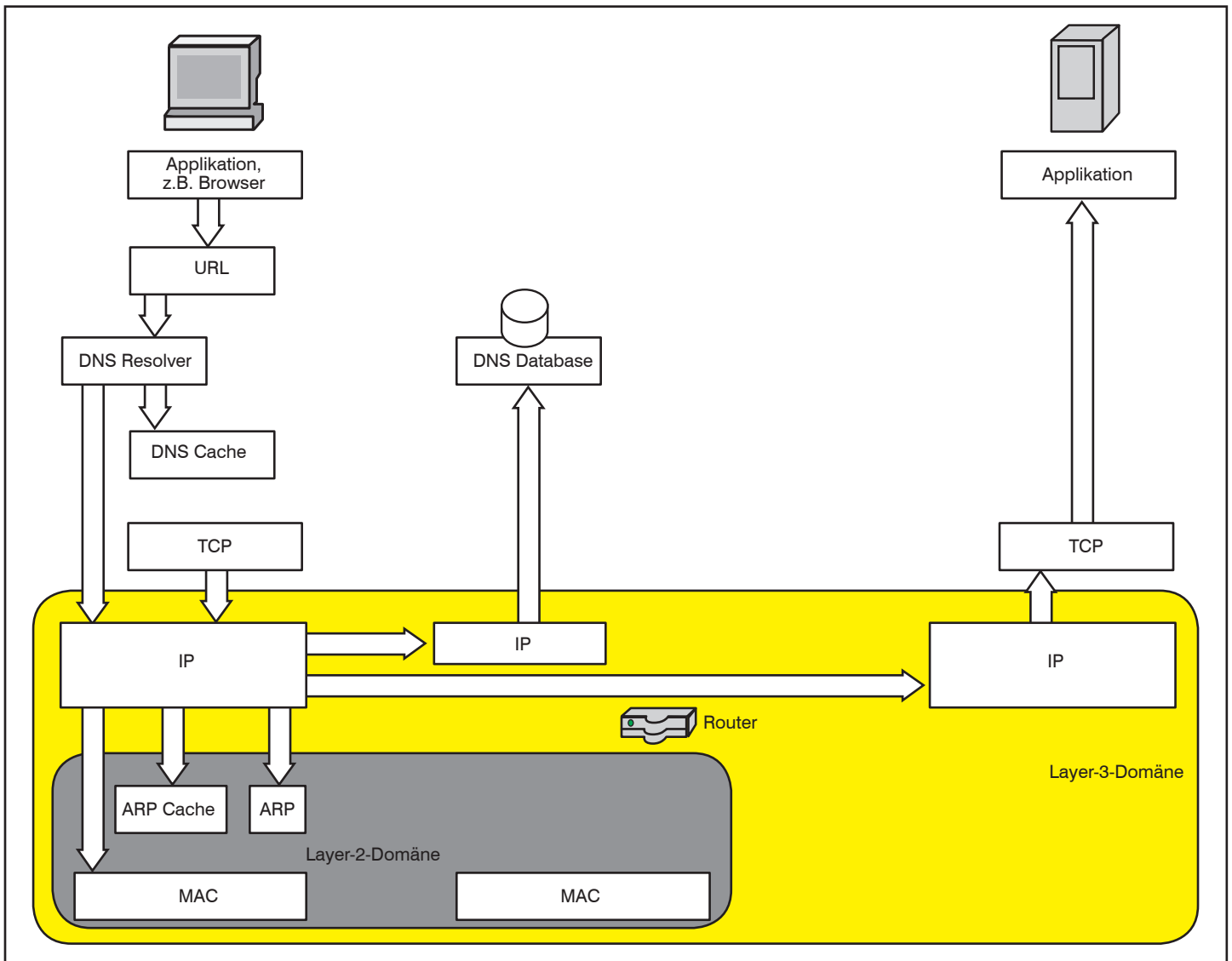


Abbildung 5: Modell einer Applikation

• In einem Unternehmen kann es je nach Größe und Komplexität des Unternehmens dutzende, hunderte oder gar tausende verschiedene Applikationen geben. Applikationen zu entwickeln oder auf den eigenen Bedarf zuzuschneiden kostet viel Arbeit und damit viel Geld. Daher bleiben Applikationen, wenn sie ihren Zweck erfüllen, oft über Jahre und Jahrzehnte in Betrieb. Es ist unmöglich, von heute auf morgen alle Applikationen an den Stand der technischen Entwicklung anzupassen. Folglich kann man sich nicht darauf verlassen, dass alle Applikationen robust auf geplante Abschaltungen und ungeplante Ausfälle reagieren.

Andererseits sind eben geplante Abschaltungen und ungeplante Ausfälle unvermeidbar. Rechenzentren müssen immer wieder erweitert, renoviert und getestet

werden. Stromnetze, Klimaanlage und Server können ausfallen. Damit in solchen Fällen SLAs eingehalten werden und keine Daten verloren gehen, muss es möglich sein, dass ein Server selbst im laufenden Betrieb die Aufgaben eines anderen Servers übernimmt. Genau dafür haben in den 1990er Jahren Hersteller wie HP, IBM, Microsoft und Sun Server Cluster entwickelt, die aus mehreren physischen Knoten bestehen. Die IP-Adresse, unter der eine Applikation in einem solchen Cluster erreichbar ist, ist eine virtuelle (VIP). Die VIP ist von einem einzelnen physischen Server unabhängig. Fällt ein physischer Server aus, der eine VIP bedient, kann für ihn ein anderer physischer Server einspringen und die VIP übernehmen.

Dieses Konzept wurde später von Hypervisorherstellern wie VMware und Microsoft übernommen. High Availability (HA) be-

deutet bei ihren Lösungen, dass eine VM von dem Host unabhängig ist, auf dem er gerade läuft. Fällt dieser Host aus, läuft die VM mit derselben Konfiguration einschließlich derselben IP-Adresse auf einem anderen Host weiter. Das geht auch geplant: Man kann einen Host von VMs frei räumen, indem man VMs im laufenden Betrieb zu einem anderen Host verlagert, ohne dass sich die IP-Adresse einer VM ändert.

Dieselbe IP-Adresse kann aber nur innerhalb eines Layer-2-Netzes wandern. Damit ist der Bedarf entstanden, dass sich Layer-2-Netze auf verschiedene Schränke, verschiedene Räume oder gar verschiedene Standorte erstrecken. So ist der Bedarf für virtuelle Layer-2-Netze entstanden. Für kleine Netze reichen Virtual Local Area Networks (VLANs) als Virtualisierungsmechanismus und einfache Redundanzmechanismen wie Spanning Tree. Diese



Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

Kombination stößt aber in größeren Netzen an ihre Skalierbarkeitsgrenzen. Deshalb gibt es seit Jahren in RZs vieler Unternehmen den Trend weg von Spanning Tree zu anderen Layer-2-Redundanzmechanismen.

Von Layer-2 Overlays bis Alleskönner

Der Bedarf an skalierbaren, hochverfügbaren, robusten und in Sekunden oder gar Sekundenbruchteilen auf Ausfälle von Leitungen und Komponenten reagierenden Layer-2-Strukturen hat in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren die Hersteller veranlasst, genau dafür Lösungen zu entwickeln und anzubieten:

- Hersteller von Netzkomponenten setzen auf Mechanismen, die auf ihren Switches basieren.
- Hypervisorhersteller, besonders VMware, werben für Software Overlays, mit denen auch Layer-2-Strukturen zu realisieren sind. Ein Beispiel ist NSX.

Für skalierbare und hochverfügbare Layer-2-Strukturen gibt es bereits einige Standards. Dazu gehört Shortest Path Bridging (SPB) gemäß IEEE 802.1aq. SPB wird von einigen Switch-Herstellern wie Avaya unterstützt.

Im Bereich der Software Overlays gibt es Standards für die Art und Weise, wie Layer-2-Frames in Layer-2-Paketen eingekapselt und über Layer-3-Netze übertragen werden. Dazu gehören VXLAN und NVGRE (Network Virtualization using Generic Routing Encapsulation).

Trotz der Existenz von Standards ist den meisten über Spanning Tree hinausgehenden hochverfügbaren Layer-2-Strukturen gemeinsam, dass sie nur in der Produktwelt desselben Herstellers lauffähig sind. Das gilt gleichermaßen für Switch- und Hypervisor-basierende Lösungen. Die einzige Ausnahme ist SPB. SPB wird aber von den meisten Switch-Herstellern nicht unterstützt. Auch der Marktführer Cisco hat sich gegen SPB und für die diversen eigenen Lösungen entschieden.

Somit müssen fast alle Unternehmen mit mittleren und großen Rechenzentren proprietäre Lösungen einsetzen, wenn sie skalierbare, robuste und hochverfügbare Layer-2-Strukturen realisieren wollen. Dabei die vollständige Unabhängigkeit von einem einzigen Hersteller zu wahren ist somit unmöglich. Es kann nur darum gehen, die Abhängigkeit vom Hersteller in Grenzen und beherrschbar zu halten. Und genau das ist der Grund, weshalb

Lösungen, die die Komplexität und/oder die Abhängigkeit von einem Hersteller unnötig erhöhen, von Unternehmen mit großer Skepsis begegnet wird. Beide hier betrachtete Lösungen, VMware NSX und Cisco ACI, bedeuten eine Konzentration der Steuerung von Netzfunktionen auf die Software eines Herstellers. Im Falle von NSX funktionieren diese Software und damit die Netzsteuerung nur im Zusammenspiel mit Hypervisorinstanzen von VMware. Im Fall von ACI ist man auf das Zusammenspiel der Software und der zentralen Steuerung mit Cisco Switches angewiesen.

Die so geschaffene Abhängigkeit muss berücksichtigt werden, wenn man die Vorteile jeder der beiden Lösungen bewerten möchte. VMware wirbt für die eigene Lösung vor allem mit der Möglichkeit, dass viele Funktionen des Netzes, neben den Layer 2 Overlays weitere wie Firewalling, Load Balancing etc., in Software genutzt und über dieselbe Management-Umgebung verwaltet werden können. Ferner wirbt der Hersteller damit, dass mit NSX die Anforderungen an das Hardware-Netz minimiert werden. So wird das physische Netz austauschbar. Es muss nur leistungsfähig und robust sein.

Cisco wirbt ähnlich, aber von einem anderen Blickwinkel aus für ACI. Dadurch, dass Cisco ACI Schnittstellen mit verschiedenen Hypervisorumgebungen nutzen kann, ist der Betreiber nicht von einem bestimmten Hypervisor abhängig, zumindest was Netzfunktionen betrifft. Die Verwaltung des Netzes wird dem Tool eines Herstellers überlassen, der im Netzbereich technologisch führt. Ferner kann die Lösung hohe Leistung durch entsprechende Hardware nutzen. Falls die Leistungsfähigkeit von Standardprozessoren für eine bestimmte Funktion wie Firewalling nicht ausreicht, weist eine Hardwarelösung gegenüber einer reinen Softwarelösung Vorteile auf.

Es gilt, diese Argumente auf den Prüfstand zu stellen.

One-Stop Shopping

Seit Jahrzehnten wird in der IT-Welt über die Vorteile von „one-stop shopping“ diskutiert. Zu Mainframe-Zeiten kaufte man die ganze IT bei einem Hersteller. Später wurde die IT-Welt komplizierter. Man nannte das Open Systems. Auf der Basis von Standards wurden Komponenten verschiedener Hersteller zusammengefügt. Damit wurden Abhängigkeiten von einzelnen Herstellern reduziert. Aber der Aufwand für den Betrieb stieg. Angesichts dieses Nachteils einer offenen IT-

Welt sehnen sich manche in der IT nach der guten alten Zeit zurück, in der die gesamte IT von einem Hersteller stammte.

Seit dem Ende der Mainframe-Ära hat es immer wieder Versuche von Herstellern gegeben, die Sehnsucht nach der „guten alten Zeit“ des one-stop shopping zu bedienen. Nicht kleine und spezialisierte Hersteller, sondern jene mit einem breiten Angebot von Lösungen spekulieren immer wieder mit dieser Sehnsucht. Dazu gehören Hersteller mit einem großen Portfolio von Produkten wie Switches, Router, Firewalls, Server etc. Ein solcher Hersteller ist zweifellos Cisco. Ein weiterer ist mit der angekündigten Fusion von Dell und EMC gerade im Entstehen.

Mit dem neuen Trend „Software-Defined X“ können aber auch Hersteller mit den Vorzügen von one-stop shopping werben, die nur Software anbieten. Zu diesen Herstellern gehört VMware. VMware hat in den letzten Jahren die Funktionalität der eigenen Virtualisierungslösung erweitert. Die Hypervisorinstanzen können für Software-Defined X verwendet werden, wobei X für immer mehr Funktionen steht. Wenn man will kann man neben Servern auch Netzfunktionen, Sicherheit und die Speicherverwaltung in den Hypervisor integrieren. Das Modewort Cloud wird dann bemüht um glaubhaft zu machen, dass eine solche integrierte Lösung Cloud-Anforderungen und insbesondere die schnelle Bereitstellung von Diensten und Applikationen gut erfüllen kann.

Unabhängig davon, ob ein Unternehmen one-stop shopping aus strategischer und kaufmännischer Sicht als wünschenswert erachtet, stößt dieser Ansatz zumindest bei größeren Unternehmen auf wichtige organisatorische Hindernisse. Große IT-Organisationen funktionieren seit Jahren mit einer Arbeitsteilung, die sich u.a. auch an Kompetenzfeldern orientiert. Dass sich mit dem Betrieb des Netzes Netzexperten, mit dem Betrieb der Server Spezialisten in diesem Gebiet und mit dem Speicherbetrieb Storage-Fachleute befassen, hat nun mal gewisse Vorteile. Diese Arbeitsteilung wurde durch die standardisierten Schnittstellen zwischen den verschiedenen Technologien erleichtert:

- Zwischen dem Netz und allen anderen Technologiebereichen gibt es etablierte Standards, vor allem Ethernet und IP.
- Zwischen Servern und Speicher werden ebenfalls standardisierte Schnittstellen genutzt, etwa SCSI, Fiber Channel oder sogar Ethernet und IP.



Cisco ACI kontra VMware NSX: War da was?

Wenn one-stop shopping noch mit dem Zusatz versehen wird, dass Betriebsfunktionen nur mit den Tools eines Herstellers und von einer einzigen Instanz im Unternehmen wahrgenommen werden, ist dies eine deutliche Abkehr von der bisherigen arbeitsteiligen Organisation der IT.

Nun könnte man fragen: Na und, ist das schlimm? Wenn das Unternehmen von der Konzentration des Betriebs der IT-Infrastruktur auf eine Instanz Vorteile in der Bereitstellung von Diensten, Bearbeitung von Störungen etc. hat, sollten die bisherigen organisatorischen Strukturen in der IT kein Grund sein, auf diese Vorteile zu verzichten. Die IT-Organisation muss den Interessen des Unternehmens folgen und nicht umgekehrt.

An dieser Stelle soll nicht bezweifelt werden, dass ein Teil der Unternehmen den Weg der all-in-one-Lösungen gehen wird. Aber je größer das Unternehmen, desto schwieriger wird sich ein solcher Weg gestalten. Um auf die hier diskutierten Lösungen zurückzukommen, muss man die Frage konkret und auch ein bisschen überspitzt stellen: Ist es realistisch, dass der IT-Infrastrukturbetrieb künftig nur noch aus dem vCenter- oder dem ACI-Administrator besteht?

Die Antwort ist in den meisten Fällen negativ, denn:

- Es gibt neben der virtuellen noch die physische Welt. Vielmehr kann die virtuelle ohne die physische gar nicht existieren.
- Die IT besteht nicht nur aus dem Rechenzentrum.
- Die IT-Infrastruktur besteht nicht nur aus dem Netz.

Wenn aber der bisherige arbeitsteilige IT-Betrieb nicht vollständig durch einen all-in-one-Ansatz abgelöst werden kann, wenn das Unternehmen aus verschiedenen Gründen zumindest Teile der bisherigen Organisation gemäß Fachkompetenzen behalten muss, werden die Vorteile des all-in-one-Ansatzes relativiert.

Layer-2, aber wie?

Die Bilanz von dreieinhalb Jahren NSX und zwei Jahren ACI fällt aus neutraler Sicht ernüchternd aus. Fast alle unsere Kunden setzen Produkte sowohl von Cisco als auch von VMware ein. Und fast keiner von Ihnen setzt NSX oder ACI ein. Das ist keine Wertung, sondern nur eine Feststellung anhand der objektiven Beobachtung eines kleinen, sicher nicht repräsentativen Teils

des Marktes. Wir haben in diesem Beitrag die uns bekannten Gründe dafür dargestellt. Es mag noch andere geben.

Eine Information sind wir Ihnen aber noch schuldig. Wie realisieren Unternehmen, die weder NSX noch ACI einsetzen, die im RZ benötigten skalierbaren, robusten und hochverfügbaren Layer-2-Strukturen?

Wiederum anhand der Beobachtung eines nicht repräsentativen Teils des Marktes lässt sich feststellen, dass folgende Lösungen eingesetzt werden:

- Auch wenn viele Unternehmen von Spanning Tree als Redundanzmechanismus im RZ-Bereich Abstand genommen haben, wird Spanning Tree noch in einigen RZ-Netzen eingesetzt.
- Viele Unternehmen setzen Multi-Chassis Link Aggregation (MC-LAG) ein. Mit MC-LAG stellen in der Regel zwei miteinander verbundene Switches für alle mit beiden Switches verbundenen Geräte eine virtuelle Einheit dar. Jedes Gerät, das mit beiden Switches verbunden ist, kann den Standardmechanismus Link Aggregation Group (LAG) gemäß IEEE 802.1AX nutzen, um die beiden Verbindungen zu einem ausfallsicheren Bündel zusammenzufassen. So lassen sich redundante Layer-2-Strukturen bilden. MC-LAG wird von allen führenden Switch-Herstellern unterstützt, u.a. von Cisco.
- Eine Reihe von Unternehmen setzen vermaschte Layer-2-Netze ein, die Mechanismen wie SPB nutzen. Es handelt sich dabei entweder um SPB selbst oder wie

zum Beispiel bei Cisco um proprietäre Verfahren, die ähnlich funktionieren.

Viele Unternehmen nehmen dabei in Kauf, dass alle in solchen Layer-2-Strukturen eingesetzten Switches von einer Produktreihe sein müssen. Dieser Grad an Abhängigkeit von einem Hersteller wird von den ihn hinnehmenden Unternehmen als beherrschbar angesehen. Die Abhängigkeit ist erstens nur auf den Netzbereich beschränkt und umfasst nicht auch noch andere Bereiche der IT-Infrastruktur. Sie bedeutet zweitens nur, dass bei Bedarf einige Switches des einen Herstellers gegen Switches eines anderen Herstellers ausgetauscht werden müssen, denn wie erwähnt bieten alle führenden Hersteller entsprechende Lösungen an. Drittens bestehen die RZ-LANs der meisten Unternehmen ohnehin aus den Produkten desselben Herstellers, u.a. um das Management des Netzes als einheitliches Ganzes sicherzustellen.

Fazit

Dreieinhalb Jahre nach der Übernahme von Nicira durch VMware und zwei Jahre nach der Übernahme von Insieme durch Cisco haben sich die beiden aus diesen Übernahmen hervorgegangenen Lösungen NSX bzw. ACI nicht durchsetzen können. Unternehmen setzen in ihren Netzen auf Standard Routing, ergänzt um Layer 2 Switching. Für skalierbare, robuste und hochverfügbare Layer-2-Strukturen in Rechenzentren nutzen die meisten Unternehmen zunehmend Verfahren wie Multi-Chassis Link Aggregation und neue, proprietäre oder standardisierte Bridging-Methoden.

Seminar

Virtualisierungstechnologien in der Analyse 25.04. - 26.04.16 in Bremen

Im Zuge stetig zunehmender Konsolidierung ist Virtualisierung längst zum Standard in jedem Rechenzentrum geworden. Doch der Blick hinter die Kulissen offenbart einen rapide wachsenden Komplexitätsgrad, dessen Beherrschung ein tieferes Verständnis dieser Technologie erfordert. In diesem Seminar werden die Zusammenhänge zwischen Server, Netzwerk und Storage im Umfeld der Virtualisierung analysiert.

Referenten: Dipl.-Math. Cornelius Höchel-Winter, Dipl.-Inform. Sebastian Jansen
Preis: € 1.590,- netto



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



ComConsult Veranstaltungskalender

Lokale Netze für Einsteiger, 15.02.-19.02.16 in Aachen

Dieses Seminar vermittelt kompakt und intensiv innerhalb von 5 Tagen die Grundprinzipien des Aufbaus und der Arbeitsweise Lokaler Netzwerke. Dabei werden sowohl die notwendigen theoretischen Hintergrundkenntnisse vermittelt als auch der praktische Aufbau und der Betrieb eines LANs erläutert. Ausgehend von einer Darstellung von Themen der Verkabelung und der grundlegenden Übertragungsprotokolle werden die wichtigen Zusammenhänge zwischen der Arbeitsweise von Switch-Systemen, den darauf aufsetzenden Verfahren und der Anbindung von PCs und Servern systematisch erklärt.

Preis: € 2.490,-- netto

IP-Wissen für TK-Mitarbeiter, 22.02.-23.02.16 in Bonn

Dieses Seminar vermittelt TK-Mitarbeitern ohne Vorkenntnisse im Bereich LAN und IP das erforderliche Wissen zur Planung und zum Betrieb von VoIP-Lösungen. Die Inhalte sind so gegliedert, dass Sie die Grundlagen schnell verstehen. Es werden die wichtigsten VoIP spezifischen Aspekte vorgestellt und unter Praxis-relevanten Gesichtspunkten beleuchtet. Die Themen erstrecken sich von IP und LAN Grundlagen hin zu Praxis relevanten Themen wie QoS, Jitter und Bandbreiten Fragen. Ziel ist es dem IP-Unkundigen die wichtigen Grundlagen der Netzwerk Technik kompakt und praxisnah zu vermitteln.

Preis: € 1.590,-- netto

Das PSTN stirbt: Die neue Kommunikation mit SIP/IP, 08.03.16 in Bonn

Die Sonderveranstaltung zum Thema PSTN-Migration hin zu All-IP bietet top-aktuelle Informationen und Analysen mit ausgewählten Experten. Eine ausgewogene Mischung aus Analysen, Hintergrundwissen und Projekterfahrungen in Kombination mit Produktbewertungen und Diskussionen liefert das ideale Umfeld für alle Planer, Betreiber und Verantwortliche solcher Lösungen.

Preis: € 1.090,-- netto

Netzzugangskontrolle: Technik, Planung und Betrieb, 14.03.-16.03.16 in Berlin

Dieses 3-tägige Seminar vermittelt den aktuellen Stand der Technik der Netzzugangskontrolle (Network Access Control, NAC) und zeigt die Möglichkeiten aber auch die Grenzen für den Aufbau einer professionellen NAC-Lösung auf. Schwerpunkt bildet die detaillierte Betrachtung der Standards IEEE 802.1X, EAP und RADIUS. Dabei wird mit IEEE 802.1X in der Fassung von 2010 und mit IEEE 802.1AE (MACsec) auch auf neueste Entwicklungen eingegangen.

Preis: € 1.890,-- netto

TCP/IP-Netze erfolgreich betreiben, 14.03.-16.03.16 in Berlin

IP ist die Grundlage jeden Netzes. Die Protokolle TCP und UDP bilden die Basis jeder Anwendungskommunikation. Es werden zudem Kenntnisse über Routingprotokolle, DHCP, DNS benötigt. Dieses Seminar vermittelt praxisnah das notwendige Wissen.

Preis: € 1.890,-- netto

IP-Telefonie und Unified Communications erfolgreich planen und umsetzen, 14.03.-16.03.16 in Köln

Dieses Seminar vermittelt alle notwendigen Projektschritte zu einer erfolgreichen Umsetzung von VoIP Projekten. Diese erstrecken sich über die Einsatz- und Migrations-Szenarien, die einsetzbaren Basis-Technologien und Komponenten und die erweiterten TK-Anwendungen wie IVR, UM oder UC. Es werden Bewertungskriterien für eine TK-Lösung und eine Übersicht über den bestehenden TK-Markt mit allen etablierten Hersteller vorgestellt.

Preis: € 1.890,-- netto

Interne Absicherung der IT-Infrastruktur, 14.03.-15.03.16 in Köln

In diesem Seminar lernen Sie wie man die Sicherheit von LAN, WAN, Endgeräten, RZ-Bereichen, Servern und SAN erreicht. Konkrete Beispiele aus der Praxis zeigen den Weg zu einer erfolgreichen IT-Sicherheits-Lösung.

Preis: € 1.590,-- netto

Internetworking: optimales Netzwerk-Design mit Switching und Routing, 14.03.-15.03.16 in Köln

Dieses Seminar vermittelt alles Wichtige, was Sie zum Thema LAN wissen müssen. Es werden unterschiedlichen Einsatzszenarien für Routing und Switching beleuchtet und das notwendige Wissen zur erfolgreichen Planung und dem Betrieb von Netzwerk Infrastrukturen vermittelt. Die Abdeckung der Themen erstreckt sich über Layer 2 Redundanzverfahren, Routing und Tunneltechnologien, sowie Netzwerkmanagement Fragen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Kapitel Office Network. Hier werden der Aufbau und die Integration von WLAN Strukturen detailliert beleuchtet. Abgerundet werden diese Informationen durch verschiedene praktische Übungen und einen Blick auf die aktuelle Markt- und Produktsituation der führenden Hersteller von Netzwerk-Komponenten.

Preis: € 2.490,-- netto

RZ-RZ-Kopplung - alles nur eine Frage der Bandbreite?, 11.04.16 in Stuttgart

Rechenzentren in entfernten Standorten zu betreiben erfordert sich mit IT-Sicherheit, Disaster Recovery, Service Level Agreements und Hochverfügbarkeit auseinander zu setzen. Dabei sind zum Teil Vorgaben bspw. vom BSI zu beachten. In dieser Schulung werden die aktuellen Techniken erläutert und für die richtige strategische Entscheidung zu einem Gesamtkonzept zusammengeführt.

Preis: € 1.090,-- netto

Crashkurs IT-Recht für Nichtjuristen, 11.04.-12.04.16 in Stuttgart

Diese Veranstaltung wendet sich an IT-Leiter, Compliance-Beauftragte und Geschäftsführer, die sich kompakte und praktische Grundkenntnisse zu den rechtlichen Eckpunkten des IT-Projektes verschaffen wollen. Die Inhalte sind insbesondere an Nichtjuristen gerichtet, die sich nicht alltäglich mit rechtlichen Fragestellungen befassen und eine Grundorientierung suchen. In dem Seminar werden auch Praxisfälle erörtert.

Preis: € 1.590,-- netto



Zertifizierungen

ComConsult Certified Network Engineer

Lokale Netze

15.02. - 19.02.16 in Aachen
09.05. - 13.05.16 in Aachen
19.09. - 23.09.16 in Aachen

TCP/IP-Netze erfolgreich betreiben

14.03. - 16.03.16 in Berlin
20.06. - 22.06.16 in Bonn
24.10. - 26.10.16 in Bonn

Internetworking

04.04. - 08.04.16 in Aachen
04.07. - 08.07.16 in Aachen
14.11. - 18.11.16 in Aachen

Paketpreis für zwei 5-tägige und ein 3-tägiges Intensiv-Seminar € 6.180,-- netto (Einzelpreise: € 2.490,-- netto bzw. 1.890,-- netto)

ComConsult Certified Trouble Shooter

Trouble Shooting in vernetzten Infrastrukturen

10.05. - 13.05.16 in Aachen
27.09. - 30.09.16 in Aachen

Trouble Shooting für Netzwerk-Anwendungen

14.06. - 17.06.16 in Aachen
15.11. - 18.11.16 in Aachen

Paketpreis für beide Seminare inklusive Prüfung € 4.280,-- netto
(Seminar-Einzelpreis € 2.290,-- netto , mit Prüfung € 2.470,-- netto)

ComConsult Certified Voice Engineer

IP-Telefonie und Unified Communications erfolgreich planen und umsetzen

14.03. - 16.03.16 in Köln
11.05. - 13.05.16 in Bonn
24.10. - 26.10.16 in Frankfurt

Session Initiation Protocol Basis-Technologie der IP-Telefonie

11.04. - 13.04.16 in Stuttgart
20.06. - 22.06.16 in Bonn
09.11. - 11.11.16 in Berlin

Umfassende Absicherung von Voice over IP und Unified Communications

25.04. - 27.04.16 in Bonn
04.07. - 06.07.16 in Stuttgart
28.11. - 30.11.16 in Bonn

Optionales Einsteiger-Seminar:

IP-Wissen für TK-Mitarbeiter
22.02. - 23.02.16 in Bonn
25.04. - 26.04.16 in Düsseldorf
19.09. - 20.09.16 in Frankfurt

Wir empfehlen die Teilnahme an diesem Seminar **"IP-Wissen für TK-Mitarbeiter"** all jenen, die die Prüfung zum ComConsult Certified Voice Engineer anstreben, ganz besonders aber den Teilnehmern, die bisher wenig bis kein Netzwerk Know How, insbesondere TCP/IP, DNS, SIP usw., vorweisen können.

Basis-Paket: Beinhaltet die drei Basis-Seminare
Grundpreis: € 5.100,-- netto statt € 5.670,-- netto
Optionales Einsteigerseminar: Aufpreis € 1.190,-- netto statt € 1.590,-- netto

Impressum

Verlag:
ComConsult Research Ltd.
64 Johns Rd

Christchurch 8051
GST Number 84-302-181

Registration number 1260709

German Hotline of ComConsult-Research:
02408-955300

E-Mail: insider@comconsult-akademie.de
<http://www.comconsult-research.de>

Herausgeber und verantwortlich
im Sinne des Presserechts:

Dr. Jürgen Suppan

Chefredakteur: Dr. Jürgen Suppan

Erscheinungsweise: Monatlich,
12 Ausgaben im Jahr

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

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